

Tuomas Renlund

TAAJUUSMUUTTAJIEN ELINKAAREN HALLINTA

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2019

TAAJUUSMUUTTAJIEN ELINKAAREN HALLINTA

Renlund, Tuomas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
marraskuu 2019
Sivumäärä: 26
Liitteitä: 1

Asiasanat: Taajuus, taajuusmuuttaja, elinkaari, huolto

Opinnäytetyössä tutkittiin Norilsk Nickel Harjavalta tehtaan yli 55 kW taajuusmuuttajien elinkaarta varaosien saannin ja taajuusmuuttajien huoltamisen jatkuvuuden kannalta.

Työn teoriaosa koostuu taajuusmuuttajan rakenteesta, huoltamisesta ja elinkaarenhallinnasta. Huolto-osio sisältää neljän eri laitteen huollot. Rakenneosiossa käydään läpi taajuusmuuttajan pääosat ja toimintaperiaate. Elinkaaren hallintaosio kertoo ABB ja Vacon taajuusmuuttajien elinkaaren hallinnasta.

Tutkimustyössä käytiin kaikki Norilsk Nickel tehtaan yli 55 kW taajuusmuuttajat läpi ja kerättiin sarjanumerot, joiden avulla saatiin selvitettyä Vaconin ja ABB:n huoltopalveluiden kautta laitteiden iät ja tulevien huoltojen ajankohdat. Laiteoppaiden ja huoltopalveluiden kautta saatiin selvitettyä, mitkä huollot ovat tulossa ja mikä elinkaarivaihe on kyseessä. Vanhentuneet laitteet laitettiin investointilistalle ja ehdolle laitettiin muutama muu laite, jotka ikänsä perusteella ovat siirtymässä elinikänsä päähän.

Tuloksista tehtiin listat, joissa käy ilmi, mitkä laitteet joutuvat investointilistalle, mikä huolto on tulossa ja mitkä taajuusmuuttajat laitetaan ehdolle tuleviin investointilistoihin.

FREQUENCY CONVERTERS LIFECYCLE MANAGEMENT

Renlund, Tuomas
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in electrical engineering
November 2019
Number of pages: 26
Appendices: 1

Keywords: frequency, frequency converter, lifecycle, maintenance

The purpose of this thesis was to research the lifecycles of over 55 kw frequency converters through the supply of spare parts and the continuity of frequency converters' maintenance of Norilsk Nickel factory.

The theory part of the thesis consists of the structure, maintenance and the management of the lifecycles of the frequency converters. The maintenance part contains four different maintenances of devices. The structure part includes basic parts and operation of the frequency converters. The lifecycle part tells about lifecycle controls of ABB's and Vacon's frequency converters.

In the research all frequency converters of Norilsk Nickel factories were gone through and the serial numbers were collected. These serial numbers enabled to find out through Vacon's and ABB's maintenance service the age of frequency converters and the date of coming maintenances. Service manuals and maintenance service tell, which maintenance is upcoming and which lifecycle stage is in question. Outdated frequency converters were put to an investment list and few others were suggested also to the list because of the ending lifetime.

The list of results was made. There turns out, which frequency converters are going to the investment list, which maintenance is upcoming and which frequency converters will be suggested to the incoming investment lists.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TOIMEKSIANTAJA	7
2.1	Quant.....	7
2.2	Norilsk Nickel.....	7
3	TAAJUUSMUUTTAJA.....	8
3.1	Yleistä	8
3.2	Taajuusmuuttajan toimintaperiaate ja osat.....	8
3.2.1	Tasasuuntaaja	8
3.2.2	Välipiiri	9
3.2.3	Vaihtosuuntaaja	11
3.2.4	Ohjaus- ja säätöpiiri.....	11
4	TAAJUUSMUUTTAJAN HUOLTO	12
4.1	Yleistä	12
4.2	Vacon 100 sarja.....	12
4.3	Vacon NXS/P.....	13
4.4	ABB ACS-800	14
4.4.1	Jäähdytyslementti	15
4.4.2	Puhallin	15
4.4.3	Kondensaattorit.....	15
4.5	ABB ACS-880	16
4.5.1	Jäähdytyslementti	17
4.5.2	Puhallin	17
4.5.3	Kondensaattorit.....	18
4.5.4	Muistiyksikkö	18
4.5.5	Ohjauspaneeli	18
5	ELINKAARENHALLINTA	19
5.1	ABB taajuusmuuttajan elinkaari.....	19
5.1.1	Aktiivinen	19
5.1.2	Klassinen	19
5.1.3	Rajoitettu	20
5.1.4	Vanhentunut	20
5.2	Vacon taajuusmuuttajan elinkaari.....	21
5.2.1	New	21
5.2.2	Active	21

5.2.3 Limited	21
5.2.4 Inactive	22
6 TUTKIMUSTYÖN SELOSTUS	22
7 TULOKSET	23
7.1 Vanhentuneet taajuusmuuttajat	23
7.2 Huoltosuunnitelma	24
8 POHDINTA	25
LÄHTEET	26
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käydään läpi Harjavallan Norilsk Nickel tehtaan taajuusmuuttajien elinkaarenhallintaa ja niiden huoltoa. Työn toimeksiantajana toimii Quant Service.

Opinnäytetyön tarkoitus on kartoittaa Norilsk Nickel tehtaiden taajuusmuuttajien elinkaari, huoltojen jatkuvuus ja uusien laitteiden investointi. Opinnäytetyö rajattiin yli 55 kW taajuusmuuttajien elinkaarien tutkimiseen, mitkä ovat sijoitettuna viiteen eri tehtaaseen Harjavallan suurteollisuuspuiston alueelle. Laitokset ovat liuottamo, uutto, pelkistämö, elektrolyysi ja kemikaalitehdas.

Laitteille on annettu kriittisyys luokitus. Kriittisyys luokitus vaikuttaa taajuusmuuttajien huollon tärkeyteen ja investointilistalle joutumiseen. Mitä suurempi kriittisyys luokitus on annettu laitteelle, sitä tärkeämpi laite on prosessin kannalta.

