



**Piret Halonen**

## **KIVIHIILIKENTÄN INFONÄYTTÖ**

Ulkonäytön visualisointi ja tiedonsiirto ohjelmoitavista logiikoista

# **KIVIHIILIKENTÄN INFONÄYTTÖ**

Ulkonäytön visualisointi ja tiedonsiirto ohjelmoitavista logiikoista

Piret Halonen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2013  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty Oulun seudun ammattikorkeakoulun tietotekniikan koulutusohjelman opinnoissa kevään ja syksyn 2013 aikana.

Toimeksiantaja oli Ruukki Metals Oy ja toimeksianto tehtiin Rautaruukki Oyj:n Raahen terästehtaan koksamolaitokselle. Työn ohjaajana toimeksiantajan puolesta toimi kehitysinsinööri Hannu Ritola. Ohjaavana opettajana toimi Leo Ilkko Oulun seudun ammattikorkeakoulun Raahen kampukselta.

Toimeksiantajan ohjaajan kanssa tehtiin päätökset visualisointijärjestelmän näyttösivujen tarpeista ja tietoliikenneyhteyden ja näyttöratkaisujen valinnasta kartoitusten ja testauksien pohjalta. Ohjaavan opettajan kanssa pidettiin aloituspalaveri, joka käsitteli työn sisältöä ja työskentely-ympäristön valintaa. Myöhemmin pidettiin tilannekatsauspalavereita. Infonäytön toteutuksessa tehtiin yhteistyötä eri urakoitsijoiden kanssa.

Kiitokset Ruukki Metals:lle haastavasta ja mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta. Erityiskiitokset ohjauksesta Hannu Ritolalle, jonka kanssa yhteistyö oli innostavaa ja hänen ammattitaitoaan oli ilo seurata. Kiitokset Juha Näräselle, PLC-Automation Oy:n automaatioinsinöörille, jonka apu tuotannon ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmoimisessa oli korvaamatonta. Kiitokset neuvoista myös opinnäytetyön ohjaajalle Leo Ilkolle, joka kommentoi opinnäytetyön dokumenttiosuuden.

Raahessa 4.11.2013

Piret Halonen

## TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö, Raahen kampus  
Tietotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Piret Halonen  
Opinnäytetyön nimi: Kivihiilikentän infonäyttö  
Työn ohjaajat: Hannu Ritola, Leo Ilkko  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2013  
Sivumäärä: 84 + 38

---

Työn toimeksiantajana toimi Ruukki Metals Oy. Koksaamon kivihiilikentällä kivihiilensyöttökoneen kuljettaja syöttää kivihiiltä kuljetushihnoille. Syöttökoneen kuljettajalla on työohjeina kivihiilikentällä 7-segmenttinäytöt, liikennevalot ja apuna radiopuhelin. Kukin kivihiililaatu on omassa kivihiilikasassa, ja 7-segmenttinäytöistä näkyy ajettavan kivihiilen laatunumero.

Opinnäytetyön tavoitteena on rakentaa ulkonäyttökokonaisuus, joka tulee toimimaan 7-segmenttinäyttöjen ja liikennevalojen rinnalla. Ulkonäyttö korvaa tulevaisuudessa osittain vanhan opastejärjestelmän. Radiopuhelinliikenne säilyy osana uutta järjestelmää. Ulkonäytön kuva muodostetaan Red Lionin ProductVity Station -visualisointilaitteella. Ulkonäyttöön tuotetaan data yhdistämällä visualisointilaitte ohjelmoitaviin logiikoihin. Opinnäytetyössä tutkittiin vaihtoehtoja tiedonsiirrolle testaamalla OPC-liittymän toiminta ProductVity Station -laitteen kanssa.

Ulkonäyttöratkaisu vaati kilpailuttamista, englannin kielellä kommunikointia ja yhteistyötä urakoitsijoiden kanssa.. ProductVity Station -laitteen ohjelma toteutettiin Red Lionin omalla Crimson-ohjelmalla, joka vaati C-kielen kaltaista ohjelmointia. Työ vaati perehtymistä ohjelmoitaviin logiikoihin. Pääasiallisena aineistona oli käytössä ProductVity Station -laitteen User Manual, sekä useat muut internetlähteet.

Valmis visualisointijärjestelmä sisälsi kivihiilikentälle käyttöönotetun infonäytön. Näyttöön on yhdistetty ProductVity Station -laite, joka esittää laatu- ja liikennevalotiedon lisäksi myös muuta lisäinformaatiota kivihiilensyöttökoneen kuljettajalle. Visualisointilaitteella tuotettu esitys on ulkoasultaan moderni ja näyttää dataa kahdelta eri ohjelmoitavalta logiikalta, joista voidaan lukea ja jonne voidaan kirjoittaa tietoa.

Opinnäytetyön lopputulos on innovatiivinen ja monikäyttöinen ratkaisu tehdasprosessin ulkotyöskentelyn tueksi. Jatkokehityksenä voidaan luoda interaktiivisuus ulkonäytön ja kivihiilen syöttökoneen kuljettajan välille.

---

Asiasanat:

Näytöt, ohjelmointi, prosessinohjaus, tietojärjestelmät, visualisointi

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences, Raahel Campus  
Degree Programme in Information Technology

---

Author: Piret Halonen  
Title of thesis: The Information Display of the Coal Field  
Supervisors: Hannu Ritola, Leo Ilkko  
Term and year of completion: Autumn 2013  
Number of pages: 84 + 38 appendices

---

This Bachelor's thesis was commissioned by the coking plant of Ruukki Metals Oy, Rautaruukki Corporation. On the coal field the driver feeds coke to conveyors with the supply machine. The driver gets their work instructions from 7-segment displays, traffic lights and via a radiophone.

The aim of this thesis work was to build an outdoor display, which would work in parallel with the 7-segment display and the traffic lights. The outdoor display would partly replace the old system in the future. The view of the display would be constructed with the Red Lion ProcucTVity Station visualization system. The ProcucTVity Station would be connected to the display and data would come from programmable logics. Alternative communications were also explored by testing the OPC connected to the ProductVity Station. The outdoor display project required a competitive bidding, communication in English and co-operation with contractors. The ProcucTVity Station program was made with Crimson. Crimson required programming with a C-based programming language. The main sources of the study were the user manual of the ProductVity Station and several internet sources. Also, programmable logic needed to be studied.

The presentation produced by this visualization system is modern and it provides information from two different programmable logics which can be read and written. The ProcucTVity Station is connected to the display and quality, traffic lights and additional information is presented in the display for the driver. The outcome of this thesis work is an innovative and versatile solution for the outdoor work support of the factory. Further development is to create interactivity between the driver and the outdoor display.

---

Keywords:

Displays information system, process, control, programming, visualization

## Sisällys

1 JOHDANTO	9
2 RAUTARUUKKI OYJ	10
2.1 Historia	10
2.2 Ruukki Metals Oy	10
2.2.1 Koksaamo	11
3 MÄÄRITELMÄ	15
4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	16
4.1 Koksaamon kivihiihikenttä	16
4.2 Ulkonäyttö	19
4.2.1 Näytön ominaisuudet	20
4.2.2 Laitetyypit	21
4.3 Tietokanta, OPC ja ohjelmoitava logiikka	23
5 ULKONÄYTTÖ	24
5.1 Ulkonäyttö ja kotelointi	24
5.2 Näyttö- ja kotelovertailu	24
5.3 Dynascan DS46LO4 -näyttö	28
5.4 Armagard PDS-46 -kotelo	32
6 NÄYTÖN VISUALISOINTILAITE	48
6.1 Tietoliikenneyhteydet	52
6.2 Crimson 3.0	61
6.3 Visualisointilaitteen ohjelma	64
6.3.1 Toteutus	64
6.3.2 Testaus	74
7 JATKOKEHITYS	77
8 YHTEENVETO	81
LÄHDELUETTELO	82
LIITTEET	85

## Merkit ja lyhenteet

.NET	Microsoftin ohjelmistokomponenttikirjasto
C#	Microsoft-yhtiön kehittämä oliopohjainen ohjelmointikieli
C	Standardisoitu ohjelmointikieli
CHMS	Coal Handling Management System. Kivihiilen käytön hallintajärjestelmä
DVI	Digital Visual Interface. Liitäntätyyppi digitaalisen kuvainformaation siirtoon näytölle
GPS	Global Positioning System. Satelliittipaikannusjärjestelmä
HDMI	High Definition Multimedia Interface. Liitäntästandardi digitaalisiin näyttölaitteisiin kuvan ja monikanavaäänen siirtämiseen
HDTV	High-definition television. Teräväpiirtotelevisio
IP	Internet Protocol. Internetin protokolla
JPEG	Joint Photographic Experts Group. Bittigrafiikan tallennusformaatti
Kami	Jäätynyt osa kivihiilikasasta
KOKSTI	Koksaamon valmistuksenohjausjärjestelmä
LCD	Liquid Crystal Display. Nestekidenäyttö

LED	Light-Emitting Diode. Hohtodiodi, eli ledi
OPC	Open connectivity via open standards. Avoimen tiedonsiirron standardi
PDP	Plasma Display Panel. Plasmanäyttö
PTV	Red Lion ProductVity Station. Näytön visualisointilaite
TAG	Tagi eli merkki. Tekstipohjainen osoitejärjestelmä
TFT	Thin Film Transistor. Ohutkalvotransistori
SQL	Structured Query Language. Standardoitu kyselykieli relaatiotietokantoihin
REDI	RD eli Raahe Roads. Proomujen lastauspaikka
VESA	Video Electronics Standards Association. Näyttöjen kiinnitysstandardi
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkkotekniikka
XML	Extensible Markup Language. Merkintäkieli, jolla tiedon merkitys kuvataan tiedon mukana



## 1 JOHDANTO

Koksaamon kivihiilikentällä on ollut käytössä liikennevalot liikennevalotolpassa ja kaksi 7-segmenttinäyttöä, joissa on näkynyt laatunumerot ajossa olevalle kivihiilelle. Kivihiilikentän kivihiilensyöttökoneen kuljettaja tarvitsee työskentelyyn liikennevalot, laatunumeron ja radiopuhelimen. Laatunumero ilmaisee, mitä kivihiililaatua syötetään kivihiilikuljettimille. Kivihiililaadut ovat kivihiilikentällä erillisissä kasoissa ja laatuja ei saa sekoittaa. 7-segmenttinäytössä laatunumero muodostetaan seitsemän osa-alueen avulla. Vanha opastesysteemi on tavoitteena päivittää teräväpiirtoukonäytöksi, johon kytketty visualisointijärjestelmä esittää ohjelmoitavien logiikoiden kautta liikennevalotiedot, laatunumeron ja runsaasti lisätietoa.

Infonäyttö tulee aluksi 7-segmenttinäyttöjen ja liikennevalojen rinnalle, mutta tulevaisuudessa luultavasti osittain korvaa vanhat systeemit. Tavoitteena oli löytää kirkas ulkonäyttö, joka kestää koksaamon kivihiilikentän vaativia tehdasolosuhteita. Työ sisälsi näyttö ja kotelointiratkaisujen vertailua ja ulkonäytön hankinnan. Ulkonäytön kuvanmuodostukseen käytettiin Red Lionin ProductVity Station -visualisointilaitetta, johon ladattiin Red Lionin Crimson-ohjelmalla ohjelmoitu kuvaesitys. Tavoitteena oli tuoda tiedot Red Lionin ProductVity Station -visualisointilaitteeseen ohjelmoitavien logiikoiden kautta. Tiedonsiirtoon testattiin myös OPC-tiedonvälitys.

## **2 RAUTARUUKKI OYJ**

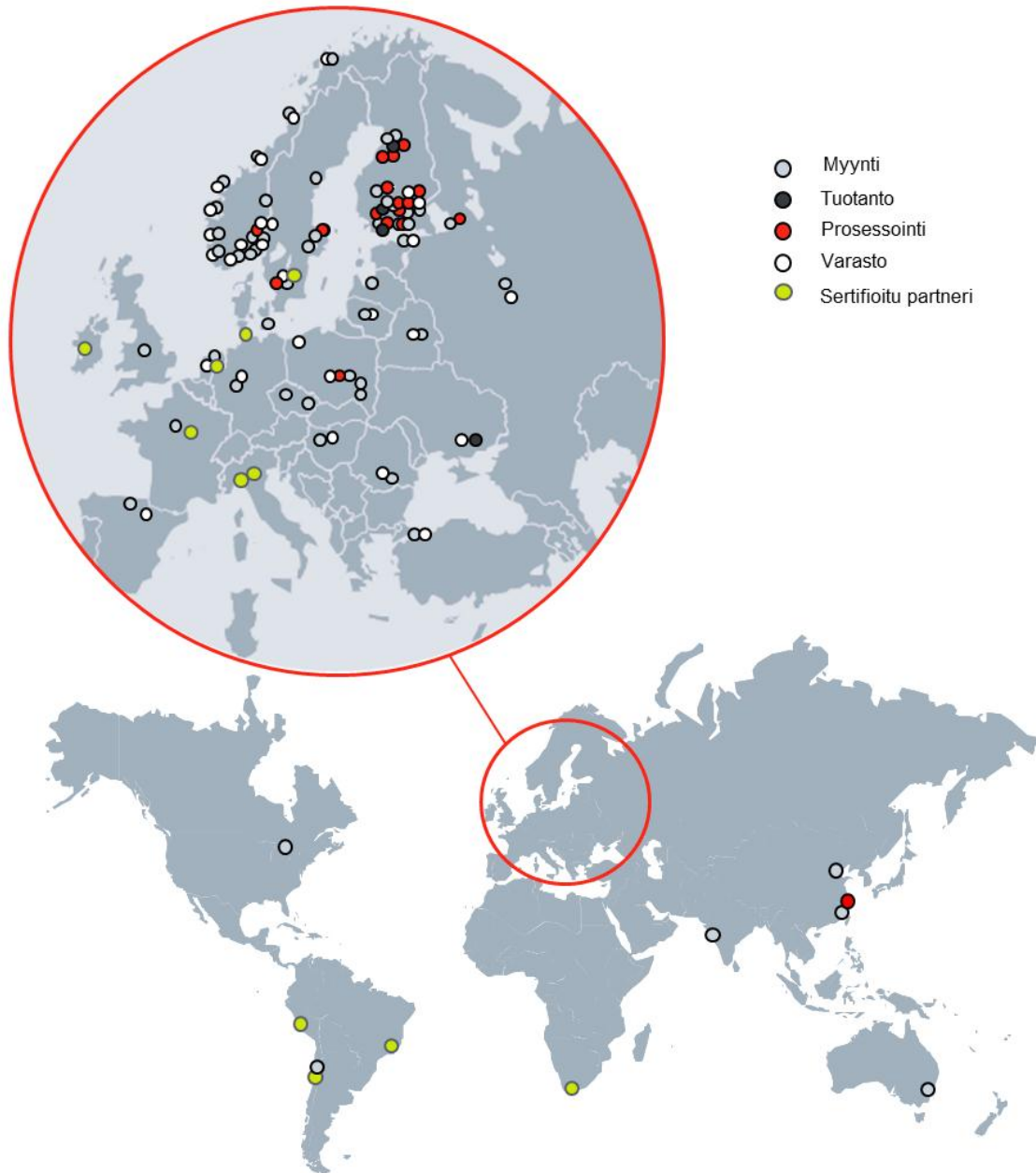
Rautaruukki Oyj on julkinen osakeyhtiö, jonka raudantuotanto toimii Raahen terästehtaalla. Raahen tehtaan päätuotteita ovat kuumavalssatut kelat ja levyt, sekä erikoisteräkset (Rautaruukki, Wikipedia, hakupäivä 23.9.2013). Henkilöstöä Raahessa on n. 2400 (Ruukin teräsliiketoiminta 03/2012, 20., hakupäivä 2.7.2013).

### **2.1 Historia**

Rautaruukki perustettiin vuonna 1960, jolloin Ruukin alkuperäistarkoitus oli turvata telakka- ja metalliteollisuuden raaka-ainehuolto kotimaassa (Ruukin kotisivut, historia, hakupäivä 24.9.2013). Raahen koksaaamon ensimmäisen patterin tuotanto aloitettiin vuonna 1987, jonka jälkeen se on ollut toiminnassa yötä päivää. Patterin nro. 2 tuotanto aloitettiin vuonna 1992 (Koksaamon historia 06/2012, 1., hakupäivä 2.7.2013).

### **2.2 Ruukki Metals Oy**

Ruukki Metals on yksi Rautaruukki Oyj:n liiketoiminta-alueista. Koksaamo on Raahen terästehtaan ja täten myös Ruukki Metals Oy:n alainen laitos (kuva 1).



KUVA 1. Ruukki Metals, paikkakunnat (Ruukin yleisesittely 06/2013, 5., hakupäivä 22.8.2013)

### 2.2.1 Koksaaamo

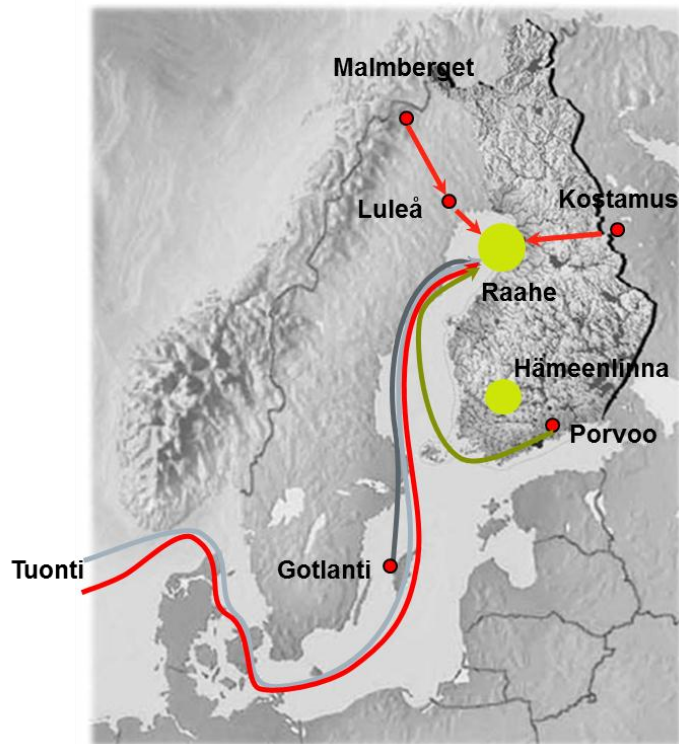
Raudanvalmistusprosessissa masuuneilla sulatetaan eri raaka-aineista sulaa rautaa. Yksi masuunin tarvitsemista raaka-aineista on koksi, jota käytetään masuunissa pelkistysaineena ja brikettien valmistuksessa raaka-aineena (Koksaamon prosessit 06/2012, 10., hakupäivä 3.7.2013). Raahen koksaamo valmistaa koksia kivihiilestä. Kahdella patterilla ja niiden

sisältämällä 70 uunilla tuotetaan vuorokaudessa noin 2 500 tonnia koksia. Käyttöaste uuneilla on yli 99 % (Koksaamon prosessit 06/2012, 1., hakupäivä 3.7.2013). Kuten kuvasta 2 on nähtävissä, Raahen koksaamo tuottaa n. 850 tonnia koksia vuodessa.

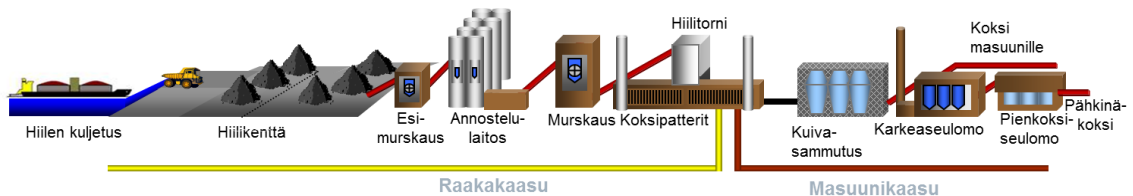
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Koksi	904	894	870	865	860	738	827	852	881
Sintteri	2782	2857	2 930	2 645	2 681	2 104	2 256	2 185	
Raakarauta	2470	2529	2 600	2 370	2 407	1 733	2 053	2 058	2 162
Teräs	2720	2747	2 852	2 546	2 585	1 892	2 229	2 215	2 299
Kuumavalssatut kelat	2170	1945	1 984	1 801	1 652	1 269	1 670	1 600	1 709
Peitatut kelat	222	204	173	149	135	112	161	169	183
Nauhalevyt	219	226	237	233	191	98	237	268	290
Rainat	266	224	250	231	208	113	163	159	158
Kvarttolevyt	617	635	618	576	536	360	442	445	509
EKT-tuotteet	378	359	439	385	347	114	133	167	158

KUVA 2. Koksin vuosittainen tuotanto Raahessa, 1000 t (Ruukin teräsliiketoiminta 03/2012, 24., hakupäivä 2.7.2013)

Kivihiili ostetaan koksaamon käyttöön pääasiassa USA:sta ja Kanadasta ja se tuodaan Raahen meriteitse (kuva 3). Raahen satama on noin yhdeksän metriä syvä, joten tätä syvemällä uivat laivat eivät pääse Raahen satamaan. Tällöin kivihiili voidaan purkaa promuihin REDI:llä eli Raahen sataman lähistöllä mereen sijoitetulla lastauspaikalla. Kivihiili tulee REDI:n kautta myös silloin, jos satamassa on ruuhkaa ja lastia ei mahduta purkamaan satamassa. Isoimmat laivat purkavat lastinsa Poriin tai Ruotsin Oxelösundiin, josta kivihiili kuljetetaan pienemmillä aluksilla Raahen.



KUVA 3. Raaka-aineiden tuonti Raahen (Ruukin teräsluoketoiminta 03/2012, 21., hakupäivä 2.7.2013)



KUVA 4. Koksiprosessi (Koksaamon prosessit 06/2012, 1., hakupäivä 3.7.2013)

Kivihiilikentältä kivihiili etenee kuljettimia pitkin esimurskaukseen, jossa kivihiiltä murskataan pienemmäksi. Esimurskaamosta kivihiili siirretään kuljettimella vaa'an kautta annostelulaitokselle, jossa kivihiili säilötään kymmenessä siilossa, joista jokaiseen mahtuu yli 750 tonnia kivihiiltä. Siiloista kivihiili annostellaan usean lajin seokseksi, joka kulkee murskaamon kautta kokkipattereiden kivihiilitorneihin. Hiilitorniin mahtuu noin 1 900 tonnia kivihiiltä, joista kivihiili annostellaan kokkipattereihin (kuva 4) panostusvaunulla.



*KUVA 5. Koksipatteri (Koksaamon prosessit 06/2012, 6., hakupäivä 3.7.2013)*

Panostuksen jälkeen kivihiili paistuu patterin uunissa, kunnes se saavuttaa noin 1060-asteen lämpötilan ja valmistuu koksiksi noin 15 tuntia ja 30 minuuttia paiston jälkeen (kuva 5). Kuvammutuslaitos jäädyttää koksia, jonka jälkeen koksi lähtee kuljettimilla seulomon kautta masuunille. Seulomossa koksista erotellaan eri fraktiot, muun muassa pähkinäkoksi.

### 3 MÄÄRITELMÄ

Kivihiilikentällä oli kaksi 7-segmenttinäyttöä ja liikennevalopylväs, josta kivihiilen syöttökoneen kuljettaja näkee syötettävän laadun ja liikennevalotiedot (kuva 6). Kivihiilikentän infonäyttö tulee toimimaan aluksi tämän vanhan systeemin rinnalla ja tulevaisuudessa mahdollisesti korvaa 7-segmenttinäytöt ja liikennevalot. Tavoitteena oli hankkia kivihiilikentälle ulkonäyttö, johon yhdistetään ProductVity Station -laite. ProductVity Station -laitteeseen yhdistettiin tuotantologiikoita ja kokeiltiin myös OPC-tiedonsiirtoa. Uusi ulkonäyttö toimii infonäyttönä ja sen visualisointijärjestelmä näyttää laatu- ja liikennevalotiedot. Infonäytöllä näkyy myös annostelulaitoksen siilotilannetietoja, vaakatietoja, säätietoja, ohjeita ja tiedotteita.



KUVA 6. Lähtötilanne, kivihiilikentän 7-segmenttinäytöt ja liikennevalot.



## 4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

### 4.1 Koksaamon kivihiilikenttä

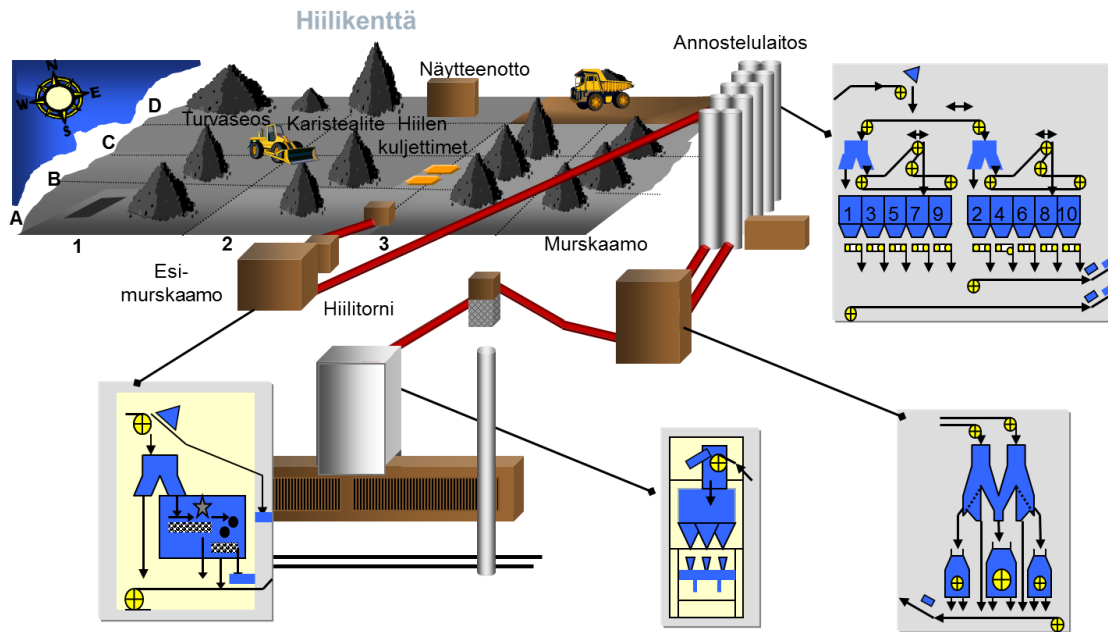
Kivihiili tuodaan kivihiilikentälle satamasta kuorma-autoilla. Kivihiililaatuja ei sekoiteta, vaan jokainen laatu kasataan kivihiilikentälle omiin kasoihin (kuva 7).



*KUVA 7. Kivihiiltä kivihiilikentän ruuduissa.*

Kivihiililaatuja on vuosittain käytössä 5–7 kpl, joita varastoidaan kivihiilikentälle keskimäärin 250 000 tonnia (Koksaamon prosessit 06/2012, 4., hakupäivä 3.7.2013). Kuva 8 havainnollistaa kivihiilen kuljetusprosessin kivihiilikentältä hiilitorniin.





KUVA 8. Kivihiilen käsittely (Koksaamon prosessit 06/2012, 3., hakupäivä 3.7.2013)

Kivihiilen tuotantoon syötössä käytetään aliurakoitsijan pyöräkuormaajaa (kuva 9), jonka kauhaan mahtuu noin 18 000 kg kivihiiltä. Maksimikauhallisen paino vaihtelee kivihiilen tiheyden mukaan.



KUVA 9. Kivihiilen syöttökone kiviihlikentällä (Ritola 2013)

Nykyisen opastesysteemin ja tulevan infonäytön käyttäjiä ovat kivihiilikentällä operoivien urakoitsijoiden kuljettajat. Pyöräkoneen sisätilassa on kuljettajalla käytössään näyttö ja tietokone, joka on yhdistetty langattomalla lähiverkkotekniikalla (WLAN) koksaamon kivihiilen käytön hallintajärjestelmään. Coal Handling Management System (CHMS) -hallintajärjestelmän asiakasohjelmia on kivihiilensyöttökoneessa, kuorma-autossa ja koksaamon toimistolla. Ajoneuvojen päätelaitteissa näkyy kivihiilikentän kartta ja kasojen sijainnit kentällä, sekä työohjeet. Asiakasohjelmat kommunikoivat tietokannan kanssa. Pyöräkoneesta data välitetään langattomasti tietokantaan. Kivihiilikentän syöttökoneessa on WLAN-antenni, joka on yhteydessä kivihiilikentän tukiasemiin. Kivihiilensyöttökoneesta lähetetään langattomasti tietoa CHMS-järjestelmän tietokantaan.

Syöttökoneessa on myös satelliittipaikannusjärjestelmä (GPS), jonka avulla taltioidaan kivihiilikasojen geometrinen muoto. Kivihiilikasan lokaatio tallennetaan niin, että kuljettaja ajaa kivihiilikasan ympäri. Tällöin pyöräkoneen satelliittipaikannusjärjestelmää käyttäen kivihiilikasa on dokumentoitu. Tietokantaan tallennetut kasan laatu ja paikkatiedot näkyvät kuljettajalle syöttökoneen tietokoneen näytöllä (kuva 10). Satelliittipaikannusjärjestelmän kautta saadaan tietoja, mistä kasasta on otettu mitäkin kivihiililaatua ja mihin kivihiili on kuljetettu. Kuljettaja saa hälytyksiä järjestelmästä, jos se on ottamassa syöttökoneeseen väärää laatua.

Kivihiilikentän kasoihin syntyy talvella kameja. Kivihiilikami on jäänyt kivihiilikappale, joka on muodostunut kivihiilikasan pintaosaan noin 0,2–1 metrin paksuiseksi kerrokseksi. Talvella kamikerros toimii kivihiilikasassa eristeenä. Kameja ei voi syöttää sellaisenaan koksaamon prosessiin, koska ne tukkivat siloja. Tämän vuoksi talvella kivihiilen syöttökone syöttää kivihiiltä kuljettimille vain kasojen sisäosista. Kamit käytetään kesällä sitten kun ne ovat sulaneet. Viimeiset talvella kerääntyneet kamit syötetään yleensä elokuussa. (Laatuasiantuntijan haastattelu 10.09.2013) Kameille täytyy siis määrätä paikka kivihiilikentältä ja niiden sijainti ja laatu numero täytyy dokumentoida, jotta kamien sulaessa tiedetään, mitä laatua prosessiin syötetään.



KUVA 10. Karttanäyttö kivihiihikentän pyöräkuormaajassa (Ritola 2013)

#### 4.2 Ulkonäyttö

Kivihiihikentälle haluttiin ulkonäyttö, joka on kestävä vaihtelevia vuodenaikoja, sääoloja ja vaativia tehdasolosuhteita. Lisäksi näytön kirkkauden täytyy olla niin suuri, että pyöräkuormaajan kuljettaja näkee lukea kuvia ja tekstiä myös näyttöön kohdistuvassa suorassa auringonpaisteessa. Ulkonäytön täytyy kestää kivihiihikentällä talvipakkasia, kesän helkeitä ja vesisateita. Lisäksi kivihiihi pölyää paljon. Kivihiihen syöttöaukko on ulkonäytön sijoituspaikan edessä päässä ulkonäytön sijoituspaikasta (kuva 11), joten syöttökoneen kuljettaja näkee infonäytön tiedot syöttöaukolla käydessään. Kun pyöräkuormaaja kaataa kivihiilet kauhasta kuljettimille, saattaa nousta ulkonäytön läheisyyteen kivihiilestä pölypilvi. Tällöin ulkonäytössä täytyy olla suodattimet, joita voidaan puhdistaa ja vaihtaa.



*KUVA 11. Kivihiilikentän syöttöaukot maanalaisille kuljettimille.*

#### **4.2.1 Näytön ominaisuudet**

Ulkonäytön sijoitetaan vaativiin tehdasolosuhteisiin. Kotikäytössä olevat nestekidenäytöt, eli LCD-näytöt ovat kirkkaudeltaan noin 200–300 cd/m<sup>2</sup> (LCD-näyttö, Wikipedia, hakupäivä 25.9.2013). Kotikäyttöön tarkoitettu näyttö ei käy ulkokäyttöön, koska sen kirkkaus ei riitä auringonpaisteessa. Ulkonäytön suojaluokituksen täytyi olla niin korkea, että ulkonäyttö kestää vaihtelevat olosuhteet. IP-luokitus on suojaluokitus, joka koostuu kahdesta numerosta (taulukko 1), joista ensimmäinen numero ilmaisee suojauksen vieraita esineitä vastaan ja jälkimmäinen numero vedenpitävyyden. IP-luokka ilmaisee siis laitteen koteloinnin tiiveyden. Tiiveys ilmaisee, kuinka kohde on suojattu vettä ja pölyä vastaan. (IP-luokitus, Taloon.com, hakupäivä 26.9.2013) Kivihiilikentän ulkonäytön tavoitteena oli, että kotelointi kestää pakkasen ja sateen lisäksi pesun runsaalla vedellä, esimerkiksi painepesurilla.

TAULUKKO 1. IP-luokitus (IP-luokitus, Taloon.com, hakupäivä 26.9.2013)

IP-luokitus	1. numero	2. numero
0	Ei suojausta	Ei suojausta vettä vastaan.
1	Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija 50 mm tai enemmän.	Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan. Pisarasuojattu
2	Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija yli 12,5 mm (kuten sormi).	Suojaus ylhäältä +/-15 astetta tulevaa vettä vastaan.
3	Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 2,5 mm.	Suojaus ylhäältä +/-60 astetta tulevaa vettä vastaan. Sateenkestävä.
4	Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 1 mm.	Suojaus vesiroiskeita vastaan.
5	Suojattu pölyltä. Ei edellytä täydellistä tiiveyttä, mutta haitallisia pölykertymiä ei saa syntyä.	Kestää vesisuihkun joka suunnasta.
6	Täydellinen suojaus. Pölytiivis.	Kestää suurella paineella tulevan ruiskun.
7	-	Kestää hetkellisen upotuksen veteen.
8	-	Kestää pysyvän upotuksen.

