

WEBINAARI - Sähkö

Yksilöllinen oppimispolku matemaattisissa aineissa
2019-2020



Tommi Impivaara

Tyypillisiä työtehtäviä meidän alalla

Sähköasentaja voi työskennellä

- rakennusten sähköasennuksia tekevässä urakointiliikkeessä,
- sähkön tuotanto- tai jakelulaitoksessa,
- teollisuuslaitoksessa tai
- itsenäisenä yrittäjänä.

Sähköurakointi

Sähköurakointiliikkeessä sähköasentajan työhön kuuluu yleensä

- uudis- ja korjausrakennuskohteiden sähkö-, tele- ja LVI-järjestelmien sähköasennustyöt sekä
- käytössä olevien järjestelmien ja erilaisten sähkökoneiden ja -laitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyöt.

Sähkön tuotanto- ja jakelulaitoksissa

Sähkön tuotanto- ja jakelulaitoksissa sähköasentaja tekee

- sähköasema-asennuksia,
- ilmajohto- ja maakaapelitöitä,
- ohjaus- ja suojausjärjestelmien asennuksia ja
- on mukana muissa sähkön tuotanto- ja jakelutehtävissä

Teollisuuslaitoksessa

Teollisuuslaitoksessa sähköasentaja

- asentaa sähkönjakelujärjestelmän,
- tuotannon ohjaus- ja valvontajärjestelmän,
- tuotantokoneet ja -kojeet käyttökuntoon
- sekä opastaa työntekijöitä koneiden käytössä sekä
- vastaa myös sähkölaitteiden toiminnasta ja huollosta.

Tehtävien sisältöä

Sähköasentajan työhön kuuluu muun muassa

- sähköpiirustusten ja asennusohjeiden lukemista ja soveltamista sekä
- asennustarvikeluetteloitten sekä aikakaavioiden laatimista
- usein myös myynti-, neuvonta- ja opastustehtäviä.

Tyypillisiä matemaattisia osaamista vaativia toimia

Jokapäiväisessä asennustarvikkeiden hankinnassa, käytössä ja varastoinnissa tarvitaan.

- Hyviä suunnittelu- ja laskutaitoja, joilla säästetään materiaaleja ja vähennetään niiden tarpeetonta hukkaa.
- Tulkitessaan ja laatiessaan sähkö- ja automaatioalan työssä tarvittavia dokumentteja ja tarvikelistoja (ammattitaitovaatimukset_1257) esim. määritelläkseen,
 - Sähkökaapeliin pituudet ja hinnat
 - Kiinnitys-, putkitus- jne. tarvikkeiden määrät
 - Johdotusreittien valinnassa

Tyypillisiä matemaattisia taitoja, joita alalla tarvitaan

- Peruslaskennan yhteen, vähennys, kerto ja jakolaskenta sekä murtoluvut
- Prosenttilaskenta
- Desimaali muunnokset (10^3 , kV, MWh, GWh)
 - Automaatioala 10^{-3} , mA, μ F, nF, pF
- Pyöristämissäännöt
- Hyötysuhde

Tyypillisiä laskutehtäviä opiskellessa perussuureita

Silitysraudan ottama teho on 2,2 kW ja käyttöjännite 230 V. Paljonko on sen ottama virta?

$$P = U * I \Rightarrow I = P / U = 2,2 \text{ kW} / 230 \text{ V} = 9,6 \text{ A}$$

* voidaan hyödyntää esim. ryhmäjohdon suojauksen mitoituksessa.

Paljonko silitysraudan ottama teho on, jos käytät sitä 110 V verkossa?

$$R = U / I = 230 \text{ V} / 9,6 \text{ A} = 24 \text{ ohm}$$

$$P = U * I \text{ ja } I = U / R \Rightarrow P = U^2 / R = 110^2 \text{ V} / 24 \text{ ohm} = 504 \text{ W}$$

Tyypillisiä laskutehtäviä työelämässä

Asennustyömaalla tarvitaan piirustusten mukaan 1 800 m asennuskaapelia MMJ5x2,5. Sitä myydään 50 m tuotepakkauksissa. Hankinnassa tulee käyttää 12 % varmuusrajaa. Monta pakkausta tulee tilata.

$$\text{Kokopituus} = 1\,800\text{ m} * 112\% = 2016\text{ m}$$

$$\text{Pakkauksia} = 2016\text{ m} / 50\text{ m} = 40,3 \Rightarrow 41\text{ pakkausta}$$

Asennuskaapeli maksaa 289 € / 100 m. Siitä saa 25% alennuksen. Paljonko kustannukset ovat, kun toimitusmaksu on 75 €.

$$\text{Kustannukset} = 41\text{ kpl} * 50\text{ m} * 289\text{ €} / 100\text{ m} * 75\% = 4443,40\text{ €}$$

Valaistuksen energiatehokkuus

Tuotantosaliassa on seitsemän päiväinen kolmivuorotuo-
tanta. Siinä on 112 kpl 2x T8 / 58 W loisteputkia, joiden virtalähde on analoginen (n=85%). Sama valaistusteho saataisiin 24 W LED-putkista joiden hyötysuhde on 95%.

