

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

KOKOONPANOPROSESSIN KE- HITTÄMINEN OHJAAMOVARUS- TELUSSA

TEKIJÄ

Salla Kääriö

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	NORMET OY.....	6
2.1	Yrityksen tuotanto.....	6
2.2	Kokoonpano	6
2.3	Esikokoonpano.....	7
2.4	Ohjaamovarustelu	8
3	OSAAMISEN KEHITTÄMINEN.....	11
3.1	Osaamisen kehittäminen.....	11
3.2	Osaamiskartoitus.....	11
3.3	Osaaminen Normetilla.....	12
4	LEAN JA PROSESSIN KEHITTÄMINEN.....	13
4.1	Leanin perusteet.....	13
4.1.1	PDCA	14
4.1.2	Vaihtelun merkitys.....	15
4.2	Prosessiajattelu	15
4.3	Prosessin kehitys	15
4.3.1	Prosessikaavio	15
5	TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA NYKYTILANNE	16
5.1	Erikoistumisprojekti 2	16
5.1.1	Osaamiskartoitus	16
5.1.2	Nykytilanteen työvaihekaavio	18
5.2	Ongelman kuvaus	20
5.3	Tutkimuskysymykset	23
6	OHJAAMOVARUSTELUN TAVOITETILAN MUODOSTUS JA MUUTOSTEN MÄÄRITYS	24
6.1	Tavoitetilan kaavio.....	24
7	TULOKSET	25
7.1	Potentiaali.....	25
7.2	Muutostarpeet	27
8	YHTEENVETO	28
8.1	Toimenpidesuunnitelma	29
	POHDINTA	30
	LÄHTEET	31

KUVALUETTELO

Kuva 1. Esikokoonpanojen ohjautuminen	7
Kuva 2. Esimerkki moottorivarustelun työjonosta (Kääriö 2025).....	8
Kuva 3. Ohjaamon kaksi eri varustelutapaa	9
Kuva 4. Yleisimmin käytetyt ohjaamomallit lisälmen tehtaalla (Kääriö 2025)	10
Kuva 5. Avoimen systeemin teoria (Six Sigma 2025a)	13
Kuva 6. PDCA ohjaamovarustelussa	14
Kuva 7. Ohjaamovarustelussa tarvittava osaaminen	17
Kuva 8. Osaaminen eri ohjaamomalleittain	17
Kuva 9. Osaaminen keskiarvoittain	18
Kuva 10. Nykytilan työvaihekaavio	19
Kuva 11. NCAB2- ohjaamon arvioitu töiden jakautuminen	20
Kuva 12. Kahden samanlaisen ohjaamon erot läpimenoajoissa ja asentajamäärissä	21
Kuva 13. Työntekijöiden jakaantuminen ja vuorottelu kolmen ohjaamon varustelussa	22
Kuva 14. Kokoonpanolinjan koneiden aloitukset esitettyinä IPES:issä (Kääriö 2025).....	22
Kuva 15. Yhden asentajan menetelmän työvaihekaavio.....	24
Kuva 16. Kahden asentajan tekemä varustelu	25
Kuva 17. Yhden asentajan tekemä varustelu	25
Kuva 18. Nykytilan ja tavoitetilan erot.....	26
Kuva 19. Esimerkki työn kulusta uudella menetelmällä	27
Kuva 20. Toimenpidesuosituksset.....	29