#### 4.2.2 Laitetyypit

Ulkonäyttöratkaisuja on olemassa useita. Ulkonäyttöjä myydään valmiina paketteina, jolloin näytön ympärillä on kiinteä kotelointi. Tällöin ulkonäyttönä toimii yleensä TFT-näyttö. TFT-näyttö on LCD-näytön versio, jossa kuvanlaatua on parannettu käyttämällä ohutkalvotransistoritekniikkaa. LCD-näyttö on nestekidenäyttö, jossa nesteeseen muodostetaan sähkökenttä johtamalla sähköä soluihin. LCD-näytön toiminta perustuu siis valoa polarisoivaan nesteeseen, jossa neste on suljettu soluihin polarisoivien levyjen väliin. LCD-näyttöjen tyypillinen kirkkaus on noin 200–300 cd/m<sup>2</sup>. (LCD-näyttö, Wikipedia, hakupäivä 25.9.2013) Erikoisnäyttöissä kirkkaus on huomattavasti suurempi.

LED-näytöllä kuva muodostetaan hohtodiodilla. Hohtodiodia kutsutaan myös lediksi. Resoluution määritelmä ilmentää kuvan erottelukykyä tai pikseleiden määrää. Kotikäyttöön markkinoitavat LED-näytöt ovat usein LCD-näyttöjä, joiden taustavalaistus on toteutettu ledeillä. Aidossa LED-näytössä pikselit ovat ledejä. Kuvapiste muodostuu pikselistä. Pikseli koostuu kolmesta ledistä, josta muodostuu fyysinen resoluutio. Yhdessä kuvapisteessä on punainen, vihreä ja sininen LED-lamppu. Virtuaalinen LED-näyttö on fyysistä resoluutiota tarkempi. Virtuaalisuus on toteutettu lisäämällä punaisia ledejä, jolloin yhdessä kuvapisteessä voi olla kaksi punaista lediä. Virtuaalisuutta on miltei mahdoton havaita silmillä, vaikka näytöllä näkyvä kuva on toteutettu kahdella vierekkäisellä kuvalla. LED-näytöllä on minimikatseluetäisyys. Jos näyttöä katsoo liian läheltä, niin silmät erottavat yksittäiset kuvapisteen, eli ledit, ja katselukokemus häiriintyy. Tällöin kokonaiskuvaa on vaikea hahmottaa. Ulkokäyttöön tarkoitettuja LED-näyttöjä saa jopa niinkin kirkkaana kuin 10 000 cd/m<sup>2</sup>.

Plasmanäytöt ovat litteitä näyttöjä. Kahden lasilevyn välissä on soluja, jotka sisältävät jalokaasuja. Sähkövirta ionisoi kaasut plasmaksi ja plasman avulla näyttö tuottaa näkyvää valoa. (Plasmanäyttö. Wikipedia. Hakupäivä 19.10.2013) Plasmatekniikkaa suositaan isoissa näytöissä kun ne ovat noin 600 cd/m<sup>2</sup>, ne ovat yleensä kirkkaampia kuin tavalliset LCD-näytöt.

Tavalliset näytöt eivät oletusarvoisesti kestä pakkasta. Jos ulkonäytöksi valittaisiin esimerkiksi LCD- tai plasmanäyttö, niin näyttö täytyy koteloida. Mahdollisen koteloinnin kriteereinä oli, että yli 0-celsiusen toimintalämpötilan vaativa sisänäyttö pystyisi toimimaan ulkokäytössä kotelon turvin. Koteloinnin täytyisi olla lämmitetty, jotta se kestäisi pakkasta. Kivihiilikenttä on merenrannassa, joten tuuli kiristää talvella kivihiilikentällä pakkaslukemia entisestään. Kotelossa täytyy olla myös tuulettimet, jotta näyttö ei ylikuumentu kesällä. Tuulettimet imevät sisäänsä kentällä pölyävää kivihiiltä, joten kotelossa tulee olla myös vaihdettavat suodattimet. Tavoite oli löytää kotelo, joka olisi pölytiivis ja kestäisi vesisuihkua. Ideaalitalanne olisi IP67-suojaus, jolloin pölytiivis kotelo kestäisi upotuksen veteen. Tällöin rankat sateet tai painepesuripesu eivät vahingoita näyttöä. Kotelon ikkunan, josta näyttö näkyy käyttäjälle, täytyy olla heijastamaton. Tavallinen lasi-ikkuna heijastaa auringon valoa niin, että käyttäjä ei näe lukea näyttöä. Koteloinnin vaihtoehtoina olivat valmiskotelo, kustomoitu valmiskotelo ja mittatilauskotelo.



### 4.3 Tietokanta, OPC ja ohjelmoitava logiikka

Red Lionin ProducTVity Station -laite pystyy kirjoittamaan tietokantaan. Tietokantaan kirjoittamista voidaan käyttää lähinnä lokin kirjoittamiseen, jolloin tietokantaan kirjoitetaan lokia PTV:n toiminnasta. PTV-laite voi kirjoittaa lokia myös sen sisältämälle kahden gigabitin Compact Flash (CF) muistikortille, joka on tehty tehdaskäyttöön. Jos PTV-laitteella olisi voinut lukea tietokantaa, se olisi mahdollistanut sen käyttämisen yhdessä koskaamon valmistuksenohjausjärjestelmän kanssa, jolloin data infonäytölle olisi ollut helposti haettavissa.

PTV-laitteessa on sisäänrakennettuja ajureita eri tietoliikenneyhteyksille. Koksaamalla on käytössä Siemensin ohjelmoitavia logiikoita ja OPC-rajapintoja, joten koska PTV-laite ei kykene lukemaan dataa tietokannasta, oli mielekästä yhdistää laite joko tuotannon logiikoihin tai OPC-palvelimeen. OPC on avoimen tiedonsiirron standardi, jota yleensä käytetään ohjelmoitavien logiikoiden ja valvomoiden välillä. Kuten ohjelmoitavat logiikat, OPC on reaaliaikainen, mutta standardin ansiosta se mahdollistaa tiedonsiirron eri valmistajien automaatiojärjestelmien kesken. (OPC, Wikipedia, hakupäivä 16.10.2013)

Ohjelmoitava logiikka on kuin tietokone eli mikroprosessoripohjainen laite. Sitä käytetään automaatioprosessin ohjauksessa. Ohjelmoitavassa logiikassa on tulo- ja lähtöportteja, joihin on kytketty antureita ja toimilaitteita. Logiikkaan yhdistettyjä laitteita ohjataan antureiden ja logiikan ohjelmien tietojen mukaan. (Ohjelmoitava logiikka, Wikipedia, hakupäivä 17.10.2013) Toimilaitte voi tarkoittaa esimerkiksi venttiiliä, merkkivaloa tai tämän opinnäytetyön tapauksessa Red Lionin PTV-laitetta.

## 5 ULKONÄYTTÖ

### 5.1 Ulkonäyttö ja kotelointi

Ulkonäyttötarjonnan tutkiminen, vertailu ja kilpailuttaminen olivat laaja urakka, joten vertailun tueksi näyttöjen tekniset ominaisuudet, yhteystiedot ja hinnat oli kirjattiin Excel-taulukkoon. Taulukoitua vertailua ei kuitenkaan esitetä tässä opinnäytetyössä sellaisenaan, koska yritysten tekemät tarjoukset näytöistä ja kotelosta ovat luottamuksellisia. Näyttövertailujen rinnalla täytyi huomioida myös näyttöjen koteloinnin vertailut, koska osa näytöistä ei ollut muun muassa käyttötilalämpötilojen vuoksi toimivia ratkaisuja yksinään. Vertailussa kartoitettiin näyttö- ja koteloratkaisuja kotimaasta ja ulkomailta.

### 5.2 Näyttö- ja kotelovertailu

Näyttöjen ja koteloiden teknisten tietojen tutkiminen tapahtui aluksi etsimällä tietoa mahdollisten näyttövaihtoehtojen internetsivuilta. Tavoitteena oli, että näyttö ja mahdollinen koteloratkaisu ostettaisiin Ruukille. Vaihtoehtona oli myös, että ulkonäyttö vuokrattaisiin Ruukille testikäyttöön. Potentiaalisiiin ratkaisujen tarjoajiin otettiin yhteyttä sähköpostilla ja puhelimitse. Taulukossa 2 on listattu yritykset, joiden näyttöjä ja kotelota vertailtiin ja mitä ominaisuuksia niistä on vertailtu. Näyttöjä oli osalta yrityksistä vertailussa useampia eri malleja, ja osa näytöistä oli valmiiksi ulkokäyttöön soveltuvia. Vertailuun huomioitiin vain vaakatasossa olevia näyttöjä eikä ollenkaan toteeminäyttöjä. Toteeminäyttö olisi ollut vaakänäyttöä epäkäytännöllisempi kivihiihokentällä, koska prosessi-informaatiota on helpompi ilmaista infonäytöllä, kun tilaa on näytöllä enemmän sivuttaissuunnassa. Osa valmiista ulkonäyttöratkaisuista sisälsi sisäisen PC:n, joka oli kuitenkin tarpeeton infonäyttöprojektiin, jossa sisäisen tietokoneen kaltaisesti toimi PTV-laite.



TAULUKKO 2. Näyttövertailu.

Tuote	Yritys	Ominaisuudet
Näyttö (20kpl)	Pomi Finland Oy, Mitron Oy, Oy Cemron Ab, Verkkokauppa.com Oyj, Musta Pörssi Oy, Sharp Electronics Suomi, Samsung Suomi (B2B), Samsung Europe, Suomen Schneider, WinMate Communication INC, Panasonic, DynaScan Technology Inc., Perkkö Oy	Koko, paino, kirkkaus [cd/m <sup>2</sup> ], resoluutio, IP-luokitus, käyttölämpötila, liitännät, tuuletus, suodatus, katselukulma, katseluetäisyys, lisälaitteet, tehonkulutus, hinta, asennus (sis. valmiit telineet), takuu, referenssit, käyttöikä, lämmityselementit, huuruistumisenesto, ilkkivaltasuojaja (lasin iskunkestävyys, kotelon lukitseminen)
Kotelo (4kpl)	Ensto, Black Box, Rittal	

Tavoitteena oli löytää näyttö, jonka koko on noin 46 tuumaa. Siinä tulisi olla teräväpiirtokuvaa tuottava resoluutio jossa on vaakatasossa vähintään 1280 pikseliä ja pystytasossa 720 pikseliä. Näytössä tuli olla joko DVI- tai HDMI-liitäntä, jolla kuva toistettaisiin näyttöön PTV-laitteesta. Kirkkauden tuli olla kotikäytössä olevia televisioita kirkkaampi. Tavoitteena oli löytää ulkokäyttöön soveltuva ratkaisu, jossa IP-luokitus olisi parhaassa tapauksessa IP67. Sateen, pakkasen, helteen ja kivihiilipölyn lisäksi vesisuihkunkesto oli toivottavaa, jotta ulkonäytön puhtaanapito olisi helpompaa. Infonäyttö sijoitetaan niin korkealle, että näytön pesu täytyy hoitaa nostamalla ikkunanpesijä kuukulkija-ajoneuvolla näytön tasolle. Ulkonäyttö voidaan myös pestä suihkuttamalla näyttöä maanpinnalta vesisuihkulla. Painepesurikestävyys ei kuitenkaan ollut välttämätöntä, koska näyttö voidaan puhdistaa myös pitkävartisella siivousmopilla. Ulkonäytössä tai näytön kotelossa tulee olla lämmittimet, jotta se kestää pakkasta. Helteellä ulkonäytössä tulee olla tuulettimet, joissa on myös suodattimet estämään kivihiilipölyn pääsyä ulkonäytön sisälle. Ulkonäytön kotelon sisälle pääsevä kivihiilipöly lyhentää komponenttien käyttöikää ja sotkee näyttöä. Jos ulkonäytössä on kotelointiratkaisu, täytyy kotelossa olla huuruistumisenesto lasille, jotta kylmät ja kosteat säät eivät huurustuta näytön lasia. Aurinkoisia säitä varten näytön

kotelointiratkaisun lasissa on oltava heijastuksenestokalvo. Muutoin aurinko heijastelee lasin pinnalta niin voimakkaasti, että lasin takana olevan näytön muodostamaa kuvaa on mahdoton nähdä. Ruukki pystyi tekemään ulkonäytön telineet omana työnä, joten ulkonäyttövertailussa huomioitiin, että näyttöratkaisun tilaaminen ilman mahdollisia telineitä tuo säästöjä. Lasin iskunkestävyys ja kotelointiratkaisun lukitseminen ilkvallan varalta eivät olleet välttämättömyyksiä. Ulkonäyttö sijoitetaan kivihiilikentällä niin korkealle, että siihen ei pitäisi kimpoilla esimerkiksi pieniä kiviä. Lisäksi Ruukin tehdasalueella ei saa kulkea ilman lupaa ja alue on vartioitua, joten ilkvallan vaara on pieni.

LED-näyttö oli erittäin varteenotettava vaihtoehto ulkonäytöksi, koska se on ulkonäytöistä ehdottomasti kirkkain. Lisäksi LED-näyttösystemi kestää pakkasta ja hellettä. Ulkonäyttövertailuun otettiin 7 000 cd/m<sup>2</sup> ja 10 000 cd/m<sup>2</sup> kirkkaudella varustellut LED-näytöt. Tuntumaa LED-näytön kirkkauteen sai tienvarsien mainostauluista, jotka ovat yleensä LED-näyttöjä. LED-mainostaulujen kuva näkyy moitteettomasti pimeässä ja jopa suorassa auringon valossa. LED-näytöt ovat suurikokoisia ja pienin näyttövertailussa ollut LED-näyttö oli 5,1 m<sup>2</sup>. Näyttö oli siis suurempi kuin tavoitekoko. Kynnyskysymykseksi LED-näytössä muodostui resoluutio ja hinta. Korkean hinnan vuoksi LED-näytön vuokraaminen testikäyttöön olisi ollut hyvä vaihtoehto. LED-näytön fyysinen resoluutio oli 320x160 pikseliä ja virtuaalinen resoluutio 640x320 pikseliä. Resoluutio ei sopinut tavoitteeseen, jossa oli tarkoitus tuottaa PTV-laitteella teräväpiirtokuvaa.

Tavallista kirkkaammat näyttöratkaisut ovat yleistymässä kotikäytössä, joten oli hyvä kartoittaa televisiotarjonta ennen näytön valintaa. Näyttövertailuun löytyi näyteikkunanäyttö, jonka kirkkaus oli 1 500 cd/m<sup>2</sup>. Esimerkiksi LED-näyttöön verrattuna tämä kirkkaus oli liian pieni. Internetissä löytyi suorassa auringonpaisteessa toteutettu näyttövertailu, jossa vertailtiin 1 500 cd/m<sup>2</sup>, 2 500 cd/m<sup>2</sup>, 3 000 cd/m<sup>2</sup> ja 5 000 cd/m<sup>2</sup> kirkkaudella varustettuja näyttöjä (Dynascan LCD-näytöt kirkkausvertailu. Youtube. Hakupäivä 28.6.2013). Vertailuvideon perusteella tavoitteeksi muodostui löytää 3 000 - 5 000 cd/m<sup>2</sup> kirkkaudella varustettu näyttö. Tällä kirkkausalueella tekstit ja värit olivat vielä erotettavissa suorassa auringonpaisteessa.

Näyttövertailussa oli mukana useita TFT-tekniikalla toteutettuja ulkonäyttöjä, joiden kirkkaus vaihteli 1 500 - 4 000 cd/m<sup>2</sup> välillä. Näiden ulkonäyttöjen etuna oli, että näytöt oli valmiiksi

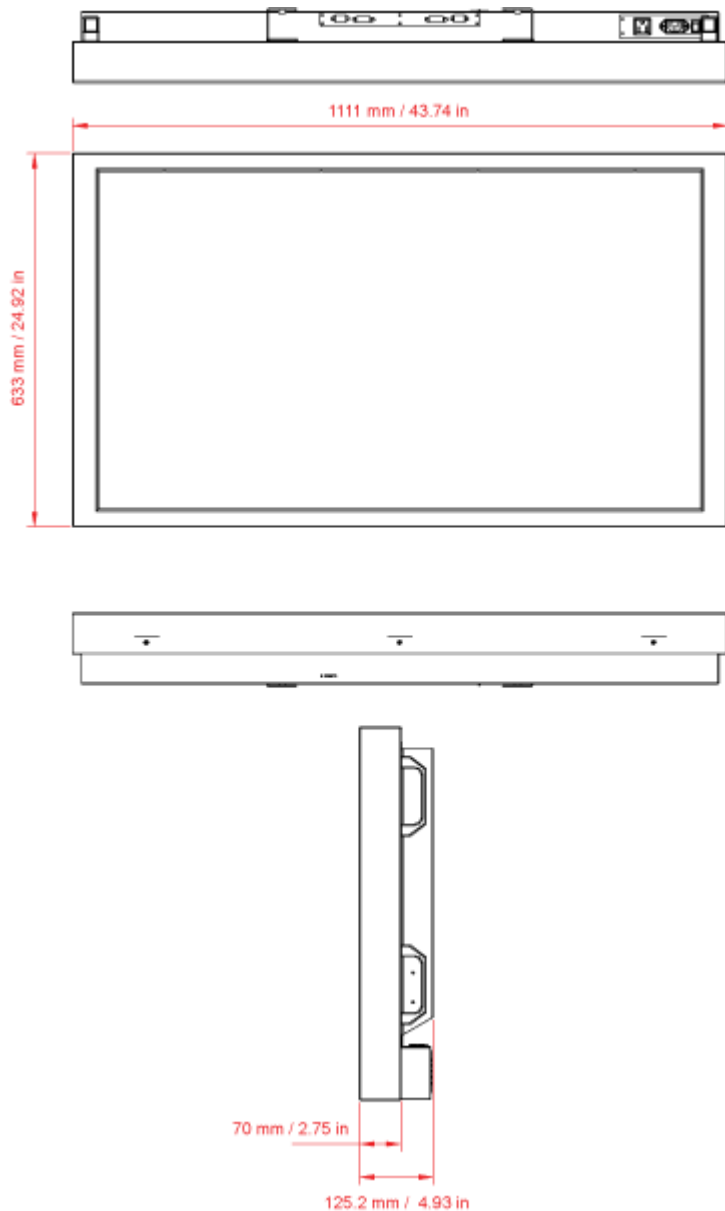
koteloitu ja rakennettu kestävästi erilaisissa sääolosuhteissa. Kuvanlaadut olivat TFT-näytöillä HD-resoluutiota ja IP-luokitukset vähintään IP65. TFT-ulkonäytöt olivat valmiita ulkonäyttöratkaisuja ja se näkyi myös hinnassa. Useassa mallissa ei ollut suodattimia, joita vaativat tehdasolosuhteet ehdottomasti edellyttävät. Lisäksi valmispakettiratkaisua on hankala muokata myöhemmin itse, koska tilaa kotelossa on tällöin rajallisesti ja ylimääräisiä suodattimia ja lämmittimiä ei mahdu tällöin asentamaan. Hinnan ja oman kustomoinnin rajallisten mahdollisuuksien vuoksi ensisijaiseksi tavoitteeksi muodostui hankkia erityiskirkas näyttö ja sille säänkestävä kotelo.

Säänkestäviä kotelointiratkaisuja oli haastavaa löytää, joten vaihtoehtona oli myös rakennuttaa näyttölle oma tila kivihiihdenkylästä tai teettää kotelo mittatilaustyönä. Näytölle tai näytöille olisi voinut rakentaa oman rakennuksen, jossa olisi lämmitetty sisätila ja ikkunan takana 1–2 näyttöä. Varasto olisi kuitenkin hankalasti muokattavissa ja työläs rakentaa. Mittatilauskotelointiratkaisuja tarjoava yritys pystyy suunnittelemaan koteloinnin näyttölle asiakkaan tarpeisiin mukautuen. Mittatilauskotelo kartoitettiin 46–55 tuumaiselle näyttölle, ja sen suojaus olisi ollut IP65–67. Johdotus olisi kulkenut mittatilauskotelossa kotelon sisäpuolella, ja tuuletus olisi toteutettu tuulettimilla läpipuhalluksena. Erään toisen yrityksen tarjoamaan mittatilauskoteloon olisi ollut mahdollista rakentaa itse jälkikäteen Ruukin työnä paineilmatuuletus. Mittatilauskoteloon olisi ollut mahdollista saada vaihdettavat suodattimet, tai jättää tuuletus pois ja hoitaa tuuletus pelkästään suodattimien avulla. Tällainen kotelointiratkaisu olisi kestänyt hyvin kivihiihdenkylästä, mutta ei hellettä. Kotelointiratkaisuja ei tuoteta näin isokokoisina muovisena, vaan kotelo olisi täytynyt valmistaa teräksestä. Jos näyttöikkuna olisi teräskotelossa läpinäkyvää polykarbonaattimuovia, kotelon rakenne olisi jäänyt huteraksi. Jos ikkuna olisi lasia, auringonpaiste heijastelisi näyttöikkunasta. Lasiseen ikkunaan olisi mahdollista laittaa heijastuksenestokalvo. Ikkunan heijastuksia voisi estää laittamalla ruostumattomasta teräslevystä tehdyn lipan kotelon päälle. Lipa suojaisi ikkunaa talvisin myös lumelta. Huuroidumisenesto olisi haastavaa toteuttaa kustomoituun kotelointiratkaisuun. Muiden näyttövertailujen näyttöjen katselukulma oli noin 150–178 astetta, mutta mittatilauskotelossa katselukulma olisi luultavasti kärsinyt, koska näyttö jää koteloinnissa syvemmälle kotelon sisään. Lopputulos oli, että jos noin 46 tuuman kokoinen infonäyttö koteloitaisiin mittatilaustyönä, sisältyisi siihen paljon suunnittelutyötä. Tiluserä olisi myös 1–2 kpl suuruisena eränä pieni, joten mittatilauskotelon hinta nousisi suunnittelutyön ja tiluserän koon vuoksi liian suureksi.

Näytöksi valikoitui lopulta Dynascanin DS46LO4 TFT-LCD -näyttö, joka koteloitiin Armagardin säänkestävään näyttökoteloon. TFT-LCD -näytössä on jokaisella pikselillä oma transistori, jolloin saavutetaan enemmän kontrollia näytön väreihin ja kuviin. (TFT-LCD. Cell Phones. Hakupäivä 20.10.2013)

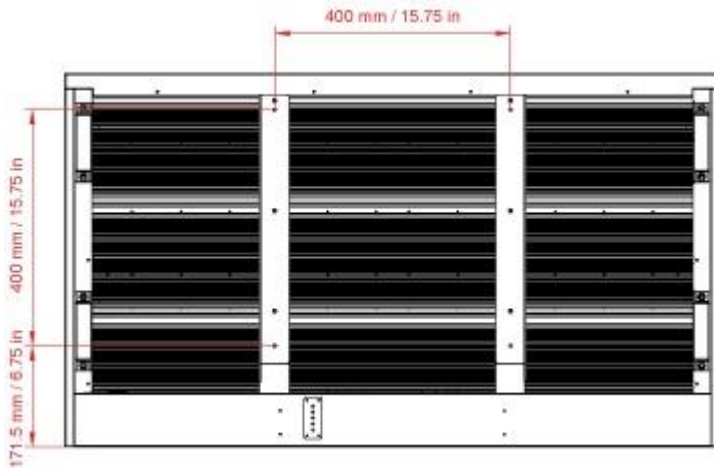
### **5.3 Dynascan DS46LO4 -näyttö**

Infonäytöksi valikoitunut Dynascanin DS46LO4 on 46 tuumainen (kuva 12) ja kirkkauteltaan 3 000 cd/m<sup>2</sup>. Näyttö tuki teräväpiirtokuvaa resoluutiolla 1920x1080 pikseliä. Näytössä oli kuvansiirtoon DVI-liitäntä, mutta myös HDMI-liitäntä oli mahdollista lisätä näyttöön lisälaitteella.



KUVA 12. Dynascan DS36LO4 mitat (Specifications, hakupäivä 20.10.2013)

DS46LO4-näytössä ei ole sisäistä tuuletinta, vaan jäähdytys on rakennettu haihdutusmenetelmällä. Näytön takaosan kammot haihduttavat lämpöä (kuva 13). Näyttö ei ylikuumene pölyisessä ympäristössä haihdutusmenetelmällä niin helposti kuin tuulettimilla. Pöly voi tukkia tuulettimet niin, että ne jumituvat. Haihdutusmenetelmällä toteutettua tuuletusta pöly ei pysty rikkomaan.



KUVA 13. Dynascan DS36LO4 näytön takaosa, haihdutusritilät (Specifications, hakupäivä 20.10.2013)

Näytön toimintalämpötila on 0–40 astetta, joten se ei kestä käyttöä pakkasessa. Sen katselukulma on 178 astetta ja tehonkulutus enintään 300 wattia. Arvioitu käyttöikä on noin 50 000 tuntia.

Näyttöön tilattiin myös lisälaitte, joka mahdollistaa HDMI-kaapelin käytön. Lisälaitte osoittautui myöhemmissä näyttötesteissä todella tarpeelliseksi, koska se toimi DVI-liitintä käytettäessä myös kuvan skaalajaana. PTV-visualisointilaitteelta tulee kuvaa näytön oletusresoluutiota pienemmällä resoluutiolla, jolloin kuva muodostui näytön vasempaan ylänurkkaan, kun taas alas ja oikeaan reunaan piirtyivät harmaat palkit, koska PTV:n pienempi resoluutio ei täyttänyt näytön kuva-alaa. Dynascanin näytön mukana tuli CD-levy, jolla olevalla ohjelmalla oli mahdollista ohjelmoida näyttöä ja syöttää siihen uusi resoluutio. Resoluution muokkaaminen ohjelmoimalla koettiin epävarmaksi. Sähkökatkon tullessa ohjelmoitu resoluutioarvo saattaa kadota näytöstä. Näytön uudelleenohjelmoiminen näytön ollessa käytössä on haastavaa, koska näyttö asennetaan säänkestävään koteloon, joka on sijoitettuna muutaman metrin korkeuteen kivihiihokentällä. Jos näyttöä haluaa uudelleenohjelmoida, täytyy kahden ihmisen nousta kuukulkijaan ja nostaa näyttö koteloinnista ulos. Jotta vikatilanteissa ohjelmointiprojektilta vältyttäisiin, oli luontevampaa käyttää lisälaitteena hankittua skaalauslaitetta (kuva 14).



KUVA 14. Skaalauslaite näytölle.

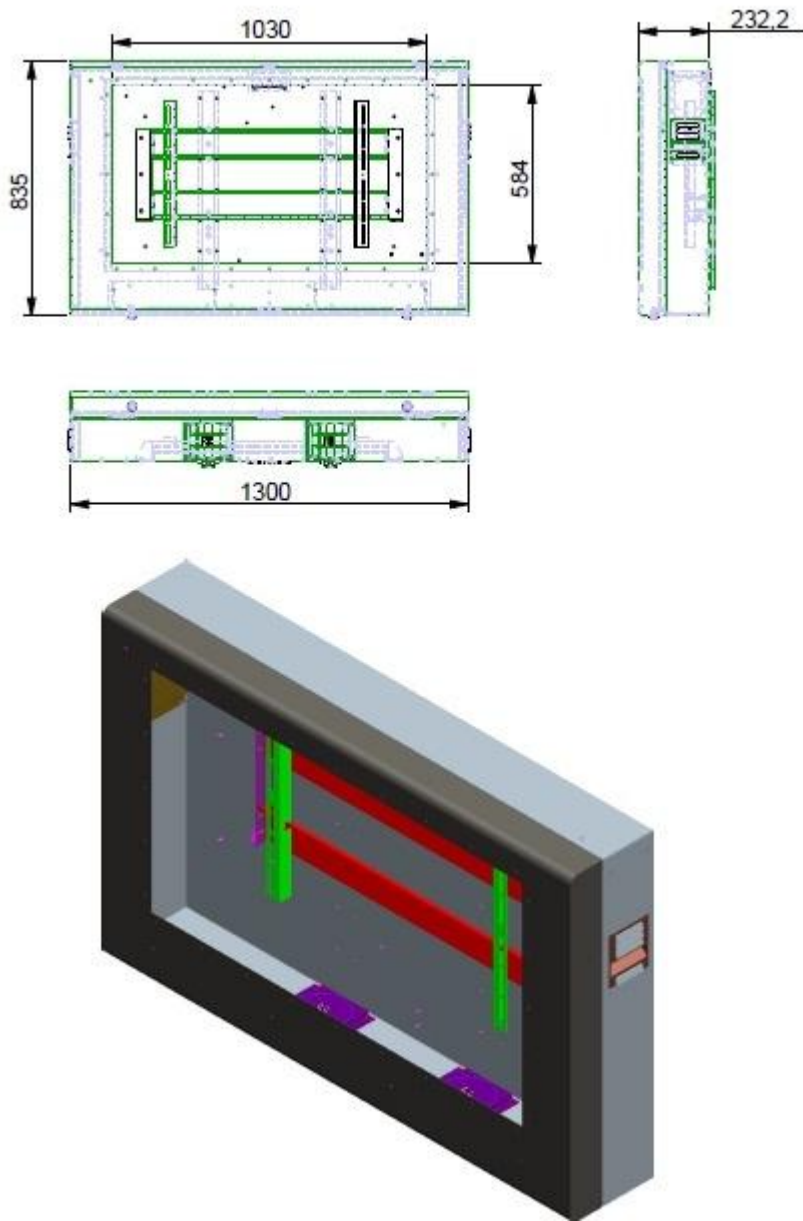
Dynascanin näytössä on VESA-kiinnitys, joten se sopii VESA-kiinnityksellä varusteltuihin telineisiin. Testausvaiheessa Dynascanin näytöltä skaalaimelle liitetty DVI-kaapeli ja skaalaimelta PTV-laitteeseen liitetty DVI-kaapeli olivat niin lyhyitä, että sen vuoksi kuvanlaatu oli moitteeton. Ongelmia syntyi, kun laitteiden välille vaihdettiin pidempi kaapeli. Kun infonäyttö asennetaan kivihiihikentälle, kaapelin täytyy olla pitkä, jotta se yltää infonäytöstä putkituksia pitkin sähkökaappiin. Kun 15 metrin DVI-kaapeli laitettiin Dynascanin näytön ja skaalauslaitteen välille, kuvaan tuli häiriöitä. Kuva oli tällöin raitainen ja vihertävä. Pitkä DVI-kaapeli täytyi siis laittaa skaalauslaitteen ja PTV-laitteen välille, jotta kuva toistui oikein. Tästä johtuen näytön ja skaalauslaitteen välillä täytyi olla lyhyt DVI-kaapeli eikä skaalauslaitetta voitu sijoittaa sähkökaappiin, vaan se täytyi mahduttaa näytön koteloinnin sisälle, jotta DVI-kaapelin pituus

riittää. Kuva koki häiriöitä myös silloin, jos näytön ja DVI-kaapelin välille kytki HDMI-DVI-kaapelin, jonka HDMI-pää kytkettiin skaalauslaitteeseen DVI-adapterilla.

#### **5.4 Armagard PDS-46 -kotelo**

Armagard PDS-46 valikoitui näytön koteloksi, koska se oli yhdessä näytön kanssa edullisempi vaihtoehto, kuin valmis ulkonäyttöratkaisu. Armagard PDS-46 on suunniteltu 46-tuumaiselle näytölle (kuva 15). Myös malli PDS-47 sopii 46-tuumaiselle näytölle. Kotelo on tarkoitettu ulkokäyttöön ja siinä on IP54-luokitus. Tällöin kotelo on suojattu pölyltä. Jotta haitallisia pölykertymiä ei syntyisi, suodattimia ei saa päästää tukkeutumaan. Suodattimien säännöllisestä vaihdosta täytyy siis huolehtia. Koteloa ei ole suositeltavaa avata kuivana päivänä, jolloin kivihiili pölyä helpommin kotelon sisään. Armagardin kotelo on suojattu vesiroiskeiden varalta. Se ei kestä jatkuvaa vesisuihkua, joten sitä ei saa pestä painepesurilla. Kotelo voidaan pestä sienillä, räteillä ja siivouslastalla lastaamalla.





KUVA 15. Armagard PDS-46 mitat (Kaavio. Armagard. Hakupäivä 26.08.2013)

Kotelointi oli parempi vaihtoehto ulkonäyttöratkaisuksi kuin valmis ulkonäyttö, jossa näytön kotelointi on osa kiinteää kokonaisuutta. Jos infonäytön näyttö rikkoontuu tai siihen tulee toimintavika, näyttö voidaan helposti vaihtaa koteloinnin sisältä. Jos kotelo rikkoontuu esimerkiksi niin, että lasi menee rikki, tulee sähkövikoja tai vesitiiviys pettää, kotelo voidaan korjata helpommin kuin valmis ulkonäyttöpaketti. Kotelo voidaan myös vaihtaa uuteen ilman, että näyttöä tarvitsee vaihtaa.