Paljonko säästettäisiin energialaskussa vuodessa, kun sähkön kustannus on 10,5 stn per kWh?

Nykyinen kulutus = $112 \text{ kpl} * 2 \text{ kpl} * 58 \text{ W} / 0,85 * 8760 \text{ h} = 133,9 \text{ MWh}$

Led kulutus = $112 \text{ kpl} * 2 \text{ kpl} * 24 \text{ W} / 0,95 * 8760 \text{ h} = 49,6 \text{ MWh}$

Kustannussäästö = $(133,9 - 49,6) \text{ MWh} * 105 \text{ €} / \text{MWh} = 8\ 851,50 \text{ € per vuosi}$

Edistyneempiä matemaattisia osaamista vaativia toimia

Laitteistojen, komponenttien ja kaapeleiden mitoituksessa, kytkennöissä ja asennuksissa tarvitaan,

- tekee sähköisin perussuureisiin liittyviä kytkentöjä, laskutoimituksia ja mittauksia (ammattitaitovaatimukset_1268)
- mitoittaa asennuskohteen kaapeloinnin liittymispisteestä alkaen siten, että se täyttää suojaukselle asetetut vaatimukset (ammattitaitovaatimukset_1242)
 - Kuorman määrittely
 - Tehon ja virtojen arvot
 - Kaapeleiden lämpökuormitus
 - Pätötehon, loistehon ja näennäistehon määrittely
 - Kompensoinnin mitoittaminen

Edistyneempiä matemaattisia taitoja, joita alalla tarvitaan

- Sarjakytkentä ja rinnankytkentä
- $\cos \phi$
- $\sin \phi$
- Kulmanopeus (w)
- Pythagoraan lause
- Neliöjuuri ja potenssi

Edistyneempiä tehtäviä

230V sähkölaitteen ilmoitettu teho on 1 600 W ja $\cos\phi$ on 0,8. Paljonko on laitteen ottama pätöteho ja loisteho ovat?

$$\text{Pätöteho } P = S * \cos\phi = 1\,600\text{ W} * 0,8 = 1\,280\text{ W}$$

$$\phi = \cos^{-1} = 36,9^\circ$$

$$\text{Loisteho } Q = S * \sin\phi = 960\text{ W}$$

Vaihtosähkökuorman näennäistehoksi on mitattu 2,2 kVA ja loistehoksi 750 VA. Paljonko on pätöteho?

$$S^2 = P^2 + Q^2 \Rightarrow P^2 = S^2 - Q^2 \Rightarrow P = 2068\text{ W}$$

Moottorin tehokertoimen määrittäminen

11,5 kW:n tuloilmapuhaltimen tehokerroin tulisi määrittää, jotta voitaisiin selvittää sen vaihtamista energiatehokkaampaan.

Mittauksissa saatiin $U = 400 \text{ V}$ ja $I = 22 \text{ A}$ sekä yhden vaiheenteho $P_v = 3,7 \text{ kW}$.

$$P = 3 \text{ (vaihetta)} * P_v = 3 * 3,7 \text{ kW} = 11,1 \text{ kW}$$

$$\cos\phi = P / S = 11\,100 \text{ W} / (\sqrt{3} * U * I) = 0,73$$

Harvinaisia toimia joissa matemaattista osaamista tarvitaan

Sähköpätevyyksien (S2 ja S3) saaminen ja niiden mukaiset tehtävät vaativat myös vaativampaa laskentaa kaapelien jne. mitoituksen ja suojausten tekemiseen.

- Kolmevaihepiirien kuormituksen, virtojen ja tehojen laskentaa
- Oikosulkuvirtojen laskenta
- Epäsymmetrisen kuormituksen laskeminen

Hyvin harvoin tarvittavia matemaattisia taitoja

Asentajalta edellytetään vaativissa (S2) ja itsenäisissä tehtävissä (suunnittelu ja mitoitus) osaamista myös,

- Kolmen tekijän yhtälö
- Osoitinpiirustus
- Polaarimuodot

Sähköasentajan koulutuksessa käydään yksinkertaisten tasavirtapiirien kerrostamismenetelmä. Sillä ei kuitenkaan ole käyttöä varsinaisessa työskentelyssä.