Opinnäytetyössä käsitellään ainoastaan ABB ja Vacon laitevalmistajien taajuusmuuttajia, koska suurin osa Norilsk Nickel tehtaan taajuusmuuttajista ovat näiden kahden laitevalmistajan laitteita. Taajuusmuuttajien elinkaaren hallinta perustuu ABB ja Vacon laitevalmistajien antamiin tietoihin.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

2.1 Quant

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Quant Service. Quant on ollut yli 25 vuoden ajan alan markkinajohtaja, ylläpitäen ja parantaen turvallisuutta sekä tuotannon tehokkuutta yli 300 toimipaikassa eri puolilla maailmaa. Suomessa nimen alla toimii yhteensä 3 eri yritystä, jotka ovat; Quant Finland Oy, Quant Sataservice Oy ja Quant Technologies Oy. Näissä kolmessa yrityksessä työskentelee noin 650 työntekijää. Quant Finland toimii laajasti Länsi-, Etelä-, Itä- ja Keski-Suomen alueilla. Palvelevia aluehuoltoyksiköitä sijaitsee mm. Porissa, Raumalla, Harjavallassa, Turussa, pääkaupunkiseudulla sekä Mikkelissä. (Quant Servicen www-sivut 2019, hakupäivä 14.9.2019)

2.2 Norilsk Nickel

Nornickel Harjavalta on merkittävä ja monipuolinen nikkelimetallien ja –kemikaalien jalostaja.

Nornickel Harjavalta on osa globaalia Nornickel-konsernia. Ensimmäinen Nornickelin tehdas rakennettiin Siperiaan Taimyrin niemimaalle vuonna 1935. Vuosikymmenten saatossa yhtiöstä on kasvanut maailman suurin nikkeli tuottaja. Konsernin toiminta keskittyy malmin etsintään, tutkimiseen, jalostamiseen ja mineraalien metallurgiseen käsittelyyn sekä perus- ja jalometallien tuotantoon ja markkinointiin.

Nornickel tuottaa 14 % maailman nikkelin kokonaistarjonnasta ja on maailman suurin nikkelin ja palladiumin tuottaja. Muita konsernin merkittäviä tuotteita ovat kupari, koboltti, platina ja rhodium. (Norilsk Nickel www-sivut 2019, hakupäivä 14.9.2019)

Harjavallan tehdas koostuu liuottamosta, uutosta, pelkistämöstä, elektrolyysistä ja kemikaalitehtaasta. Työn taajuusmuuttajat sijaitsevat koko tehdasalueella.

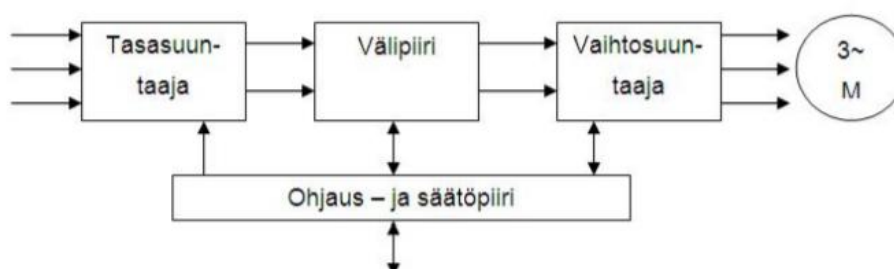
3 TAAJUUSMUUTTAJA

3.1 Yleistä

Taajuusmuuttaja on moottoreille tarkoitettu ohjauslaite, jolla voidaan säätää moottorin vääntömomenttia ja nopeutta. Taajuusmuuttajalla ohjataan yleensä oikosulkumoottoria ja yleisimmät ohjaustarkoitukset ovat pumppu-, puhallin- ja kuljetinohjaukset. (Abb www-sivut 2019, hakupäivä 15.9.2019)

3.2 Taajuusmuuttajan toimintaperiaate ja osat

Taajuusmuuttaja koostuu neljästä pääosasta (kuva 1): tasasuuntaaja, välipiiri, vaihtosuuntaajasta ja ohjaus- ja säätöpiiristä. Lisäksi taajuusmuuttajaan voi kuulua verkko-suodatin ja erillinen jäähdytyspuhallin. (Danfoss 1992, 43)



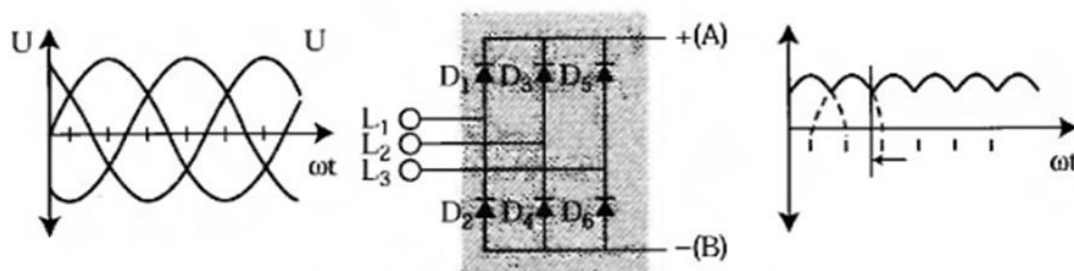
Kuva 1. Taajuudenmuuttajan periaatekavio (Danfoss 1992,43)

3.2.1 Tasasuuntaaja

Tasasuuntaaja muuttaa syöttöverkon kolmivaiheisen vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi. Tasasuuntaajia on kahta tyyppiä: ohjattu ja ohjaamaton.