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Salla Kääriö	
Työn nimi Kokoonpanoprosessin kehittäminen ohjaamovarustelussa	
Päiväys	21.5.2025
	31/0
Yhteistyötaho Normet Oy	
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Normet Oy. Työn tarkoituksena oli ohjaamon kokoonpanoprosessin tutkiminen ja kehittäminen esikokoonpanossa. Tutkimusta ohjasi tarve kehittää varusteluprosessia helpommin ohjattavammaksi ja tehokkaammaksi. Työn teoreettinen viitekehys muodostui leanista, prosessin kehityksestä ja osaamiseen liittyvästä teoriasta.</p> <p>Esiselvityksenä opinnäytetyöhön tehtiin erikoistumisprojekti 2, joka toimi ohjaamovarustelun nykytilan määrittämisessä. Projektiin kuului osaamiskartoituksen ja NCAB2- mallisen ohjaamon varustelun etenemä kuvaus rooleittain ja työvaiheittain. Projektin avulla saatiin informaatiota varustelussa työskentelevien työntekijöiden osaamisesta ja varusteluprosessin etenemisestä. Opinnäytetyössä hyödynnettiin prosessin kehityksen työkaluja, kuten vuokaaviota. Kaavion avulla esitettiin muutokset läpimenoaikaan, jota yhden asentajan tekemällä varustelulla voitaisiin saavuttaa. Työssä on tunnistettu osaamiskartoituksen pohjalta osaamisen kehittämistarpeet sekä tarvittavat muutokset, joita yhden asentajan menetelmää varten tarvittaisiin.</p> <p>Työn tuloksena saatiin muodostettua ohjaamon varustelulle tavoitetila kaavioiden ja muutosten listauksen avulla. Työtä on mahdollista lähteä jatkamaan leanin PDCA- työkalua hyödyntäen. Työkalun ensimmäinen vaihe, suunnittelu toteutettiin työssä. Seuraava vaihe olisi jatkaa suunnittelua, toteuttaa muutokset ja testata menetelmää. Työssä on käsitelty myös ohjaamovarusteluprosessin ongelmia, joiden pohjalta voidaan tunnistaa tulevaisuuden kehityskohteita varustelun tehostamiseksi. Työssä muodostettu data ja materiaali ovat hyödynnettävissä myös muissa yrityksen projekteissa.</p>	
Avainsanat lean- ajattelu, prosessit, vuokaaviot, läpimenoaika, osaaminen, monitaitoisuus	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Normet Oy, joka on maanalaiseen rakentamiseen keskittynyt yritys. Tarjonta koostuu tuotteista ja palveluista kaivos-, tunnelointi-, vesi- ja maarakennusprojekteihin koko prosessiketjun ajalle (Normet 2025.) Opinnäytetyö on tuotannon prosessinkehitykseen liittyvä tutkimus. Työssä keskitytään esikokoonpanon ohjaamovarusteluprosessin kehittämiseen hyödyntämällä lean- menetelmää, prosessiajattelua ja osaamisen kehittämiseen liitännäisiä työkaluja.

Ohjaamojen varusteluprosessin tutkimista ohjaa tarve kehittää sitä tehokkaammaksi ja helpommin ohjattavaksi. Tällä hetkellä ohjaamojen läpimenoaikojen laskeminen on haastavaa, koska prosessissa esiintyy vaihtelua ja viiveitä, jotka vaikuttavat ennakoitavuuteen ja etenemään. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, kuinka työtehtävien uudelleen järjestely ja roolien muuttaminen ohjaamovarustelussa vaikuttaisi kokoonpanoprosessiin kokonaisuudessaan.

Työtehtävien järjestelyä tutkitaan näkökulmasta, jossa kokoonpanoasentajan ja sähköasentajan molempien sijasta varustelun suorittaa vain yksi asentaja. Jotta yhden asentajan olisi mahdollista tehdä varustelut, työssä tutkitaan tarvittavat muutokset, joita nykyiseen prosessiin, koulutukseen tai työvaiheisiin tarvitaan. Lopuksi työssä kuvataan tavoitetila, jossa yksi asentaja suorittaa koko ohjaamovarustelun ja määritetään muutokset, joita läpimenoaikaan on mahdollista saada.

Tulevaisuudessa laitteiden valmistusmäärien on tarkoitus kasvaa, joka edellyttää tuotantoprosessin tehostamista. Tavoitteen saavuttamiseksi laitteiden läpimenoaikaa täytyy saada lyhyemmäksi. Yksi keino tämän toteuttamiseksi on siirtää enemmän työvaiheita esikokoonpanoon. Jotta esikokoonpanot on mahdollista kokoonpanna tehokkaasti ja laadukkaasti, on niiden kokoonpanoprosessien oltava sujuvia ja sisällettävä minimaalisesti hukkaa. Mikäli työtä siirretään enemmän esikokoonpanoon, edellyttää se myös osaamisen jatkuvaa kehittämistä.

2 NORMET OY

Vuonna 1962 perustettu Normet työllistää yli 1800 työntekijää yli 50 toimipisteessä 30 eri maassa. Laitteiden valmistuksen, vuokrauksen, korjauksien ja huollon lisäksi yrityksen tarjontaan kuuluu digitaalisia ratkaisuja, koulutuksia ja konsultointeja sekä varaosia ja päivityksiä. Lisäksi se toimittaa kemikaaleja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Yrityksen liikevaihto oli 484 miljoonaa euroa vuonna 2023. (Normet 2025.)