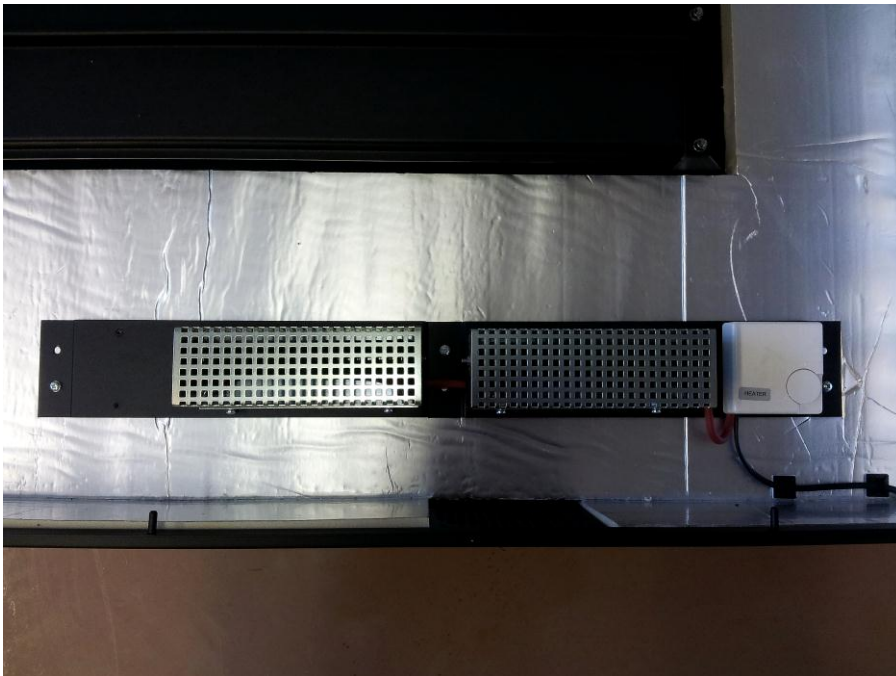
Kotelon sisäseinän kiinnitysmekanismi tukee näytön VESA-kiinnitystä. Kotelo on suunniteltu seinäkiinnitykseen ja toimimaan jalan varassa. Kotelon materiaali on pulverimaalattua terästä. Kotelo sisältää ylijännitesuojatun sähkönsyötön näytölle, termostaatteja, tuulettimet ja suodatuksen (kuva 16).



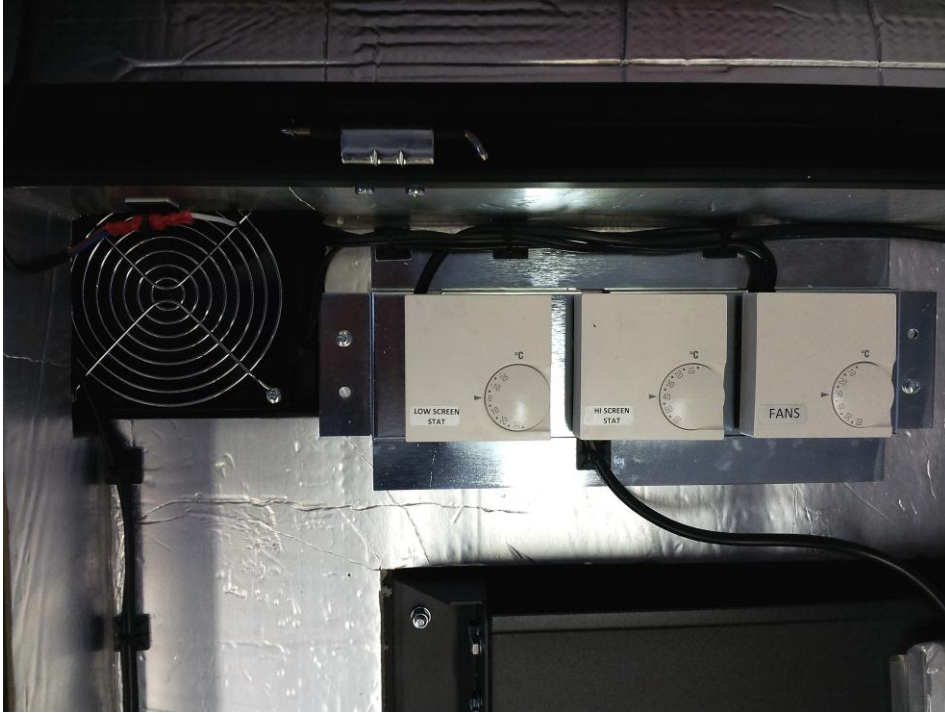
*KUVA 16. Armagard PDS-46 näyttökotelo*

Kotelo sisälsi kaksi lämmityselementtiä, joissa oli termostaatti (kuva 17). Termostaatilla voidaan säätää kotelon lämmitys aktivoitumaan tietyssä lämpötilassa. Esimerkiksi jos kotelon sisälämpötila ulkona laskee alle 5 asteeseen, kotelon lämmittimet aktivoituvat. Näytön käyttölämpötila täytyy olla yli 0 astetta, jotta näyttö ei rikkoonu. Kotelo sisälsi myös kaksi tuuletinta, joilla jäähdytetään koteloä (kuva 18). Tuulettimille oli kotelossa yksi termostaatti, jolla tuulettimien aktivoitumiselle voidaan asettaa lämpötilaraja, jolloin tuulettimet käynnistyvät. Tuulettimien termostaatin avulla tuulettimet voi asettaa aktivoitumaan esimerkiksi kotelon 15 asteen sisälämpötilan ylittyessä. Tuulettimista toinen puhalttaa ilmaa ulos ja toinen ottaa viilentävää ilmaa sisään. Puhallusilmaa imevässä tuulettimessa on vaihdettava suodatinharso (kuva 19). Kotelo sisältää myös kaksi lisäpaikka tuulettimille (kuva 20) Kotelossa on yhteensä

neljä termostaattia: kaksi tuulettimille ja kaksi näytön virrankatkaisulle. Näytön virrankatkaisua varten olevat termostaatit (kuva 18) voidaan asettaa katkaisemaan näytöstä virta, kun kotelon sisälämpötila putoaa alle 0 asteen tai kipuaa niin lämpimäksi, että näyttö voi ylikuumeta. Koska termostaatit katkaisevat näytöstä virransyötön, kun kotelon sisälämpötila muuttuu näytölle epäedulliseksi, on virran katkaisu myös hyvä indikaattori vikatiloihin. Sisälämpötila voi kivuta liian suureksi, jos tuulettimet ovat epäkunnossa tai näyttö on vikatilassa ja ylikuumenemassa. Sisälämpötilan voi laskea liian kylmäksi, jos lämmittimet ovat epäkunnossa. Virrankatkaisu näytöstä on kuin virheilmoitus, jolloin infonäytön ylläpitäjien täytyy aktivoitua etsimään viallisia komponentteja.



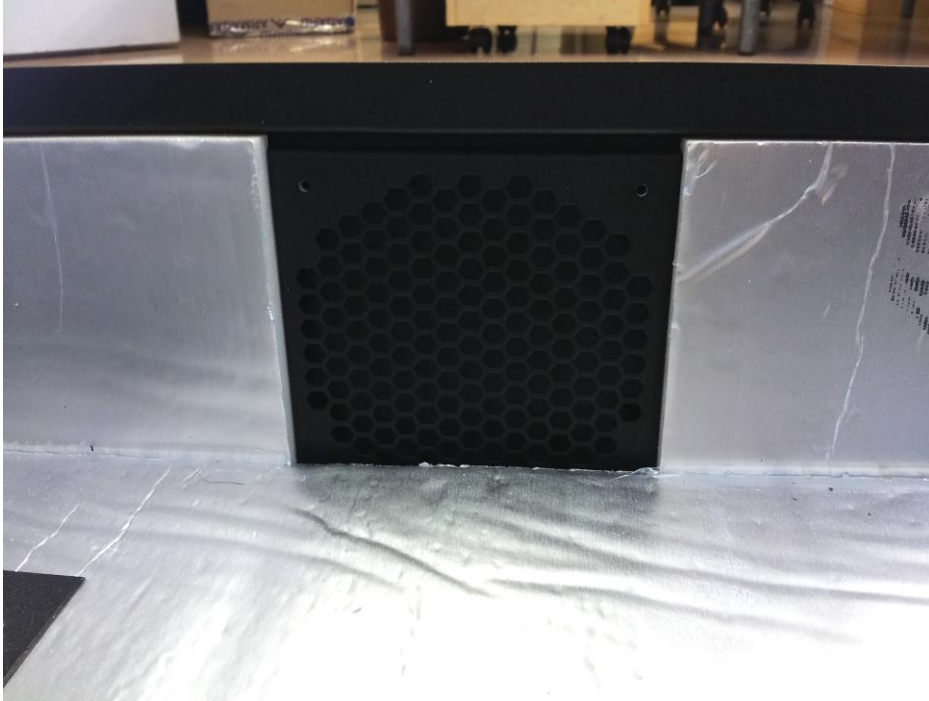
*KUVA 17. Kotelon lämmittimet ja termostaatti*



*KUVA 18. Kotelon ulospuhaltava tuuletin, termostaatti ja näytön termostaattit*



*KUVA 19. Kotelon korvausilmaa ottava tuuletinsuodatin*



*KUVA 20. Kotelon tuuletinlisäpaikka*

Kotelon sisäpuolella on lämpövuoraus, joka on toteutettu eristevaahdolla, jonka päällä on folio (kuva 21). Kotelon ikkunan alareunassa on kahdeksan kappaletta huuruistumisenestotuulettimia (kuva 22). Huuruistumisenestotuulettimet estävät ikkunaa huurustumasta, jotta näytön kuva näkyy kotelon ulkopuolelle. Kotelon ikkuna on polykarbonaattilevyä, ja sen pinnalla on heijastuksenestopinnoite. Kotelo on myös ilkivaltasuojattu kahdella lukolla, joten kotelo ei saa auki ilman avainta (kuva 23).





*KUVA 21. Kotelon sisäpuolen eristekerros*



*KUVA 22. Kotelon huuruistumisenestotuulettimet*

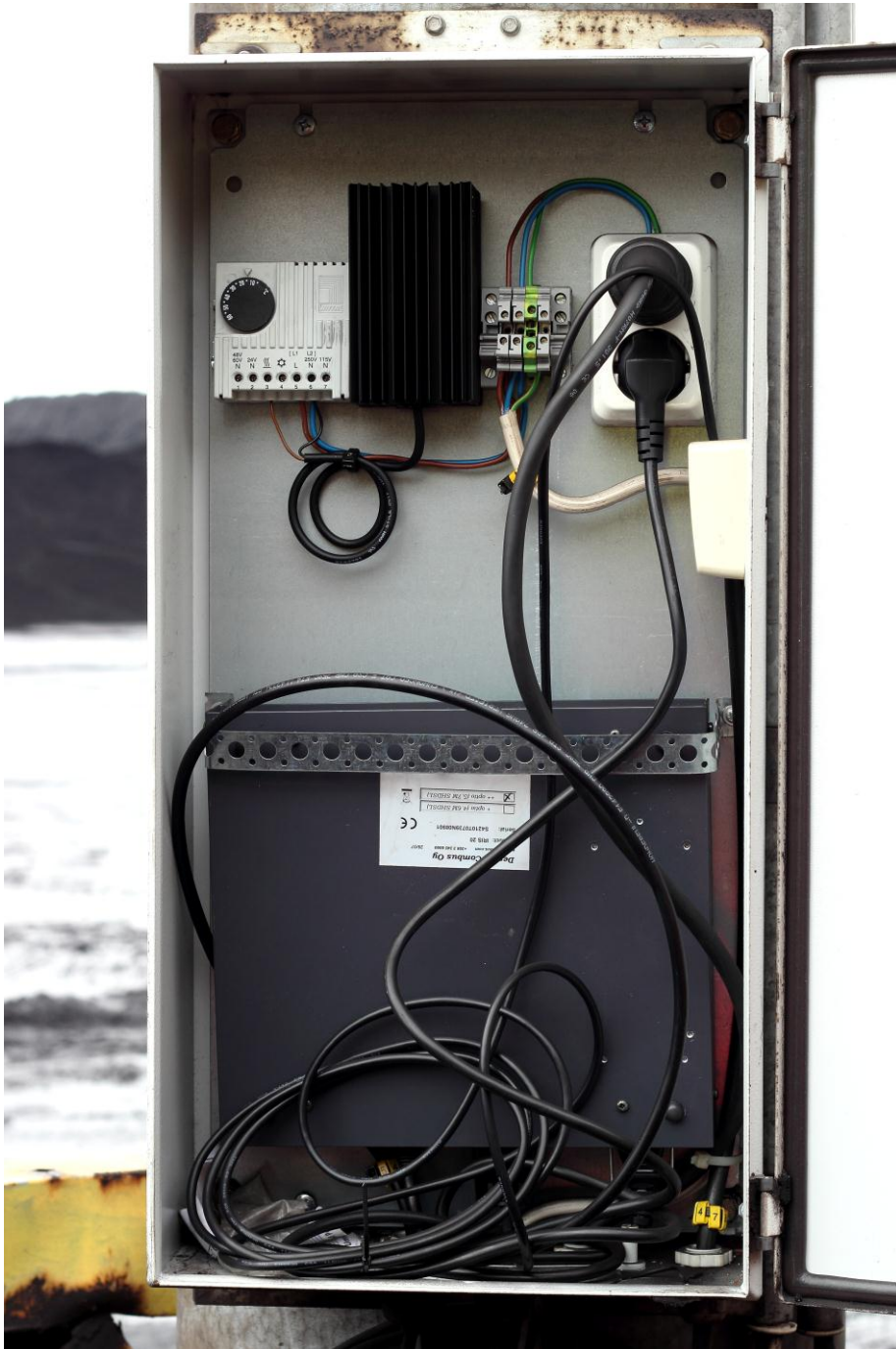


*KUVA 23. Kotelon lukot*

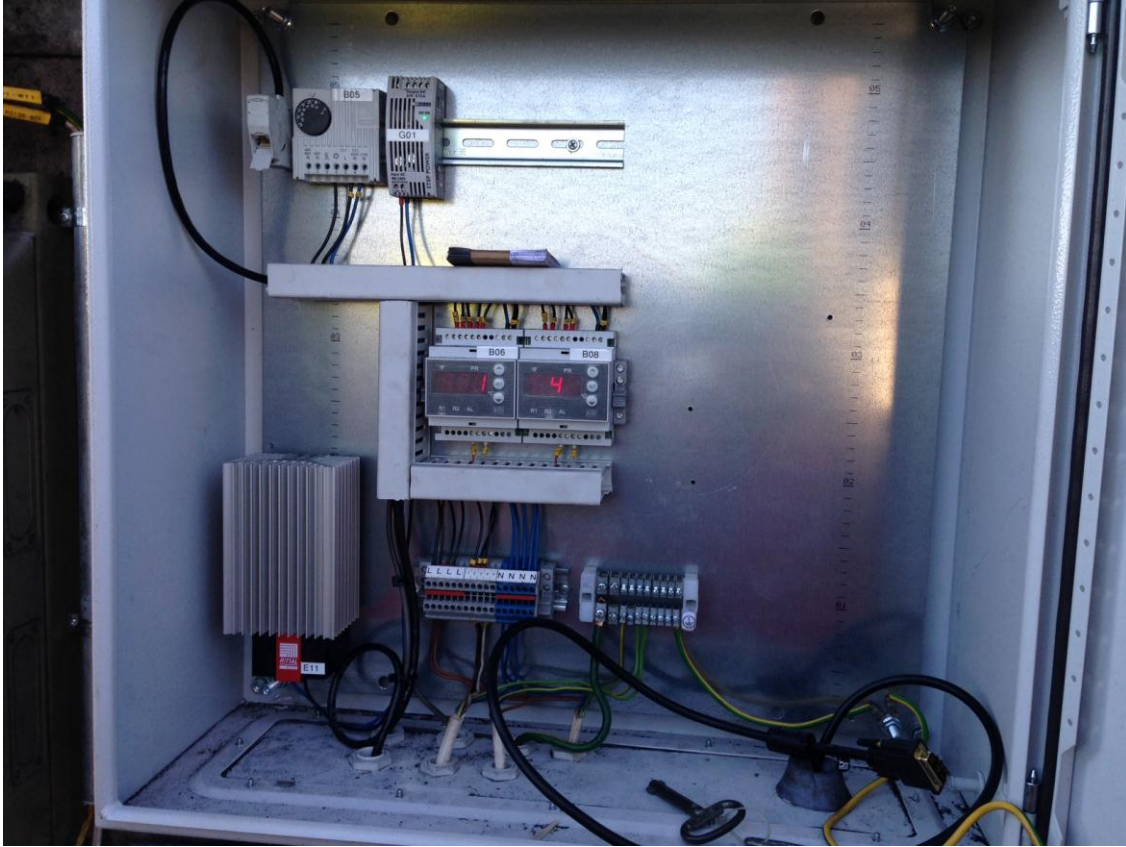
Kotelo ei ollut kuitenkaan valmis käyttöönotettavaksi kivihilientän infonäyttönä sellaisenaan. Ensimmäinen este oli, että Dynascanin 46 tuuman näyttö ei mahtunut Armagardin 46 tuuman koteloon. Koteloa täytyi modifioida ja kotelon sisällä olevia komponentteja siirrellä, jotta paksu erityiskirkas näyttö mahtui kotelon sisälle. Kotelon loppusijoituspaikka kivihilientällä on niin korkealla, että myös sen vuoksi oli perusteltua muokata kotelon sisäosaa. Kun infonäyttö on paikallaan kivihilientällä, näyttö jouduttaisiin nostamaan pois paikaltaan joka kerta, kun termostaattien lämpötilarajoja halutaan muokata. Lisäksi näytön skaalauslaite jouduttiin sijoittamaan kotelon sisälle, koska sen täytyy olla kytkettynä mahdollisimman lyhyellä DVI-kaapelilla näyttöön.

Kivihilientälle täytyi asentaa uusi sähkökaappi infonäyttöä varten. Infonäytön sijoituspaikan yhteydessä oli vanha sähkökaappi, jossa oli valmiina infonäytön tarvitsema lähiverkkoyhteys (kuva 24). PTV-laite ei mahtunut vanhaan sähkökaappiin. Lisäksi näytön kotelon kaikki termostaatit päätettiin siirtää pois kotelon sisältä ja sijoittaa ne sähkökaappiin, jotta infonäytön ylläpito- ja huolto olisi helpompaa. Armagardin kotelon sähkösuunnittelun toteutti Alte Oy, johon kuului termostaattien korvaaminen ja komponenttien uudelleensijoittelu. Termostaatit korvattiin kahdella termostaatilla ja kahdella koteloon sijoitettavalla anturilla. AKO-15226 -termostaatit ovat kahden releen multisensoreita. Anturin lämpötilamittaus ohjaa lämmitystä ja tuuletusta. Toisen kotelossa olevan anturin lämpötilamittaus korvaa kaksi alkuperäistä näytön virrankatkaisulle tarkoitettua termostaattia. Termostaatit sijoitettiin kivihilientän uuteen sähkökaappiin. Uuden sähkökaapin kiskolle sijoitettiin myös PTV-laite (kuva 25). Vanha sähkökaappi jäi myös kivihilientälle.



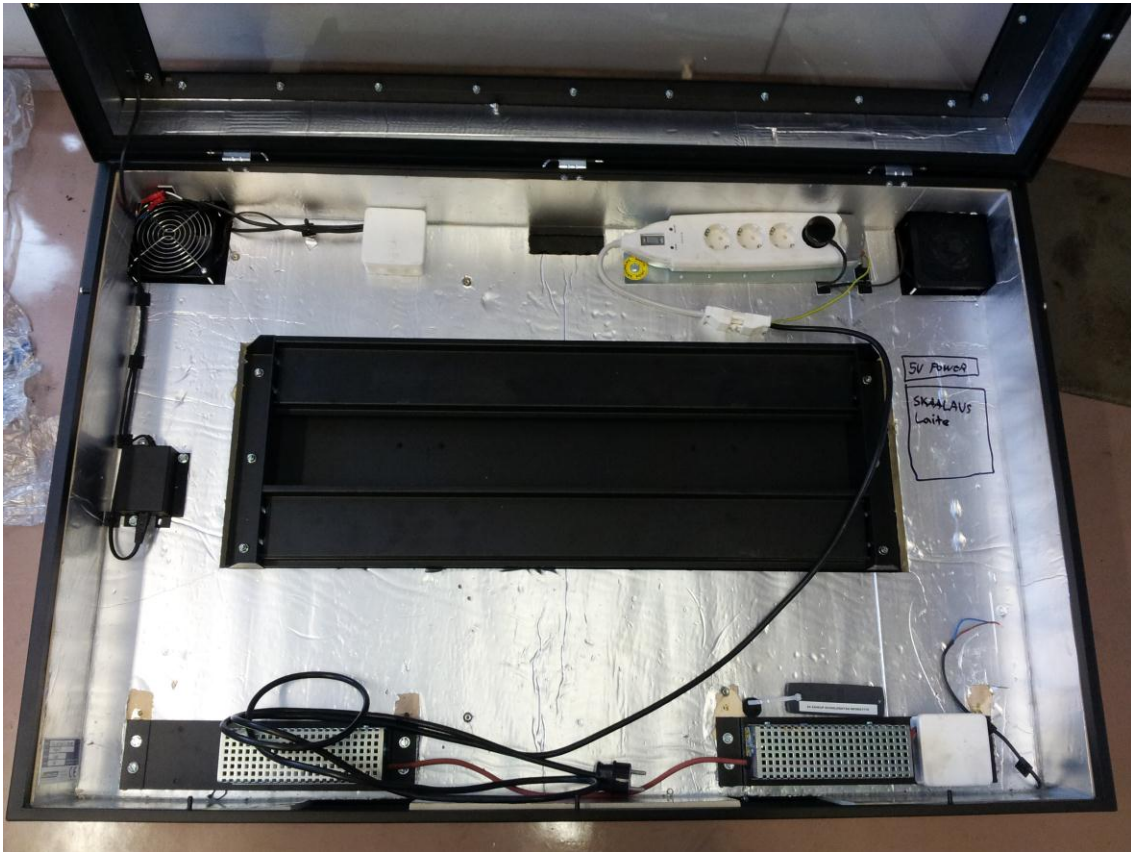


KUVA 24. Kivihiilikentän vanha sähkökaappi



*KUVA 25. Kivihiilikentän uusi sähkökaappi ja infonäytön kotelon termostaatit*

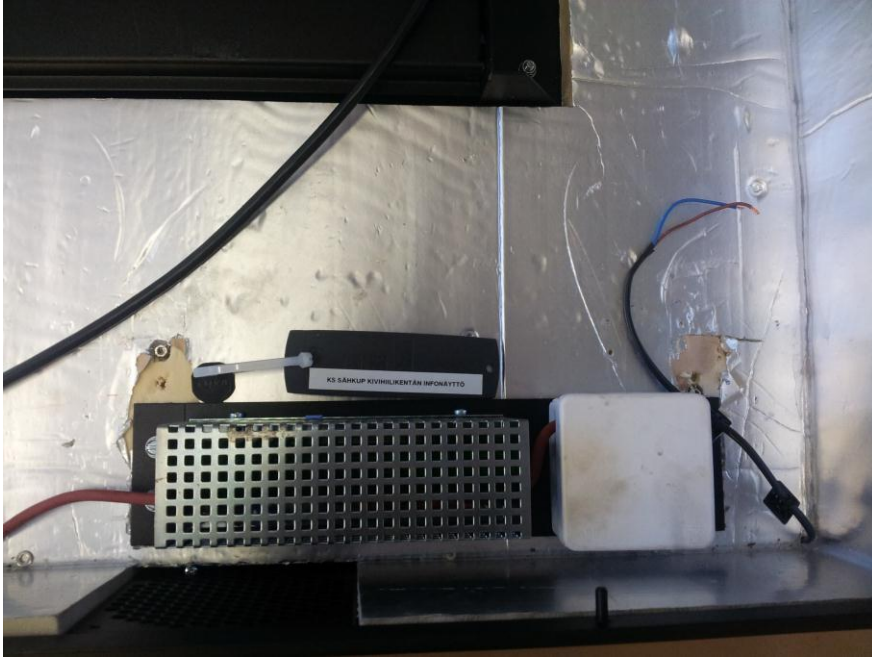
Infonäytön kotelon muokkaus oli tarpeellista, jotta näyttö mahtui koteloon sisään ja infonäytön ylläpitotoimet olisivat kohtuullisella tavalla toteutettavissa. Alte Oy:n sähkösuunnittelun mukaiset muutokset Armagard PDS-46 -koteloon toteutti Caverion Suomi Oy. Infonäytön kotelo toimii 240 voltin verkkovirralla. Näin isoja jännitteitä sisältävän sähkösuunnitelman muutoksien toteutus vaati toteuttajalta sähkötyöluvat, joiden mukaan voi työskennellä verkkovirran kanssa. Caverion Suomi Oy muokkasi kotelon komponentteja (kuva 26), rakensi telineet kivihiilikentälle ja asensi infonäytön kivihiilikentälle. Kotelon lämmittimet ovat 100 wattia ja isot tuulettimet 30 wattia.



KUVA 26. Armagard PDS-46 muokattu näyttökotelo

Kotelon lämmittimien termostaatti siirrettiin pois kotelosta uuteen sähkökaappiin (kuva 27) ja lämmitelementtien välistä johtoa jatkettiin, jotta niitä voitiin siirtää kauemmas toisistaan (kuva 28). Näin näyttö mahtui paremmin koteloon, kun lämmityselementtejä siirrettiin alemmas. Tuulettimien ja näytön virrankatkaisutermostaattien tilalle jäi myös vain anturit (kuva 29). Skaalauslaite ja sen virtalähde mitoitettiin ja asennettiin myöhemmin Armagardin koteloon (kuva 30). Armagard-kotelon takana oli tuulettimille ilmanvaihtoreiät. Reikien päällä oli käytävät, jotka jatkuivat puoleen väliin kotelon takaseinää. Käytävän sisällä oli metallisia lippoja, esteitä, jotka toimivat osana kotelon suodatusta. Caverion asensi näyttökotelon ilmanvaihtokanavien päälle ylimääräiset kanvasuodattimet (kuva 31). Näyttökotelon sisällä oli ilman sisäänottoaukon päällä oleva suodatinharso, ja tämänkaltaisen suodatus oli liian kevyt kivihiilikentän pölyäviin ja vaativiin olosuhteisiin. Ylimääräiset kanavatuulettimet tehostivat näyttökotelon ilmansuodatusta.





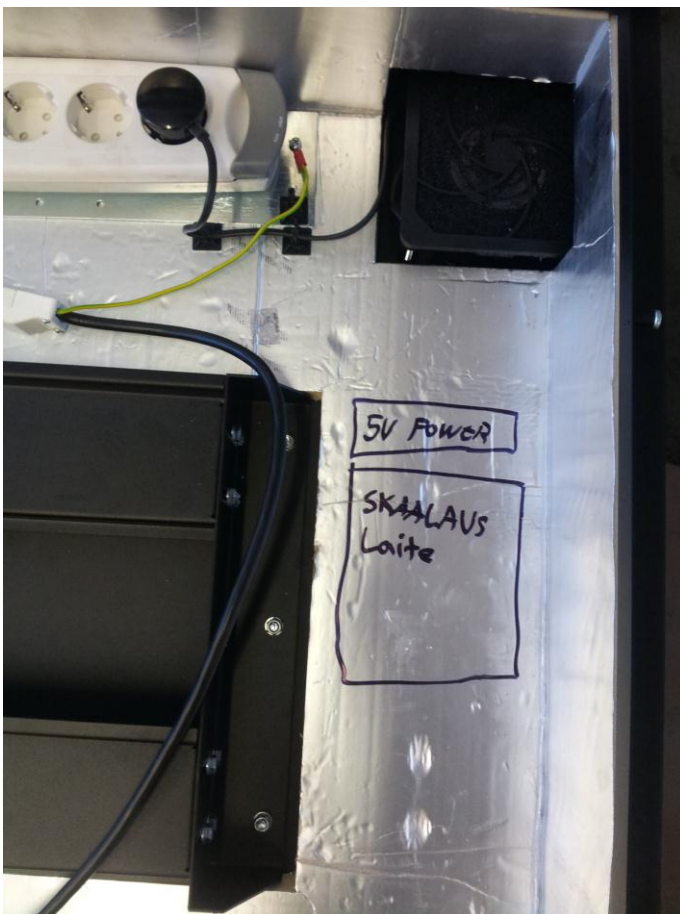
*KUVA 27. Näyttökotelon lämmityselementti*



*KUVA 28. Muokatun näyttökotelon siirretyt lämmityselementit*



KUVA 29. Muokattu näyttökotelo, termostaatit siirretty pois



KUVA 30. Muokattu näyttökotelo, skaalauslaitteen ja virtalähteen paikka



*KUVA 31. Muokattu näyttökotelo, jälkiasennetut kanavasuoittimet*

Infonäyttö sijoitettiin kivihiilikentän näyttötelineisiin vanhojen 7-segmenttinäyttöjen alle (kuva 32). Kuvanmuodostus ja datansyöttö logiikalta toimivat mainiosti. Näyttökotelon ikkuna on sotkeutunut kivihiilipölystä huolimatta niin, että se häiritsi kuvankatselua. Tulevaisuudessa näyttökotelon ikkunaa olisi hyvä puhdistaa säännöllisesti märällä rätillä. Kuvassa 32 infonäyttö on juuri paikalleen asennettu ja kotelon ikkuna on vielä puhdistamatta.



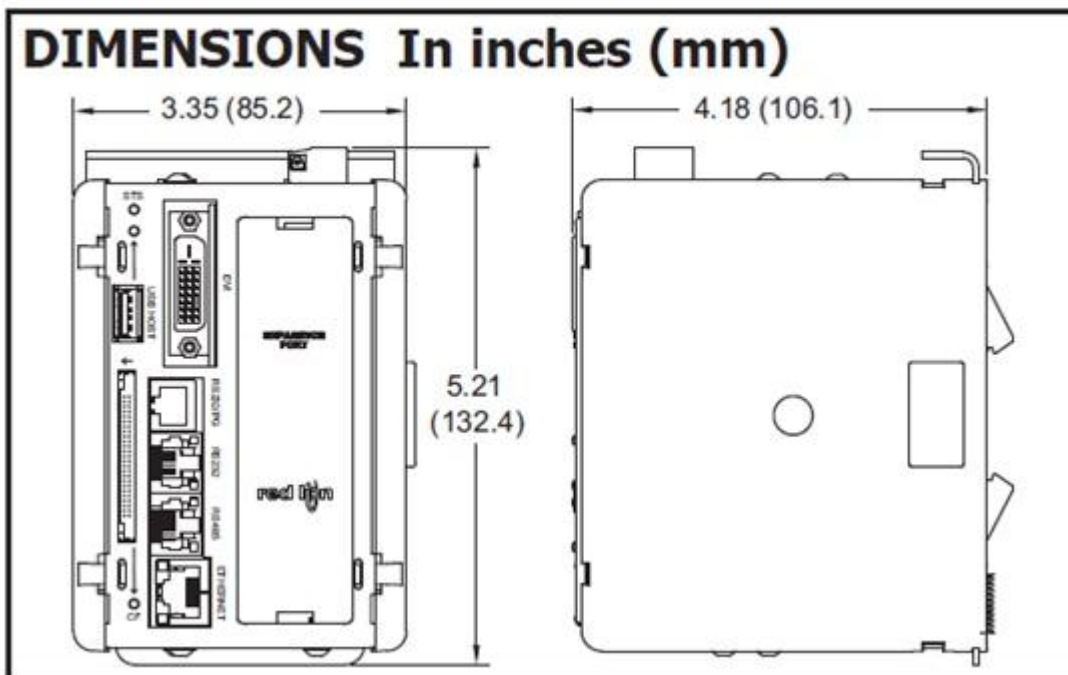
*KUVA 32. Kivihilientän infonäyttö*

## 6 NÄYTÖN VISUALISOINTILAITE

Näytön visualisointilaitteena toimii Red Lion ProductVity Station –laite eli PTV-laite (kuva 33). PTV-laite oli keskeinen osa infonäytön visualisoinnin toteuttamista. PTV-laite on visualisointijärjestelmä, joka tuottaa näytölle laitteeseen ladatun kuvaesityksen, jossa on vaihtuvia sivuja. PTV-laitteen ulostulo tukee 1280 x 780 resoluutiota ja sen se on yhteensopiva näyttöihin, jotka tukevat erotuskykyä 720 p tai 1080 p. Näytön erotuskykyä kuvaavassa arvossa numeroarvo tarkoittaa viivojen määrää, joilla kuva luodaan. Kirjain ”p” on lyhenne sanasta progressiivinen. Mitä enemmän on viivoja, joista kuva muodostuu, sitä parempi on kuvanlaatu. Progressiivinen kuvanmuodostustapa tuo kuvaan paremmat värit ja selkeyden kuin lomittamalla tehty kuva. Progressiivisen kuvanmuodostuksen etuna on kuvan nopea prosessointi (HDTV-resoluutiot. About.com. Hakupäivä 25.10.2013).

PTV-laite voidaan yhdistää ohjelmoitaviin logiikoihin ja kerätä niistä virtuaalisesti dataa. PTV-laite pystyy kirjoittamaan lokia tietokantaan ja synkronoimaan lokin tiedostot FTP-palvelimen kautta analysoitavaksi. Laitteessa on myös sisäänrakennettu internetpalvelin, jolloin PTV-laitteeseen ladattua sivuesitystä voidaan katsoa internetselaimen kautta samaan verkkoon yhdistetyillä tietokoneilla (PTV Manual. Red Lion. Hakupäivä 15.05.2013).