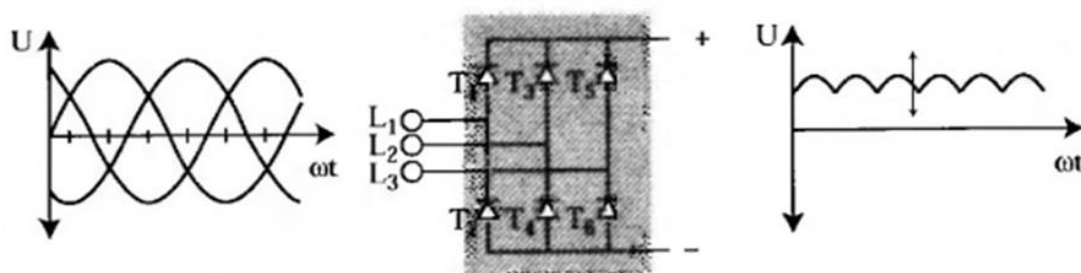
Taajuudenmuuttajan tasasuuntaajassa on joko diodit, tyristorit tai näiden puolijohteiden yhdistelmä. Tasasuuntaajaa, jossa on diodit, kutsutaan ohjaamattomaksi. Tasasuuntaajaa, jossa on tyristorit, nimitetään kokoaalto-ohjatuksi tasasuuntaajaksi. (Danfoss1992, 45-48)

Ohjaamattomassa tasasuuntaajassa on kuusi diodia (kuva 2).



Kuva 2. Ohjaamaton kolmivaiheinen tasasuuntaaja (Danfoss 1992, 46)

Ohjatussa kokoaaltotasasuuntaajassa on diodien sijaan tyristorit (kuva 3).

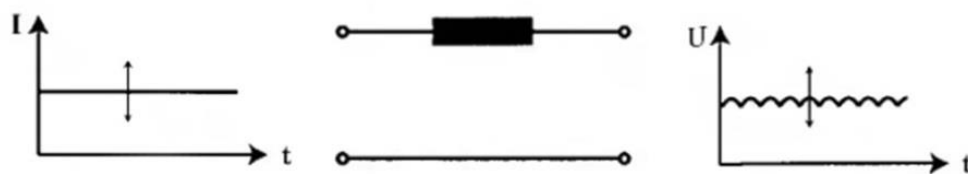


Kuva3. Ohjattu kokoaaltotasasuuntaaja (Danfoss 1992, 48)

3.2.2 Välipiiri

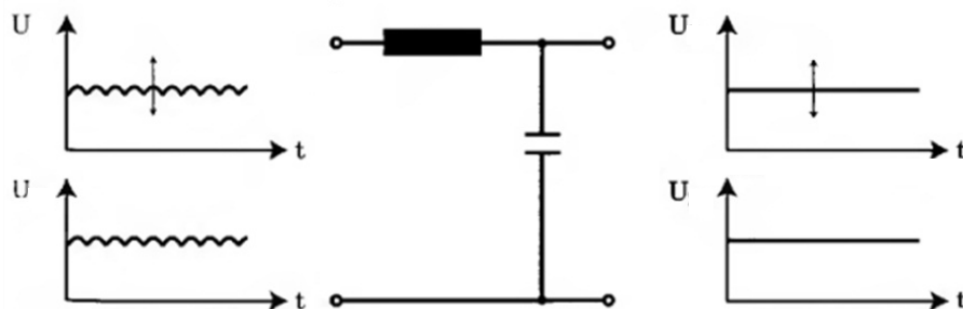
Välipiiriä voidaan pitää energia varastona, josta moottori saa energiansa vaihtosuuntaajan välityksellä.

Välipiirejä on kolme erilaista. Yhdessä muunnetaan tasasuuntaajan jännite tasavirraksi. Toisessa tyypissä stabiloidaan sykkivä tasajännite ja se lähetetään vaihtosuuntaajaan. Kolmannessa välipiirityypissä muunnetaan tasasuuntaajan vakiotasajännite muuttuvaksi jännitteeksi.



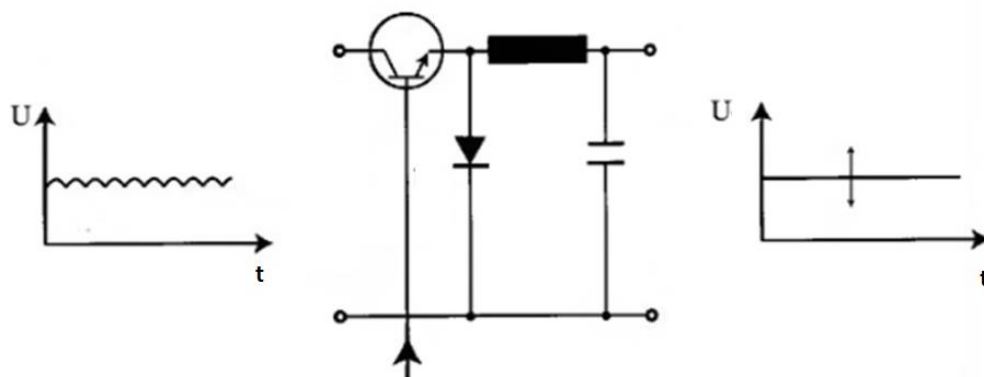
Kuva 4. Muuttuva tasavirtavälipiiri (Danfoss 1992,49)

Kuvan mukaisessa välipiirissä on suuri käämi (kuva 4). Tämä on yhdistetty vain ohjattuun tasasuuntaajaan. Käämi muuttaa tasasuuntaajan tuottaman muuttuvan jännitteen muuttuvaksi tasavirraksi.



Kuva 5. Vakio- tai muuttuvajännitteinen välipiiri (Danfoss 1992, 49)

Välipiirissä voi olla käämin ja kondensaattorin muodostama suodatin (kuva 5). Välipiiri voidaan yhdistää ohjattuun ja ohjaamattomaan tasasuuntaajaan. Suodatin tasaa sykkivän tasajännitteen, joka tulee tasasuuntaajasta.