Normetin 4- vuotiseen strategiasuunnitelmaan kuuluu erilaisia pilareita, jotka tukevat sen tavoitteita. Tuottavaan kasvuun pyritään luomalla kumppanuuksia ja tekemällä yritysostoja. Ihmiset ovat avainasemassa liiketoiminnan kannalta. Inspiroivassa ja joustavassa työympäristössä, jossa on myös mahdollista kehittää osaamistaan, työntekijät tuntevat itsensä tyytyväiseksi. Teknologia ja innovaatiot ovat tärkeässä roolissa hiilidioksidipäästöjen ja yrityksen hiilijalanjäljen vähentämisen kannalta. Asiakasarvoon keskitytään tiiviillä yhteistyöllä suoraan asiakkaan kanssa. Toimipisteitä pyritään sijoittamaan lähelle asiakkaita, jotta saatavuus on mahdollisimman hyvä. Viimeinen pilari on turvallisuus ja kestävä kehitys, joiden kehittämistä jatketaan yrityksen vision mukaisesti. (Normet 2023.)

2.1 Yrityksen tuotanto

Tuotanto valmistaa tuotteet, jotka yritys on myynyt asiakkaille. Käsitteenä itsessään tuotanto voi pitää sisällään tehdastuotannon lisäksi myös esimerkiksi palveluun tai kulttuuriin liittyvää tuotantoa. Tyypillisiä tuotannon tavoitteita ovat hyvä toimitusvarmuus, laadukkuus, kustannustehokkuus, innovaatiot ja jatkuva kehittäminen. Tavoitteet vaativat usein tuotannolta joustavuutta ja mukautumiskykyä, jotta ne voidaan saavuttaa. (Logistiikan Maailma 2025a.)

Normetin päätoimipiste sijaitsee lisälnessä Peltosalmissa, jossa valtaosa laitteista valmistetaan. Peltosalmen lisäksi laitekokoonpanoa tehdään myös Chilessä ja Intiassa. Yrityksen tuotanto koostuu osavalmistuksesta, logistiikasta, kokoonpanosta sekä testauksesta ja tarkastuksesta.

2.2 Kokoonpano

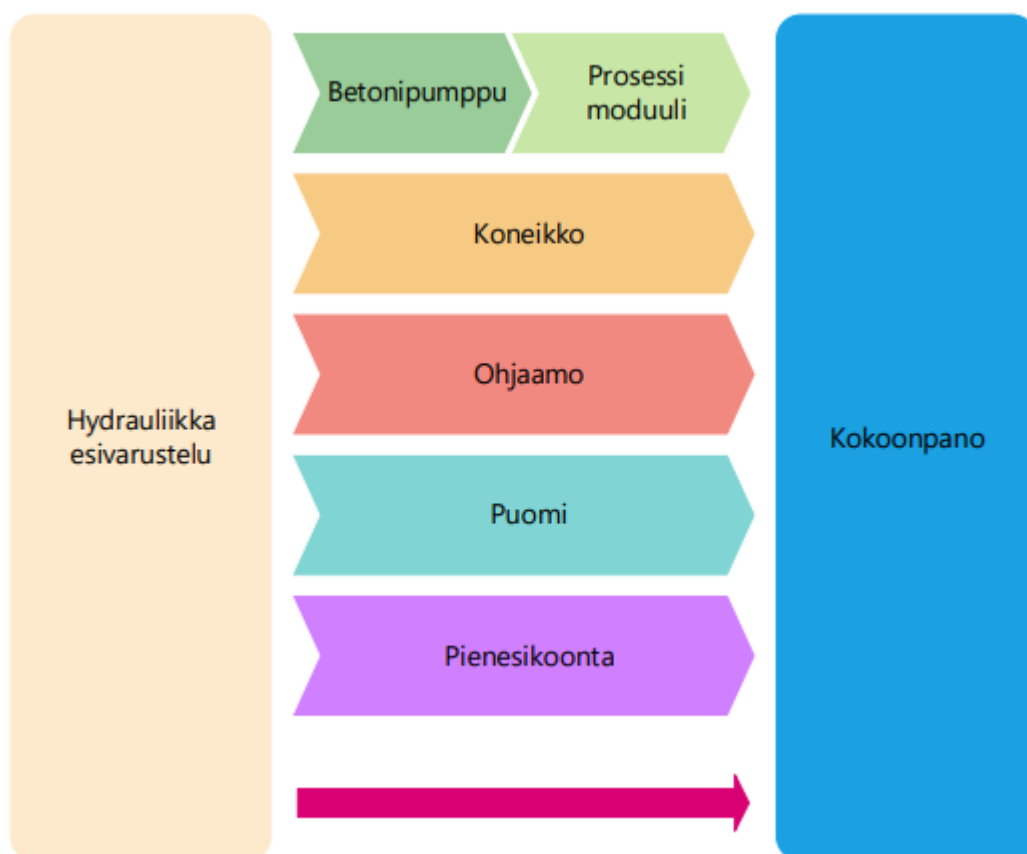
Laitekokoonpanoa tehdään jaotellusti paikkakokoonpanossa, kokoonpanolinjalla ja tuotekehityksen tiimeissä. Paikkakokoonpano käsittää yhteensä 13 kokoonpanopaikkaa, jotka on jaettu pääasiassa neljän eri laitemallin mukaisesti. Yhteensä kuusi paikkaa keskittyy Spraymec- mallisten, eli betoninruiskutuslaitteiden kokoonpanoon. Neljä kokoonpanopaikkaa on varattu Charmec- malleille, eli pannotuslaitteille. Jäljelle jäävät kolme paikkaa on osoitettu ensisijaisesti Utimec- mallisille laitteille, joita käytetään logistiikka- ja kuljetustehtävissä.