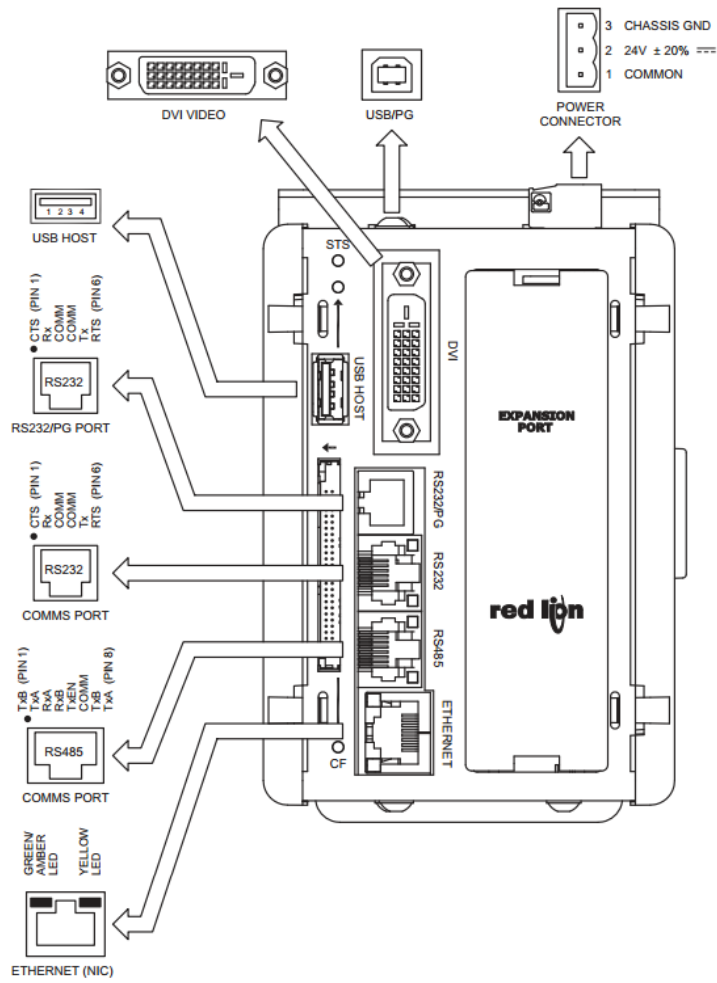
KUVA 33. Red Lion ProductVity Station (PTV) (PTV Manual. Red Lion. Hakupäivä 15.05.2013)

PTV-laite ohjelmoidaan Red Lionin Crimson-ohjelmalla ja ohjelma ladataan PTV-laitteeseen USB- tai Ethernet-kaapelin kautta. Crimson 3.0 toimii Windows-ympäristössä. Crimson sisältää myös useita ohjelmointitapoja, mutta ohjelman kehitysvaiheessa USB:n kautta ohjelmointi oli kätevää, koska USB-ohjelmointitapaa ei tarvinnut konfiguroida PTV-laitteeseen, vaan se sisältyi alkuasetuksiin. Kun PTV siirrettiin loppusijoituspaikkaan eli kivihillikentän sähkökaappiin, laitetta päivitettiin Ethernet-kaapelilla verkon yli. Tällöin PTV-laitteeseen voi tehdä etäpäivityksiä, jolloin käyttäjän pitää olla ainoastaan kytkettyneenä Ruukin verkkoon.

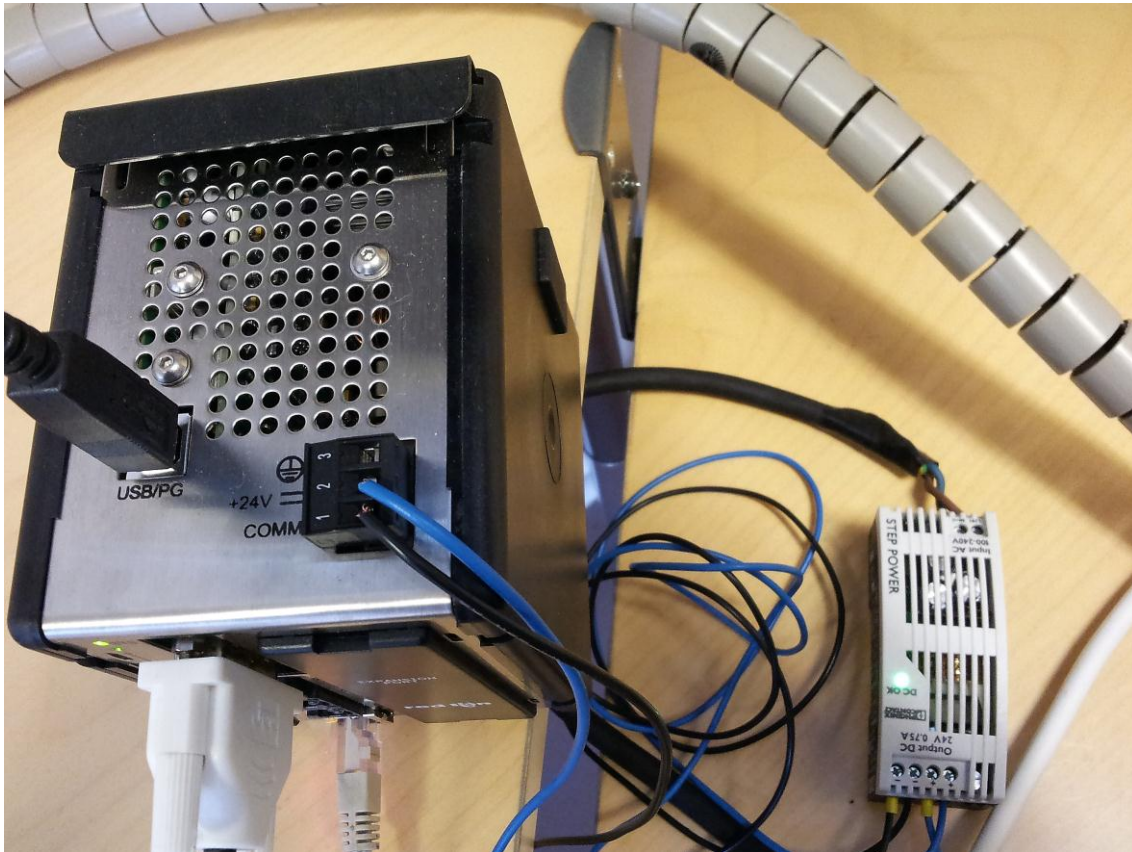
Tagien tyypit ja niiden osoitteet logiikalla määritellään Crimson-ohjelmaan. Sen jälkeen Crimson-ohjelmalla pystyy tekemään graafista toteutusta visualisointijärjestelmän sivuille. Sivulla oleviin kuvakkeisiin ja toimintoihin yhdistetään tageja. Kun Crimsonilla tehty ohjelma ladataan PTV-laitteeseen, sivuihin yhdistetyt tagit näyttävät logiikalta tulevan datan ohjelman kuvakkeissa ja toiminnoissa. Sivut pyörivät esityksenä PTV-laitteeseen yhdistetyssä näytössä.

PTV-laite voidaan kytkeä näyttöön DVI- tai HDMI-kaapelilla (kuva 34). Kun HDMI-johto yhdistettiin näytön skaalauslaitteeseen DVI-liittimen adapterilla, niin se aiheutti näytön kuvaan lumisateen kaltaista häiriötä. DVI-kaapeli oli hyvä vaihtoehto infonäyttöön, koska se voitiin lukita laitteeseen paikalleen ruuvaamalla. Näin esimerkiksi huoltotoimenpiteet kivihillikentällä eivät aiheuta lisätöitä, koska näytön kaapeli ei voi irrota näytöstä, skaalauslaitteesta tai PTV-laitteesta vahingossa. PTV-laite tarvitsee 24 voltin virransyötön (kuva 35).

## PTV PORT PIN OUTS



KUVA 34. PTV-laitteen nastojen ulostulot (PTV Manual. Red Lion. Hakupäivä 15.05.2013)



KUVA 35. PTV-laitteen virransyöttö ja USB-ohjelmointiportti

## 6.1 Tietoliikenneyhteydet

Kun osoittautui, että ProducTVity Station -laitetta ei voi yhdistää tietokantaan, seuraavaksi vaihtoehtona oli kokeilla tietoliikenneyhteyden muodostamista OPC-rajapintaan. OPC-tarjoaisi laajemman datan valikoiman kuin ohjelmoitavat logiikat, koska sillä pystyy lukemaan ohjelmoitavia logiikoita ja rekistereitä.

PTV-laite ei pystynyt kuitenkaan suoraan lukemaan Ruukin OPC-liittymää. PTV on rakennettu niin, että se voi toimia OPC-palvelimena muille PTV-laitteille. Tällöin PTV-laitteista rakennettu ympäristö pystyy jakamaan niille syötetyn datan jakamalla tagit kaikille PTV-laitteille. Tagi tarkoittaa merkkiä, ja tagi-tietokanta antaa laitteelle määrittymiset ja viittaukset osoitteisiin. Osoitteet eivät ole fyysisiä osoitteita, vaan tageja, jolloin osoitejärjestelmä on tekstipohjainen.

PTV-laitteen sisäinen OPC-palvelin määrittellään Red Lionin omalla OPCWorx-konfigurointityökalulla. OPCWorx-ohjelma toimii kuin palvelin, ja se pystyy jakamaan yhden PTV-laitteen tiedot usealle PTV-laitteelle. Myös muut palvelimet voivat kommunikoida toistensa kanssa OPCWorx:in avulla. OPCWorx on maksullinen ohjelma. Yhden OPCWorx-lisenssin saa asentaa vain yhdelle tietokoneelle. OPCWorx asennetaan tietokoneelle ja konfiguroidaan sen jälkeen PTV-laitteelle. Crimson-ohjelmaan täytyy tällöin asettaa OPC:n välityspalvelin ja kaksisuuntainen tiedonsiirto päälle. Ruukin OPC-palvelimen tagien nimet ladataan OPCWorx:iin jolloin Crimson-ohjelman tagit pystytään yhdistämään OPCWorx:in tageihin. Tällöin esimerkiksi toisiinsa yhdistetyt PTV-laitteet pystyvät käyttämään OPCWorx:in kautta yhteistä tagi-listaa. PTV-laitteen oma OPC-serveri on paikallinen, joten se täytyi yhdistää Ruukin OPC-järjestelmään käyttämällä lisäohjelmia tiedonsiirron välillä. Vaihtoehtoisiksi valikoituivat kaksi ICONICS:in ohjelmaa, jotka mahdollistavat tiedonsiirron PTV:n OPCWorx-ohjelman ja Ruukin OPC-järjestelmän välillä.

ICONICS on ohjelmistokehitykseen erikoistunut yritys, joka tarjoaa ratkaisuja automaatioon. OPCWorx-ohjelman rinnalle oli vaihtoehtoina kaksi maksullista ICONICS:in ohjelmaa: BridgeWorX ja DataWorX.

BridgeWorX ei ole reaaliaikainen, vaan sen OPC-datan välitys perustuu liipaisuun. BridgeWorX keräisi data-arvot siihen yhdistetyltä Ruukin OPC-palvelimelta liipaisu tapahtuessa. BridgeWorX:in eduksi laskettakoon myös, että se pystyy lukemaan tietokantaa, internetsivuja ja sitä voidaan ohjelmoida .NET -komponenttikirjastolla. BridgeWorX pystyy myös aukaisemaan tiedostoja, esimerkiksi XML-tiedostoja. XML-tiedostojen käyttö visualisointijärjestelmässä olisi ollut kätevää, koska tällöin ohjetekstien syöttäminen PTV-laitteeseen olisi onnistunut kirjoittamalla ohjetekstit XML-tiedostoon ja jäsentämällä ne OPC:n kautta PTV-laitteeseen. Tavoitteena kuitenkin oli, että OPC toimisi PTV-laitteen kanssa reaaliaikaisesti, joten BridgeWorX:in sijaan OPC-yhteyden testaamiseen valikoitui DataWorX.

DataWorX on reaaliaikainen ohjelma, joka työntää dataa sisääntulosta ulostuloon. DataWorX toimii tällöin asiakasohjelmiana kahden OPC-palvelimen välillä, jotka ovat PTV-laitteen OPCWorx ja Ruukin OPC-palvelin. DataWorX voidaan asentaa palvelinkoneelle, joka tässä tapauksessa olisi Ruukin OPC-palvelin. Yhteystestissä DataWorX asennettiin paikalliselle tietokoneelle (liite 1). DataWorX:lla olisi mahdollista myös tunneloida dataa internetin ylitse.

PTV-laite yhdistettiin tietokoneen OPC-palvelimeen määrittelemällä OPC-ohjelmaan lähiverkkoyhteys PTV-laitteen IP-osoitteeseen. Tagien haku DataWorX:iin onnistui asettamalla laitteen osoiteavaruudeksi Crimson-ohjelman projekti, jolloin DataWorX-ohjelma haki tagit käyttöönsä. Tagilistan haussa oli ongelmia eikä tagilista päivittynyt DataWorX:in käyttöön. Tietokoneen uudelleenkäynnistämisen jälkeen tagilistan haku onnistui. Jokaisen tagimuutoksen jälkeen tietokone piti käynnistää uudestaan, jotta tagilista päivittyi.

OPC-yhteyden vikamääritys ja tagien valideettien todentaminen tapahtui MatrikonOPC Explorer – ohjelmalla, joka testaus- ja vianetsintäohjelma. Kun yhteys oli määritelty, OPC-yhteys PTV-laitteen ja Ruukin OPC-palvelimen välillä toimi hyvin. Näiden välille tarvittiin OPC-yhteyden aikaansaamiseksi Red Lionin OPCWorx ja ICONICS:in DataWorX. Testivaiheessa kaikki ohjelmat oli asennettu kannettavalle tietokoneelle. Jos OPC valittaisiin PTV-laitteen tiedonsiirtotavaksi, OPCWorx ja DataWorX pitäisi asentaa Ruukin OPC-porttikäytävä koneelle. Nämä ohjelmat toimivat hyvin ja tarkoituksenmukaisesti, mutta silti OPCWorX:in ja DataWorX:in käyttö olivat syitä siihen, miksi OPC ei valikoitunut PTV-laitteen tiedonsiirtomenetelmäksi.

OPC tiedonsiirtomenetelmänä olisi ollut monipuolinen, koska sen kautta olisi voinut lukea kaikki automaatiojärjestelmän tagit. OPCWorx ja DataWorX voitaisiin asentaa joko omalle tai jonkin muun ohjelman käytössä olevalle palvelimelle. Koksaamon toimistolla erään prosessianalyysijärjestelmäohjelmiston porttikäytävä tietokone käsittelee OPC-liikennettä ja sisältää Matrikonin tunnelointiohjelman. Tällaiselle porttikäytäväkoneelle olisi ollut kätevä asentaa PTV:n vaatimat OPC-ohjelmat, koska OPCWorx ja DataWorX käyttävät OPC-liikennettä ja ylläpitoon tarvitaan Matrikonin tunnelointiohjelma.

Jo olemassa olevalla koksaamon toimiston porttikäytäväkoneella sijaitseva prosessianalyysijärjestelmäohjelmisto on lähinnä kehitystyökalu, kun taas PTV-laite tulee tuotannon tueksi, jolloin PTV-laitteen jatkuvalla toiminnalla on korkeampi prioriteetti. PTV-laitteen tuottama visualisointijärjestelmä on siis tuotannon työkalu, jota ei ole hyvä yhdistää kehitystyön järjestelmään. Jos porttikäytävä tietokone hajoaa, tällöin visualisointijärjestelmän ylösajaminen olisi liian hidasta, koska syytä ongelmille olisi vaikeampi löytää, kun porttikäytäväkone on myös kehitysohjelman käytössä. Vaikka porttikäytävä tietokone olisi ollut sopiva alusta PTV-laitteen

OPC-ohjelmille, koska siinä on jo valmiiksi OPC-yhteys ja Matrikonin ohjelmia konfiguroituna, mahdollisia ongelmakohtia oli nähtävissä.

PTV-laitetta varten asennettavat OPC-ohjelmat voitaisiin asentaa myös omalle palvelimelle. Uuden palvelimen hankkiminen ja konfiguroiminen on työlästä, kuten myös Matrikon-ohjelmien lisenssisopimusten laajentaminen uudelle palvelimelle. Lisäksi Honeywell-automaatiojärjestelmän OPC-yhteys olisi konfiguroitava uudelle palvelimelle. PTV-laitetta varten tarvittavien OPC-ohjelmien asentaminen uudelle palvelimelle ei ollut siis mielekästä ja OPC-yhteys PTV-laitteeseen ei päätynyt osaksi visualisointijärjestelmää. OPCWorx ja DataWorx ovat lisäohjelmia, joten jos niiden toiminnassa tulee ongelmia, niin vian syytä on vaikea löytää. Vaihtoehtona olisi ollut myös korvata OPCWorx omalla ohjelmalla. Tällöin OPC-datan lukemiseen olisi voinut tehdä ohjelman C#-ohjelmointikielellä ja kirjoittamista varten ostaa lisenssi palvelinohjelman ohjelmointiin. Mutta tällöin ongelma olisi ollut samankaltainen. PTV-laitteen OPC-yhteyttä varten olisi tarvittu ylimääräinen ohjelma. Lisäksi luotettavien ohjelmistokirjastojen löytäminen olisi haastavaa ja itsekirjoitetussa ohjelmassa olisi ollut enemmän testattavaa kuin valmiissa kaupallisessa ohjelmassa.

OPC-yhteyden käyttäminen PTV-laitteen tiedonsiirtotapana oli liian monimutkainen, koska tarvittavia ohjelmia oli useita. PTV-laitteeseen syötettävän datan tiedonsiirtoyhteydeksi valikoitui näin ollen ohjelmoitavat logiikat, vaikka tuotannon ohjelmoitavilla logiikoilla on käytettävissä vähemmän tajeja kuin Ruukin OPC-tiedonsiirrossa. Ohjelmoitavan logiikan valinta tiedon lähteeksi visualisointilaitteelle oli hyvä valinta, koska ohjelmoitavien logiikkalaitteiden etuna on toimintavarmuus ja datan käsittelyn nopeus.

Koksaamon toimistolle pystytettiin testilogiikka tiedonsiirron testaamista ohjelmoitavan logiikan kautta. Testilogiikkana toimi Siemensin S7-400 ohjelmoitava logiikka. S7-400-logiikkaa käytetään logiikkatyypeistä eniten Ruukin koksaamon prosesseissa. Testiympäristön käyttöönotossa S7-400 logiikalla auttoi automaatioinsinööri KAJUP-Automation Oy:ltä. S7-400-logiikka yhdistettiin vaihtamaan dataa lähiverkon kautta PTV-laitteen kanssa. S7-400-logiikan käyttöönotossa suurin ongelma oli, että yhteyden määrittelyssä oli vaikeuksia, jolloin PTV-laite ei hakenut dataa logiikalta. Ohjelmoitavan logiikan osat on sijoitettu räkille, jossa sijaitsee logiikan virtalähde, prosessori ja verkkokortti (kuva 36). Red Lionin opasta tutkimalla väärät määrittelyt kuitenkin

paikannettiin ja ongelma korjattiin (Communication with Siemens S7-300 PLCs via Ethernet. Red Lion. Hakupäivä 15.05.2013 ). Prosessorin paikka ohjelmoitavan logiikan räkissä eli telineessä, oli määritelty väärin Crimson-ohjelmassa. PTV-laitteen ohjelmaan oli siis korjattava oikea numero osoittamaan prosessorin paikkaa räkissä. Näin ollen yhteys testilogiikkaan alkoi toimia. S7-400 on Siemensin Simatic tuoteperhettä ja logiikka ohjelmoidaan SIMATIC Manager – ohjelmointiohjelmalla. Liitteessä 2 on havainnollistettu kuvankaappauksilla testiympäristön luominen S7-400-logiikalle ja logiikan käyttöönotto Crimson-ohjelmalla PTV-laitteeseen.

Testilogiikkaan kopioitiin kolme datalohkoa koksaamon annostelulaitoksen logiikalta. Tällä tavoin saatiin aito tagilista, josta voitiin määrittellä tageja Crimson-ohjelmaan ja testata niiden toimintaa.



KUVA 36. Testilogiikka, Siemens S7-400

Kun yhteys PTV-laitteen ja testilogiikan välillä toimi, niin saatiin varmuus, että PTV-laitteen voi yhdistää myös tuotantologiikkaan. Kuitenkin ohjelman kehitystä oli mielekästä jatkaa juuri



testilogiikalla. Testilogiikalle määritelty IP-osoiteavaruus oli eri kuin tuotannon osoiteavaruus, joten testilogiikka toimi tuotannosta erillisenä laitteena. Tällöin ohjelmistokehitys oli huomattavasti turvallisempaa, kun PTV-laite ei voinut sotkea tuotantokriittisten laitteiden ja ohjelmistojen toimintaa. Datalohkoja käsiteltäessä SIMATIC Manager -ohjelmointiohjelmalla olisi voinut sattua tuotannon toimintaan vaikuttavia vahinkoja. Jos tuotannon logiikalta olisi vahingossa poistanut tageja tai vaikuttanut logiikan ohjelmien toimintaan, niin se olisi voinut aiheuttaa häiriöitä koksaamon prosesseihin. Myös PTV-laitteen tagien määrittely olisi voinut sotkea tuotannon toimintaa, jos se olisi ollut yhdistettynä kehitysvaiheessa tuotannon logiikkaan. PTV-laite pystyy kirjoittamaan logiikan tageille, joten huolimaton tagin määrittely olisi voinut kirjoittaa epäkurantteja arvoja tuotannon logiikan tageille. PTV-laitteelle ladattavaa ohjelmaa oli siis hyvä lähteä rakentamaan testilogiikan tageilla.

Tuotannossa kopioiduissa datalohkoissa ei kuitenkaan ollut kaikkea visualisointijärjestelmään haluttua tietoa. Tällöin testilogiikalle tehtiin muuttujia lisää muuttujatauluihin tarpeiden mukaan. Ohjelmointiohjelmalla pystyy muokkaamaan logiikan datalohkoja ja tutkimaan tagien arvoja reaaliaikaisesti. SIMATIC Manager -ohjelmassa tageja muokattiin muuttujataulussa, jotta PTV:n ohjelmaa saatiin testattua eri arvoilla. Muuttujatauluun syötettiin arvoja esimerkiksi taulukon 3 mukaisilla tyypeillä (Datatyyppien koko bitteinä. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 23.10.2013). Tällöin muuttujataulukoon haettiin tagin data-arvo kirjoittamalla osoite, joka koostui datalohkon numerosta, dataelementin tyyppistä ja tagin osoitteesta. Näiden testilogiikalla olevien tyyppien mukaan tagit määriteltiin myös Crimson-ohjelmaan.

*TAULUKKO 3. Logiikan osoitetyypit*

<b>Tyyppi</b>	<b>Koko bitteinä</b>	<b>Dataelementin tyyppi</b>	<b>Selite</b>
BOOL	1	DBX	Bitti
INT	16	DBW	Integer
WORD	16	DBW	Mitta/muisti
BYTE	8	DBB	Tavu
CHAR	8	DBB	Merkki
STRING	8	DBS	Merkkijono

Testilogiikalla olevat annostelulaitoksen tagit ja muuttujatauluun tehdyt tagit määriteltiin Crimson-ohjelmaan, jotta PTV-laite pystyi niitä käyttämään. Ongelmaksi muodostui bittien luku logiikalta. Tämä johtui siitä, että bittien tagit oli määritelty väärin Crimson-ohjelmassa. Vaikka tagin tyyppi määritellään Crimsonissa osoitteen yhteydessä, niin on myös merkitystä, millainen tagi Crimsonin tagilistaan on luotu. Lukuarvot voi määrittellä Crimsoniin numeerisina tageina ja merkkijonot merkkijono-tageina. Bittien lukua varten tagi täytyi kuitenkin määrittellä lippu-tagiksi. Tagia luodessa täytyi siis jo päättää tagin tyyppi. Tavun lukusuunta pystyttiin määrittelemään ja luettavan bitin numero tallentamaan tagiin. Bitin luku on olennaisesti sidonnainen siihen, että luetaanko bittijonoa merkityksellisimmistä päästä (most significant bit, MSB) vai vähiten merkityksellisimmistä päästä (least significant bit, LSB). Logiikan datalohkossa osoite sisälsi kahdeksan bittiä, joten luettava jononpää ja bitin numero täytyi osoittaa Crimsonin tagissa.

Merkkijonojen lukeminen vaati sen, että Crimsonin tagissa logiikan osoitetieto määriteltiin tavuksi. Lisäksi merkkijonon lukemista ei voinut aloittaa siitä osoitteesta, mistä merkkijono oli määritelty logiikalla alkamaan. Kun merkkijono toistettiin PTV-laitteen kautta, niin näytöllä näkyi merkkijonon edessä kaksi ylimääräistä merkkiä. Nämä merkit eivät olleet logiikalle syötettyyn merkkijonoon kuuluvia, vaan ne olivat tunnistetietoja. Tämän vuoksi muuttujan osoitetta täytyi alkaa lukemaan kaksi merkkiä alkupistettä jäljempää. Turhien merkkien ilmestyminen ja osoitteen lukukohtan uudelleenarviointi tuli ottaa huomioon myöhemmin Crimson-ohjelmalla tehtävissä ohjeteksteissä.

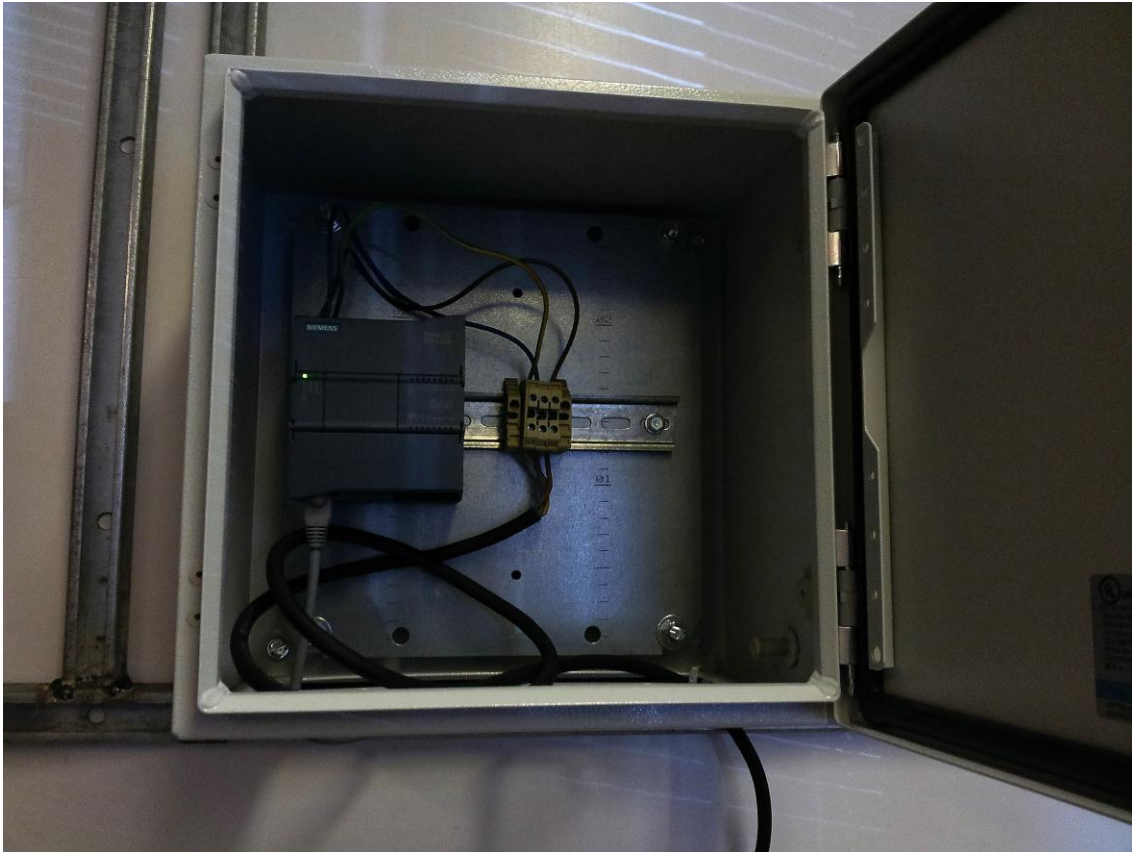
Testilogiikan tagien vähäisyys rajoitti Crimsonilla toteuttavan ohjelman tekoa, koska oli vaikea arvioida, että tuleeko kaikkia tarvittavia tietoja löytymään tuotannon logiikoilta. Kun tageja tehtiin testilogiikan muuttujatauluun, niin se tarkoitti käytännössä lisää työtä ohjelman muokkaamiseen. Kun PTV-laitteen ohjelman tagit yhdistettäisiin tuotannon tageihin, niin osoitteet muuttuivat. Testilogiikkaa varten PTV-laitteelle tehdyn ohjelman tagit olivat yhdistetty testilogiikka-laitteeseen ja osa tageista oli yhdistetty testilogiikan keksittyihin tageihin. Ohjelman runko oli tehty valmiiksi testilogiikkaa käyttäen. Seuraava askel oli yhdistää PTV-laite annostelulaitoksen logiikkaan. On hyvien ylläpitokäytänteiden mukaista, että tuotantoon lisättävälle laitteelle tehdään logiikalle oma datalohko. PLC-Automation Oy:n insinööri teki PTV-laitteelle oman datalohkon annostelulaitoksen logiikkaan ja kopioi tagit uuteen datalohkoon. Tageja jouduttiin muokkaamaan ja skaalaamaan. Siilojen pintatiedot skaalattiin niin, että pintatietojen data ilmaistiin PTV-laitteelle tehdyssä datalohkossa prosentteina. Kivihien kuljetushihnan vaa'an arvot täytyi skaalata eri

mittasuhteisiin, jotta logiikalta tulevia vaa'an arvoja voitiin näyttää sellaisenaan PTV-laitteen kautta. Vaaka näyttää, montako tonnia kivihiiltä kuljettimilta siirtyy vaa'an kautta silloille tunnissa. PLC-Automationin insinööri toteutti myös yhdessä Ruukin sähkömiehen kanssa PTV:n annostelulaitoksen logiikalla sijaitsevaan datalohkoon vuorokausilaskurin, joka näyttää tehdasvuorokauden aikana kyseisellä vaa'alla punnitut tonnit. Useat tiedot tulevat annostelulaitoksen logiikalle heksalukuarvoina. Heksaluvut skaalattiin logiikan datalohkoon integereiksi.

Kaikkia haluttuja tageja ei kuitenkaan ollut olemassa annostelulaitoksen logiikalla. PTV-laitteeseen on mahdollista määritellä Crimsonilla useampi logiikka. Osa halutusta koksaamon mittauksista ei kuitenkaan tule logiikan kautta. Dataa tulee eri reittien kautta tietokantaan. Lisäksi PTV-laitteen kautta haluttiin näyttää myös esimerkiksi asiakasohjelman kautta logiikalle kirjoitettua dataa. Tuotannon logiikalle kirjoittaminen oli kuitenkin huono vaihtoehto. Vaikka PTV-laitteella oli oma datalohko, vaarana kuitenkin olisi, että tuotannon logiikalle kirjoittaminen sekoittaisi esimerkiksi virheellisten määrittelyiden kautta annostelulaitoksen logiikkaa. Koska PTV-laite ei pysty lukemaan tietokantaa, niin koksaamon toimiston konehuoneeseen pystytettiin toimiston oma logiikka. Testilogiikkana käytetty S7-400-logiikka olisi näin ollen jäänyt toimiston logiikaksi. Crimson-ohjelman ajuriluettelon mukaan PTV-laitteen tiedonsiirtoajurit tukivat vain S7-400:sta logiikkaa. Kuitenkin S7-400:n ajurit tukevat usein myös S7-1200-logiikkaa. Siemensin S7-1200-logiikka oli parempi vaihtoehto toimistolle sijoitettavaksi logiikaksi, koska sen hinta oli halvempi, kuin S7-400-logiikan.

S7-1200-logiikan (kuva 37) sijoittaminen toimiston konehuoneeseen laajensi visualisointijärjestelmän kehitysmahdollisuuksia huomattavasti. Erillisellä koksaamon toimiston logiikalla oli vapaampaa testata visualisointijärjestelmän kehitystä, kuin tuotannon logiikalla. Koksaamon kehitysinsinööri kirjoitti C#-ohjelmointikielellä S7-1200 logiikkaa varten luku- ja kirjoitusohjelman, joka ladattiin palveluksi palvelimelle. Tällöin uusi ohjelma lukee koksaamon CHMS-järjestelmän tietokantaa ja ksprocess2-palvelimen säätietokantaa, sekä kirjoittaa haluttuja tietoja koksaamon toimiston S7-1200-logiikalle. PTV-laite määriteltiin lukemaan sekä annostelulaitoksen logiikkaa, että koksaamon toimiston logiikkaa. Luku- ja kirjoitusohjelma toteutettiin ostamalla maksullinen kirjasto CimQuest INGEAR yritykseltä. NET.S7LINK 2.0 Developer Edition tarjoaa kirjastot, joilla voi rakentaa ohjelmia, palveluita ja konsolisovelluksia,

joilla voi lukea logiikan tageja ja kirjoittaa logiikalle. INGEAR:in kirjaston avulla C#-ohjelmalla kirjoitettiin palvelu palvelimelle, joka kirjoittaa sykleissä tiettyjä tietokannan arvoja logiikalle. Vanhat logiikan arvot ylikirjoitetaan syklin jokaisella kierroksella. Lisäksi kirjaston avulla tehtiin asiakasohjelma laatuspesialisteille, joilla voi kirjoittaa muun muassa ohjeita logiikan kautta kivihiilikentän infonäytölle.