Kuva 6. Muuttuvajännitteinen välipiiri (Danfoss 1992, 50)

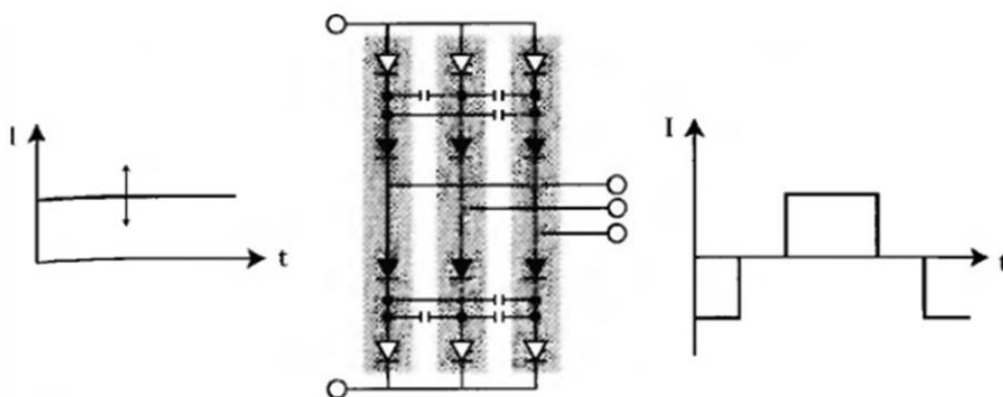
Muuttuvajännitteisen välipiirin suodattimen eteen on sijoitettu hakkuri (kuva 6). Hakkurina on transistori. (Danfoss 1992, 49-50)

3.2.3 Vaihtosuuntaaja

Vaihtosuuntaaja on taajuusmuuttajan viimeinen osa ennen moottoria. Vaihtosuuntaajan tehtävä on muuttaa välipiiristä tulevan muuttuvan tasajännitteen, muuttuvan tasavirran tai vakiotasajännitteen vaihtovirraksi moottorille.

Vaihtosuuntaajan tehtävä on huolehtia, että moottorille tuleva syöttö on aina vaihtovirtaa. Toisin sanoen vaihtosuuntaajan tulee tuottaa moottorijännitteelle taajuus.

Vaihtosuuntaajan pääkomponentit ovat ohjatut puolijohteet, jotka ovat pareittain kolmessa haarassa (kuva 7). Nykyään käytetään pääosin transistoreja. (Danfoss 1992, 51-56)



Kuva 7. Vaihtosuuntaaja (Danfoss 1992, 52)

3.2.4 Ohjaus- ja säätöpiiri

Ohjauspiiri on taajuusmuuttajan neljäs lohko. Ohjauspiirin elektroniikka voi lähettää viestejä tasasuuntaajaan, välipiiriin ja vaihtosuuntaajaan. Säädettävät osat riippuvat taajuusmuuttajan rakennepiiristä. Kaikilla taajuusmuuttajilla on yhteistä se, että

ne lähettävät vaihtosuuntaajaan puolijohteille viestin, joka ohjaa ne johtamis- ja katkaisutilaan. Ohjauspiirillä on kaksi päätehtävää. Se ohjaa taajuudenmuuttajan puolijohteita ja ottaa vastaan tai lähettää viestejä ympärillä olevista laitteista. (Danfoss 1992,43-44,70-71)

4 TAAJUUSMUUTTAJAN HUOLTO

4.1 Yleistä

Taajuusmuuttajan huollolla voidaan varmistaa sen pitkä käyttöikä ja oikea toiminta. Oikein sijoitettu taajuusmuuttaja ei tarvitse paljoa huoltoa. Taajuusmuuttaja on kuitenkin laite, joka tarvitsee säännöllisesti huoltoa ja puhdistusta. Taajuusmuuttajan huoltaminen on lähes samankaltainen eri laitevalmistajien kesken. Laitteen puhtaus ja säännölliset osien vaihdot parantavat laitteen käyttöikää ja toimivuutta.

Taajuusmuuttajan huoltaminen tehdään aina jännitteettömänä. Taajuusmuuttaja pitää kytkeä irti syöttöverkosta ja todeta jännitteettömyys mittaamalla.

Valitsin neljän erilaisen tehdasalueelta löytyvän taajuusmuuttajan huoltotaulukot ja toimenpiteet. (ABB laiteopas 2013; Abb laiteopas 2019; Vacon asennusopas 2017)

4.2 Vacon 100 sarja

Vacon 100 sarjan huoltaminen alla olevan taulukon mukaan.

Taulukko 1. Vacon 100 sarjan huoltotaulukko 10.9.2019 (Vacon asennusopas 2017)

Taajuusmuuttajan pääkondensaattoreita ei tarvitse vaihtaa, koska ne ovat ohutkalvokondensaattoreita.

Taulukko 33: Huoltovälit ja tehtävät

Huoltoväli	Huoltotehtävä
Säännöllisesti	Tarkista liittimien kiristysmomentit. Tarkista suodattimet.
6–24 kuukautta [Väli on erilainen eri ympäristöissä.]	Tarkista verkkokaapelin liittimet, moottorikaapelin liittimet ja ohjausliittimet. Varmista, että puhallin toimii oikein. Varmista, että liittimissä, kokoojakiskoissa tai muissa pinnoissa ei ole korroosiota. Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin.
24 kuukautta [Väli on erilainen eri ympäristöissä.]	Puhdista jäähdytyslementti ja jäähdytystunneli.
3–6 vuotta	Vaihda IP54-mallin sisäinen puhallin.
6–10 vuotta	Vaihda pääpuhallin.
10 vuotta	Vaihda reaaliaikakellon paristo.

Taajuusmuuttajan pääkondensaattoreita ei tarvitse vaihtaa, koska ne ovat ohutkalvokondensaattoreita. (Vacon, Vacon 100 asennusopas 2017)

4.3 Vacon NXS/P

Normaaliolosuhteissa VACON NXS/P-taajuusmuuttajat eivät tarvitse huoltoa. Jotta varmistetaan taajuusmuuttajan oikea toiminta ja pitkä käyttöikä, säännöllinen huolto on suositeltavaa. Huoltoväli on kuvattu alla olevassa huoltovälitaulukossa. (Vacon, Vacon NXS/P käyttöohje 2017)

Taulukko 2. Vacon NXS/P sarjan huoltotaulukko 10.9.2019 (Vacon NXS/P käyttöohje 2017)

Taulukko 53: Huoltovälit ja tehtävät

Huoltoväli	Huoltotehtävä
12 kuukautta (jos taajuusmuuttajaa säilytetään varastossa)	Lataa kondensaattorit (katso luku 8.7.1 <i>Kondensaattorien lataus</i>).
6–24 kuukautta (Väli on erilainen eri ympäristöissä.)	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkista liittimien kiristysmomentit. • Puhdista jäähdytuselementti. • Tarkista verkkokaapelin liitin, moottorikaapelin liitin ja ohjausliittimet. • Puhdista jäähdytystunneli. • Varmista, että puhallin toimii oikein. • Varmista, että liittimissä, kokoojakiskoissa tai muissa pinnoissa ei ole korroosiota. • Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin.
5–7 vuotta	Vaihda puhallimet: <ul style="list-style-type: none"> • pääpuhallin • sisäinen IP54-puhallin (UL-tyyppi 12) • kaapin puhallin/suodatin.
5–10 vuotta	Vaihda DC-väylän kondensaattorit, jos tasajännitteen aaltoisuus on voimakas.