Protokokoonpano on laitteen prototyyppivaiheeseen keskittyvä osasto, jossa kokoonpanopisteitä on neljä. Ramp- up tarkoittaa laitteen käyttöönottoa edeltävää prototyyppivaiheen ja tuotannon välistä tilaa. Tiimillä on kaksi kokoonpanopaikkaa paikkakokoonpanon seassa. Betoninruiskutukseen ja kuljetukseen liittyviä pienempiä laitteita, niin sanottuja minituotteita sekä laitteisiin asennettavia kasetteja valmistetaan esikokoonpanossa tietyissä tiimeissä.

Kokoonpanoa tehdään 10 tunnin vuoroissa neljänä päivänä viikossa. Tämä tarkoittaa, että paikalla on joka päivä maksimissaan 80 % henkilöstöä. Työntekijät on jaoteltu viiteen eri ryhmään, joiden vapaapäivä vaihtelee viikoittain. Kokoonpanolinjan koneiden läpimenoajan tavoitteet ovat 8,5–10,5 päivän välillä, pois lukien linjalle täysin uudet laitetyypit. Paikkakokoonpanon läpimenoaikatavoitteissa on enemmän vaihtelua. Tavoite asetetaan laitekohtaisesti, riippuen laitteen mallista ja sen varustelutasosta. Vaihteluväli tavoitellulle läpimenoajalle on ollut vuonna 2024 12–41 päivää paikkakokoonpanossa.

2.3 Esikokoonpano

Esikokoonpanossa tehdään esivarusteluita muun kokoonpanon käyttöön. Esikokoonpanoihin sisältyvät ohjaamot, puomit, koneikot, hydraulikkaesivarustelut, betonipumput ja prosessimoduulit sekä erilaiset pienesikokoonpanot. Lukuun ottamatta kokoonpanolinjaa, jolla on oma pienesikokoonpanonsa, palvelee esikokoonpano yhteensä kahdenkymmenen eri kokoonpanopisteen- tai tiimin tarpeita. Kuva 1 on esitetty esikokoonpanojen ohjautuminen.



Kuva 1. Esikokoonpanojen ohjautuminen

Työjonot muodostetaan tiimin toimintaa ohjaavien Team Leaderien toimesta koneiden aloitusten perusteella manuaalisesti. Työjonojen muodostamiseen ei ole tällä hetkellä käytössä standardia tapaa, vaan ne vaihtelevat Excel- taulukon, tiimitaulun ja tulosteen välillä. Osaksi työjonot määräytyvät myös logistiikan valmiiksi keräiltyjen osien mukaisesti. Kuvassa 2 on esimerkki käytössä olevasta työjonosta.