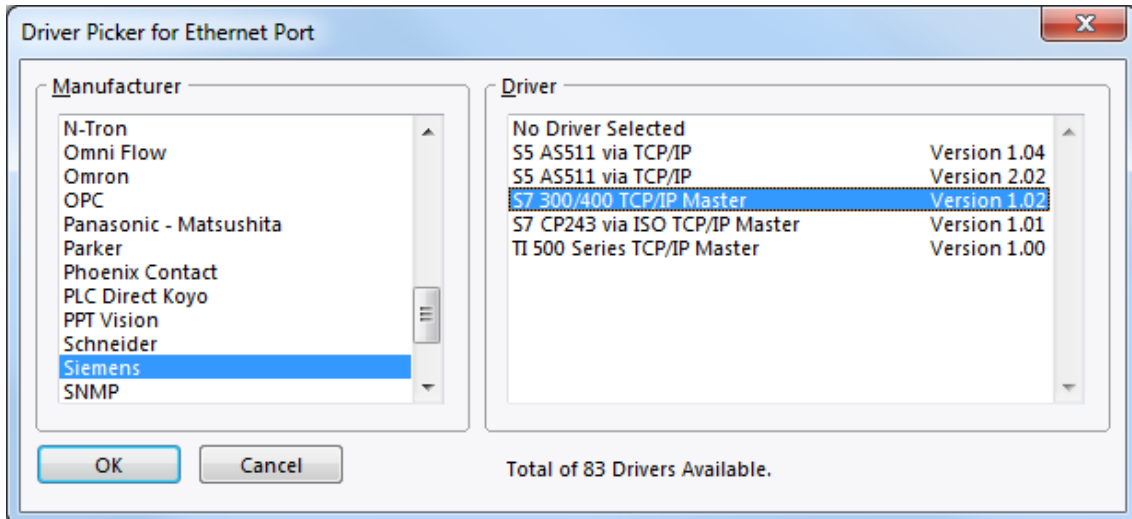
*Kuva 37. Koksaamon toimiston Siemens S7-1200 ohjelmoitava logiikka*

Toisin kuin S7-400-logiikka, S7-1200-logiikan ohjelmointiohjelmana toimi TIA (Totally Integrated Automation) Portal. Testausvaiheessa TIA Portaliin tehtiin muuttujataulut kaikille logiikan tageille, jotta tageille voitaisiin syöttää data-arvoja. Kun INGEAR:in kirjastoilla tehty ohjelma oli valmis, niin muuttujatauluilla tutkittiin logiikalta löytyviä data-arvoja, joita oli asiakasohjelmalla ja palvelimen palvelulla logiikalle syötetty. Koksaamon toimiston logiikan tageista ja annostelulaitoksen logiikalle tehdystä datalohkosta koottiin Excel-tilukoon tagilistat. Niitä ei kuitenkaan esitellä tässä opinnäytetyössä, koska tagitiedot ovat salassa pidettävää materiaalia.

## 6.2 Crimson 3.0

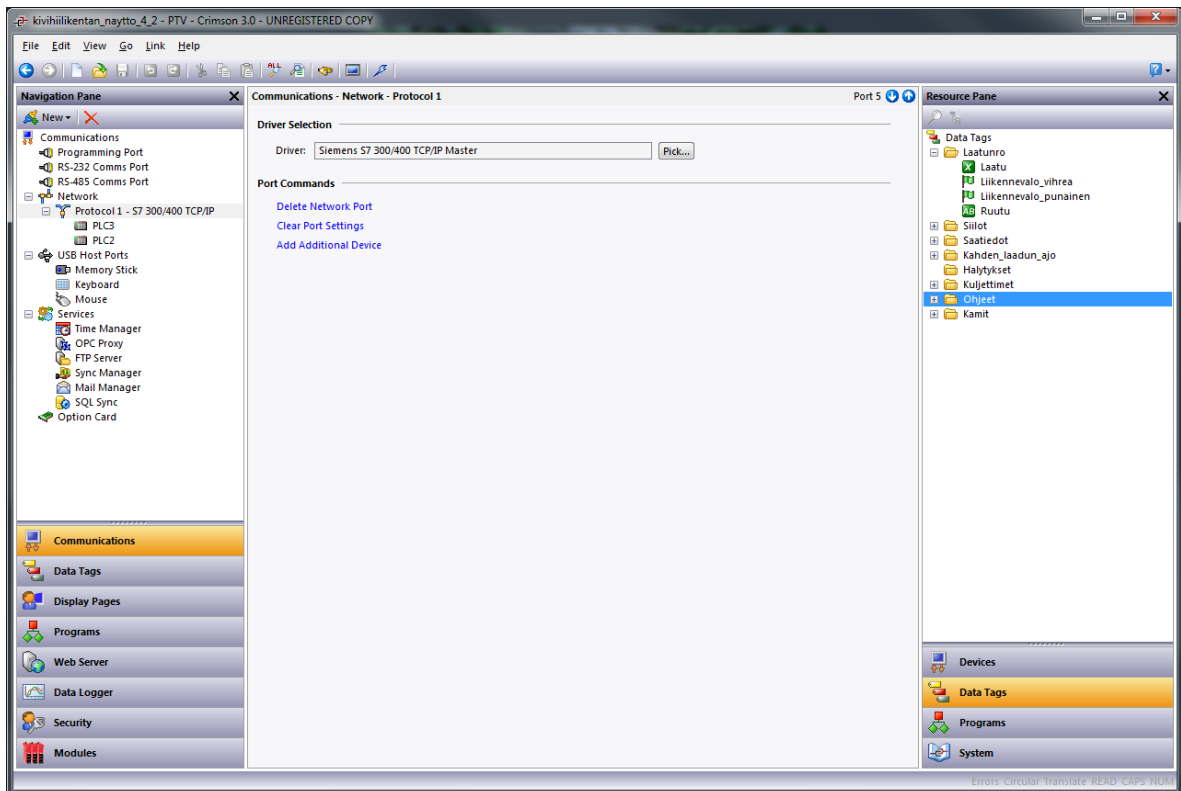
Crimson-ohjelmassa on valittavissa 200 kpl eri ajureita sarjaportin tai Ethernetin kautta tapahtuvaa kommunikaation protokollaa varten. Siemens S7-400-logiikalle oli ohjelmassa valmiina omat ajurit (kuva 38). Tällöin PTV-laite yhdistetään ohjelmoitavaan logiikkaan verkkokortin kautta Ethernet-kaapelilla. Samoja ajureita käytettiin Siemens S7-1200-logiikalle. Ohjelmaan voi määritellä yhteyslaitteiksi useamman logiikan ja niin myös meneteltiin tässä tapauksessa, kun PTV-laite asetettiin hakemaan dataa sekä annostelulaitoksen logiikalta, että koksamon toimiston S7-1200-logiikalta.

PTV-laitteen ohjelmointi suoritetaan määrittelemällä Crimsonin linkki-valikosta yhteydeksi TCP/IP, jolloin ohjelma tarkistaa PTV-laitteen oman IP-osoitteen verkkoyhteydet-valikosta ja suorittaa ohjelman asennuksen kyseiseen osoitteeseen. Valittaessa Ethernet-kaapeli ohjelmointivälineeksi Crimsonista täytyi valita linkki-valikon ominaisuuksista TCP/IP. Myös etäpäivityksen IP-lataus täytyi olla sallittuna.



KUVA 38. Crimson-ohjelman ajurit Siemensin S7-400-logiikalle

Crimsonissa on laaja valikoima valmiita primitiivisiä kuvioita ja teollisuuspiirroksia. Kuvioihin ja piirroksiin saattoi yhdistää tageja ja niihin tuotiin tageilla ja syntaksilla toiminnallisuutta. Crimson-ohjelmassa ohjelmoidaan omalla C-ohjelmointikielen kaltaisella ohjelmointikielellä, johon löytyy paljon funktioita Crimsonin viitekäsikirjasta. Crimsonin ohjelmointi oli paljolti tagiriippuvaista (kuva 39). Crimsonilla on mahdollista tehdä myös erillisiä ohjelmia, joita voi yhdistää toimintoihin. Infonäyttö-toteutuksessa syntaksit on upotettu sivunvaihtoihin ja kuvakkeisiin.



KUVA 39. Crimson-ohjelman käyttöliittymä

Testilogiikka käytettäessä logiikka, PTV-laite ja testitietokoneena käytetyn Siemens Field PG:n verkkokortti olivat määriteltyinä tuotannon ja toimiston osoiteavaruuden ulkopuolelle. Testien jälkeen S7-1200-logiikka ja PTV-laite vaihdettiin toimimaan tuotantoverkossa. PTV-laitteelle on määritelty oma IP-osoite Ruukin verkkoon, joka mahdollistaa toiminnan toimisto- ja tuotantoverkossa. Ohjelman toteutuksessa on käytetty enimmäkseen primitiivisiä kuvakkeita ja itse tuotuja ja piirrettyjä kuvia. Crimson tukee JPEG-kuvia.

Crimson 3.0 -ohjelmaa päivitettiin kerran infonäytön kehitystyön aikana. Ohjelman versionumero pysyi samana, mutta se loi PTV-laitteeseen etäpäivitysongelman. PTV-laitteen sisältämää ohjelmaa ei pystynyt enää päivittämään etänä lähiverkon kautta Ethernet-kaapelilla, kun Crimson-ohjelma oli päivitetty. Tämän tarkoittaa käytännössä sitä, että kun ohjelma päivitetään uuteen versioon, PTV-laitteen firmware, eli haihtumattomaan muistiin tallennettu ohjelmisto täytyy käydä päivittämässä kivihiilikentällä USB-kaapelin avulla. Tämän jälkeen PTV-laite toimii uuden ohjelmaversioon kanssa ja tukee etäpäivityksiä.

### **6.3 Visualisointilaitteen ohjelma**

ProductVity Station (PTV) on visualisointilaitte, joka toistaa infonäytössä silmukkana kahdeksan sivun esitystä (liite 3). Sivut on toteutettu Crimson 3.0 -ohjelmalla. Sivujen sisällön suunnitteluun osallistui koksaamon kehityksen henkilökuntaa ja palaverissa kivihiilen syöttökoneen kuljettajia. Sivujen näyttö etenee kierroksena, mutta kaikki sivut eivät näy välttämättä samalla kierroksella. Logiikoilla on statusbittejä, joiden mukaan sivujen esittäminen toimii (liite 3). Data-arvot sivuille tulevat ohjelmoitavilta logiikoilta. Crimson-ohjelmasta otetussa liitteen 3 kuvankaappauksissa data-arvot ovat keksittyjä, koska koksaamon logiikalta tulevat tiedot ovat suurelta osin salassa pidettävää materiaalia. Infonäytön sivujen kuvankaappauksista poiketen, liukuvärjäykset toistuvat sulavammin teräväpiirtonäytöllä. Crimsonissa värit määritellään syntaksiin nelinumeroisena heksalukuna. Infonäytön Crimson-ohjelmalla toteutettujen kuvakkeiden ja tapahtumien syntaksit on esitelty liitteessä 3. Kaikki kuvakkeet eivät sisällä syntaksia, vaan data-arvot tulevat kuvakkeeseen tagin kautta. Liitteessä 3 ei ole käsitelty syntakseja, jotka sisältävät pelkän tagin.

#### **6.3.1 Toteutus**

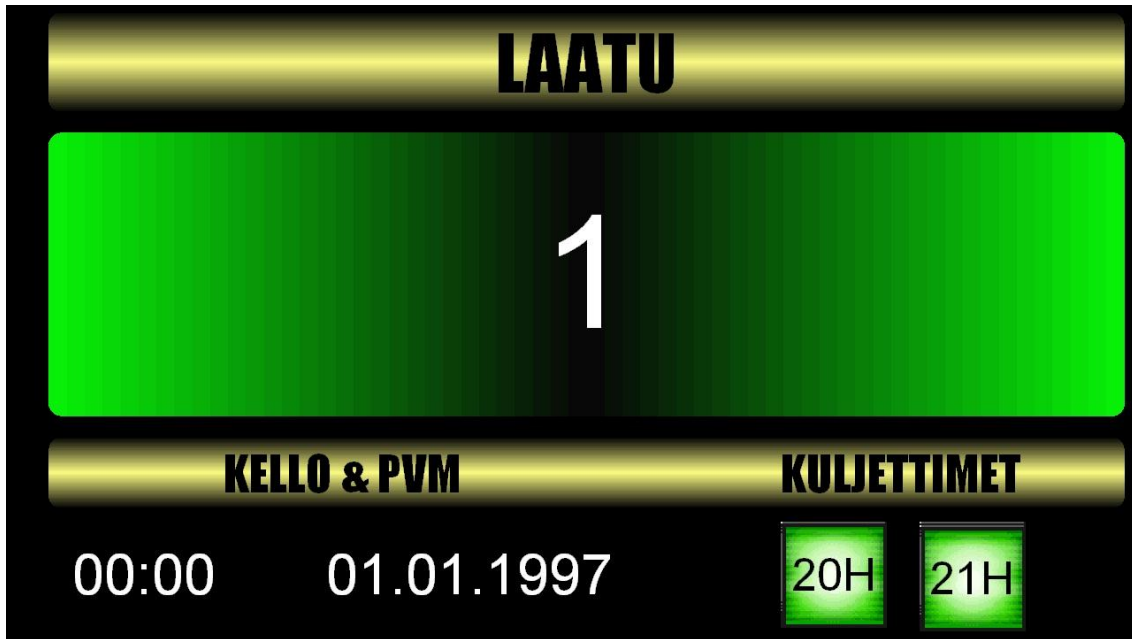
Infonäytölle toistettavalla annostelulaitoksen sivulla näkyy kymmenen koksaamon siiloa (kuva 40). Siilot ovat numeroitu ja kunkin siilon kohdalla näkyy siilon kyseisellä hetkellä sisältämä laatu. Siiloissa näkyy siilon pintatieto prosentteina. Ajossa oleva siilo, johon kuljettimet kuljettavat kivihiiltä, näkyy sivulla vihreänä.



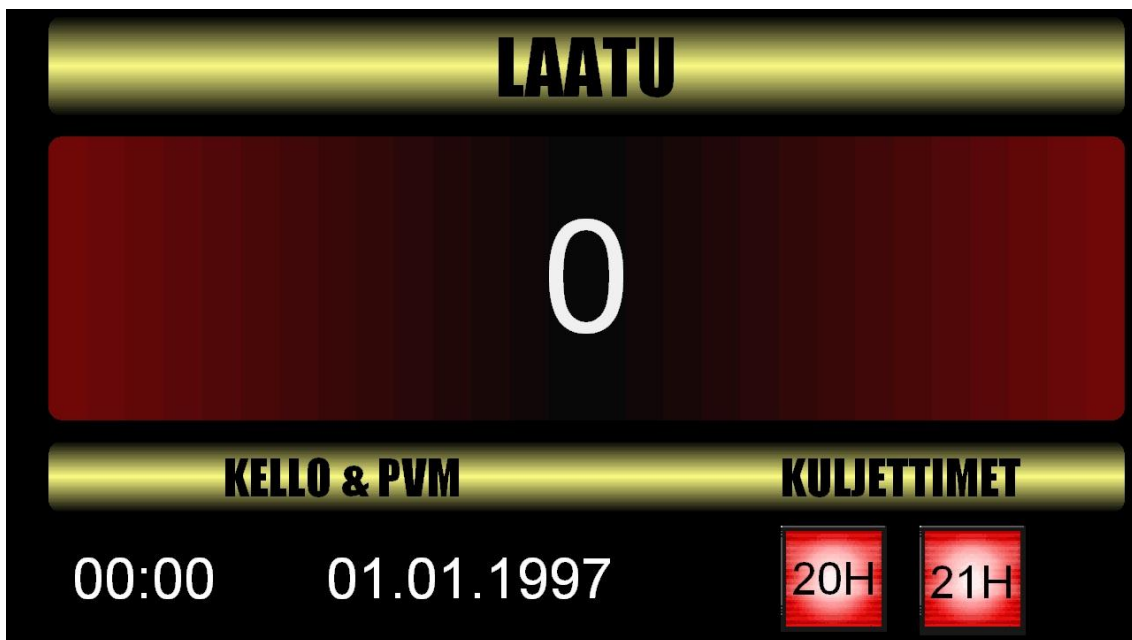


KUVA 40. Annostelulaitos-sivu

Laatunumero sivulla näkyy ajossa oleva laatu. Tämä on tärkein ohjesivu kivihiilen syöttökoneen kuljettajalle. Laatunumerosivulla oleva laatu on ainoa, mitä kyseisellä hetkellä saa syöttää syöttää kuljettimille. Kivihiilikentällä on liikennevalopylväs, jonka valotiedot näkyvät laatunumerosivulla laatunumeron taustaväriinä. Jos liikennevalot ovat vihreät, laatunumeron taustaväri on vihreä (kuva 41). Jos liikennevalot ovat punaiset, niin kuten kuvassa 42 näkyy, laatunumero asetetaan nolaksi ja taustaväri vilkkuu punaisena (Crimson 3 Reference Manual, 27., hakupäivä 20.05.2013). Laatunumerosivulla näkyvät myös syöttöaukon kahden kuljettimen käyntitiedot, sekä kellonaika ja päivämäärä. Kello ja päivämäärä näkyvät reaaliaikaisena infonäytön ollessa päällä. Aika on ladattu PTV-laitteeseen Crimson-ohjelmalla ohjelmointitietokoneelta. Vaikka liikennevalo olisi punaisella, kuljettimet voivat olla silti päällä. Vaikka liikennevalo on punainen ja kuljettaja ei saa enää syöttää kuljettimille kivihiiltä, niin kuljettimet ajetaan tyhjäksi, jotta laadut eivät sekoitu toisiinsa. Kuljettimien käyntitiedot sidottiin kuljettimien nopeustietoihin. Kivihiilen syöttöaukon kuljetin voi toimia kahdella eri nopeudella. Jos kumpikaan nopeus ei ole käytössä, eli kumpikaan bitti ei ole ykkösenä, kuljettimen tila näkyy punaisena. Jommankumman nopeuden ollessa käytössä kuljettimen tilatieto on vihreä.



KUVA 41. Laatunumerosivu, jossa liikennevalo on vihreä



KUVA 42. Laatunumerosivu, jossa liikennevalo on punainen

Kahden laadun ajo -sivu tulee esiin vain silloin, jos laatuasiantuntijat ovat määritelleet asiakasohjelmalla voimaan kahden laadun ajo -tilanteen. Tällöin annostelulaitoksen sivulta siirrytään suoraan kahden laadun ajo -sivulle, jolloin laatunumero-sivua ei näytetä. Kahden laadun ajo -sivu ei korvaa suoraa kommunikointia syöttökoneen kuljettajan kanssa, vaan erityistilanteesta ilmoitetaan kuljettajille myös matka- tai radiopuhelimella. Kahden laadun ajo -

sivulla näkyy asiakasohjelman kautta syötetyt ohjeet. Ohjeissa näkyy, mitä laatua syötetään ja millä suhteella. Lisäksi siinä näkyy, mistä ruudusta kutakin laatua otetaan. Kahden laadun ajo - sivulla näkyy myös laatumeroksivulta tutut liikennevalotiedot, jossa "Ajo sallittu" -teksti näkyy liikennevalojen ollessa vihreät (kuva 43) ja "Ajokielto" -teksti näkyy vilkkuvalla punaisella taustalla (kuva 44).

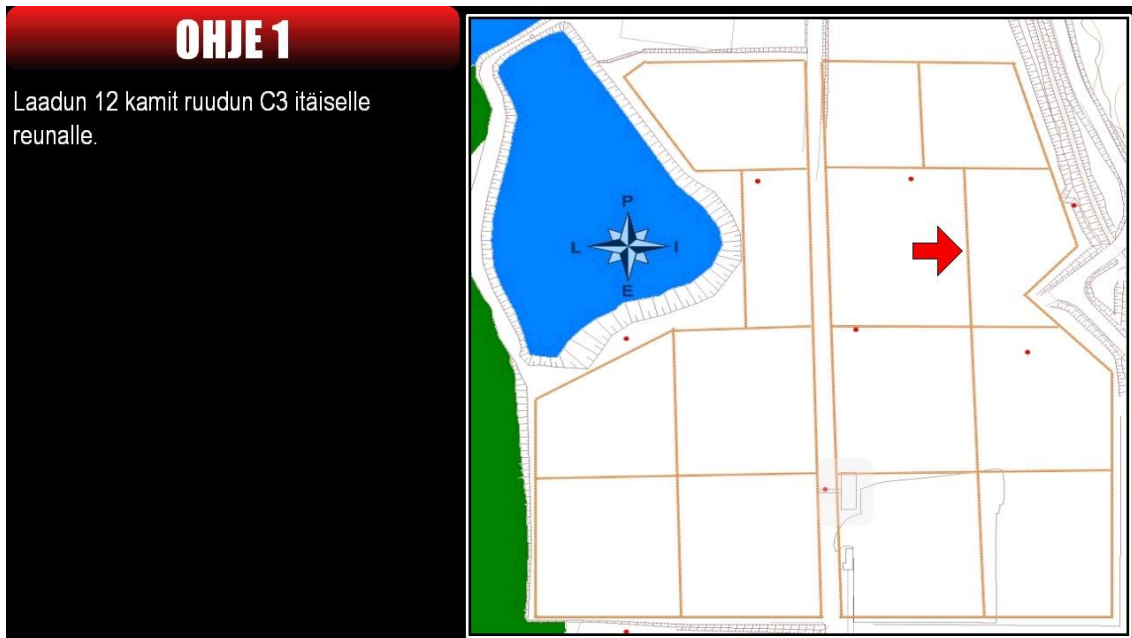
The image shows a traffic light display with a black background. At the top, a cyan bar contains the text "KAHDEN LAADUN AJO" in white. Below this are two white-bordered boxes. The left box has a cyan header with the number "1" and contains the text "Laatu: 12", "Suhde: 1/3", and "Ruutu: A1". The right box has a cyan header with the number "2" and contains the text "Laatu: 21", "Suhde: 2/3", and "Ruutu: B2". Below these boxes is a green bar with the text "AJO SALLITTU" in white. At the bottom, the time "00:00" and date "01.01.1997" are displayed in white. To the right of the date are two red buttons with white text: "20H" and "21H".

KUVA 43. Kahden laadun ajo -sivu, jossa liikennevalo on vihreä

The image shows a traffic light display with a black background. At the top, a cyan bar contains the text "KAHDEN LAADUN AJO" in white. Below this are two white-bordered boxes. The left box has a cyan header with the number "1" and contains the text "Laatu: 12", "Suhde: 1/3", and "Ruutu: A1". The right box has a cyan header with the number "2" and contains the text "Laatu: 21", "Suhde: 2/3", and "Ruutu: B2". Below these boxes is a dark red bar with the text "AJOKIELTO" in white. At the bottom, the time "00:00" and date "01.01.1997" are displayed in white. To the right of the date are two red buttons with white text: "20H" and "21H".

KUVA 44. Kahden laadun ajo -sivu, jossa liikennevalo on

PTV-laite siirtyy sivuesityksessä kamitt-sivulle (kuva 45), vain jos kamiohje on voimassa ja ohjeen ajettava laatu on sillä hetkellä ajossa oleva laatu. Laatuasiantuntija syöttää asiakasohjelmalla ohjetekstin ja valitsee kohdan kartalta, johon kivihiilikasan kasan kamit viedään. Kamiohjeita voidaan asettaa osoittamaan mihin tahansa ruutuun ja ohje voidaan kohdistaa valittuun pääilmansuuntaan. Jos ohjeen mukaan on valittu, että kamit viedään tietyn ruudun itäreunalle, niin karttaan ilmestyy punainen hitaasti vilkkuva nuoli osoittamaan ohjeen antamaa kamipaikkaa. Ruudusta valitaan siis laita ilmansuunnan mukaan, jonne kamit viedään. Jokaiselle ohjetekstille on ohjelmassa oma ikkuna, joka ilmestyy näkyviin vain jos kamiohjeen statusbitti on ykkönen.



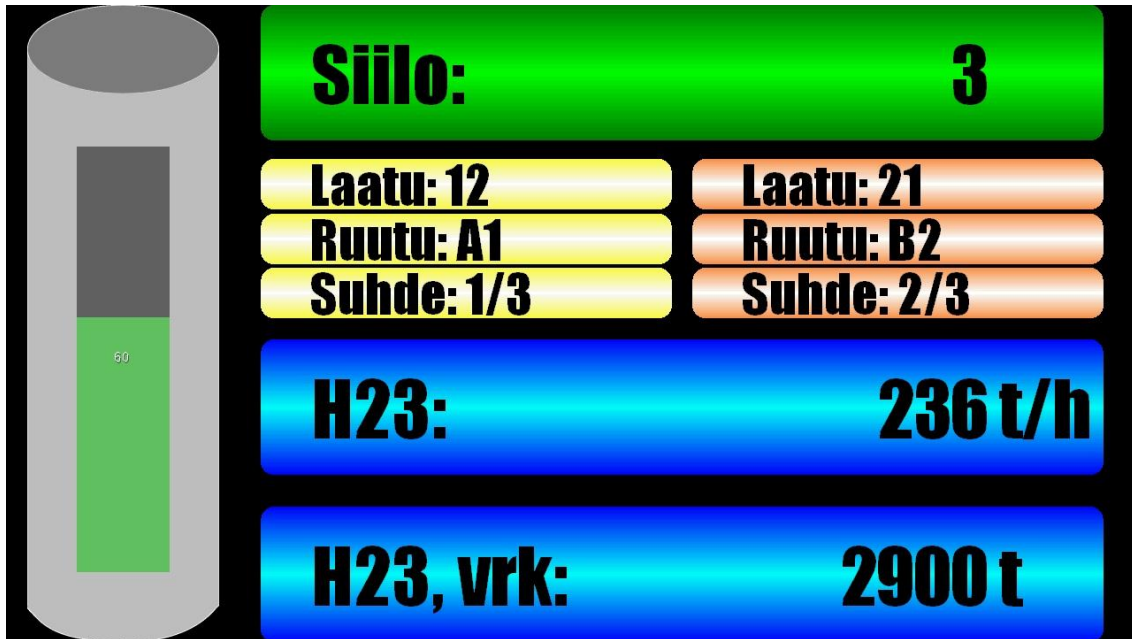
KUVA 45. Kamit-sivu

Siiloon x -sivu näyttää yksittäisen siilon pintatilanteen (kuva 46), johon kuljetushihna sillä hetkellä tuo kivihiiltä kivihiilikentältä. Siiloon x -sivu näyttää myös tekstitietona ajossa olevan siilon numeron, siilon sisältämän kivihiililaadun ja vaakatiedot. Vaaka H23 näyttää, kuinka monta tonnia kivihiiltä siirtyy kivihiilikentältä siiloille tunnissa. Vaa'an vuorokausilaskuri näyttää, kuinka paljon kivihiiltä on siirtynyt aamu kuuden jälkeen, eli tehdasvuorokauden aikana. Kahden laadun ajon ollessa voimassa Siiloon x -sivu ei näytä laatutietoa, vaan laatutiedon tilalla ovat kahden laadun ajo -sivulta tutut laatu-, ruutu- ja suhdetiedot (kuva 47). Siiloon x -sivulla oli alun perin mukana myös ruutu-tieto. Ruutu kertoi, minkä kivihiilikentällä olevan ruudun kasasta ajossa olevaa laatua syöttökoneen kuljettaja hakee. Ruututieto olisi voitu ottaa koksaamon valmistuksenohjauksen

tietokannasta. Mutta jos langattoman verkon katvealueiden vuoksi ruututiedon päivityksessä tulee viivettä, niin olisi liian suuri riski, että syöttökoneen kuljettaja hakisi väärää kivihiililaatua virheellisen infonäytön ruututiedon perusteella. Ruututieto olisi voitu kirjoittaa logiikalle niin, että koksaamon prosessivalvomo asettaa ruututiedon valvomosta käsin. Tässä tavassa oli riskinä inhimillisen erehdyksen vaara. Jos valvomo ei muista asettaa laadun vaihdon yhteydessä uutta ruututietoa, niin syöttökoneen kuljettaja saattaa hakea väärää laatua infonäytön osoittamasta ruudusta.



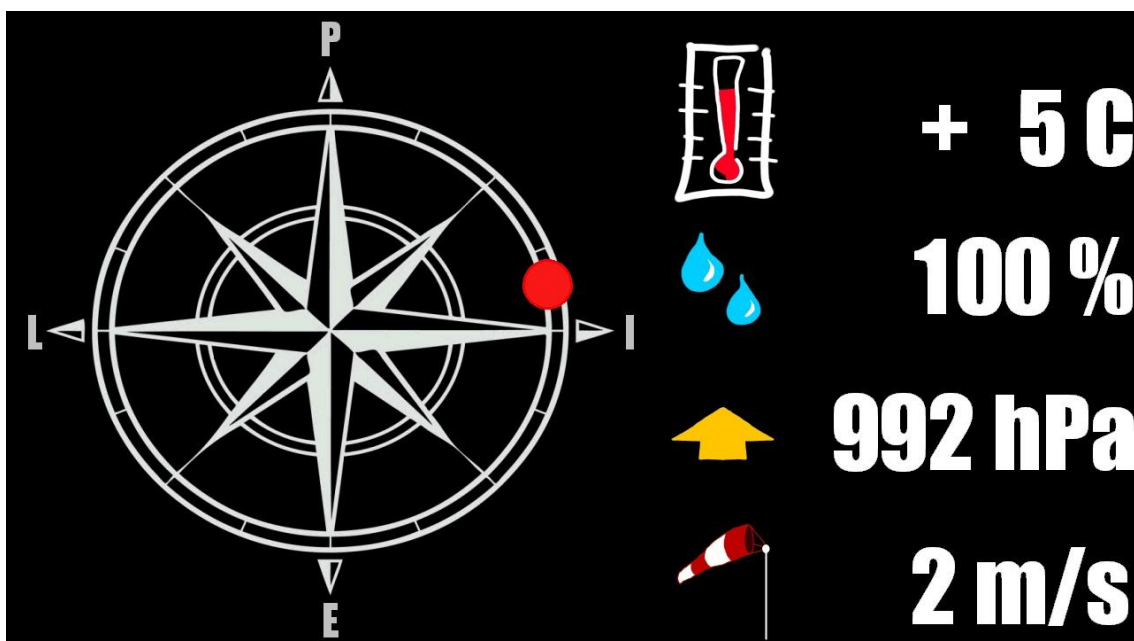
KUVA 46. Siiloon x -sivu, perustila



KUVA 47. Siiloon x -sivu kahden laadun ajon ollessa voimassa

Säätila ja ohje -sivulla näkyy koksaaamon alueen säätietoja (kuva 48). Koksaaamon sääasema sijaitsee kivihiilitornin huipulla, josta data tallentuu tietokantaan. Palvelimella suoritettava palvelu tallentaa säätietoja sykleissä koksaaamon toimisto S7-1200-logiikalle. Crimson ohjelman lämpötilan tagissa on säädetty lukuarvo näkymään hard sign -asetuksella, jolloin lämpötila pystyy näyttämään myös negatiivisen etumerkin. Säätila-sivulla näkyy myös ilman kosteus, ilman paine ja tuulen nopeus. Lämpötila, kosteus, ilmanpaine ja tuulennopeus -kuvakkeet on piirretty Samsung Galaxy Note matkapuhelimella, jonka kosketusnäyttö ja -kynä mukailevat piirtoalustan toimintoja. Kompassin päällä liikkuu punainen pallo, joka näyttää tuulen suunnan. Tuulen suunta saa arvon tuulen suunnan tagista. Primitiivisen kuvakkeen liikkuminen on toteutettu hyödyntämällä Crimson-ohjelman käytösvalikkoa, jossa kuvakkeelle on mahdollista määrittää navan ympärille asetettua liikettä (Crimson 3 Tutorial, 22., hakupäivä 12.9.2013). Punainen pallo asettuu kompassin piirillä sinne, mihin ilmansuuntaan säätutkan data-arvot osoittavat tuulen puhaltavan. Sääarvoissa logiikalle kirjoitetaan 10 minuutin keskiarvot. Jos tuulensuunta on välillä 220–300 astetta, niin koksaaamon alueella tuulee länteen päin. Tällöin kompassin päälle ilmestyy varoitusteksti, jossa kehoitetaan keskeyttämään pikilietteen ajo kivihiilikentällä (kuva 49). Pikiliete tuodaan kivihiilikentälle sivutuotelaitokselta. Kivihiilikasaan tehdään peti, jonka päälle pikilietettä imeytetään. Pikiliete päättyy kivihiilen mukana pattereille uuniin. Tällä tavoin pikilietettä kierrätetään prosessissa. Kun tuuli puhaltaa lännestä ja pikilietettä käsitellään kivihiilikentällä, niin pikilietteen haju saattaa kulkeutua asutusalueille. Pikiliete on epämiellyttävän hajuista, joten sitä

ei ole hyvä ajaa kivihiilikentälle tai syöttää kivihiilen kuljettimille, kun tuuli puhaltaa edellä mainitusta suunnasta. Ennen kuin pikilietteen kuljetus kivihiilikentälle aloitetaan, valvomo tarkistaa tuulensuunnan ja antaa vasta sen jälkeen luvan kuljettaa pikilietettä kivihiilikentälle. Tuulen suunta saattaa kuitenkin vaihtua päivän aikana. Tämän vuoksi pikilietteen keskeytyksen ohjeteksti on hyvä näkyä infonäytöllä. Infonäytöltä varoitustekstin voi huomata joko pikilietteen kuljettaja, tai kivihiilen syöttökoneen kuljettaja. Jos syöttökoneen kuljettaja huomaa varoitustekstin, niin varoitusteksti ohjeistaa kuljettajaa ilmoittamaan pikilietteen kuljettamisen keskeyttämisestä eteenpäin. Tässä tapauksessa syöttökoneen kuljettaja voi ottaa yhteyttä pikilietteen kuljettajaan tai valvomoon.