4.4 ABB ACS-800

Sopivaan ympäristöön sijoitettu taajuusmuuttaja tarvitsee vain vähän huoltoa. Alla olevassa taulukossa ABB suosittamat huolto välit.

Taulukko 3. ABB taajuusmuuttajan huoltotaulukko 12.9.2019 (ABB ACS-800 laiteopas2013)

Väli	Huoltotoimenpide	Ohjeet
6–12 kuukauden välein (ympäristön pölyisyyden mukaan)	Jäähdytyslementin lämpötilan tarkistus ja puhdistus	Katso <i>Jäähdytyslementti</i> .
Vuosittain, jos taajuusmuuttajaa pidetään varastossa	Kondensaattorien elvytys	Katso <i>Kondensaattorien elvytys</i> .
3 vuoden välein	IP55- ja IP21-yksiköiden lisäjäähdytyspuhaltimen vaihto, jos sellainen sisältyy kokoonpanoon	Lisätietoja on kohdassa <i>Lisäpuhallin</i> .
6 vuoden välein	Jäähdytyspuhaltimen vaihto	Katso <i>Puhallin</i> .
10 vuoden välein	Runkokoko R4 ja suuremmat koot: kondensaattorien vaihto	Katso <i>Kondensaattorit</i> .

Lisätietoja huollosta saat ABB Oy:n huollon paikalliselta edustajalta. Siirry Internet-soittoeseen <http://www.abb.com/drives>.

4.4.1 Jäähdytyslementti

Jäähdytyslementti kerää pölyä ilmasta. Taajuusmuuttaja antaa ylläpitohälytyksen ja vikahälytyksen, jos rivat eivät ole puhtaita. Jäähdytyslementti tulee tarkistaa vuosittain. Pölyisessä tilassa tarvitsee puhdistaa useammin. (ABB, ACS-800 laiteopas 2013)

4.4.2 Puhallin

Taajuusmuuttajan käyttö ja ympäristön lämpötila vaikuttavat puhaltimen käyttöikään. Yleisin vikaantumisen syy on laakerien vaurioituminen. Puhallin alkaa pitää meteliä Puhallin tarvitsee vaihtaa 6 vuoden välein. Jos laakereista alkaa kuulua meteliä on syytä vaihtaa puhallin aikaisemmin. (ABB, ACS-800 laiteopas 2013)

4.4.3 Kondensaattorit

Taajuusmuuttajan välipiirissä on useita elektrolyyttikondensaattoreita. Niiden käyttöikä määräytyy taajuusmuuttajan kuormituksen ja käyttöympäristön lämpötilan mukaan. Kondensaattorien käyttöikää voidaan pidentää alentamalla

käyttöympäristön lämpötilaa.

Kondensaattorien vikaantumista ei voi ennustaa. Kondensaattorien vikaantuminen aiheuttaa useimmiten syötön sulakkeen palamisen tai vikalaukaisun.

Kondensaattorit suositellaan vaihtamaan 10 vuoden välein. (ABB, ACS-800 laiteopas 2013)

4.5 ABB ACS-880

Alla olevassa taulukossa kuvataan huoltotoimet. Huolto- ja vaihtovälit perustuvat oletukseen, että laitteistoa käytetään määritysten mukaisilla nimellisarvoilla määritysten mukaisessa käyttöympäristössä. ABB suosittelee tarkastamaan taajuusmuuttajan vuosittain, jotta mahdollisimman luotettava toiminta ja optimaalinen suorituskyky voidaan varmistaa.

Taulukko 4. ABB ACS-880 huoltotaulukko 12.9.2019 (ABB laiteopas)

■ Merkkien selitykset

Toiminto	Kuvaus
I	Silmämääräinen tarkastus ja huoltotoimenpiteet tarpeen mukaan.
P	Toimenpide paikan päällä tai muualla (käyttöönotto, koestukset, mittaukset ja muut työt).
R	Komponentin vaihto

■ Suositellut käyttäjän vuosittaiset huoltotoimet

ABB suosittelee tekemään nämä tarkastukset vuosittain, jotta mahdollisimman luotettava toiminta ja optimaalinen suorituskyky voidaan varmistaa.

Toiminto	Kohde
P	Syöttöjännitteen laatu
I	Varaosat
P	Tasajännitevälipiirin kondensaattorien elvytys. varamoduulit ja varakondensaattorit
I	Liitännöiden kiinnitykset
I	Pölyisyys, korroosio ja lämpötila
I	Jäähdytyslementin puhdistus

■ Suositellut huoltovälit käyttöönoton jälkeen

Komponentti	Käyttövuosia							
	3	6	9	12	15	18	20	21
Jäähdytys								
Pääjäähdytyspuhallin (runkokoot R1...R9)			R			R		
Piirikorttien lisäjäähdytyspuhallin (runkokoot R1...R9)			R			R		
Lisäjäähdytyspuhallin (IP55-rungot R8 ja R9)			R			R		
Ikääntyminen								
Ohjauspaneelin ja ZCU-ohjausyksikön akku			R			R		

4FPS10000239703

4.5.1 Jäähdytyslementti

Jäähdytyslementin rivat keräävät pölyä jäähdytysilmasta, joten puhdistus tulee suorittaa tarvittaessa. Likaantuminen aiheuttaa ylikuumenemisen ja vikailmoituksen. Puhdistus suoritetaan kuivalla ja öljyttömällä paineilmalla. (ABB, ACS-880 laiteopas 2017)

4.5.2 Puhallin

Taajuusmuuttajan jäähdytyspuhaltimien käyttöikä määräytyy puhaltimen käyttöajan, käyttöympäristön lämpötilan ja pölyisyyden mukaan.