Tuotannon työjono			Moottorikokoonpano (EKP07A, EKP07B, EKP07C)			
Työjono	Koontapaikka	Aloituspvm.	Esikerätyt moottorit	Asentaja	Valmiit työt	Lisätietoja
EJA0274	Spraymec team 2	3/26/2025				
DJA0750	Linja	3/27/2025				
EJA0276	Spraymec team 1	3/28/2025				
DJA0755	Linja	3/31/2025				
EJA0277	Spraymec team 2	4/2/2025				
DJA0751	Charmec team	4/2/2025				
FBA0300	Spraymec team1	4/2/2025				
DMB0265	Utility team	4/3/2025				
DJA0752	Charmec team	4/3/2025				
DJA0759	Linja	4/3/2025				
EHA0250	Spraymec team 2	4/7/2025				

Kuva 2. Esimerkki moottorivarustelun työjonosta (Kääriö 2025)

2.4 Ohjaamovarustelu

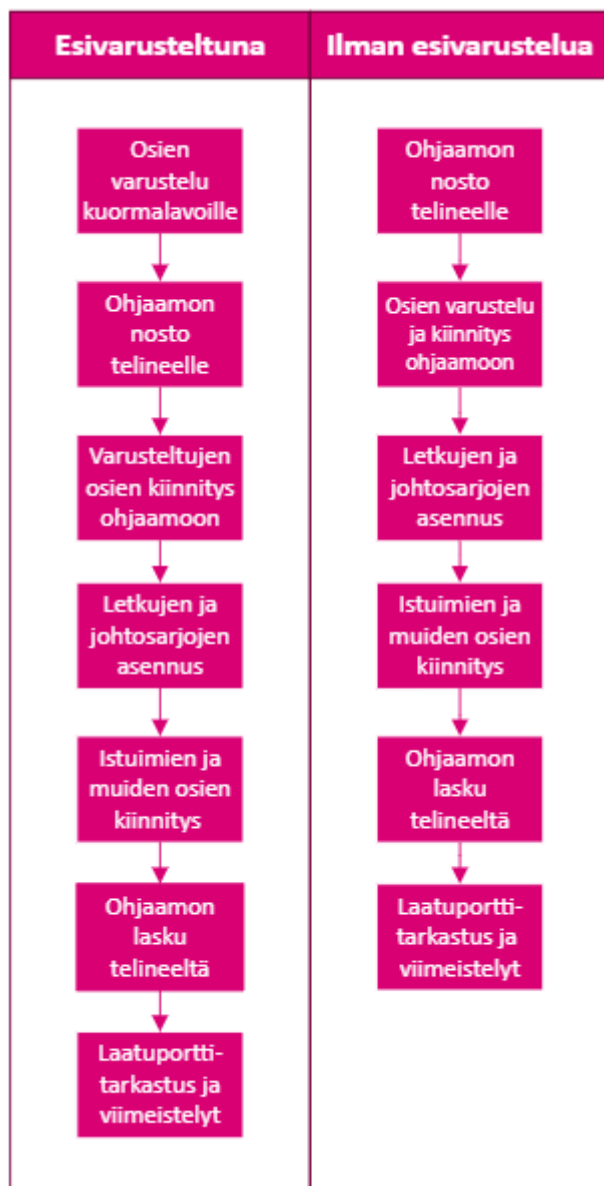
Ohjaamovarustelussa tehdään hydrauliiikka-, mekaniikka-, ja sähköasennuksia. Hydrauliiikka- ja mekaniikkavarustelut tekevät kokoonpanoasentaja ja sähköasennukset sähköasentaja. Hydrauliiikka-asennuksiin kuuluu pääasiassa jarru- ja ohjauspiirin komponenttien asennusta ja hydrauliiikkaletkujen asennusta komponenttien välille. Mekaniikka- asennukset pitävät sisällään istuimien, ilmastointilaitteen, erilaisten mittarisarjojen ja suojalevyjen asennusta. Mekaanisiin asennuksiin on sisällytettävissä myös työvalojen ja hälytysmajakan varustelut, joista on aiemmin vastannut sähköasentaja. Tilanteen mukaan asennukset tekee nykyään joko kokoonpanoasentaja tai sähköasentaja.