KUVA 48. Säätila ja ohje -sivun perustila





KUVA 49. Säätila ja ohje -sivun varoitusteksti

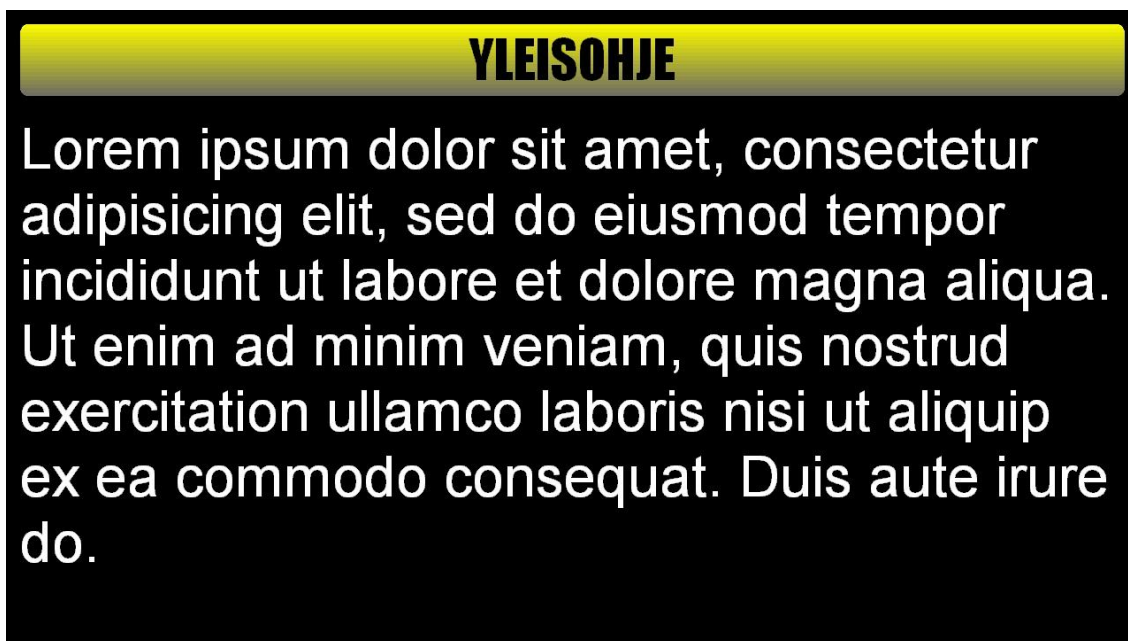
Joulutoivotussivu toivottaa hyvää joulua joka joulukuun 24. päivä (kuva 50). Joulutoivotussivulla ei ole muuta funktiota, kuin piristää kivihiilikentän ajoneuvon kuljettajien päivää. Tehtaalla ollaan yleensä töissä myös jouluaattona, joten on joulutoivotussivu muistaa työntekijöitä infonäytön avulla.



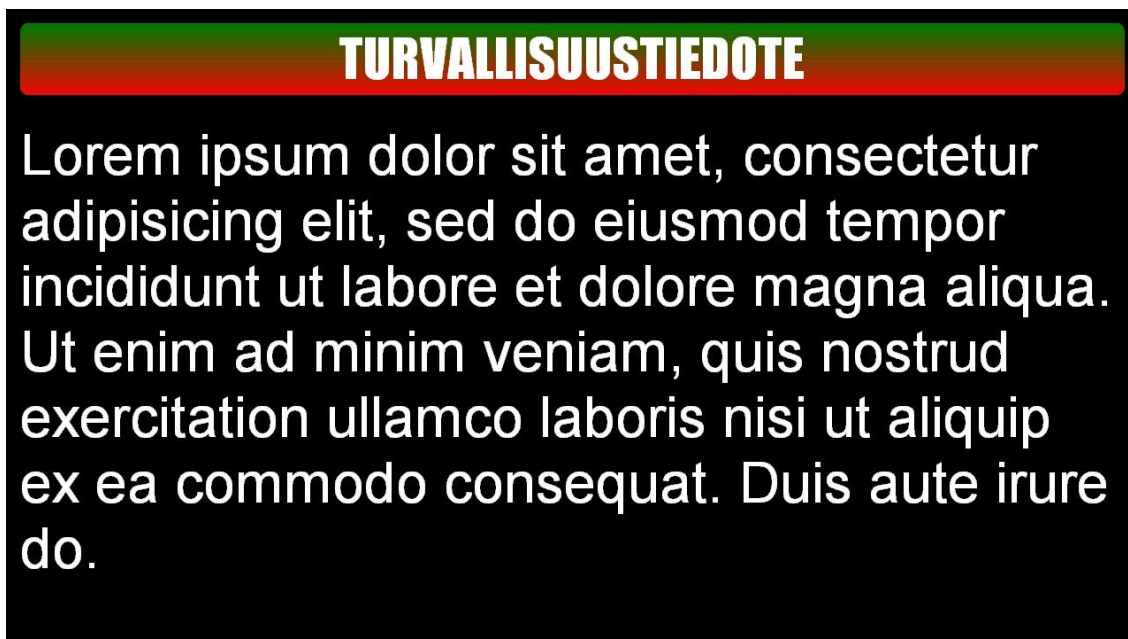
KUVA 50. Joulutoivotussivu



Yleisohjesivu ja Turvallisuusohjesivu sisältävät ohjeita, mitä logiikalle on syötetty asiakasohjelman kautta. Yleisohje voi sisältää työohjeita (kuva 51). Turvallisuustiedote sivulle voidaan syöttää tehtaan turvallisuustiedotteiden onnettomuustilastoja ja turvallisuusmuistutuksia (kuva 52). Sinne voidaan kirjoittaa myös turvallisuusohjeita kuljettajille.



KUVA 51. Yleisohjesivu



KUVA 52. Turvallisuustiedotesivu

### 6.3.2 Testaus

Ohjetekstien kirjoituksessa ilmeni logiikan luku- ja kirjoitusohjelman kehitysvaiheessa ongelmia. Kun ohjeteksti kirjoitettiin logiikalle, niin osa tekstistä jäi merkkijonon sisältävään logiikkaosoitteeseen, vaikka niitä oli yritetty ylikirjoittaa. Kun logiikalle kirjoitettiin esimerkiksi 20 merkkiä sisältävä merkkijono, niin viimeiset kymmenen merkkiä eivät poistuneet osoitteesta, kun seuraavan kerran päälle yritettiin kirjoittaa vain 10 merkkiä sisältävä merkkijono. Vanhan merkkijonon tyhjentäminen logiikalta C#-ohjelmointikielellä ja INGEAR-kirjastoja hyväksikäyttävällä palvelinohjelmalla osoittautui haastavaksi. Logiikan osoitteen sisältämä ohjetekstin merkkijono oli alun perin määritelty 254 merkin pituiseksi. Ohjetekstin ylikirjoitusyritykset kaatoivat ohjelman suorittamisen. Lopulta ohjeteksti lyhennettiin 200 merkin pituiseksi ja koksamon insinöörit tekivät logiikalle ohjelman, joka tyhjentää merkkijonon, kun esimerkiksi kamiohjeen, yleisohjeen tai turvallisuustiedotteen ohjetekstin statusbitti on nolla. TIA Portalilla tehtiin infonäytön projektin organisaatioyksikköön sykliseen ohjelmaan oma ohjelma, joka tyhjentää ohjetekstien tagien sisällön, kun ohjetekstin statusbitti siirtyy nollassa (kuva 53).



KUVA 53. Logiikkaohjelma, jolla tyhjenetään ohjeteksti

PTV-laitteen ohjelma testattiin useilla eri tavoilla. Annostelulaitoksen logiikalta tulevat arvot tarkistettiin vertailemalla PTV-laitteen näytölle toistamia arvoja automaation valvomonäytöllä näkyviin arvoihin. Automaation näytöllä näkyy graafisesti esitettyinä logiikalta automaatiolle tulevia tietoja. Ne osat, joissa PTV-laite käyttää koksamon toimiston S7-1200-logiikkaa, testattiin kahdella tavalla. TIA Portalin kautta syötettiin logiikalle arvoja, jossa ohjelman sivujen vaihdon ja toiminnallisuuden perusteella saattoi päätellä, että ohjelma toimii oikein. PTV-laitteen sisältämää

ohjelmaa testattiin myös C#-ohjelmointikielellä kirjoitetulla S7-1200-logiikan luku- ja kirjoitus ohjelmalla. Tietojen syöttö PTV-laitteelle testattiin käyttämällä asiakasohjelmaa ja arvot tarkastettiin logiikalta. Tässä yhteydessä logiikalta poistettiin tageista testauksessa käytetyt oletusarvot, jotta vikatilanteen sattuessa logiikalta löytyviä oletusarvoja ei erehdytä pitämään aitoina tuotannon data-arvoina.

Testatessa selvisi, että Crimson-ohjelmalla tehdyssä ohjelmassa ei saa olla laitteen sisäisiä tietokantavirheitä. Jos ohjelman tietokannassa on virhe, Crimson ilmoittaa virheestä ohjelman käyttöliittymässä. Virheen voi aiheuttaa Crimsonissa virheellisesti määritelty tagi, ilman käyttötarkoitusta oleva tagi, ilman käyttötarkoitusta varustetuilla toiminnoilla varustettu kuvake tai puolivalmis C-kielen kaltaisella ohjelmointikielellä toteutettu ohjelma. Jos PTV-laitteen ohjelmassa on virheitä, PTV-laite näyttää satunnaisesti näytöllä virheilmoituksen: "Software Exception. Guru Meditation Code...". Meditaatiokoodi-virheilmoituksen perässä on virheen tunnistesarja. Meditaatiokoodi on virheilmoitustyyppiltään melkoisen hyödytön, koska siitä ei ole juurikaan apua virheen syyn määrittelyssä. Crimson-ohjelman käyttäjälle tämä tarkoittaa sitä, että ohjelman kehittäjä joutuu turvautumaan virheidenkorjauksessa omaan järkeilyyn ja virheenetsintätaitoihin. Kehittäjä voi kääntyä myös teknisen tuen puoleen, jolla löytyy määritelmiä laitteen antamille virhekoodeille. PTV-laitteen sivujenvaihto saattaa jumiutua, jos ohjelman sisäisessä tietokannassa on virheitä. Jumiutumisen varalta PTV-laitetta testattiin pitämällä sitä päällä useita päiviä ennen tuotannon verkkoon kytkemistä. Alla olevassa kuvassa 54 infonäyttö on asennettuna kivihiihikentälle ja visualisointiesitys on toiminnassa.



KUVA 54. Infonäyttö toiminnassa kivihiilikentällä

## 7 JATKOKEHITYS

Infonäyttö on asennettu paikoilleen koksaamon kivihilientälle. Infonäytölle olisi hyvä asentaa kotelon päälle ruostumattomasta teräksestä tehty lippa, jotta lumi ei kasaannu kotelon päälle ja sade ohjautuisi ohi kotelon saumakohtien. Jatkokehitykseen kuuluu pidemmän aikavälin palautteen kerääminen kuljettajilta. Palautteiden jälkeen voitaisiin arvioida infonäytöllä esitettävien kuvakkeiden ja fonttien kokoja, että ovatko ne tarpeeksi suuria, jotta kuljettaja näkee ne hyvin. Lisäksi tulisi arvioida, pitääkö ohjelman sivujen näkyvyysaikaa pidentää. Sivunnäyttöajat voivat olla liian lyhyitä, jos esimerkiksi kivihillen syöttöaukolla käyvä kivihillen syöttökoneen kuljettaja ei ehdi sisäistää infonäytön informaatiota, koska sivu vaihtuu liian nopeasti. Sivulla voi ilmetä käytössä myös erilaisia prioriteetteja, jolloin on hyvä pidentää sellaisten sivujen näkyvyysaikaa, jotka kuljettajat kokevat hyödyllisimmäksi. Infonäytön käytön palautteenanto ja arviointi tapahtuvat koksaamon kivihilipalaverissa, johon osallistuvat myös kivihillen syöttökoneen kuljettajat. Myös näytön koko täytyisi arvioida. Tulevaisuudessa harkitaan, että hankitaanko kivihilientälle toinenkin infonäyttö. Tuleva näyttö voitaisiin sijoittaa nykyisestä infonäytöstä 90-astetta länteen. Nykyisen näytön tarkasteleminen tapahtuu, kun kivihillen syöttökoneen kuljettaja saapuu kivihillen syöttöaukolle. Seuraava infonäyttö näkyisi kuljettajalle jo silloin, kun kuljettaja on vasta ajamassa syöttökoneetta syöttöaukolle. Tällöin on otettava huomioon käyttötietien palautteet näytön koosta. Nykyisen kivihilientän infonäytön sivulle sijoitettava tuleva infonäyttö voisi olla nykyistä 46-tuumaista näyttöä ja koteloa isompi, jos nykyinen infonäyttö koetaan pieneksi.

PTV-laitteen testauksen perusteella ilmeni, että PTV-laite ei vaihda automaattisesti kesä- tai talviaikaan. Kellonaika ja päivämäärä on tuotava Crimson-ohjelmaan ohjelmointitietokoneelta ja päivitettävä PTV-laitteeseen. Jatkokehityksenä PTV-laite voitaisiin yhdistää Ruukin aikapalvelimelle, jolloin PTV-laite olisi oikeassa ajassa.

Kivihilientän infonäytölle olisi tarpeellista kehittää interaktiivisuus kivihillen syöttökoneen kuljettajan ja infonäytön välille. Tämä voitaisiin toteuttaa tekemällä kivihillen syöttökoneen asiakasohjelmaan painikkeita. Painikkeilla kuljettaja voisi ohjata infonäyttöä esimerkiksi jumittamalla näytölle tietyn sivun. Painikkeilla voisi ohjata infonäyttöä niin, että kuljettaja voisi halutessaan hypätä tietylle sivulle tai jumittaa tietyn sivun infonäytölle pidemmäksi aikaa. Kun

normaalisti sivu vaihtuu n. 15 sekunnin kuluessa, niin sivun vaihdon viive voisi olla painikkeen painalluksen jälkeen esimerkiksi 5 minuuttia.

Infonäytöllä olevia ohjeita ja tiedotteita voisi kuitata syöttökoneessa olevilla painikkeilla. Painiketta painamalla sivuesitys infonäytöllä voisi jumiutua tiettyyn tiedotteeseen niin pitkäksi aikaa, kunnes kuljettaja kuittaa tiedotteen nähdynsä. Tällöin infonäyttö voisi toimia myös ensisijaisena ohjeiden ja tiedotteiden välitystapana, koska voitaisiin olla varmoja, että kuljettaja näkee tärkeän tiedon. Kun sivuesitys pyörii ilman interaktiivisuutta, niin sivujen informaatiota saattaa jäädä näkemättä kuljettajalla, koska kuljettaja ei ole jatkuvasti syöttöaukolla tarkkailemassa infonäyttöä.

Infonäytöllä näkyy H23 vaa'an punnitustiedot ja tehdasvuorokaudessa vaa'an yli kivihiihikentältä siiloihin kulkeutuneet tonnit. Kivihiihien syöttökoneeseen voisi yhden painikkeen taakse asentaa toiminnon, jossa painiketta painamalla kivihiihien tonnilaskuri nollattaisiin, jotta kuljettaja voi seurata omaa päivittäistä ajomäärää. Tehdasvuorokausi alkaa aamulla kuudelta. Kivihiihien syöttökoneen kuljettaja voi tulla töihin jo aamuyöllä ennen kello kuutta. Tällöin voi eteen tulla tilanne, jossa kuljettaja on ollut jo pari tuntia töissä, mutta kuljettajan syöttöaukolta kuljettimille syöttämä kivihiihien vuorokausimäärä nollaantuu aamulla kuudelta. Tällöin aamuvuoroon tullut kuljettaja ei näe oman työvuoronsa aikana ajettua kivihiihimäärää. Ilta- ja yövuoroon tulleet kivihiihien syöttökoneen kuljettajat eivät myöskään näe syöttämänsä kivihiihimäärää, koska kivihiihien vuorokausilaskuri on kerryttänyt tonneja aamusta asti. Henkilökohtainen vuorokausilaskuri vaa'an H23 tonnimäärästä voitaisiin lisätä lisätiedoksi Siiloon x -sivulle.

Raahan tehtaan satamaan saapuu säännöllisin väliajoin kivihiihilaivoja, joiden lasti siirretään kivihiihikentälle kuorma-autoilla. Sijoituspaikat kivihiihikentällä suunnittelee laatuasiantuntija. Tulevaisuudessa infonäyttöön voitaisiin lisätä sivu, jossa näkyy saapuvat laivat. Tällöin kivihiihien syöttökoneen kuljettajat näkisivät myös ajantasasta tietoa siitä, milloin kivihiihikentälle on tulossa kivihiihieriä. Saatavilla on myös tietoja, joista nähdään laivojen arvioitu saapumisaika satamaan ja laivan tunnistetiedot.

Laatunumero-sivulla voitaisiin näyttää myös seuraavana kivihiihensyöttöön tuleva laatu. Tässä tapauksessa seuraavan laadun pitäisi olla etukäteen tiedossa. Kuljettimille syötettävä kivihiihilaatu päätetään valvomossa. Jos laatuja syöttöjärjestykset olisivat etukäteen tiedossa, niin valvomo voisi asettaa myös seuraavan syötettävän laadun. Seuraava laatu -merkintä olisi vain arvio.

Kuljettajien pitää tarkistaa ajossa oleva laatu, ennen kuin he syöttävät kivihiiltä kuljettimille. Seuraava laatu voitaisiin esittää arviona myös siilojen pintatietojen perusteella. Kun tiettyä laatua sisältävä siilon on tyhjentyneessä, niin infonäytöllä lukisi tietoja laaduista, jotka ovat loppumassa siiloista.

PTV-laitteen sivuesitystä voidaan katsoa myös samaan verkkoon liitetyn tietokoneen internetselaimella. Kivihiilen syöttökoneessa on tietokone ja näyttö, jossa näkyy muun muassa kivihiilikentän karttatiedot. Tietokoneelle voitaisiin asentaa näkymään kivihiilikentän hallintaan tarkoitetun asiakasohjelman yhteyteen myös infonäytön internetsivun näkymä.

Automaation näytölle voisi tehdä turvallisuusohje-sivun, josta voisi kirjoittaa logiikalle turvallisuusohjeita, jotka näkyisivät infonäytöllä. Valvomo käyttää automaation näyttöjä, joten tällä tavoin valvomo voisi osallistua kivihiilikentän turvallisuuden ylläpitämiseen ja parantamiseen. Ohjeiden kirjoituksen voisi integroida myös CHMS-järjestelmän toimistosovellukseen. Tämä olisi kätevää, koska samalla käyttöliittymällä laatuasiantuntijat suunnittelevat kivihiilikentän toimintaa, joten ohjelmat yhdistyisivät, eikä ohjeiden kirjoitukseen tarvitse käyttää ylimääräistä sovellusta.

PTV-laitteen viitekäsikirjassa on SendMail-funktio, jonka avulla PTV-laite voi lähettää sähköpostia operaattorin liitännästä. Sähköposti lähetetään käyttämällä PTV-laitteen tietokantaan tallennettua sähköpostin lähetystapaa. Kun kahden laadun ajo aktivoidaan infonäytölle, niin voimassa oleva ohje näkyy ohjeen asettajalle asiakasohjelmassa. Asiakasohjelmasta voi tarkistaa ohjeen tilan ja poistaa sen myös käytöstä. PTV-laite voitaisiin asettaa lähettämään muistutussähköposti laatuasiantuntijalle aina, kun ohje on poistettu käytöstä. Jos ohjeen käytöstä poiston sähköpostia ei saavu, niin laatuasiantuntijan täytyy aktivoida poistamaan ohje asiakasohjelman kautta.

Kivihiilikentälle ei saa tulla luvatta. Kun kivihiilikentälle saavutaan ajoneuvolla tai kävellen, täytyy tulijan ilmoittaa tulostaan valvomoon tai syöttökoneen kuljettajalle ennen kivihiilikentälle menoa. Luvattomat kulkijat kivihiilikentällä ovat turvallisuusriski. Kivihiilen syöttökone ja kivihiilen kuljetusajoneuvot ovat niin suuria, että kuljettajien on vaikea nähdä kävellen kulkevaa ihmistä tai pienempää ajoneuvoa. Infonäytön jatkokehitykseen voisi kuulua, että infonäyttö yhdistettäisiin vierailijoiden kivihiilikentällä kulkemiseen. Kivihiilikentälle tullaan tietyistä kohdista, usein esimerkiksi esimurskaamon parkkipaikan luota. Kivihiilikentän tulokohtiin voitaisiin asentaa liiketunnistimia, jolloin liiketunnistimen aktivoituessa infonäytölle tulisi ilmoitus, että kivihiilikentälle

on joku tulossa. Liiketunnistimille voisi olla myös vaihtoehtona hätäseis-kytkin. Kivihiilikentän sisääntuloaukoilla voisi olla hätäseis-kytkimiä, jota painamalla kivihiilikentälle vierailemaan haluava ihminen lähettäisi ilmoituksen infonäytölle. Hätäseis-kytkin toimisi ilmoituksena kivihiilikentälle sisään- tai ulostulosta. Jos kivihiilen syöttökoneeseen on asennettu interaktiivisuus infonäytön kanssa, niin kuljettaja voisi painiketta painamalla kuitata vierailijan sisääntulopyynnön, jolloin sisääntuloaukolla voisi syttyä valo, jolloin vierailija tietäisi saaneensa luvan tulla kivihiilikentälle.

Koksaamon hiilitornissa on käytössä kosteusmittaus. Jos siilojen kuljetushihnan yhteyteen ennen annostelulaitosta asennettaisiin samankaltainen kosteusmittaus, niin infonäytöllä voisi näyttää laatukohtaisia kosteustietoja. Kun kosteus ylittäisi tietyn rajan ja ulkoilman lämpötila ylittäisi tietyn pakkasrajan, niin infonäytölle voitaisiin viedä ilmoitus siilojen jäätymisvaarasta. Tällöin kuljettaja voisi ottaa kivihiiltä eri puolelta kasaa, jossa kivihiili ei olisi ehkä niin kosteaa.

Infonäytön visualisointijärjestelmästä olisi hyvä tehdä Ruukille sisäinen ohjekirja, jossa on koottuna asetukset, toiminnot, toimintatavat ja vinkkejä. Tämä opinnäytetyö on hyvä ohje PTV-visualisointijärjestelmän kehittämiseen, mutta jatkokehityksen edetessä se toimisi myös päivitettävänä ohjedokumenttina, johon muutokset kuvataan.



## 8 YHTEENVETO

Alkuperäinen tavoite oli, että ulkonäytön eri ratkaisumallit kartoitetaan ja kilpailutetaan, sekä että visualisointijärjestelmä toimisi testiympäristössä. Työn tuotoksena oli säänkestävä infonäyttö ulkokäyttöön, jonka visualisointijärjestelmä on toteutukseltaan ja sivujen ulkoasultaan nykyaikainen. Lopputuloksena on tuotannossa toimiva infonäyttö. Näytöllä näkyvät tiedot ovat ohjelmoitavilta logiikoilta tulevia tietoja ja ne ovat reaaliaikaisia. Infosivut vaihtelevat tarpeen mukaan, jolloin vain kyseiselle hetkelle tarpeelliset sivut pyörivät infonäytön esityksessä.

Kivihiilikentän infonäyttö opinnäytetyönä oli haastava, koska aihe oli laaja ja se vaati paljon perehtymistä. Vastaavan kaltaisia ulkonäyttöratkaisuja tehdasprosessin tueksi ei ole vielä tiettävästi muualla toteutettu. Työ opetti paljon tuotteiden vertailusta, ohjelmoitavista logiikoista, C- ja C#-ohjelmointikielestä, ohjelman toteuttamisesta ja projektin hallinnasta.

Työssä harjoitin yhteistyötaitoja näyttö-, kotelointi ja ohjelmistoyritysten edustajien ja Ruukin urakoitsijoiden kanssa. Kommunikointi vaati muun muassa englanninkielistä sähköpostikirjeenvaihtoa ja puheluita englanniksi. Urakoitsijoiden kanssa suunniteltiin automaatiota, sähkötöitä, telineitä ja loppuasennusta kivihiilikentälle. Yhteistyö kehitystiimin ja urakoitsijoiden kanssa oli erittäin antoisaa projektin ja oppimisen kannalta.

Infonäyttö on moderni ja mielenkiintoinen toteutus. Onnistuin infonäyttö-projektissa erinomaisesti. Infonäyttö otettiin käyttöön tehtaassa tuotannossa ja siihen jäi paljon mielenkiintoisia jatkokehitysmahdollisuuksia.

## LÄHDELUETTELO

Communication with Siemens S7-300 PLCs via Ethernet. Red Lion.

<http://www.redlion.net/Support/TechNotes/ProcessControl/TNOI34.pdf>. Hakupäivä 15.05.2013

Crimson 3 Reference Manual. Red Lion.

<http://www.redlion.net/Support/Software/Crimson3.0/Docs/rm.pdf>. Hakupäivä 20.05.2013

Crimson 3 Tutorial. Red Lion.

<http://www.redlion.net/Support/Software/Crimson3.0/Docs/Crimson3Tutorial-web.pdf> Hakupäivä 12.9.2013

Datatyöpien koko bitteinä. Vaasan Ammattikorkeakoulu.

[http://www.cc.puv.fi/~ot/ISA0503\\_Ohjelm\\_logiikat/ISA0503-Ohjelmoitavat%20logiikat,%20Johdanto.pdf](http://www.cc.puv.fi/~ot/ISA0503_Ohjelm_logiikat/ISA0503-Ohjelmoitavat%20logiikat,%20Johdanto.pdf). Hakupäivä 23.10.2013

Dynascan LCD-näytöt kirkkausvertailu. Youtube.

<http://www.youtube.com/watch?v=0DwovgPB7cY>. Hakupäivä 28.6.2013

Haastattelu: Kallio, T., laatuasiantuntija, Ruukki Metals Oy. Tietoa kameista. Sähköpostiviesti 10.09.2013

HDTV-resoluutiot. About.com. <http://tv.about.com/od/hdtv/a/whatisHDTV.htm>. Hakupäivä 25.10.2013

IP-luokitus. Taloon.com. [http://www.taloon.com/info/tietoa\\_rakentajalle/ip-arvot](http://www.taloon.com/info/tietoa_rakentajalle/ip-arvot). Hakupäivä 26.9.2013

Kaavio. Armagard.

<https://c.eu0.content.force.com/servlet/servlet.EmailAttachmentDownload?q=MJ4b4e5C4y4%2F2y3PhUfyMqsZUP5SlpNlnQaKMOBL1WGJAe9tGjicDnxHfaPTCKJRthKw3Pj8FFwEvqWPmiXqQ%3D%3D>. Hakupäivä 26.08.2013

Koksaamon historia. 2012. Rautaruukki Oyj Intra.

[http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahe/Esittelymateriaali/Rauta\\_Energia/Koksaamon\\_lukuja\\_historia.ppt](http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahe/Esittelymateriaali/Rauta_Energia/Koksaamon_lukuja_historia.ppt). Hakupäivä 2.7.2013

Koksaamon prosessit. 2013. Rautaruukki Oyj Intra.

[http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahe/Esittelymateriaali/Rauta\\_Energia/Koksaamon%20prosessit.ppt#304,2,Slide 2](http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahe/Esittelymateriaali/Rauta_Energia/Koksaamon%20prosessit.ppt#304,2,Slide%202). Hakupäivä 3.7.2013

LCD-näyttö. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/LCD-n%C3%A4ytt%C3%B6>. Hakupäivä 25.9.2013

Plasmanäyttö. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Plasmapaneelin%C3%A4ytt%C3%B6>. Hakupäivä 19.10.2013.

PTV Manual. Red Lion.

<http://www.redlion.net/Products/Groups/ProducTVityStation/ProducTVityStation/Docs/07051.pdf>.  
15.05.2013

Ohjelmoitava logiikka. Wikipedia. [http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka). Hakupäivä 17.10.2013

OPC. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/OPC>. Hakupäivä 16.10.2013

Rautaruukki Oyj kotisivu. Historia. <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia>. Hakupäivä 24.9.2013

Rautaruukki. Wikipedia. [http://fi.wikipedia.org/wiki/Rautaruukki\\_\(yritys\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Rautaruukki_(yritys)). Hakupäivä 23.9.2013

Ritola, H.-P. 2013. Karttanäyttö Komatsu-pyöräkuormaajassa. Valokuva 2013

Ritola, H.-P. 2013. Komatsu-pyöräkuormaaja kivihiilikentällä. Valokuva 2013

Ruukin teräsliiketoiminta. 2013. Rautaruukki Oyj Intra. Versio 2.

<http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Raahe/Esittelymateriaalia/raahen-tehtaan-esittelymateriaalia.aspx>. Hakupäivä 2.7.2013

Ruukki yleisesittely. 2013. Rautaruukki Oyj Intra.