Runkokokoja on R1-R9. Jokaiselle rungolle on oma ohjeistus puhaltimen vaihtoon. Puhaltimien vaihto tapahtuu taulukon mukaan tai aikaisemmin, jos tarkastuksen yhteydessä huomataan vikaantumista. (ABB, ACS-880 laiteopas 2017)

4.5.3 Kondensaattorit

Taajuusmuuttajan tasajännitevälipiirissä on useita elektrolyyttikondensaattoreita. Niiden käyttöikä määräytyy taajuusmuuttajan käyttötuntien, kuormituksen ja käyttöympäristön lämpötilan mukaan. Kondensaattorien käyttöikää voidaan pidentää laskemalla käyttöympäristön lämpötilaa.

Runkokokojen R1...R3 kondensaattorit on integroitu ZINT-korttiin ja runkokokojen R4 ja R5 kondensaattorit ZMAC-korttiin. Runkokokojen R6...R8 kondensaattorit ovat erillisiä. (ABB, ACS-880 laiteopas 2017)

4.5.4 Muistiyksikkö

Kun taajuusmuuttaja joudutaan vaihtamaan, voidaan vanha muistiyksikkö siirtää uuteen. Näin saadaan parametrit siirrettyä vanhasta uuteen laitteeseen. Muistiyksikkö sijaitsee ohjausyksikössä.

Käynnistyksen jälkeen taajuusmuuttaja hakee muistiyksikköä. Jos erilaisia parametreja löytyy, ne kopioidaan taajuusmuuttajaan. Tämä voi kestää useita minutteja. (ABB, ACS-880 laiteopas 2017)

4.5.5 Ohjauspaneeli

Ohjauspaneelissa on yksi cr2032 paristo. Paristo sijaitsee ohjauspaneelin takana. (ABB, ACS-880 laiteopas 2017)

5 ELINKAARENHALLINTA

5.1 ABB taajuusmuuttajan elinkaari

ABB elinkaaren hallintamalli perustuu neljään eri vaiheeseen: aktiiviseen, klassiseen, rajoitettuun ja vanhentuneen tuotteen vaiheeseen (kuva 8).



Kuva 8. ABB taajuusmuuttajien elinkaaren vaiheet (ABB www-sivusto 2019, hakupäivä 20.9.2019)

5.1.1 Aktiivinen

Aktiivinen vaihe alkaa, kun tuote tulee markkinoille ja sitä aletaan myymään. Aktiivisen vaiheen kesto riippuu markkinaolosuhteista ja teknologian kehittämisestä.

Aktiivisessa vaiheessa tuote on jatkuvassa kehityksessä ja siihen kuuluu täydet elinkaari- ja kunnossapito- ja varaosat. (ABB www-sivut 2019, 20.9.2019)

5.1.2 Klassinen

Elinkaaren toinen vaihe on klassinen. Klassisen vaiheen aikana ovat kaikki varaosat ja kunnossapitomateriaalit saatavissa. Klassisessa vaiheessa tuotetta saatetaan kehittää vielä. Klassiseen vaiheeseen kuuluu myös vaihe, jolloin tuote vedetään myynnistä. Varaosien tuotetuki jatkuu 10 vuotta siitä, kun tuote siirtyy klassiseen vaiheeseen. (ABB www-sivut 2019, hakupäivä 20.9.2019)

5.1.3 Rajoitettu

Kolmas vaihe on rajoitettu vaihe. Kun tuote siirtyy rajoitettuun vaiheeseen, on syytä alkaa miettiä uuden laitteen hankkimista. Rajoitetussa vaiheessa tuote ei ole enää aktiivisessa tuotannossa ja sen varaosien saanti rajoittuu siihen, kuinka kauan varaosia ja komponentteja on saatavana. Klassisen ja rajoitetun vaiheen yhteiskesto on noin kymmen vuotta. (ABB www-sivut 2019, hakupäivä 20.9.2019)

5.1.4 Vanhentunut

Neljäs vaihe on vanhentunut vaihe. Kun laite siirtyy vanhentuneeseen vaiheeseen, sen varaosien saantia ei enää voida taata. Kaikki tuotetuki loppuu neljännessä vaiheessa. Useimpien ABB:n taajuusmuuttajien elinkaari kestää yli 20 vuotta. (ABB www-sivut 2019, hakupäivä 20.9.2019)

Alla olevassa kuvassa näkyy tämän hetkisen Abb laitekannan elinkaari (kuva 9).

ABB		ABB Automation Technologies				DOCLPLAN0001													
Issued by:	Document:	Date of issue:	Valid until:	Language:	Revision:														
	Drives Life Cycle Plan	01.01.2019	31.12.2019	EN	F														
						Life Cycle Phase Status													
						Legend: A=Active, C=Classic, L=Limited, O=Obsolete													
Product Branch	Product Group	Global Support Unit	End of Volume Production	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
LV AC DRIVES	ACSM1	FIDRI		A	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS800-01/04/R2-R6	FIDRI	2017	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS800-04/07/R7 ja R8	FIDRI	2017	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	O	
LV AC DRIVES	ACS800-R8i	FIDRI	2017	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	
LV AC DRIVES	ACS800-MD R2i-R8i air Cooler	FIDRI	2017	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	
LV AC DRIVES	ACS850	FIPSE	2017	C	C	C	L	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS550	FIPSE	2017	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS880-01	FIPSE		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	
LV AC DRIVES	ACS580	FIDRI		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	
LV AC DRIVES	ACS501, 502/503/504/506	FIPSE	1998	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	SAMI F - STAR	FIPSE	1987	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACV700	FIPSE	1998	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS601	FIPSE	2004	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS604/607/627 R8 to 2xR9	FIPSE	2004	L	L	L	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS607/627 R11i to R12i, ACS617/677 R8i to R12i	FIPSE	2004	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS600 air-cooled multidrives	FIPSE	2007	C	C	C	L	L	L	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
LV AC DRIVES	ACS300		2004	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	

Kuva 9. Taajuusmuuttajien elinkaari (ABB edustaja sähköposti 20.9.2019)

5.2 Vacon taajuusmuuttajan elinkaari

Vacon taajuusmuuttajan elinkaarella on neljä vaihetta. Vaiheet ovat new, active, limited ja inactive (kuva 10).