Ohjaamovarustelussa on tällä hetkellä viiden kokoonpanoasentajan ja neljän sähköasentajan verran resurssia. Koska sähköasentaja on vähemmän, ja sähkötöiden kesto on pidempi, loppukokoonpanon sähköasentaja varustelee usein itse oman kokoonpanopisteensä ohjaamon esikokoonpanossa.

Ohjaamojen rungot tulevat toimittajalta osittain varusteltuna. Varustelutaso riippuu ohjaamon mallista. Yleensä paikoilleen asennettuna ovat lattiamatto, ovet ja etumaski. Mikäli kyseessä on umpiohjaamo, paikoillaan ovat myös ikkunat, tuulilasi ja lasinpesujärjestelmä, sekä vanhemmissa mal- leissa ilmastointilaitte.

Ohjaamotoimittajan varustelutasoon on tehty yrityksessä aiemmin tutkimuksia. Opinnäytetyössä tutkittavaan NCAB2- ohjaamomalliin tehtiin liitännäisenä erikoistumisprojekti 1. Projektin tarkoituksena oli tehdä omassa tuotannossa tietyllä tasolla toimittajavarustelu ohjaamoon ennen oman kokoonpanoprosessin aloittamista. Haluttu taso oli vakiovarustelutaso, jossa ohjaamo on ennen minkäänlaisia variaatioita. Projektin hyötyinä saatiin kerättyä tietoa toimittajavarustelun tekemisestä, kuten sen kestosta ja mahdollisista kehityskohteista. Projektin tuloksia oli mahdollista hyödyntää hankinnan osastolla tulevaisuutta ajatellen.

Ohjaamon varustelua pyritään kehittämään enemmän esikokoonpanopainotteiseksi. Esikokoonpanolla tarkoitetaan osien varustelua laivoille, ennen ohjaamon rungon ottamista työlle. Työtapa mahdollistaa ohjaamoille lyhyemmän läpimenoajan varustelusolussa ja mahdollisuuden reagoida nopeammin tuotantojonojen muutoksiin. Ohjaamon varusteluosien vaiheistukset on jaettu mallin mukaan 5–8 vaiheeseen, joista ensimmäiset ovat tarkoitettu esivarusteluun. Kuvassa 3 on esitettyä ohjaamojen varustelun etenemä määräytyen sen mukaan, tehdäänkö esivarustelua ennen ohjaamorunگون työlle ottamista.



Kuva 3. Ohjaamon kaksi eri varustelutapaa

Kuvasta 4 on nähtävissä lisalmen tehtaan laitteissa yleisimmin käytetyt ohjaamomallit, joita on yhteensä seitsemän. Mallin käyttö määräytyy laitteen käyttötarkoituksen ja asiakasvaatimusten mukaisesti. Kaikki ohjaamomallit tarvitsevat jonkinlaisen apuvälineen tai telineen kokoonpanoa varten. Apuvälineiden tarkoituksena on parantaa työturvallisuutta ja työskentelyergonomiaa, pääasiassa korottamalla ohjaamo paremmin operoitavalle tasolle. Osa välineistä mahdollistaa myös ohjaamon kääntämisen, jotta ohjaamon pohjaan tulevat asennukset ovat helpommin tehtävissä. Yrityksen tuotannosta ja kokoonpanosta kertovien kappaleiden lähteet perustuvat opinnäytetyön kirjoittajan henkilökohtaisiin kokemuksiin ja havaintoihin, jotka ovat muodostuneet vuosien työkokemuksen pohjalta.



Kuva 4. Yleisimmin käytetyt ohjaamomallit lisalmen tehtaalla (Kääriö 2025)

3 OSAAMISEN KEHITTÄMINEN

Osaaminen on tarkoituksenmukaista toimintaa, joka pitää sisällään asenteita, tietoja ja taitoja. Yksilöosaaminen ei tarkoita pelkästään koulutuksesta tai perehdytyksestä saatua osaamista, vaan ammatin työnkuvan eri osa-alueiden hallintaa. Jokaisella osastolla ja tiimillä on erilaiset osaamisprofiilit. Myös tiimin sisällä osaaminen on eri tasoista työvaiheista ja rooleista riippuen. (Kupias, Peltola & Pirinen 2014, 2.)

