



RAPORTTI

Osa 1

Pasi Vähämärtti

**Sähkösuunnittelun perusteiden harjoitustyö
Lokakuu 2007**

Automaatiotekniikka



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Tarkoitus:

Tämän raportin tarkoitus on selventää tekemiäni valintoja ja ratkaisuja liittyen harjoitustyön kaapelivalintoihin, niiden mitoittamiseen sekä hyllyvalintoihin. Tämä raportti kattaa harjoitustyön ensimmäisen kolmanneksen. Tulevat raportit käsittelevät seuraavia aiheita: kytkentäkotelon kytkentälista, kytkentäkoteloiden layout-kuva, sähkönsjakokoteloiden layout-kuva + kytkennät, ristikytkenälista, RK-kaapin layout-kuva, järjestelmäkaapin layout- ja kytkentäkuvat sekä virtapiirikaaviot.

Huomautuksia:

2D kuvaan on mahdotonta saada kaikkia tietoja kerralla näkymään selvästi, mikäli osien paikat määritellään haluttuihin paikkoihin. Esimerkkinä kaapelihylly ja sen alla menevät putkistot – putkien toinen kylki jää piiloon, koska piirrosteknisesti 2D-kuva ei mahdollista osien piirtämistä päällekkäin järkevästi. Toki kaapelihyllyn olisi voinut sijoittaa hieman toiseen kohtaan, mutta tällöin ongelmia olisi syntynyt muualla. Tämän takia eri tasot on hyvä tulostaa erillään toisistaan. Esimerkiksi putkisto kuva voisi sisältää putkien lisäksi säiliöt, hoitotason ja toimilaitteet. Kaapelihylly kuva voisi sisältää hyllyjen lisäksi vain säiliöt ja mahdollisesti putkistot. Tällä tavalla saadaan jokaiseen tarkoitukseen parhaiten soveltuva kuva luettavuuden parantuessa huomattavasti.

Lista prosessin laitteista:

230V vaativat laitteet:

- 2 kpl pumppu (P1, P2), kytketty taajuusmuuttajiin (SC1, SC2)
- 2 kpl taajuusmuuttajat (SC1, SC2)
- 2 kpl virtauslähetin (FT1, FT2)

Muut laitteet:

- 2 kpl säätöventtiili (LV1, LV2)
- 2 kpl vinoistukkaventtiili (HV1, HV2)
- 1 kpl magneettiventtiili (HV3)
- 3 kpl pintakytkin (LS1, LS2, LS3)
- 3 kpl pinnankorkeus (LT1, LT2, LT3)
- 5 kpl käsiventtiili (KÄSI)

Kenttäkoteloiden tunnukset:

- KK-001 ➔ instrumenttilaitteiden kenttäkotelo
- SK-001 ➔ tehontyötön sähkökaappi (kenttäkotelo)

Instrumentointikaapeloinnin valinta:

Ohjattavia laitteita prosessissa on 15 kpl. 20 % ylimitoituksella tarve tuleville laitteille olisi yhteensä 18 kpl, mutta tällaista parimäärää ei löydy – ainakaan kovin helposti. Lähinnä tätä parimäärää oleva runkokaapeli on 24-parinen.

Valitsin Helkamabica:n valikoimasta runkokaapeliksi KJAAM GM 24x(2+1)x0,5+0,5. Tässä kaapelityypissä on erinomainen suojaus sähkömagneettisia häiriöitä vastaan (jokaisella parilla oma suojasukka + koko kaapelin kattava suojasukka), jonka lisäksi kaapeli kestää mekaanista kulutusta paremmin teräsnauha-armeeratun suojauksen ansiosta. Valittu kaapeli painaa 840 kg/km, eli 840 g/m. Lisätietoja kaapelista löytyy osoitteesta <http://www.helkamabica.fi/pdf/InstruFin.pdf>, sivun 2 alareunasta.

Kenttälaitteiden ohjauskaapeliksi valitsin KJAAM tyyppisen 2x(2+1)x0,5+0,5 kaapelin Helkamabicalta. Kaapelityyppi antaa erinomaisen suojan sähkömagneettisia häiriöitä vastaan (jokaisella parilla oma suojasukka + koko kaapelin kattava suojasukka). Valittu kaapeli painaa 75 kg/km, eli 75 g/m. Lisätietoja kaapelista löytyy osoitteesta <http://www.helkamabica.fi/pdf/InstruFin.pdf>, sivun 2 yläreunasta. Syy miksi valitsin 2-parisen kaapelin on se, että jotkin laitteet voivat tarvita kahden johtimen sijaan kolme tai neljä johdinta. Kaksi paria mahdollistaa laitteiden käytön myös pitkien etäisyyksien päästä. Tässä harjoituksessa kaapeleiden kokonaispituudet ovat kuitenkin maksimissaan 75m, joten kaksoisjohdotus ei näin pienessä prosessissa ole tarpeen.