AMK insinöörikoulutuksessa hankitaan osaaminen vaativampiin vaihto- ja kolmivaihepiirien ratkaisumenetelmiin, joissa tarvitaan osata esim,

- Ideaalipiirien laskenta menetelmät
- Kerrosmenetelmät
- Polaari- ja kompleksiluvuilla laskemista

Kaapelin mitoitus vaatii johtimien virran laskemisen

Kolmivaiheisessa ryhmässä on kuormalla tehot

Vaihe 1: teho $P_1=1200$ W, $\cos\phi_1 = 1$

Vaihe 2: teho $P_2=500$ W, $\cos\phi_2 = 0,9$

vaihe 3: teho $P_3=1000$ W, $\cos\phi_2 = 0,5$

Mitkä ovat vaiheiden virrat, kun $\underline{U}_{1V} = 230$ V/ $\underline{0^\circ}$?

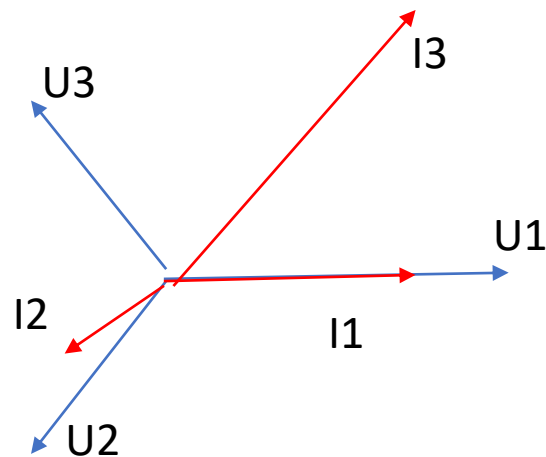
$$I_1 = P_1 / (U_1 * \cos\phi_1) = 5,2 \text{ A } \underline{0^\circ}$$

$$I_2 = P_1 / (U_2 * \cos\phi_1) = 2,4 \text{ A } \underline{-120^\circ - 25,8^\circ}$$

$$I_3 = P_1 / (U_3 * \cos\phi_1) = 8,7 \text{ A } \underline{-240^\circ - 60^\circ}$$

Nollajohtimen mitoitus vaatii sen virran laskemisen

Kolmivaiheisen ryhmän nollajohtimen virran laskeminen voidaan tehdä esim. osoitin piirustuksella.



$$I_n = 5,2 \text{ A} / 0^\circ + 2,4 \text{ A} / -145,8^\circ + 8,7 \text{ A} / -300^\circ = 9,8 \text{ A} / 39,2^\circ$$

Tämän jälkeen voidaan suurimman johdin virran mukaan valita kaapeli huomioiden asennusolosuhteet.

Auton käynnistysvirtojen laskenta

BMW joudutaan käynnistämään kolmen metrin ja 6mm^2 halkaisijan kuparisilla käynnistyskaapeleilla. Käynnistysvirta otetaan Ladan akusta lämpötilan ollessa -10c . Käynnistettävän akun lähdejännite on $10,2\text{V}$ ja sisäinen resistanssi $0,09\ \text{ohm}$. Käynnistysapua antavan akun lähdejännite on $12,8\ \text{V}$ ja sisäinen resistanssi $0,03\ \text{ohm}$. Käynnistysmoottorin resistanssi on $0,08\ \text{ohm}$. Mikä käynnistysmoottorin ottama virta ja paljonko siitä tulee BMW:n akusta ja paljonko Ladan akusta?

Opiskelussa käydään tällainen yksinkertainen kerrostamislaskenta läpi. Nykyisin sitä voidaan soveltaa myös esim. Aurinkosähkölaitteiden ja sähköautojen akkujen suojausten suunnittelussa.

Automaatioalalla

Tarvitaan myös osaamista,

- Binäärijärjestelmä
- Boolean logiikka

Tyypillisiä fysiikan ja kemian ilmiöitä alalla

- Ohmin laki
- Kirchhoffin jännitelaki
- Kirchhoffin virtalaki
- Aikavakio ja taajuus
- Pätö-, lois- ja näennäisteho
 - Tasasähkö
 - Vaihtovirtapiirit
 - Kolmivaihepiirit
- Työ ja energia

Ilman näitä taitoja ei alalla pärjää

- Suomenkielentaitoa (Suomessa) = ohjattavuus työmaalla
- Sähköturvallisuusmääräysten hallintaan SFS 6000
- Kädentaidot
- Sähkö- ja mittaustekniikan tuntemusta
- Peruslaskennan osaamista
- Jatkuvan oppimisen taidot
- Vuorovaikutus- ja ryhmätyöskentelytaidoit

Mitä muuta haluat kertoa

- Sähköasentajan työssä korostuu turvallisuus.
- Se vaatii ymmärtämistä asennus- ja työympäristöstä sekä tehtävästä asennuksesta.
- Siinä auttaa rauhallinen ja jopa varoivainen työskentely.

"Näissä hommissa laiska pärjää paremmin kuin hötäle"