3.1 Osaamisen kehittäminen

Osaamisen kehittämiseen on olemassa useita erilaisia käytäntöjä ja työkaluja, joista yritys valitsee omalle organisaatiolle sopivimmat testattavaksi ja muotoilee niistä käyttötarkoituksiinsa sopivat. Yksi käytännön työkaluista on vertaisopetus, joka tarkoittaa tiimin jäsenten toisilleen jakamaa osaamista eri työtehtävistä. Opetuksen tavoitteena on mahdollisimman tehokas osaamisen jakaminen toisille tiimiläisille. Vertaisopetuksella saadaan laajennettua työntekijöiden osaamisalaa, jolloin poissaolojen sattuessa kohdalle tiimin toiminta ei häiriinny, vaan osaamista löytyy muiltakin. (Eklund 2023, 157, 172.)

Osaamisen kehittämisen suunnittelu aloitetaan nykytilan kartoituksella, jotta saavutetaan ymmärrys organisaation toiminnasta sillä hetkellä. Kartoituksella saadaan selville haasteet ja mahdollisuudet syventymällä työntekijöiden toimintaan ja ajatusmalleihin. Nykytilan kartoitukseen on olemassa erilaisia työkaluja. Helpoin lähestymistapa asiaan on toteuttaa henkilöstökysely, jossa voidaan työntekijöitä haastatella kartoittaen koulutustarpeita tai työtyytyväisyyttä. Työntekijöiden lisäksi haastatteluihin voidaan sisällyttää myös johtoa. (Eklund 2023, 103–104.)

Nykytilan kartoituksen jälkeen tulevaisuuden tavoitteet on helpompi asettaa ja perustella, kun organisaation kulttuuri ja toimintatavat ovat selvillä. Tavoitteet asetetaan palvelemaan organisaation tulevaisuuden visiota. Tavoitteet tulee myös määrittää siten, että ne ovat jokaiselle selkeitä ja niiden saavuttaminen on motivoivaa. Muutokset vaativat pitkäjänteisyyttä johdolta, jotta tiimi omaksuu uudet toimintamallit. (Eklund 2023, 104–105.)

Opinnäytetyössä hyödynnetään osaamisen kehittämiseen liittyviä työkaluja, jotta saavutetaan parempi ymmärrys nykytilanteen osaamisesta ja kehittämistarpeista tulevaisuudessa. Työkalujen avulla voidaan tunnistaa mahdolliset puutteet osaamisessa, määrittää haluttu tavoitetilä ja suunnitella koulutustoimenpiteitä.

3.2 Osaamiskartoitus

Osaamiskartoitus on yksinkertainen ja käytännönläheinen työkalu henkilöstön osaamistarpeiden kartoittamiseen. Se voi olla yksilö-, tiimi-, tai organisaatiokohtainen, ja sen sisältöä voidaan muokata vastaamaan kunkin organisaation tarpeita. Osaamisalueista kannattaa listata ylös vain ne, joiden kehittämiseen halutaan panostaa. Sisältö on suositeltavaa pitää yksinkertaisena, jotta ulkopuolinenkin lukija pystyy helposti tulkitsemaan kartoituksesta osaamisen priorisoinnit ja kehittämiskeinot. (Eklund 2023, 107–108.)

Kartoitus koostuu kahdesta osasta, joista ensimmäisessä tutkitaan osaamistarpeet nykyhetkellä ja tulevaisuudessa. Tutkimuksen tulosten perusteella tehdään osaamiskartta, jossa on määritetty tarvittava osaaminen ja osaamistasot. Tämän jälkeen voidaan tehdä yksilöidysti työntekijälle osaamiskartta, jossa on kuvattu tavoiteosaaminen tai nykytilanne. (Kupias, Peltola & Pirinen 2014, luku 2.)

Osaamiskartoitusta hyödynnettiin opinnäytetyötä pohjustavassa erikoistumisprojekti 2:ssa. Kartoituksen avulla selvitettiin ohjaamovarustelussa työskentelevien asentajien osaaminen ja siihen liittyvät kehitystarpeet.