Tehonsyöttökaapeloinnin valinta:

Tehoa vaativia laitteita prosessissa on 4 kpl. Moottoreiden tarvitsemat tehot ovat 550W (P-1) ja 370W (P-2). Virtausmittauksien tarvitsemat tehot ovat 15W/laitte (FT-1 ja FT-2). Tarvittava kokonaisteho on siis 950W (~4,2A). 20 % ylimitoituksella kokonaistehotarve on 1150W (5A)

Ympäristön lämpötila: 25 C → Korjauskerroin 1
Rinnakkaisia kaapeleita: 1 kpl → Korjauskerroin 1
Asennusympäristö: Kaapelihylly → Asennustapa E

Kaapelin todellinen koko olosuhteisiin suhteutettuna: $5A / 1 / 1 = 5A$

Asennustapa E:llä 1,5mm² johtimella saadaan 19A kuormitettavuus. Valitsen runkokaapeliksi kuitenkin 2,5mm² kaapelin, jolla johdon kuormitettavuudeksi saadaan 26A. Tämä ratkaisu sen takia, että laskelmissa ei ole otettu huomioon kaapelin pituudesta aiheutuvaa tehohäviötä → kaapelia voidaan kuormittaa oletettua vähemmän. Toisaalta runkokaapelin on hyvä olla hieman paksumpaa tavaraa kuin keskuksesta laitteille lehtevät kaapelit. Tällä ratkaisulla taataan reilu laajennusvara moottoreiden tehon kasvattamiseksi ja lisäämiseksi tulevaisuudessa.

Runkokaapeliksi valitsin edellisen laskelman perusteella Reka cables EKLK 3G2,5. Kaapeli soveltuu kiinteään asennukseen sisällä ja ulkona, ei kuitenkaan suoraan maahan tai betonivaluun. Kaapeli on häiriösuojattu. Valittu kaapeli painaa 200 kg/km, eli 200 g/m. Lisätietoja kaapelista löytyy osoitteesta http://www.reka.fi/portal/suomeksi/tuotteet/asennuskaapelit/reko/asennuskaapelit_450_750_v/eklk

Moottorin P-1 tehonsyöttökaapelin mitoitus:

Ympäristön lämpötila: 25 C ➔ Korjauskerroin 1

Rinnakkaisia virtakaapeleita: 4kpl ➔ korjauskerroin 0,77

Kaapelin todellinen koko olosuhteisiin suhteutettuna: $0,4A / 1 / 0,77 = 0,55A$

Kuten edellisessä esimerkissä, myös muiden prosessin laitteiden tehonsyöttökaapelit mitoittettiin samalla tavalla. Koska siirretyt tehot ovat pieniä, riittäisi alle 1,5mm² johdinpaksuus kaikissa tapauksissa (edellisessä esimerkissä laskin teholtaan suurimman moottorin kaapelin koon). Pidän kuitenkin 1,5 mm² kaapelia minimi kokona jota käytän suunnittelussa, sillä ohuemmalla kaapelilla ei saavutettaisi suuria säästöjä, toisaalta paksumpi kaapeli kestää pieniä kolhuja paremmin kuin ohut naru. Edellisen laskelman ja valintojen perusteella valitsin moottoreiden ja virtauslähettimien tehonsyöttökaapeleiksi Reka cables EKLK 3G1,5. Kaapeli soveltuu kiinteään asennukseen sisällä ja ulkona, ei kuitenkaan suoraan maahan tai betonivaluun. Kaapeli on häiriösuojattu. Valittu kaapeli painaa 150 kg/km, eli 150 g/m. Lisätietoja kaapelista löytyy osoitteesta http://www.reka.fi/portal/suomeksi/tuotteet/asennuskaapelit/reko/asennuskaapelit_450_750_v/eklk

Edellisissä laskelmissa ei ole otettu huomioon johdonsuojakatkaisijoiden mitoituksia. Sulakkeiden koosta kuitenkin sen verran, että moottoreiden sulakkeiden tulee olla C-käyräisiä, eli hitaita sulakkeita. Toinen vaihtoehto on käyttää Am – sulakkeita, jotka ovat tarkoitettu moottorikäyttöön (kestävät suuria käynnistysvirtoja). Sulakkeen tyyppin valinta on tärkeää, sillä käynnistyksessä moottorit ottavat noin 5x virran nimellisvirtaan nähden. Moottoreiden tapauksessa sulakkeiden kooksi riittää 2A hidas, virtauslähettimille 1A nopea.

Kaapelihyllyt:

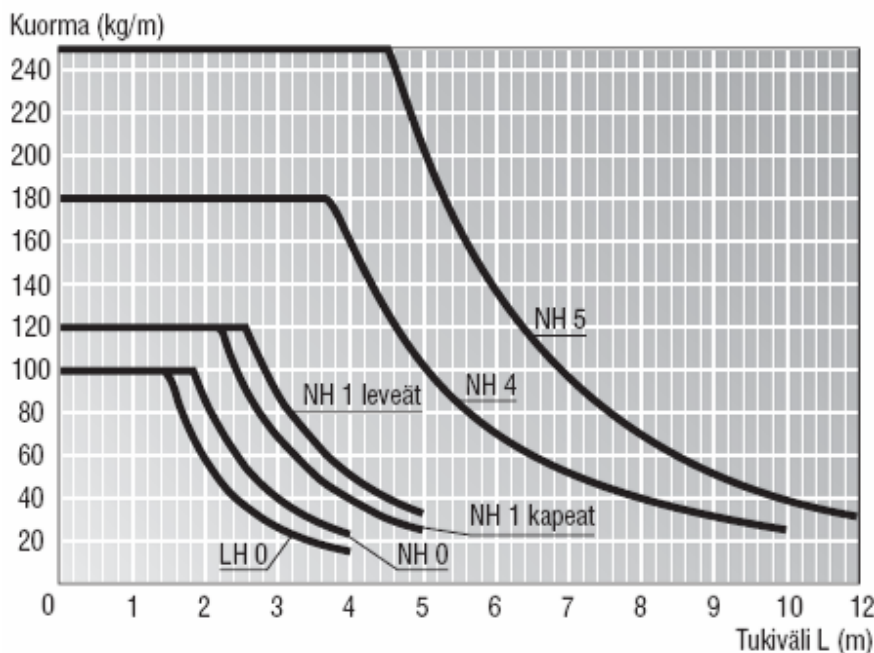
Kaapelihyllyksi valitsin Nordic aluminium LH0, 300mm (LH030). Kyseistä kaapelihyllyä saa 6m ja 3m pätkissä, yhdessä paketissa on 36 metriä kaapelihyllyä.

Tilaan D426 menee 2 kpl 6m hyllykköä sekä 1,5m pätkiksi sahattua hyllykköä 3 kpl. Tämän lisäksi käytävälle menee 7 kpl 6m hyllykköä (yhteensä 42 metriä), sekä tilaan D420 x-määrä hyllykköä (ei kuulu tämän suunnitelman piiriin). Hyllykköä tarvitsee tilata siis kaksi pakettia kiinnikkeineen, jolloin kaapelihylly tarve tulee katettua mitä todennäköisimmin myös tilan D420 osalta.

Kaapelihyllyjä olisi hyvä olla kaksinkappalein, jolloin ohjaussignaalit ja tehonsyöttö saataisiin eri hyllyille. Toinen vaihtoehto olisi tuoda tehonsyöttö kaapelitunnelissa, joka ei kuitenkaan ole suositeltava vaihtoehto. Päädyin loppujenlopuksi yhteen kaapelihyllykerrokseen, jolloin tehonsyöttö ja instrumentointikaapeli tulee sijoittaa kaapelihyllyn vastakkaisiin reunoihin häiriöiden minimoimiseksi. Kaikki valitsemani kaapelit ovat häiriösuojattuja, sekä tehonsyöttökaapelit lisäksi EMC-suojattuja. Häiriösuojatut kaapelit valitsin siksi että instrumentointikaapelit ja tehonsyöttökaapelit sijoitetaan samalle hyllylle. Mm. taajuusmuuttajat aiheuttavat häiriöitä, jonka takia häiriösuojaus kaapeleissa on tärkeä häiriöiden minimoimiseksi.

Kaapelihyllyn asennukseen tarvitaan kiinnikkeitä, näiden määrää ei kuitenkaan ole laskettu. Tässä harjoituksessa onkin oletettu että kiinnikkeitä on urakoitsijalla riittävä määrä mukanaan joka tekee kiinnitykset tilanteen ja tarpeen mukaan. Olen määrittänyt, että kiinnikkeiden välit tulee olla maksimissaan 2,5m, jolloin saavutetaan noin 40 kg/m kantavuus hyllylle (ks. Kuvio 1). Sijoituskuvaan olen piirtänyt kannakkeiden mahdollisia paikkoja, joiden lopullisen paikan urakoitsija päättää asennustilanteen yhteydessä.

SYSTEMAL kaapelihyllyjen kuormitettavuudet (kg/m) tasaisella tukivälillä



Kuvio 1 – Kaapelihyllyjen kuormitettavuustaulukko

Kaikkein suurin kuormitettavuus kaapelihyllylle syntyy lähellä kenttäkoteloita. Käytännössä maksimi kuorma nykyisessä prosessissa on 15 signaalikaapelin sekä 4 tehonsyöttökaapelin verran. Painoa tästä paketista syntyy 1m matkalle $15 \times 75 \text{ g/m} + 4 \times 150 \text{ g/m} = 1725 \text{ g/m}$, eli noin 1,7 kg/m. Tämän takia kaapelihyllyjen tukiväli voisi olla jopa 4m ja silti hyllyjen kantavuus olisi noin 15kg.

Kaapelointi:

Kaapelit vedetään kaapelihyllyjä pitkin laitteen lähelle, jonka jälkeen loppumatka viedään tilanteesta riippuen joko ilmaitse (lyhyet matkat) tai putkittamalla (pidemmät matkat). Asentaja käyttää omaa harkintaansa putkituksia tehdessään. Esim. kaapelihyllyltä kaapelia moottorille viettäessä käytetään suojaputkea. Toimilaitteen viereen jätetään noin metrin verran kaapelia kiepille tulevia muutoksia ja huoltoja ajatellen.