Kuva 10. Vacon taajuusmuuttajan elinkaari (Danfoss edustaja sähköposti 2.10.2019)

5.2.1 New

New-vaiheen taajuusmuuttaja on paras vaihtoehto uuden taajuusmuuttajan hankkimiseen. Niillä on täysi tuotetuki ja tuettu pääsy Drive pro palveluihin. Tässä vaiheessa tarjotaan laitepäivityksiä ja parannuksia toiminnallisuuden parantamiseksi. (Danfoss edustaja sähköposti 2.10.2019)

5.2.2 Active

Active-vaiheen laitteita suositellaan uusille asennuksille, vaikka uudempaa tekniikkaa saattaa olla saatavilla. Active-vaiheessa on myös saatavilla kaikki Drive pro palvelut kriittisten ohjelmistopäivityksien kanssa. (Danfoss edustaja sähköposti 2.10.2019)

5.2.3 Limited

Limited-vaiheen taajuusmuuttajia ei ole enää myynnissä ja niillä on rajoitetut palveluvaihtoehdot. Niihin on saatavissa perushuollot, varaosat ja korjauspalvelut rajoitetun ajan. Jos taajuusmuuttajaan liittyy ongelmia limited- vaiheessa suositellaan sen uusimista.

Alle 90 kW laitteita tuetaan viiden vuoden ajan ja yli 90 kW laitteita 10 vuoden ajan, kun ne ovat siirtyneet limited-vaiheeseen. (Danfoss edustaja sähköposti 2.10.2019)

5.2.4 Inactive

Inactive-vaiheen taajuusmuuttajat on lopetettu tuotannossa. Varaosia ja huoltoja ei enää ole saatavilla. (Danfoss edustaja sähköposti 2.10.2019)

6 TUTKIMUSTYÖN SELOSTUS

Norilsk Nickel tehdas alueella tutkimustyöhön kuuluu 102 kpl yli 55 kW taajuusmuuttajia. Niistä 29 kpl sijaitsee LSU-liuottamossa, 41 kpl SU-liuottamossa, CO- uutossa ja CO- uuttoalueella 4 kpl, NI- pelkistämössä 20 kpl ja kemikaalitehtaassa 8 kpl. Tutkimustyön tarkoitus oli kartoittaa taajuusmuuttajien elinkaari, huoltojen ajankohta, taajuusmuuttajien tuotetuki ja vanhentuneiden laitteiden määrä. Taajuusmuuttajat, joiden ikä ja tuotetuki ovat loppumassa tai loppunut olisi tarkoitus laittaa tulevaan investointilistaan. Taajuusmuuttajan kriittisyysluokka vaikuttaa myös laitteen mahdolliseen investointilistalle joutumiseen. Jos laite on jo vanhentumassa ja tuotetuki loppumassa taajuusmuuttajan tärkeys prosessille otetaan huomioon ja lisätään investointilistalle.

Myös taajuusmuuttajien huollon ajankohtaa tarkastellaan. Tarkoitus on selvittää, missä kohtaa taajuusmuuttajien huollot ovat menossa. Taajuusmuuttajien iän perusteella saadaan selville, missä kohtaa huolto on menossa ja mitä toimenpiteitä tarvitsee tehdä. Koska taajuusmuuttajien käyttöönottopäivää ei tiedetä, selvitin ensiksi taajuusmuuttajien iän sarjanumeroiden avulla taajuusmuuttajien valmistajien Vaconin ja ABB:n kautta. Kummallakin valmistajalla on oma elinkaaren hallintajärjestelmä, jonka kautta pystytään saamaan tietoa laitteen elinkaaresta. Sitä kautta saatiin myös huoltojen tämän hetkinen ajankohta selville.

7 TULOKSET

7.1 Vanhentuneet taajuusmuuttajat

Vanhentuneita laitteita löytyi yhteensä 9 kpl. Alla olevasta listasta löytyy, mistä tehtaasta ja mikä taajuusmuuttaja on kyseessä. Nämä kaikki taajuusmuuttajat on lisätty investointilistaan.

Taulukko 5. Vanhentuneet taajuusmuuttajat

Valmistaja	Malli	Tunnus	Sijainti
Vacon	CX400	MKM12-U1	LSU-Liuottamo
Vacon	75CXL4	N3724-U1	SU-Liuottamo
Vacon	75CXL4	N3725-U1	SU-Liuottamo
Vacon	75CXL4	N3726-U1	SU-Liuottamo
Abb	ACS-601	M3758-U1	SU-Liuottamo
Vacon	75CXL4A7I0	M36571-U1	NI-Pelkistämö
Vacon	55CX6G2N0	M36161-U1	NI-Pelkistämö
Vacon	75CX6G2N0	M88041-U1	Kemikaalitehdas
Vacon	VACON 110cx6a0n0	M36708-U1	NI-Pelkistämö

Lisäksi tein ehdotuksen muutamasta muusta laitteesta, jotka voisi laittaa investointilistalle. Niiden tuotetuki on vielä saatavilla, mutta laitteiden iän takia tein ehdotukset niistä.