[http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Presentations%20library/RM%20general%20presentation\\_2013\\_FI.pptx](http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Presentations%20library/RM%20general%20presentation_2013_FI.pptx). Hakupäivä 22.8.2013

Specifications. Dynascan. [http://www.dynascanusa.com/ds2\\_product\\_DS46LO4.html](http://www.dynascanusa.com/ds2_product_DS46LO4.html). Hakupäivä 20.10.2013

TFT-LCD. Cell Phones. <http://cellphones.about.com/od/phoneglossary/g/What-Is-Tft-Lcd.htm>. Hakupäivä 20.10.2013

## LIITTEET

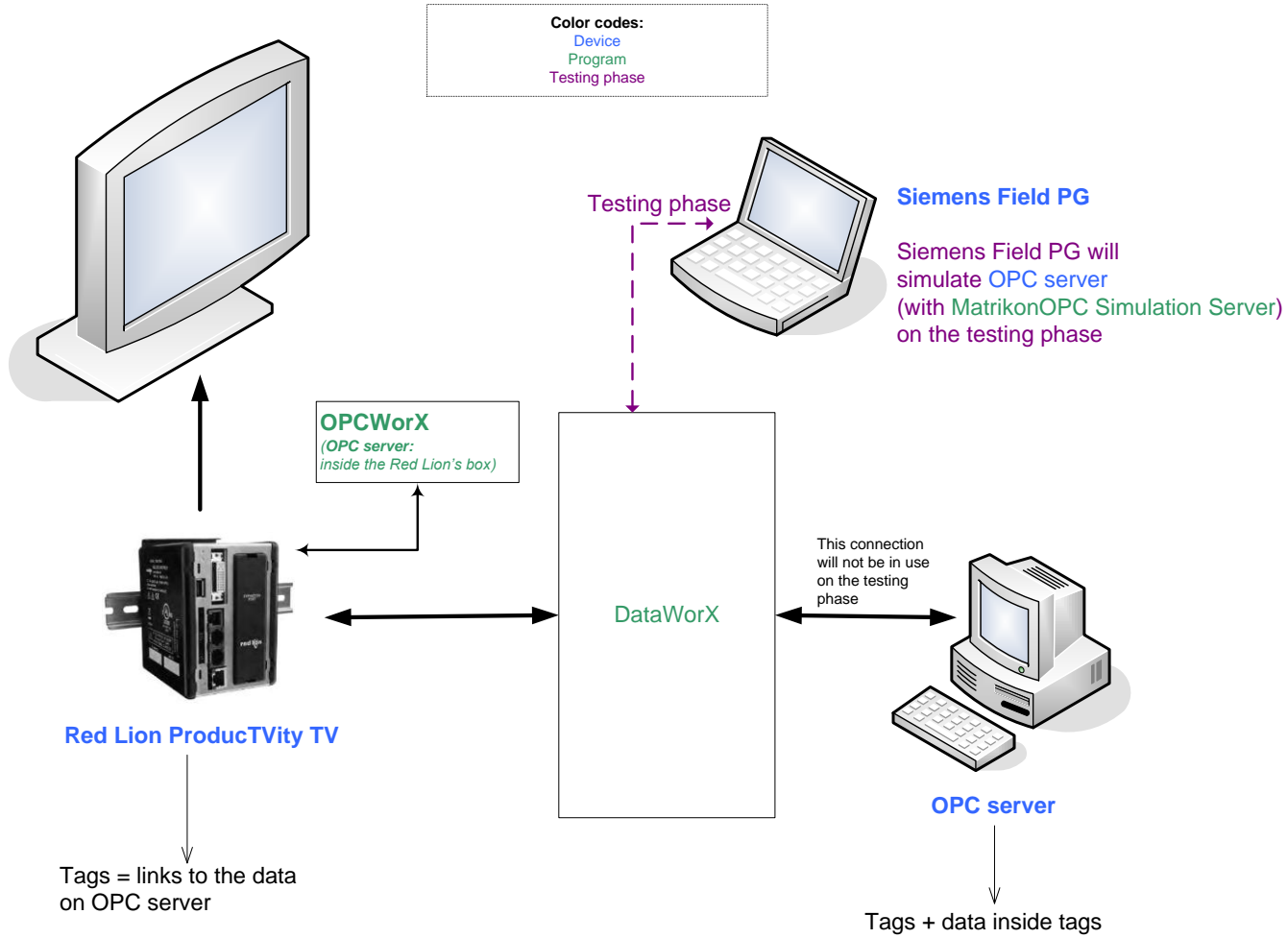
Liite 1 DataWorx:in toimintaympäristö

Liite 2 Logiikan konfiguroiminen: Siemens S7-400 ja Red Lion PTV-laite

Liite 3 Sekvenssikaavio ja syntaksit: visualisointilaitteen ohjelman sivujen vaihto

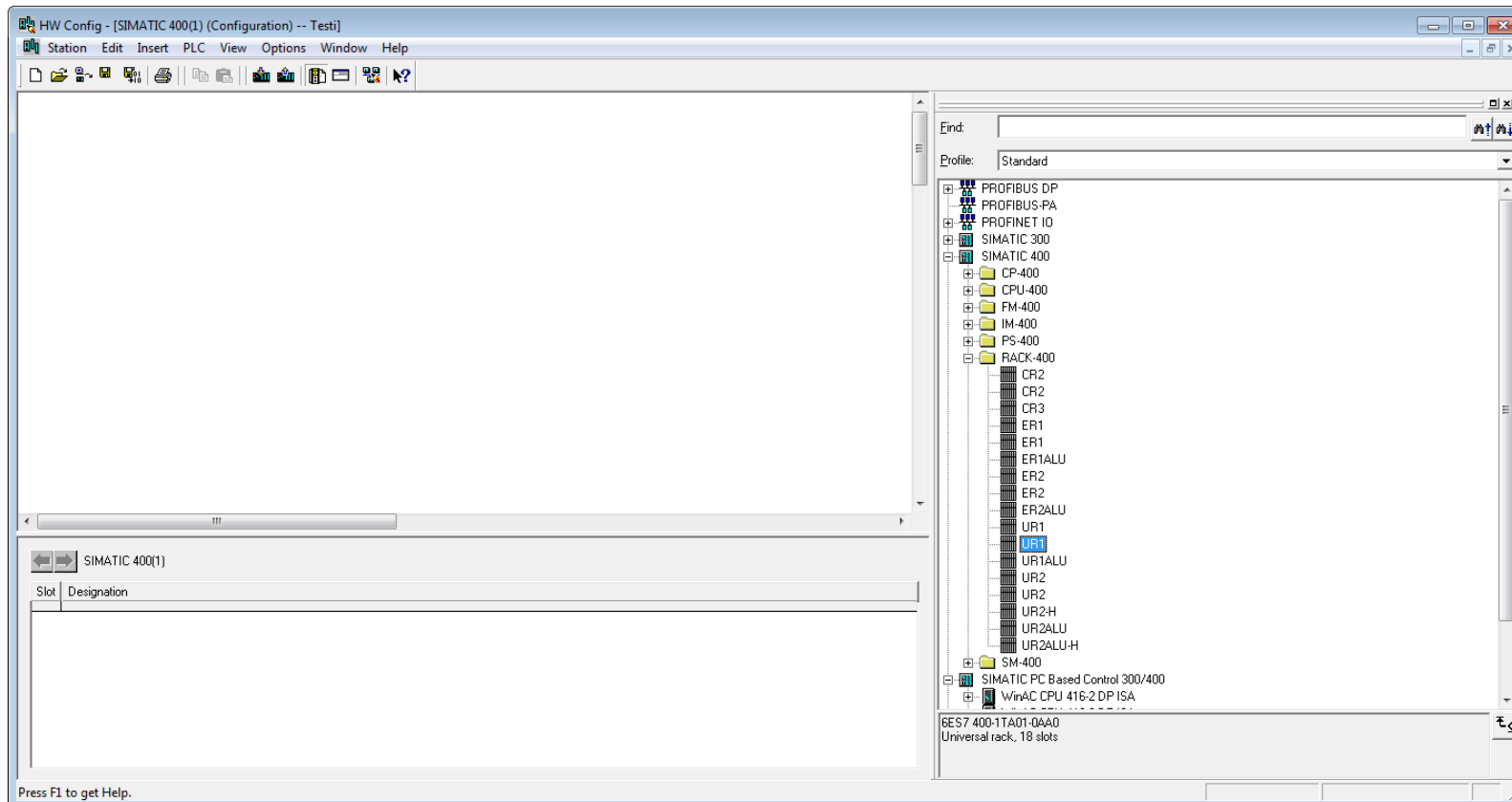
Liite 4 PTV-laitteen ohjelman sivut ja kuvakkeiden syntaksit

# CONNECTING VIA DATAWORX



## Siemens S7-400, testiympäristön luominen

### 1.Laitteiston määrittely SIMATIC Manager -ohjelmointiohjelman projektiin



HW Config - [SIMATIC 400(1)] (Configuration) -- Test1

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

(0) UR1

1	PS 407 20A
3	CPU 414-3 DP
X2	DP
X7	MPI/DP
IF1	
5	CP 443-1
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

End:

Profile: Standard

- PROFIBUS DP
- PROFIBUS-PA
- PROFINET IO
- SIMATIC 300
- SIMATIC 400
  - CP-400
    - Industrial Ethernet
      - CP 443-1
        - 6GK7 443-1EX00-0XE0
        - 6GK7 443-1EX01-0XE0
        - 6GK7 443-1EX02-0XE0
        - 6GK7 443-1EX10-0XE0
        - 6GK7 443-1EX11-0XE0
          - V1.1
          - V2.0
          - V2.3
          - V2.5
          - V2.6
      - 6GK7 443-1EX20-0XE0
      - CP 443-1 ISO
      - CP 443-1 AdvancedIT
    - PROFIBUS
    - Point-to-Point
  - CPU-400
  - FM-400
  - IM-400
  - PS-400
  - RACK-400
    - CR2
    - CR3
    - ER1
    - ER1
    - ER1ALU
    - ER2
    - ER2ALU
    - UR1
    - UR1ALU
    - UR2
    - UR2
    - UR2H
    - UR2ALU
    - UR2ALU-H
  - SM-400
- SIMATIC PC Based Control 300/400
  - WinAC CPU 416-2 DP ISA
  - WinAC CPU 416-2 DP ISA
  - WinAC CPU 416-2 DP ISA LITE

(0) UR1

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1	PS 407 20A	6ES7 407-0RA02-0AA0					
3	CPU 414-3 DP	6ES7 414-3GJ00-0AB0	V3.1	2			
X2	DP				0191*		
X7	MPI/DP			2	0180*		
IF1							
5	CP 443-1	6GK7 443-1EX11-0XE0	V2.6		0189		
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

Insertion possible

6GK7 443-1EX11-0XE0  
S7 CP for Industrial Ethernet ISO and TCP/IP, with SEND/RECEIVE and FETCH/WRITE interface, long data, UDP, TCP, ISO, S7 communication, routing, module replacement without PG, 10/100 Mbps, IP multicast, Access protection with IPACL, firmware V2.6



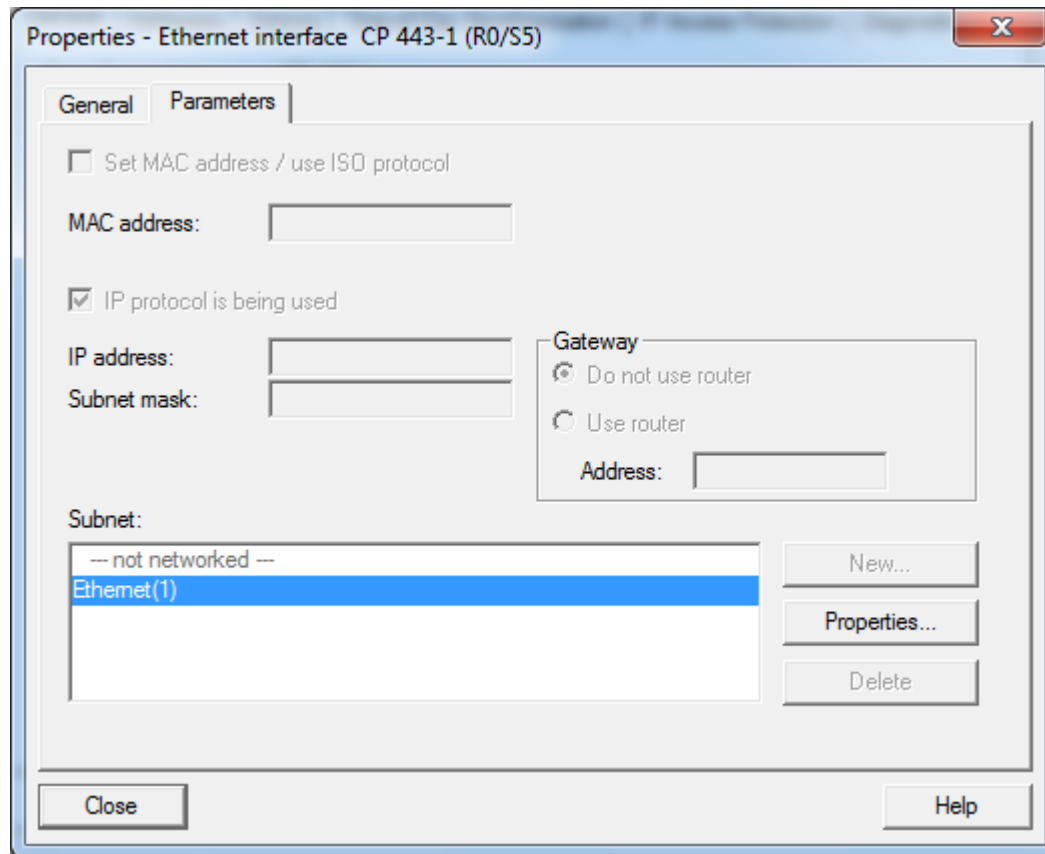
## 2. Datalohkojen lataaminen logiikalle

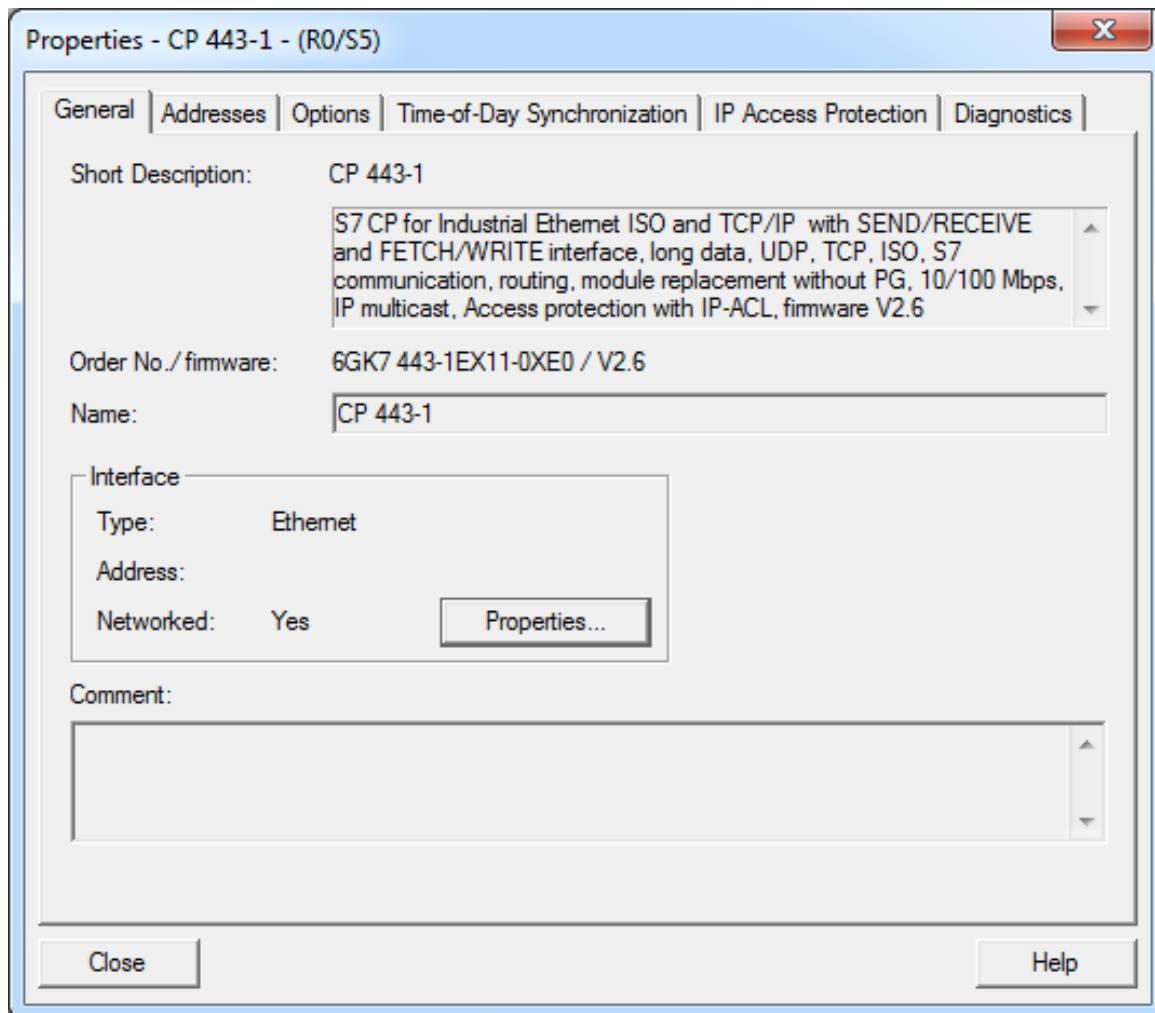
The screenshot shows the SIMATIC Manager interface with a table of data blocks. The table has the following columns: Object name, Symbolic name, Created in language, Size in the work me..., Type, Version (Header), Name (Header), Unlinked, Author, Non-Retain, Standard block, Last interface change, DB write-protected in..., Last modified, and More.

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work me...	Type	Version (Header)	Name (Header)	Unlinked	Author	Non-Retain	Standard block	Last interface change	DB write-protected in...	Last modified	More
System data	...	...	...	SDB	...	...	...	...	...	...	...	...	05/14/2013 12:12:24 PM	...
OB1	...	FBD	38	Organization Block	0.1	...	...	...	...	...	02/15/1996 04:51:1...	...	05/14/2013 11:42:48 AM	...
DB1	Ohjaukset	DB	270	Data Block	0.1	...	...	...	...	...	03/07/2003 03:00:4...	...	03/28/2007 01:24:21 PM	...
DB10	Honeywell-ohjaukset	DB	270	Data Block	0.1	...	...	...	...	...	04/17/2003 02:37:0...	...	03/28/2007 01:21:37 PM	...
DB11	...	DB	38	Data Block	0.1	...	...	...	...	...	05/14/2013 12:55:5...	...	05/14/2013 12:55:51 PM	...
DB98	TIEDOT HW:LLE	DB	294	Data Block	0.1	...	...	...	...	...	03/01/2006 11:07:1...	...	02/01/2013 09:18:31 AM	...
VAT_1	VAT_1	...	...	Variable Table	0.1	...	...	...	...	...	05/14/2013 12:13:4...	...	05/14/2013 12:13:47 PM	...

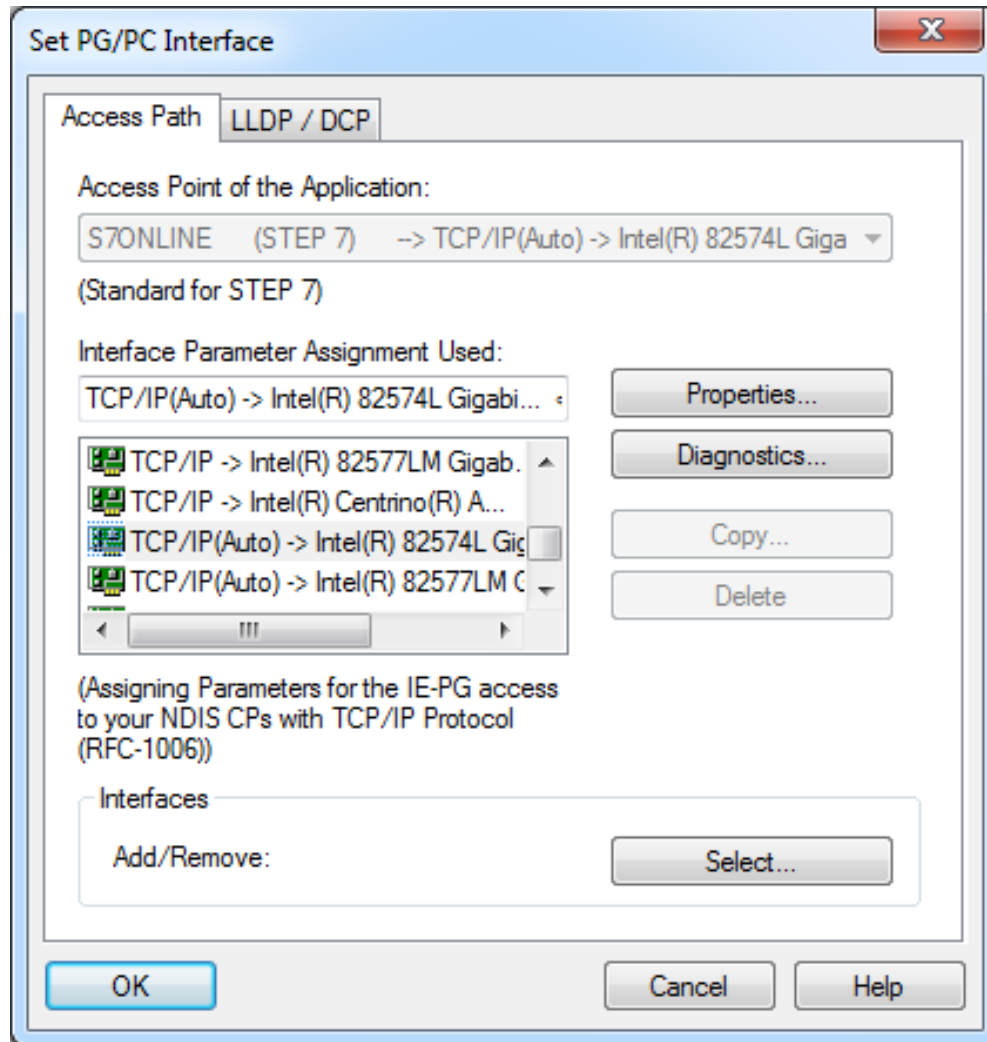
At the bottom of the window, there is a status bar with the text "Press F1 to get Help." and "TCP/IP(Auto) -> Intel(R) 82574L Gig... 578 Bytes".

### 3. Logiikan verkkokortin asetusten määrittely

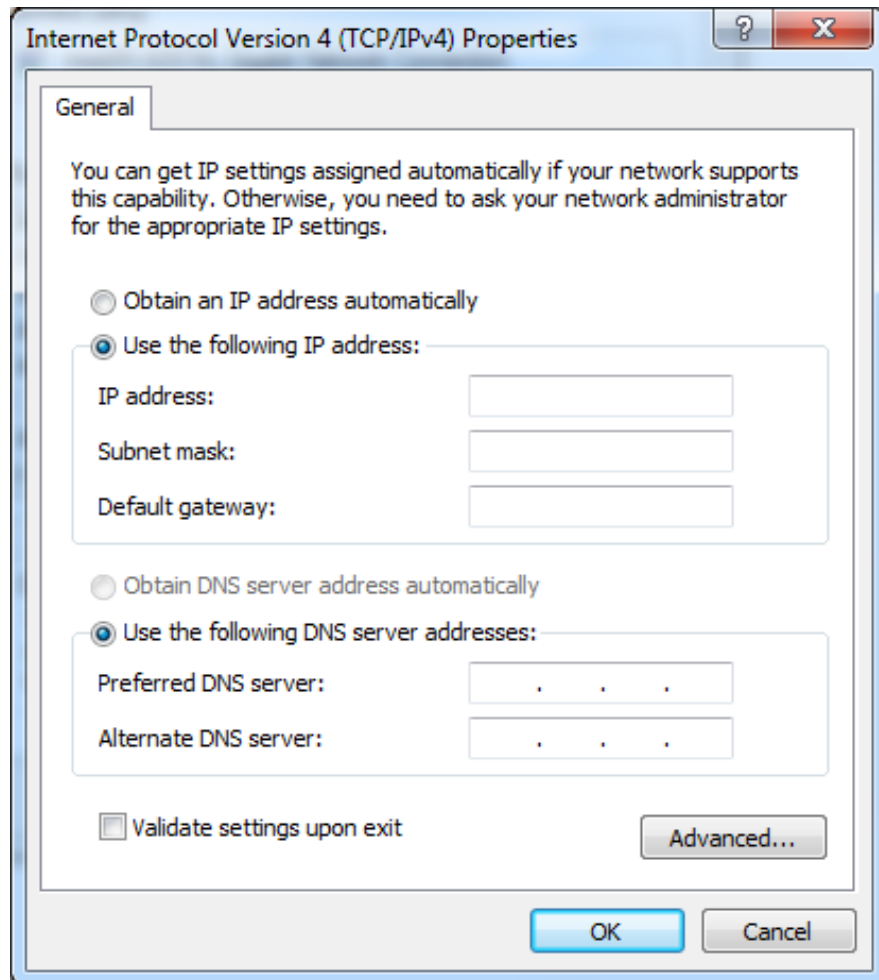




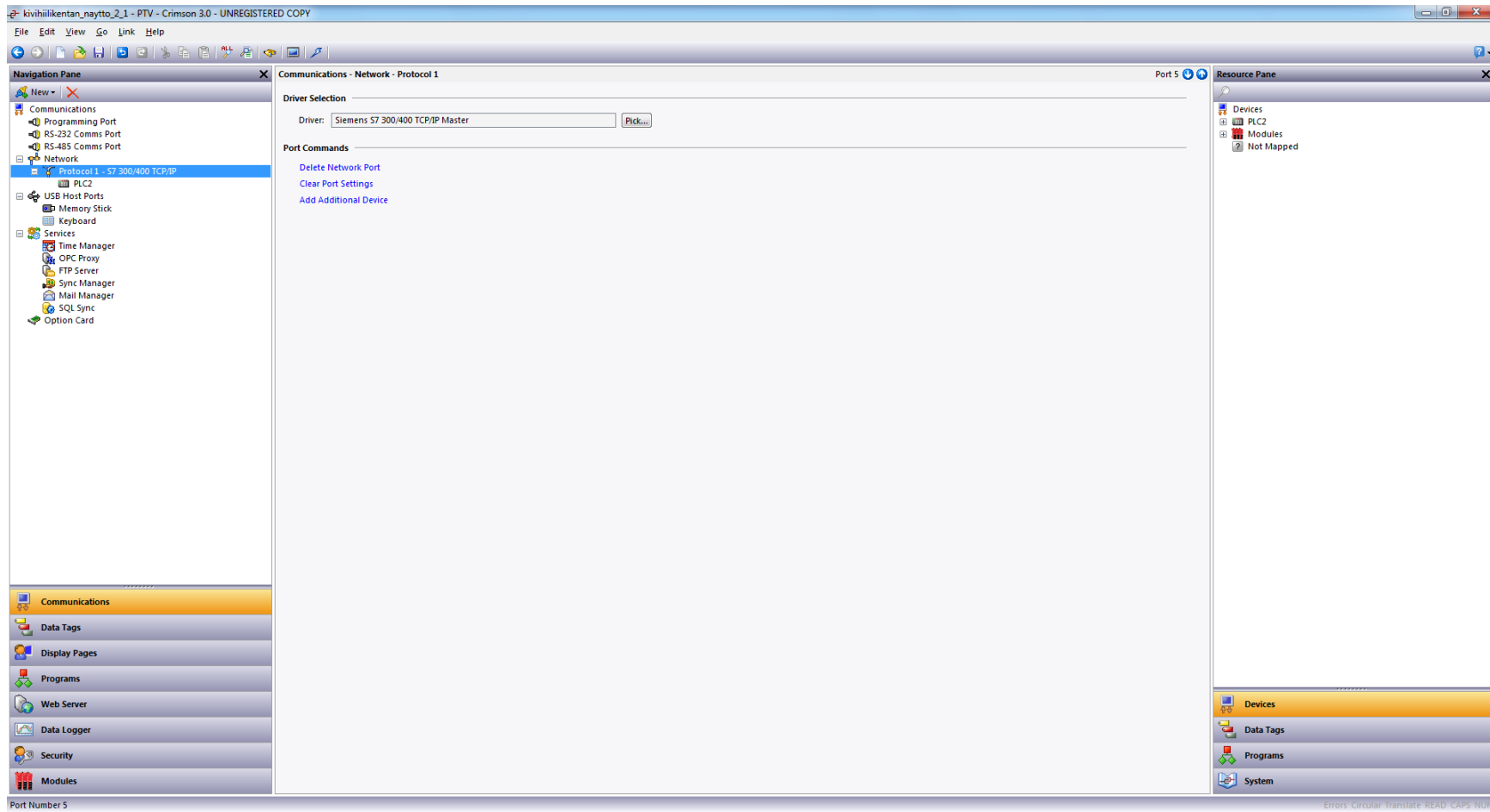
#### 4.SIMATIC Manager -ohjelmointiohjelman verkkokortin yhteys logiikalle



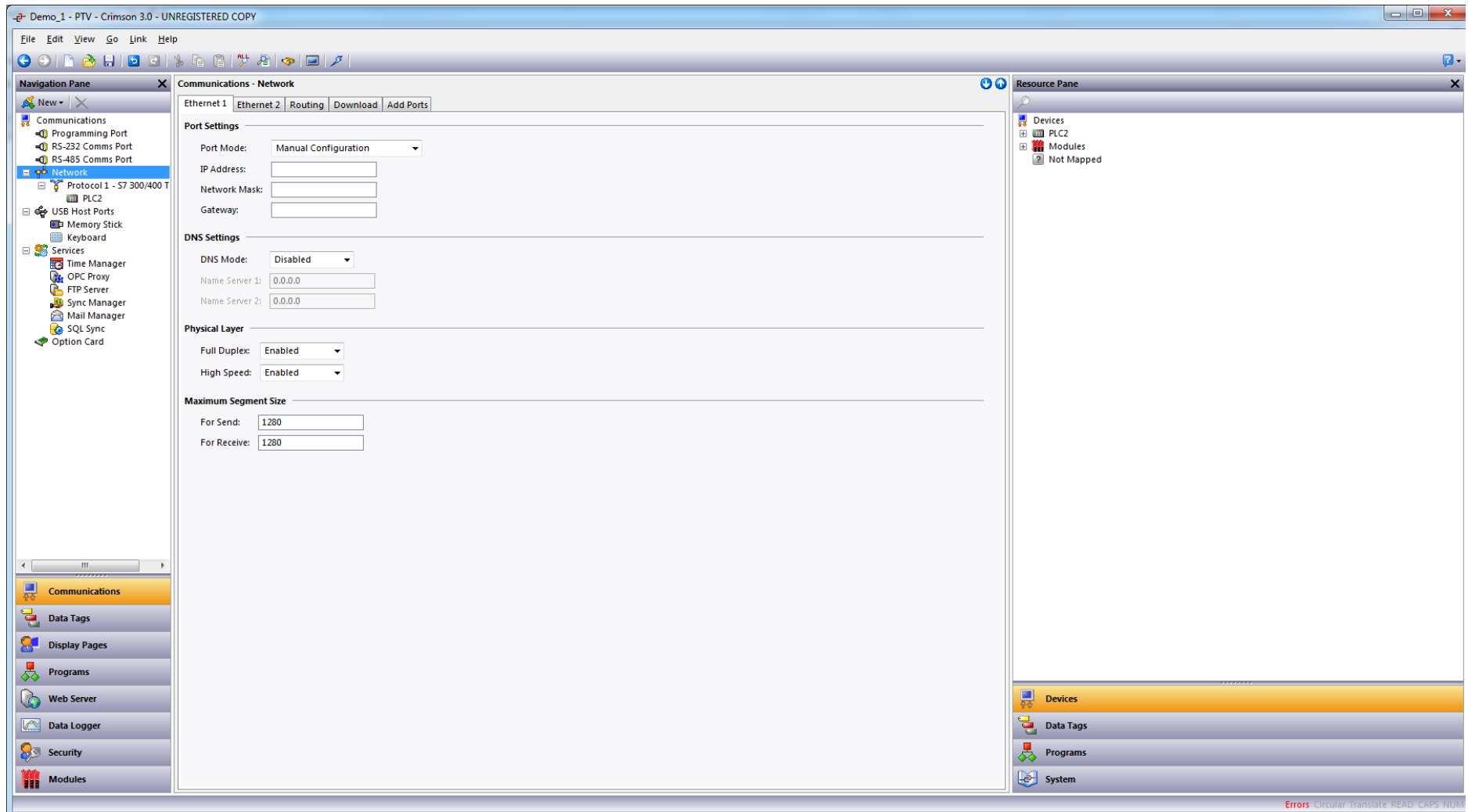
5.Logiikan IP-osoiteavaruuden määrittely ohjelmointiohjelman sisältävälle tietokoneelle



## 6. Ajureiden määrittely Crimson-ohjelmassa logiikan tiedonsiirtoyhteyttä varten



## 7.PTV-laitteen määrittely Crimson-ohjelmalla samaan IP-osoiteavaruuteen testilogiikan kanssa



## 8. Logiikan mallin, IP-osoitteen, räkien, prosessorin ym. asetusten määrittely PTV-laitteeseen Crimson-ohjelmalla

The screenshot displays the Crimson 3.0 software interface for configuring a PLC2 device. The main window is titled "Demo\_1 - PTV - Crimson 3.0 - UNREGISTERED COPY". The interface is divided into several panes:

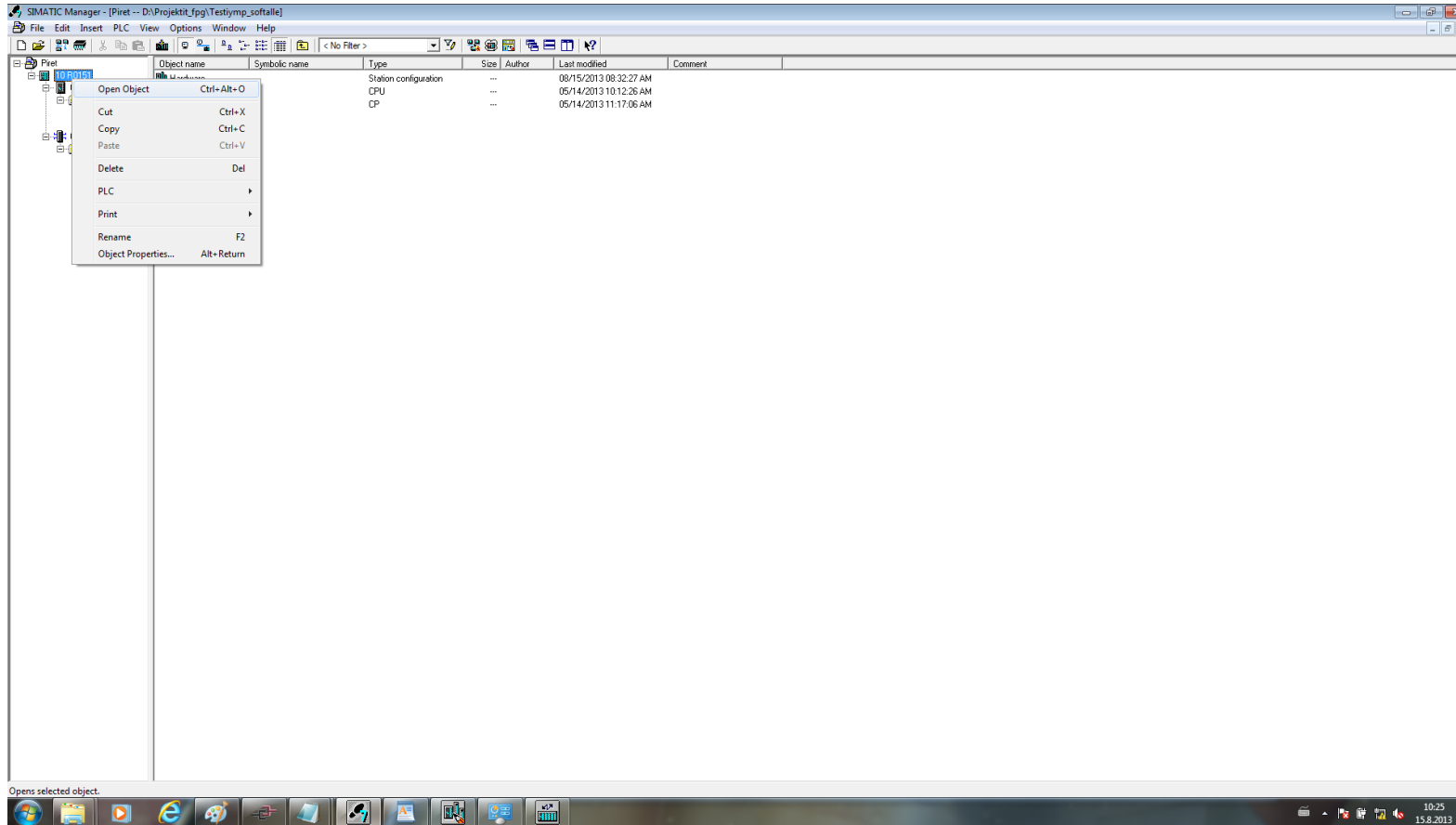
- Navigation Pane:** Shows a tree view of the project structure, including Communications, Network, and Services.
- Communications - Network - Protocol 1 - PLC2:** The main configuration area, divided into several sections:
  - Device Settings:** Enable Device: Yes.
  - Device Identification:** IP Address: (empty), Use TSAP Configuration: No, S7 Server TSAP (Hex): 1000, S7 Client TSAP (Hex): 1000, Type: S7 300/400 CPU, Server Connection (Hex): 10, Client Connection (Hex): 10, Rack: 0, Slot: 3.
  - Fallback Configuration:** IP Address: 0.0.0.0, S7 Server TSAP (Hex): 0000, S7 Client TSAP (Hex): 0000.
  - Protocol Options:** Link Type: Use Dedicated Socket, ICMP Ping: Disabled, Connection Timeout: 5000 ms, Connection Backoff: 200 ms, Transaction Timeout: 2500 ms.
  - Advanced Settings:** Spanning Reads: Enabled, Transactional Writes: Enabled, Preempt Other Devices: No, Favor UI Writes: No, Comms Delay: 0 ms.
  - Device Commands:** Delete This Device, Add Gateway Block.
- Resource Pane:** Shows a tree view of the device's resources, including Devices, PLC2, and Modules.

