**Tehtävä 1.1** Kirjoita lyhyt vapaamuotoinen selostus aiheestasi

Kaivosteollisuus on merkittävä sähkömoottoreita hyödyntävä teollisuudenala. Taajuusmuuttajien avulla on mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä sähkönkulutuksen pienentymisen, prosessien tehostumisen ja erillisen automaatiojärjestelmän tarpeen vähentyessä.

Työssä on tarkoitus selvittää kaivosteollisuuden nykytilanne taajuusmuuttajien käytössä, sen asettamat vaatimukset taajuusmuuttajien ominaisuuksille (EMC, lämmönhallinta, suojausluokitus, standardit, jne.), millaisissa olosuhteissa niitä käytetään ja mihin tarkoituksiin, sekä miten taajuusmuuttajien sisäistä logiikkaa voidaan hyödyntää vähentämään tarvetta erilliselle automaatiojärjestelmälle tai operaattorille.

**Tehtävä 1.2** Määrittele omat tutkimuskysymyksesi

Kuinka laajasti taajuusmuuttajia käytetään sähkömoottorien ohjaukseen kaivosteollisuudessa? Mihin tarkoituksiin? (kaivoksen sisällä/ulkona/rikastusprosesseissa). Missä teho- ja jänniteluokissa?

Hyödynnetäänkö taajuusmuuttajien tarjoamia säätöominaisuuksia tehokkaasti? Onko olemassa tarvetta ominaisuuksille joita ei ole tällä hetkellä? (Turvallisuuslogiikat, laitteiden yms. toimintasyklit?)

Onko kaivoksissa käytössä ylemmän tason automaatio-ohjausta? Kenttäväylät? Keskitetty ohjausjärjestelmä?

Millaiset ympäristöolosuhteet vallitsevat avolouhoksissa ja maanalaisissa kaivoksissa (lämpötila, kosteus, pienhiukkaset, kaasut)? Miten koneiden ilmanvaihto/jäähdytys on tyypillisesti toteutettu?

Mitä vaatimuksia kaivosympäristö asettaa taajuusmuuttajille (suojausluokitus, ilmanvaihtotapa, lämmönsieto)?

Mihin taajuusmuuttajat on yleensä sijoitettu (Ulos? Kaivoksen sisään? Ulkoisiin kaappeihin? Integroitu moottoreihin?) ja millaisia suojausluokituksia niissä on/mille olisi tarvetta? (IP21/IP55?)?

Sähkömagneettiset häiriöt kaivoksissa? Moottorikaapeleiden pituus rajoittaa taajuusmuuttajien sijoittelua. Kuinka pitkiä vetomatkoja tyypillisesti esiintyy?

Onko kaivosympäristölle standardeja, joita laiteiden kuuluu noudattaa?

**Tehtävä 1.3** Mieti vielä aiheesi rajausta, ja tarkenna mitä aihealueeseesi kuuluu ja mitä ei?

**Aihealueeseen kuuluvat** yllä mainitut tutkimuskysymykset.

**Aiheeseen ei kuulu esimerkiksi:**

Kaivosten louhintaan liittyvät asiat (räjäytystekniikat, kaivosten suunnittelu, yms,).

Taajuusmuuttajien kannattavuusanalyysi (tosin johtopäätöksenä voidaan mainita taajuusmuuttajien tuomat merkittävät energiasäästöt).

Malmin jatkorikastus kaivosalueen ulkopuolella.

Taajuusmuuttajien ominaisuuksien sisäinen toteutus.

Itsenäiset koneet kaivoksissa (esim. kuormaajat)

**Tehtävä 2** Muodosta kolme erilaista hakusanojen yhdistelmää sekä suomeksi että englanniksi.   
Esimerkkivastaus: markkinointi AND johtaminen, marketing AND management.

(”Frequency converter\*” OR drive\* OR inverter\*) AND mining

(Mine# OR mining) AND environment

(Mine# OR mining) AND automation AND (”Frequency converter\*” OR drive\* OR inverter\*)

**Tehtävä 3.1**

A New All AC Gearless Drive System for Large Mining Draglines - Industry Applications Conference, 2006. 41st IAS Annual Meeting. Conference Record of the 2006 – IEEE.