Taulukko 6. Ehdolle investointilistalle

Valmistaja	Malli	Tunnus	Sijainti	Ikä
Vacon	NXS0145A2H0SSSA1A2	MLS3P2-U1	LSU-liuottamo	14
Vacon	NXS01685A2H0SSVA1A2	MLS2P1-U1	LSU-liuottamo	15
Vacon	VACON NXS01405A2H1	M88732-U1	Kemikaalitehdas	17
Vacon	VACON NXS01405A2H1	M88733-U1	Kemikaalitehdas	17
Vacon	NXS01006A2L0SSSA1A2	M36197-U1	NI-pelkistämö	14
Vacon	NXS01685A2H0SSSA1A2	M3713-U1	SU-liuottamo	14

7.2 Huoltosuunnitelma

Taajuusmuuttajien huoltotaulukosta käy ilmi huoltojen ajankohdat. Joka vuotiseen huoltoon kuuluu silmämääräiset tarkastukset, johtimien kireyksien tarkastukset ja laitteen puhdistukset. Koska tehdasalueella on todella paljon taajuusmuuttajia, vuosittaista tarkastusta on haastava toteuttaa. Taajuusmuuttajien huollot tehdään aina jännitteettömänä, minkä takia huollon tekeminen tarvitsee huolto seisakin. Huollot kohdistetaan tämän takia laitepuhaltimien ja kondensaattorien huoltoihin. Tämä tarkoittaa, että tehdään kuuden vuoden ja yhdeksän vuoden huollot suunnitelman mukaan.

Taajuusmuuttajien huolloista tehtiin taulukko, josta selviää huollettava kohde, kriittisyys luokka, huoltoajankohta, laitteen tiedot, laitteen sijainti ja tuleva huolto.

Huoltotaulukosta havainnoin, että huoltoja on paljon jäänyt jälkeen. Tarkastelin huoltojen ajankohtia ja kriittisyysluokkia ja huomasin, että siellä on paljon laitteita, joihin kannattaa tehdä vaadittava huolto. Suurimaksi osaksi huollot menevät yhdeksän vuoden huoltoon, mikä on suurin huolto, joka ehdottomasti kannattaa tehdä taajuusmuuttajalle. Lisäksi siellä on huoltoja, mihin tarvitsee tehdä kuuden vuoden huolto ja seuraavana vuonna on tulossa yhdeksän vuoden huolto. Siinä tapauksessa kannattaa aikaistaa tulevaa yhdeksän vuoden huoltoa, mikä myös pitää sisällään kaikki aikaisemmat huollot.

Koska huollot ovat paljon myöhässä, on tärkeää aloittaa suunnittelu tuotannon kanssa, missä kohtaa huollot päästään tekemään. Viidennen kriittisyysluokan laitteiden huollot ovat ehdottoman tärkeitä tehdä jo pelkästään prosessin kannalta, ettei tuotanto katkea turhan laiterikon takia.

Taulukko on erillisenä liitteenä.

8 POHDINTA

Opinnäytetyöni tein työnantajalleni, mikä helpotti hieman työni tekemistä, mutta samalla töissä käydessäni työn kirjoittaminen oli melko raskasta. Opinnäytetyöni aihe oli mielenkiintoinen, koska olin jo entuudestaan ollut tekemisissä pienten taajuusmuuttajien kanssa. Nyt pääsin tutustumaan suurempiin laitteisiin ja niiden elinkaareen. Sain myös paljon uutta tietoa ABB:n ja Vaconin taajuusmuuttajista sekä samalla yhteyshenkilöitä kummastakin yrityksestä. Tiedon hankkiminen oli haastavaa, koska kirjallisuutta oli saatavilla melko vähän. Laittevalmistajien sivuilta löytyi hyvin tietoa ja laiteoppaista sai tärkeää tietoa taajuusmuuttajien huolloista. Yhteyshenkilöt olivat todella auttavaisia molemmissa yhtiöissä, josta olen kiitollinen. Se auttoi opinnäytetyöni etenemisessä hyvin.

Opinnäytetyöni aloituspalaverissa sovittiin että, työni valmistuisi joulukuuhun mennessä. Tältä osin pysyin aikataulussa. Materiaalin hankinta venyi hieman suunnitelmastani, mutta se ei hidastanut työni etenemistä. Lisäksi työkiireet hidastivat opinnäytetyöni tekoa. Loppujen lopuksi aikatauluni eteni suunnitelmani mukaisesti ja sain palautettua opinnäytetyöni sovitussa aikataulussa.

Opinnäytetyöni tulokset olivat hyvät. Vanhentuneet taajuusmuuttajat löytyivät melko helposti ja ne on laitettu jo investointilistalle. Lisäksi huollettavien taajuusmuuttajien lista oli mielestäni tärkeä, koska laitteiden huoltoja oli jäänyt tekemättä. Lisäksi vastaan tuli vielä muutama vanhempi laite, jotka päätin laittaa ehdolle investointilistalle niiden iän perusteella. Nyt on tärkeää, että taajuusmuuttajien huoltaminen jatkuu laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti niiden pitkän iän takaamiseksi.

Minun mielestäni onnistuin työssäni hyvin ja sain tarvittavat tiedot ja tulokset.

LÄHTEET

ABB 2013. ACS800-01 taajuusmuuttajat (0,55...200kW). Laiteopas.

ABB 2013. ACS 800-07 taajuusmuuttajat (45...560kW). Laiteopas.

ABB 2017. ACS 880-01 taajuusmuuttajat (0,55kW...220kW). Laiteopas.

Vacon 2015. Vacon 100 FLOW. Asennusopas.

Vacon 2017. Vacon NXS/P taajuusmuuttajat. Käyttöohje.

ABB:n www-sivut. 2019. Viitattu 10.9.2019. www.abb.com

Danfoss:n www-sivut. 2019. Viitattu 10.9.2019. www.danfoss.com

Danfoss A/S. 1992. Tietämisen arvoista asiaa taajuudenmuuttajista. Tampere: Sonator Oy.

Norilsk Nickel:n www-sivut. 2019. Viitattu 5.9.2019. www.nornickel.fi

Quant:n www -sivut.2019. Viitattu 4.9.2019. www.quantservice.fi

Danfoss edustaja. Sähköpostitiedustelu 2.10.2019 klo 8.00-16.00. Vastaanottaja: tuo-mas.renlund@qunatservice.com. Lähetetty 27.9.2019 klo 15.38. Viitattu 2.10.2019.

ABB edustaja. Sähköpostitiedustelu 20.6.2019 klo 8.00-16.00. Vastaanottaja: tuo-mas.renlund@quantservice.com. Lähetetty 20.6.2019 klo 9.13. Viitattu 20.9.2019.

HUOLTOTAULUKKO (ei julkinen)