The bottom status bar contains the text: "The Enable Device property can also be set to an expression. Prefix the code with an equals sign or drag a tag on to the field." and "Errors Circular Translate READ CAPS NUM".



## S7-400-testilogiikan osoitevaruuden muuttaminen

1. Osoitevaruutta ei voi muuttaa projektin perusnäköystä, joka on pelkkä lukutila. Päivitys suoritetaan avaamalla ensin laitehallinta



2. Osoite muutetaan verkkokortin asetuksia muokkaamalla. Ensin päivitetään MAC-osoite, jonka jälkeen logiikalle voidaan ladata uusi IP-osoite.

HW Config - [10 R0151 (Configuration) -- Piret]

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

Find:  Profile: Standard

PROFIBUS DP  
 PROFIBUS-PA  
 PROFINET IO  
 SIMATIC 300  
 SIMATIC 400  
 SIMATIC PC Based Control 300/400  
 SIMATIC PC Station

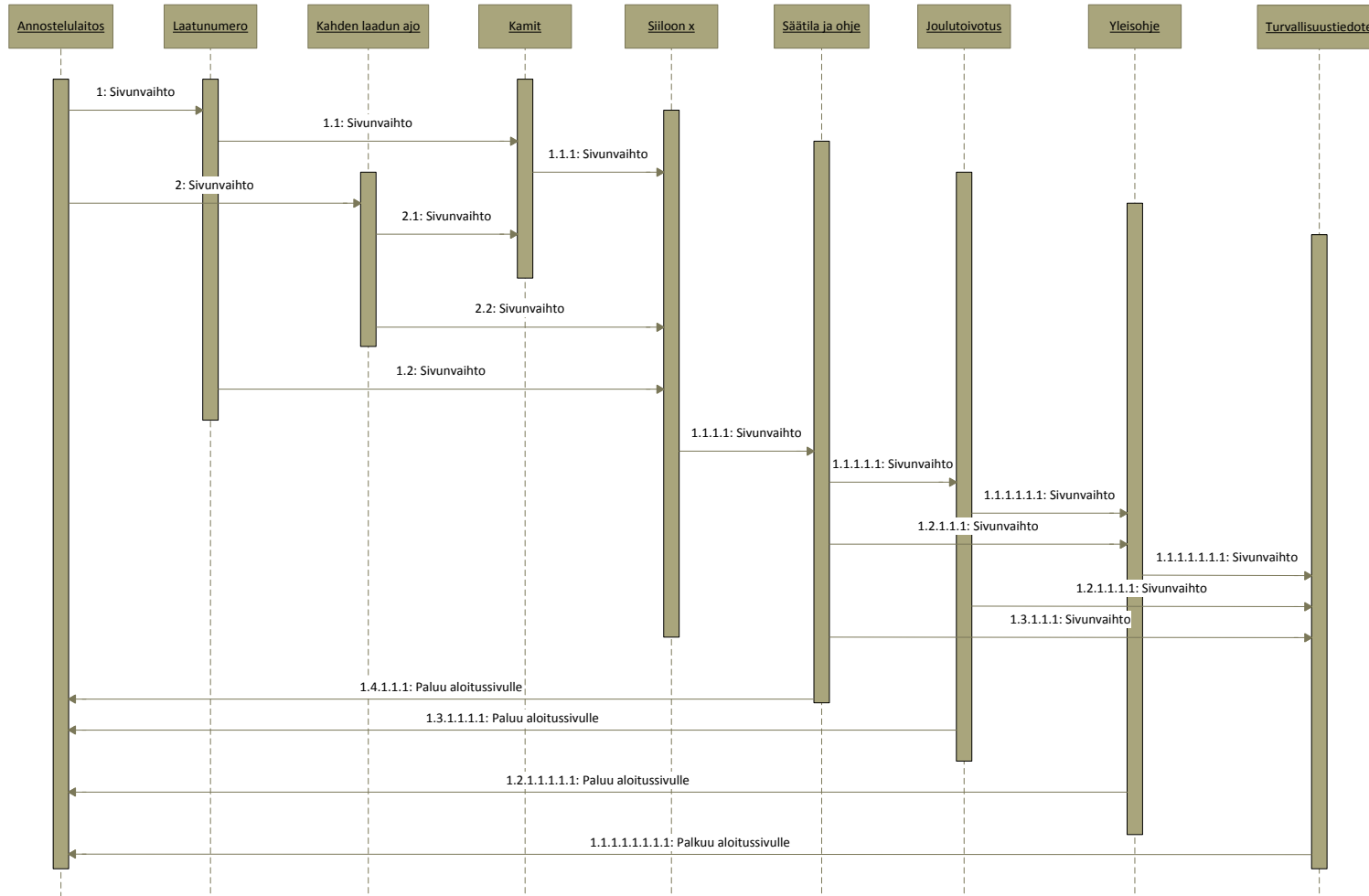
PROFIBUS-DP slaves for SIMATIC S7, M7, and C7 (distributed rack)

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1	PS 407 20A	6ES7 407-0RA02-0AA0					
3	CPU 414-3 DP	6ES7 414-3XJ00-0AB0	V3.1	2			
X2	DP				8191*		
X7	MPI/DP			2	8190*		
IF1							
5	CP 443-1	6GK7 443-1EX11-0XE0	V2.6		8189*		
6							
7							

Press F1 to get Help.

Chg

Visualisointilaitteen ohjelman sivunvaihtojen sekvenssikaavio



## Visualisointilaitteen ohjelman sekvenssikaavion syntaksit

Tapahtuma sekvenssi-kaaviossa	Syntaksi	Selite
1 2	<pre> /* Jollei kahden laadun ajo -sivu ole voimassa,  * niin seuraavaksi näytetään normaali laatusivu.  */ if (Kahden_laadun_ajo.Kahden_laadun_ajo_status == 0) { GotoPage(Laatonumero); } else { GotoPage(Kahden_laadun_ajo); } </pre>	Sivulta "Annostelulaitos" siirrytään sivulle "Laatonumero" tai "Kahden laadun ajo"
1.1	<pre> /* Vertailu:  * Onko kamiohjetta voimassa.  * Voimassa oleva kamiohje näytetään,  * jos ohjeen laatu on sama kuin ajossaoleva laatu.  * Jos kamiohjeita ei ole voimassa.  * niin siirrytään sivulle Siiloon_x.  */ if ((Kamit.Kamit_status1 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu1 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status2 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu2 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status3 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu3 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status4 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu4 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status5 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu5 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status6 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu6 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status7 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu7 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status8 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu8 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else { GotoPage(Siiloon_x); } </pre>	Jos kamiohje on voimassa ja voimassaolevan ohjeen laatu on ajossa oleva laatu, niin sivulta "Laatonumero" siirrytään sivulle "Kamit". Muutoin siirrytään sivulle "Siiloon x"
1.2		

	<pre> }</pre>	
<b>2.1</b>	<pre> /* Vertailu:  * Onko kamiohjetta voimassa.  * Voimassa oleva kamiohje näytetään,  * jos ohjeen laatu on sama kuin ajossaoleva laatu.  * Jos kamiohjeita ei ole voimassa.  * niin siirrytään sivulle Siiloon_x.  */ if ((Kamit.Kamit_status1 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu1 == Laatunro.Laatu)) { </pre>	<p>Sivulta "Kahden laadun ajo" siirrytään sivulle "Kamit", jos kamiohje on voimassa ja voimassaolevan ohjeen laatu on sama kuin ajossa oleva laatu. Muutoin siirrytään sivulle "Siiloon x"</p>
<b>2.2</b>	<pre> GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status2 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu2 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status3 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu3 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status4 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu4 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status5 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu5 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status6 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu6 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status7 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu7 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else if ((Kamit.Kamit_status8 == 1) &amp;&amp; (Laatunro.Laatu != 0) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu8 == Laatunro.Laatu)) { GotoPage(Kamit); } else { GotoPage(Siiloon_x); } </pre>	

1.1.1.	GotoPage(Siiloon_x);	Sivulta "Kamit" siirrytään sivulle "Siiloon x"
1.1.1.1.	GotoPage(Saatila_ ja_ ohje);	Sivulta Siiloon x" siirrytään sivulle "Säätila ja ohje"
1.1.1.1.1.	<pre> int t; // Päivämäärä tällä hetkellä int c1; // Joulu 2013 int c2; // Joulu 2014 int c3; // Joulu 2015 int c4; // Joulu 2016 int c5; // Joulu 2017 int c6; // Joulu 2018 int c7; // Joulu 2019 int c8; // Joulu 2020 int c9; // Joulu 2021 int c10; // Joulu 2022 int c11; // Joulu 2023 int c12; // Joulu 2024 int c13; // Joulu 2025 int c14; // Joulu 2026 int c15; // Joulu 2027 int c16; // Joulu 2028 int c17; // Joulu 2029 int c18; // Joulu 2030 int c19; // Joulu 2031 </pre>	
1.2.1.1.1	<pre> int c20; // Joulu 2032 int c21; // Joulu 2033 int c22; // Joulu 2034 int c23; // Joulu 2035 int c24; // Joulu 2036 int c25; // Joulu 2037 t := GetNowDate(); // Hakee PTV-laitteen tämänhetkisen //päivämäärän c1 := Date(2013,8,28); </pre>	

<p><b>1.3.1.1.1</b></p>	<pre> c2 := Date(2014,12,24); c3 := Date(2015,12,24); c4 := Date(2016,12,24); c5 := Date(2017,12,24); c6 := Date(2018,12,24); c7 := Date(2019,12,24); c8 := Date(2020,12,24); c9 := Date(2021,12,24); c10 := Date(2022,12,24); c11 := Date(2023,12,24); c12 := Date(2024,12,24); c13 := Date(2025,12,24); c14 := Date(2026,12,24); c15 := Date(2027,12,24); c16 := Date(2028,12,24); c17 := Date(2029,12,24); c18 := Date(2030,12,24); c19 := Date(2031,12,24); c20 := Date(2032,12,24); c21 := Date(2033,12,24); c22 := Date(2034,12,24); c23 := Date(2035,12,24); c24 := Date(2036,12,24); </pre>	
<p><b>1.4.1.1.1</b></p>	<pre> c25 := Date(2037,12,24); if ((t == c1)    (t == c2)    (t == c3)    (t == c4)    (t == c5)    (t == c6)    (t == c7)    (t == c8)   (t == c9)    (t == c10)    (t == c11)    (t == c12)    (t == c13)    (t == c14)    (t == c15)    (t == c16)   (t == c17)    (t == c18)    (t == c19)    (t == c20)    (t == c21)    (t == c22)    (t == c23)   (t == c24)    (t == c25)) {GotoPage(Joulutoivotus); // Hyvää Joulua -sivu } else if (Ohjeet.Info_status == true) { GotoPage(Yleisohje); } else if ((Ohjeet.Info_status == false) &amp;&amp; (Ohjeet.Turvallisuustiedote_status == true)) { GotoPage(Turvallisuustiedote); } else {GotoPage(Annostelulaitos); } </pre>	<p>Sivulta "Säätila ja ohje" siirtyminen sivulle"Joulutoivotus", "Yleisohje", "Turvallisuusohje"tai "Annostelulaitos"</p>

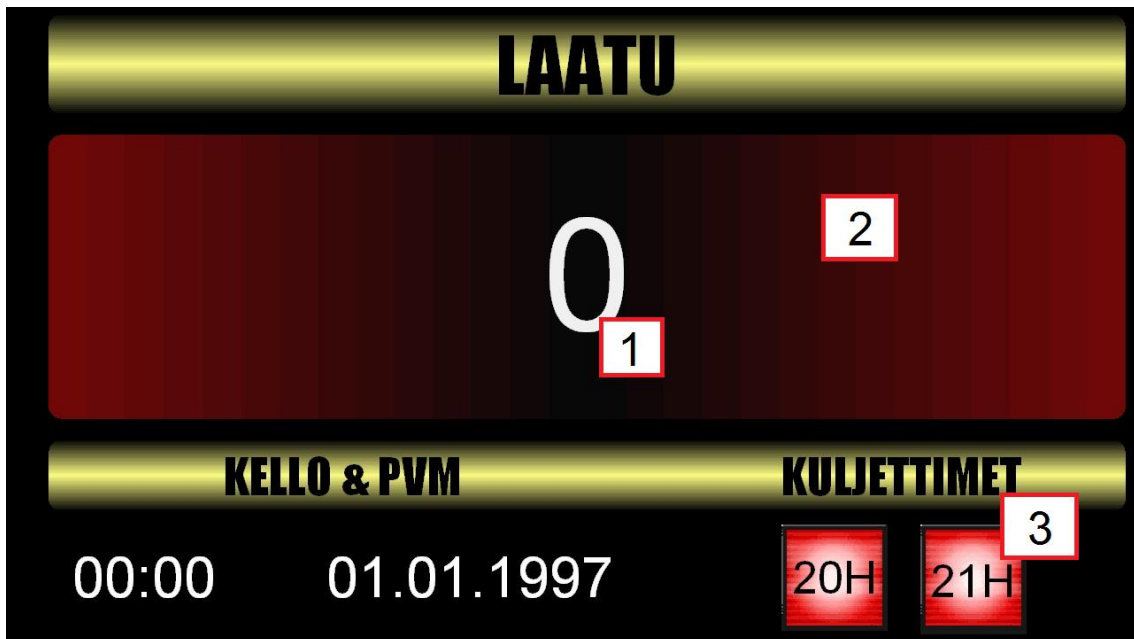
1.1.1.1.1.1	/* Jos Yleisohje-sivun statusbitti on ykkönen, * niin siirrytään sivulle Yleisohje. */	Siirtyminen "Joulutoivotus" sivulta sivulle "Yleisohje", "Turvallisuustiedote" tai "Annostelulaitos".
1.2.1.1.1.1	if (Ohjeet.Info_status == true) { GotoPage(Yleisohje); /* Jos Yleisohje-sivun statusbitti on nolla, * mutta Turvallisuustiedote-sivun statusbitti on ykkönen, * niin siirrytään sivulle Turvallisuustiedote. */ } else if ((Ohjeet.Info_status == false) && (Ohjeet.Turvallisuustiedote_status == true)) { GotoPage(Turvallisuustiedote);	
1.3.1.1.1.1	/* Jos Yleisohje-sivun statusbitti on nolla ja * Turvallisuustiedote-sivun statusbitti on nolla, * niin siirrytään sivulle Annostelulaitos. */ } else { GotoPage(Annostelulaitos); }	
1.1.1.1.1.1.1	/* Jos Turvallisuustiedote sivun statusbitti on ykkönen, * siirrytään sivulle Turvallisuustiedote. * Muutoin siirrytään sivulle Annostelulaitos. */	Sivulta "Yleisohje" siirrytään sivulle "Turvallisuusohje" tai "Annostelulaitos"
1.2.1.1.1.1.1	if (Ohjeet.Turvallisuustiedote_status == true) { GotoPage(Turvallisuustiedote); } else { GotoPage(Annostelulaitos); }	
1.1.1.1.1.1.1.1	GotoPage(Annostelulaitos);	Sivulta "Turvallisuusohje" siirrytään sivulle "Annostelulaitos"



Annostelulaitossivu



Laatunumerosivu



Kahden laadun ajo -sivu

**KAHDEN LAADUN AJO**

<b>1</b>	<b>2</b>
Laatu: 12	Laatu: 21
Suhde: 1/3	Suhde: 2/3
Ruutu: A1	Ruutu: B2

**AJO SALLITTU**

00:00 01.01.1997

**1** **2**

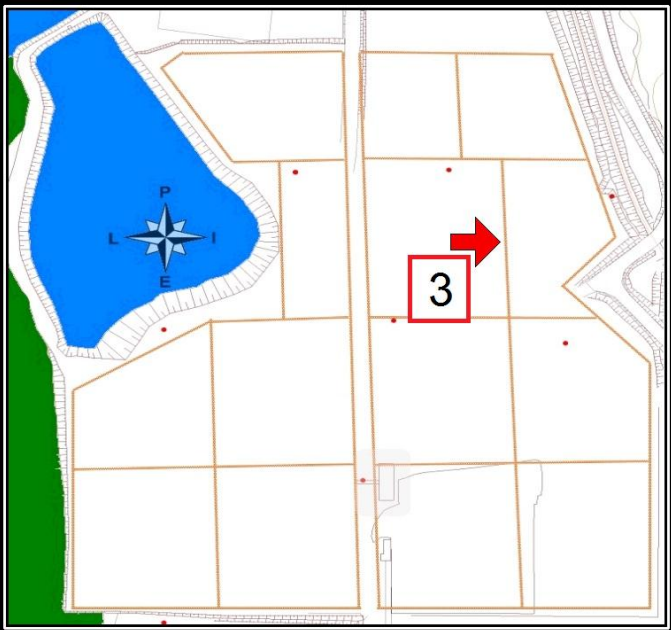
**20H** **21H**

Kamit-sivu

**OHJE 1** **1**

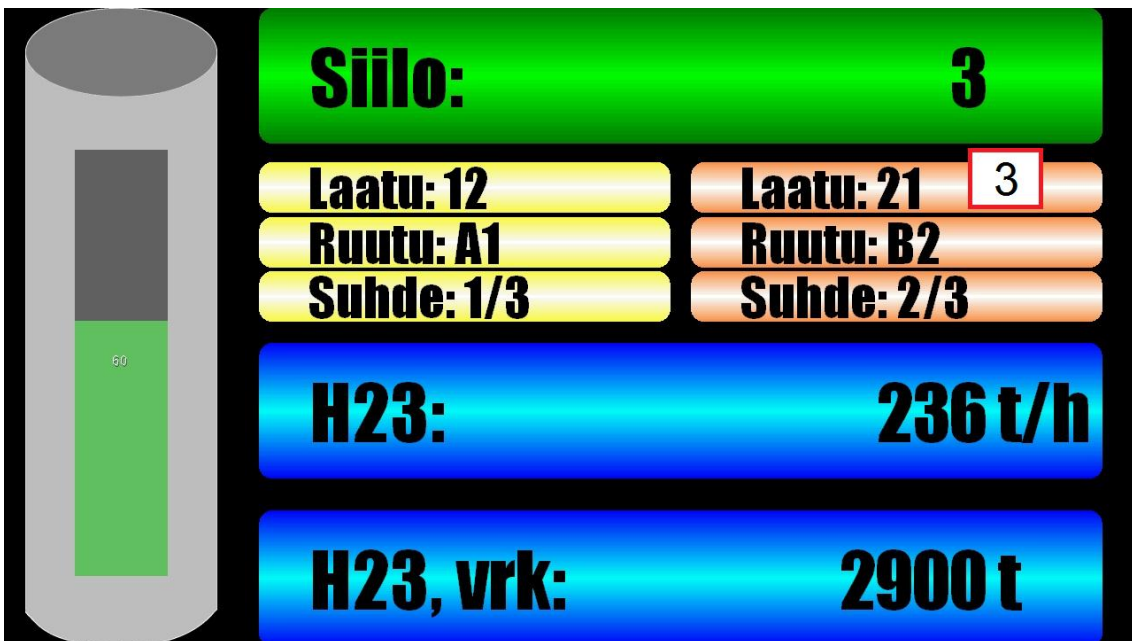
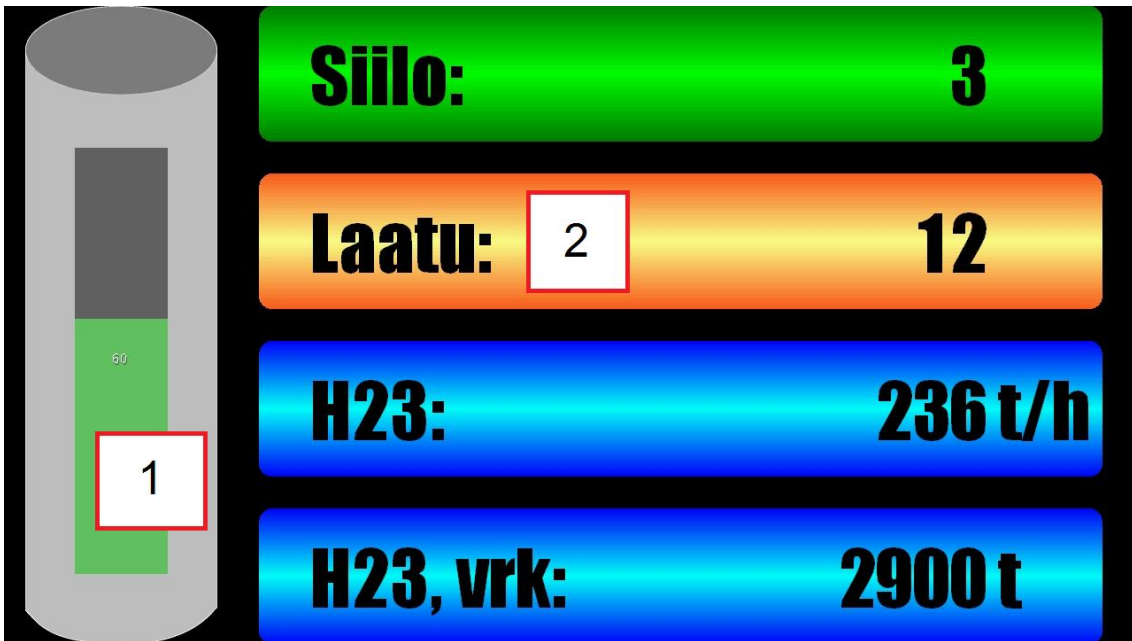
Laadun 12 kamit ruudun C3 itäiselle reunalle.

**2**



**3**

Siiloon x -sivu





### Visualisointilaitteen ohjelman kuvakkeiden syntaksit

Infonäytön sivu	Kuvakkeen numero	Nimi	Syntaksi	Selite	Muuta
Annostelu-laitos	1	Siilon väri	<pre>if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 3) { return 0x01E0; } else { return 0x3DEF; }</pre>	Jos kivihiilikentältä tulee kuljettimia pitkin kivihiiltä siiloon 3, niin siilon väri on vihreä. Muutoin siilon väri on harmaa	Sama päättely pätee jokaiselle kymmenestä siilosta, vain siilon numero syntaksissa vaihtelee
	2	Siilon pintatieto pylväs	<pre>if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 5) { return 0x43FF; } else { return 0x330C; }</pre>	Siilon pintatietojen pylvään väri on vihreä. Jos siiloon tulee kys. hetkellä kuljettimilta kivihiiltä, niin siilon pintatilannepylvään väri on keltainen	Jokaisen siilon pintatilanteen väri muodostuu tällä päättelyllä, vain siilon numero syntaksissa vaihtelee

	3	Siilon pylvään tekstin väri	<pre> if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 7) { return 0x0000; } else { return 0x7FFFF; } </pre>	Siilon pintatietojen tekstin väri on valkoinen. Jos siiloon tulee kys. hetkellä kuljettimilta kivihiltä, niin siilon tekstin väri on musta	Jokaisen siilon tekstin väri muodostuu tällä päättelyllä, vain siilon numero syntaksissa vaihtelee
Laatu-numero	1	Laatunumero	<pre> /* Jos liikennevalo on vihreä, * niin laatunumero näytetään. * * Jos liikennevalo on punainen, * niin laatunumero on nolla. */  if (Laatunro.Liikennevalo_vihrea == 1) { return Laatunro.Laatu; } else if (Laatunro.Liikennevalo_punainen == 1) { return 0; } </pre>	Jos liikennevalo on vihreä, laatunumero näytetään. Jos liikennevalo on punainen, laatunumero asetetaan nolaksi.	Kuljetin 21H sisältää samat toiminnot, vain kuljettimen nimi vaihtuu

2	Liikennevalo	<pre> /* Jos liikennevalo on vihreä,  * niin laatunumeron tausta on vihreä.  *  * Jos liikennevalo on punainen,  * niin laatunumeron tausta vilkkuu punaisella.  */ int i;  if (Laatunro.Liikennevalo_vihrea == 1) { return 0x03E0; // Vihreä } else if (Laatunro.Liikennevalo_punainen == 1) { i=ColFlash(1,0x001F,0x000F); /* Määrittelyt vilkkumiselle: nopeus, punainen, punainen */ return i; } </pre>	<p>Jos liikennevalo on vihreä, laatunumeron taustaväri on vihreä. Jos liikennevalo on punainen, laatunumeron taustaväri vilkkuu punaisena.</p>	
3	Kuljettimet	return true;	Näyttää lampun valon kirkkaan vihreänä	

		<pre> /* Jos kuljettimen 20H "nopeus 1" ja "nopeus 2" statukset ovat ykkösenä, niin vihreä lamppu näkyy näytöllä. */  if (Kuljettimet.nopeus1_020H == 1    Kuljettimet.nopeus2_020H == 1) { return true; } else { return false; } </pre>	Näyttää vihreän lampun sivulla, jos kuljetin 20H on päällä	
		<pre> return true; </pre>	Näyttää lampun valon kirkkaan punaisena	



			<pre>/* Jos kuljettimen 20H "nopeus 1" ja "nopeus 2" statukset ovat nollana, * niin punainen lamppu näkyy näytöllä. */ if (Kuljettimet.nopeus1_020H == 0 &amp;&amp; Kuljettimet.nopeus2_020H ==0) { return true; } else { return false; }</pre>	Näyttää punaisen lampun sivulla, jos kuljetin 20H ei ole päällä	
--	--	--	---	--	--

Kahden laadun ajo	1	Ajokielto	<pre> /* Jos liikennevalo on punainen, * niin näytetään "AJOKIELTO" -teksti. * * Tekstin punainen taustaväri on erillisenä kuvakkeena. */  if (Laatunro.Liikennevalo_punainen == 1) { return true; } </pre>	Liikennevalot punaiset, "Ajokielto" -tekstin taustalla vilkkuu punainen taustaväri	
		Ajo sallittu	<pre> /* Jos liikennevalo on vihreä, * niin näytetään "AJO SALLITTU" -teksti. * * Tekstin vihreä taustaväri on erillisenä kuvakkeena. */  if (Laatunro.Liikennevalo_vihrea == 1) { return true; } </pre>	Liikennevalot vihreät, "Ajo sallittu" -tekstin taustalla vihreä taustaväri	

	2	Kuljetti- met			Kts. Syntaksi Laatunumero -sivulta
<b>Kamit</b>	<b>1</b>	Otsikko	<pre> /* Jos ohjeen nro. 1 status on ykkösenä,  * (eli jos ohje 1 on voimassa)  * ja ohjeen 1 laatu on sama kuin ajossa oleva laatu,  * niin Kamit-sivun otsikkona näkyy teksti "OHJE 1"  */  if ((Kamit.Kamit_status1 == 1) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu1 == Laatunro.Laatu)) { return true; } </pre>	Jos ohjeen 1 statusbitti on ykkönen jaajettava laatu on sama kuin ohjeen 1 laatu,niin otsikkona näkyy teksti "OHJE 1"	Tämä on voimassa kaikille kahdeksalle ohjeelle,vain ohjeen numero vaihtelee

	2	Ohje	<pre> /* Jos ohjeen nro. 1 status on ykkösenä,  * (eli jos ohje 1 on voimassa)  * ja ohjeen 1 laatu on sama kuin ajossa oleva laatu,  * niin Kamit-sivun otsikon alla näkyy käyttäjän syöttämä ohjeteksti.  */  if ((Kamit.Kamit_status1 == 1) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu1 == Laatunro.Laatu)) { return true; } </pre>	<p>Jos ohjeen 1 statusbitti on ykkönen ja ajettava laatu on sama kuin ohjeen 1 laatu, niin ohje-kentässä, otsikon alapuolella, lukee ohjeen 1 sisältämä ohjeistus</p>	<p>Tämä on voimassa kaikille kahdeksalle ohjeelle, vain ohjeen numero vaihtelee</p>
--	---	------	---	---	---

	3	Kartta- nuoli, ruutu C3, itäinen ilman- suunta	<pre> /* Vertailu, osoittaako ohje tätä kyseistä nuolta kartalla: */ if (((Kamit.Kamit_status1 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu1 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu1 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta1 == 2))   ((Kamit.Kamit_status2 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu2 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu2 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta2 == 2))   ((Kamit.Kamit_status3 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu3 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu3 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta3 == 2))   ((Kamit.Kamit_status4 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu4 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu4 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta4 == 2))   ((Kamit.Kamit_status5 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu5 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu5 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta5 == 2))   ((Kamit.Kamit_status6 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu6 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu6 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta6 == 2))   ((Kamit.Kamit_status7 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu7 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu7 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta7 == 2))   ((Kamit.Kamit_status8 == true) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_laatu8 == Laatunro.Laatu) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ruutu8 == 33) &amp;&amp; (Kamit.Kamit_ilmansuunta8 == 2))) { /* Näyttää nuolen, jos käyttäjän antamat parametrit ovat tosia tälle nuoli-kuvalle: */  return true; } </pre>	<p>Jos ohje on voimassa ja ohjeen laatu on ajossa oleva laatu, niin ohjeessa määritelty karttanuoli ilmestyy näytölle. Kamit vieään nuolen osoittaman ruudun reunalle. Tässä tapauksessa ajossa olevan laadun kamit vietäisiin C3-ruudun itäiselle reunalle. Selitteet: • Ilmasuunnat: pohjoinen = 1, itä = 2, etelä = 3, länsi = 4 • Ruudut: A1 = 11, A2 = 12, A3 = 13, A4 = 14, B1 = 21, B2 = 22, B3 = 23, B4 = 24, C2 = 32, C3 = 33, C4 = 34, D2 = 42, D3 = 43, D4 = 44 • Ruutuja 14kpl, Ilmansuuntia 4kpl/ruutu</p>	<p>Nuolia on kartalla 56kpl. Kerrallaan voi olla näkyvissä vain yksi nuoli. Jokainen nuoli sisältää samankaltaisen syntaksin, vain ruudun ja ilmansuunnan numerotiedot vaihtelevat</p>
--	---	---	---	---	--

		<pre>int i; i=ColFlash(1,0x001F,0x000F); return i;</pre>	<p>Nuoli vilkkuu hitaasti punaisena ja tumman punaisena</p>	
--	--	--	---	--

Siiloon x	1	Siilon pintatieto pylväs	<pre> /* Riippuen siitä, mihin siiloon kyseisellä hetkellä puretaan kuljettimelta kivihiiltä, niin sen siilon pintatiedot näkyvät yksittäisen siilon  päällä */  if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 1) { return Siilot.Pinta_siilo1; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 2) { return Siilot.Pinta_siilo2; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 3) { return Siilot.Pinta_siilo3; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 4) { return Siilot.Pinta_siilo4; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 5) { return Siilot.Pinta_siilo5; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 6) { return Siilot.Pinta_siilo6; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 7) { return Siilot.Pinta_siilo7; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 8) { return Siilot.Pinta_siilo8; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 9) { return Siilot.Pinta_siilo9; } else if (Siilot.Puretaan_siiloon_x == 10) { return Siilot.Pinta_siilo10; } </pre>	Siilon pintatietopylväässä näytetään sen siilonpintatilanne, johon ajetaan kyseisellä hetkellä kivihiiltä	
-----------	---	--------------------------	--	---	--

	<b>2</b>	Laatu, teksti	<pre> /*Jos kahden laadun ajo ei ole voimassa,  * niin teksti laatu on näkyvä  */  if (Kahden_laadun_ajo.Kahden_laadun_ajo_status == 0) { return true; } </pre>	Laadun teksti ei näy, jos kahden laadun ajo on voimassa	
		Laatu, tausta- palkki	<pre> /*Jos kahden laadun ajo ei ole voimassa,  * niin tietopalkki laatu on näkyvä  */  if (Kahden_laadun_ajo.Kahden_laadun_ajo_status == 0) { return true; } </pre>	Laadun taustapalkki ei näy, jos kahden laadun ajo on voimassa	



3	Kahden laadun ajo, teksti	<pre>/*Jos kahden laadun ajo on voimassa, niin kahden laadun ajon laatu 2:n teksti on näkyvä*/ if (Kahden_laadun_ajo.Kahden_laadun_ajo_status == 1) { return true; }</pre>	Kahden laadun ajo on voimassa, ja laadun sijasta Siiloon x -sivulla näkyy 3 tietopalkkia: laatu, ruutu ja suhde	Sama syntaksi kaikille kolmelle kahden laadun ajotiedolle
	Kahden laadun ajo, taustapalkki	<pre>/*Jos kahden laadun ajo on voimassa, * niin kahden laadun ajon laatu 2:n taustapalkki on näkyvä */ if (Kahden_laadun_ajo.Kahden_laadun_ajo_status == 1) { return true; }</pre>	Kahden laadun ajo on voimassa, ja laadun sijasta Siiloon x -sivulla näkyy 3 tietopalkkia: laatu, ruutu ja suhde	Sama syntaksi kaikille kolmelle kahden laadun ajotiedolle

<b>Säätila ja ohje</b>	<b>1</b>	Tuulen suunta	<pre> /* Tuulensuunnan pallokuvio näytetään,  * kun tuulen nopeus on suurempi tai  * yhtä kuin nolla  */  if (Saatiedot.Tuulen_nopeus &gt;= 0) { return true; } </pre>	Tuulen suunta näytetään, kun tuulennonopeus on yhtäsuuri tai isompi kuin nolla	Tuulen suuntapallon animointi suoritettu Crimsonin käytös-valikon toiminnolla
	<b>2</b>	Pikilietteen varoitusteksti	<pre> /* Pikilietteen ajon keskeytyshälytys:  * Jos tuulen suunta on välillä 220-300-astetta,  * niin varoitusteksti näytetään.  */  if (Saatiedot.Tuulen_suunta &gt;= 220 &amp;&amp; Saatiedot.Tuulen_suunta &lt;= 300) { return true; } </pre>	Pikilietteen varoitusteksti näkyy kompassin keskellä, jos tuulen suunta on 220-300-astetta	