Technical evaluation and practical experience of high-power grinding mill drives in mining applications - IEEE Transactions on Industry Applications [0093-9994] Rodríguez, J R v:2005 vol:41 iss:3 s:866 - IEEE

**Tehtävä 3.2**

Scopus

Aaltodoc - Aalto University publication archive

IEEE Xplore

Scitation

**Tehtävä 4.1** Hae 2-3 aiheesi läheisesti liittyvää kirjaa.

Dhillon, B.S. 2010, *Mine safety : a modern approach,*Springer, London. ISBN 978-184-99-6115-8

Hakapää, A. & Lappalainen, P. 2009, *Kaivos- ja louhintatekniikka,*Opetushallitus, Helsinki. ISBN 978-952-13-4615-6.

Remes, A. 2012, *Advanced process monitoring and control methods in mineral processing applications,*Aalto University, School of Electrical Engineering, Department of Automation and Systems Technology, Espoo. ISBN 978-952-60-4511-5.

**Tehtävä 4.2** Testaa [Scopus](https://login.libproxy.aalto.fi/login?url=http://www.scopus.com/scopus/home.url" \t "_blank) tietokantaa

Koellner, W. 2006, "A new all AC gearless drive system for large mining draglines", Conference Record - IAS Annual Meeting (IEEE Industry Applications Society), 1310 s. ISSN 0197-2618

Rodríguez, J.R., Pontt, J., Newman, P., Musalem, R., Miranda, H., Moran, L. & Alzamora, G. 2005, "Technical evaluation and practical experience of high-power grinding mill drives in mining applications", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 41, no. 3, S. 866-874. ISSN 0093-9994

Sergelen, B. & Turbat, S. 2013, "Energy saving solutions in the Erdenet Mining Corporation", 8th International Forum on Strategic Technology 2013, IFOST 2013 - Proceedings, S. 505-507. ISBN 978-1-4799-0931-5

**Tehtävä 4.3** Hae Aaltodoc-julkaisuarkistosta tai Inssi-tietokannasta kolmen aiheeseesi sopivan kandidaatintyön viitetiedot

Raimola, J. 2008. Malmivirtojen mallinnus kaivostekniikassa. Kandidaatinyö. Teknillinen korkeakoulu. Automaatio- ja systeemitekniikan laitos. Espoo.

Joutti, M. 2014. Korroosioanturi teollisuuselektroniikan eliniän määritykseen. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Kemian tekniikan korkeakoulu. Espoo.

Rumpunen, A. 2012. Tuulivoiman vaatimukset taajuusmuuttajalle. Kandidaatintyö. Aalto-yliopisto. Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo.

**4.4 Standardit** ja muu faktatieto

SFS-EN 1127-2:en. Räjähdysvaaralliset tilat. Räjähdysten esto ja suojaus. Osa 2: Kaivoksia koskevat perusteet ja menetelmät. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

**Tehtävä 5**

Koellner, W. 2006, "A new all AC gearless drive system for large mining draglines", Conference Record - IAS Annual Meeting (IEEE Industry Applications Society), 1310 s. ISSN 0197-2618

Koellnerin (2006) artikkeli käsitteli kaivosteollisuuden suurten kaivinkoneiden voimansiirtojärjestelmien nykyisiä totetustapoja perinteisillä moottori-generaattori –järjestelmillä, sekä uuden taajuusmuuttajaohjatun voimansiirron tuomia etuja. Artikkeli esittelee suurten vaihtovirtataajuusmuutajien aiheuttamia häiriöitä kaivoksen sähköverkkoon ja näyttää miten aktiivisella tulosillalla pystytään pienetämään häiriöitä mahdollistaen suurten vaihtovirtataajuusmuuttajien käytön kaivosympäristössä. (Koellner 2006. S. 1310)

G. Brown, B. Ebacher, W. Koellner, “Increased Productivity with AC Drives for Mining Excavators and Haul Tracks”. IEEE / IAS 2000 Annual Meeting, Rome, Italy, October 2000. CD Rom.