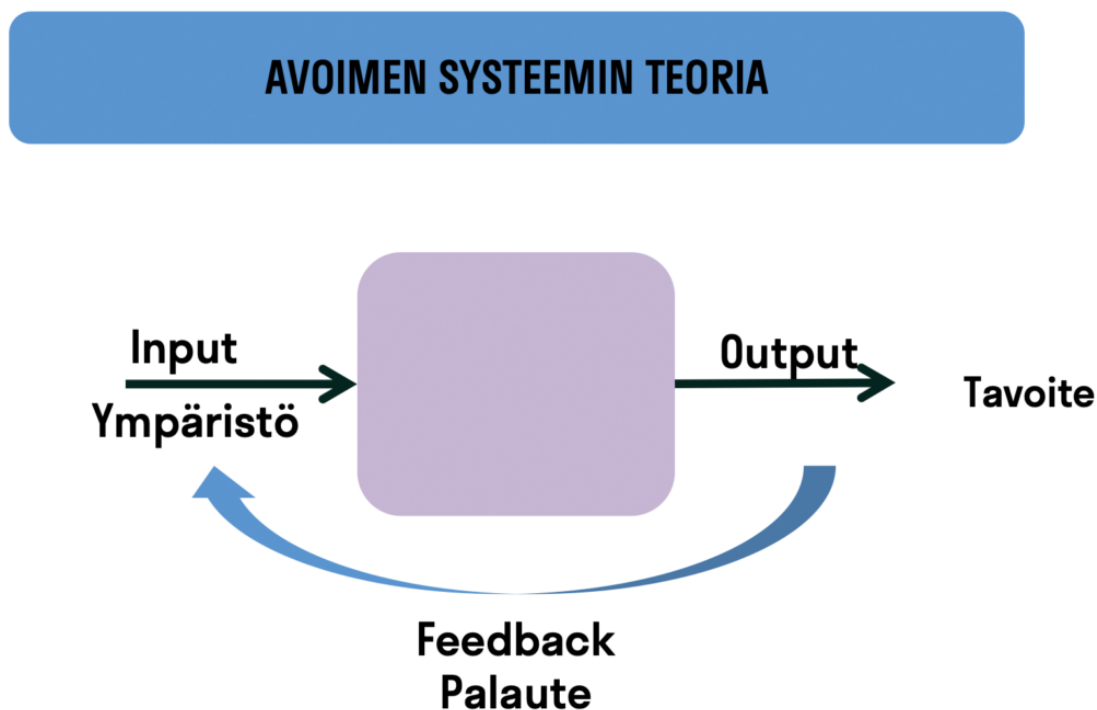
3.3 Osaaminen Normetilla

Normetilla asentajien tehtäviin kuuluu hydraulisten, mekaanisten ja sähköisten asennuksien suorittaminen. Asentajat on jaoteltu kokoonpanoasentajiin ja sähköasentajiin. Sähköasennukset ovat tehtävistä ainoita, joita koskevat lainsäädännölliset vaatimukset. Kaikilla, jotka osallistuvat sähköalan ammattitöihin, on vähimmäisvaatimuksena voimassa oleva SFS-6002 sähkötyöturvallisuuskoulutus sekä ensiapukoulutus. Sähkötyöturvallisuuskoulutus koskee työntekijöiden lisäksi muunmuassa myös esihenkilöitä. (SFS-6002, 2025, 79.) SFS-6002 koulutuksen lisäksi suosituksena sähkötöiden tekijöille on myös SFS-6002 autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus.

Sähköasentajan tehtävänkuvaan kuuluu sähkökoteloiden varustelua, sähköjohtojen reititystä ja kytkemistä. Näissä työvaiheissa edellytetään kykyä lukea ja tulkita sähkökaavioita. Hydrauliikka-asennuksissa työhön sisältyy hydrauliikkaletkujen asennus eri komponenttien välille, mikä puolestaan vaatii hydrauliikkakaavioiden ymmärtämistä. Muiden mekaanisten asennusten tekeminen edellyttää kykyä tulkita kokoonpanokuvia, joiden avulla varustelut tehdään. Kaikkeen asentamiseen kuuluu olennaisena osana työkalujen käyttö, minkä vuoksi niiden hallintaa vaaditaan jokaiselta asentajalta. Kaikki kaaviot ja kokoonpanoon liittyvät piirustukset ovat saatavilla Sovelia HTML-nimisessä ohjelmassa, jolloin jokaisen tehtävänkuvaan sisältyy myös tietoteknistä osaamista.

LEAN JA PROSESSIN KEHITTÄMINEN

Nykyfysiikan ansiosta kaikki tapahtumat ja toiminnot voidaan ajatella prosesseina. Lopputuotteen onnistumiselle ratkaisevia tekijöitä ovat prosessit ja niiden laatu. Ilman prosesseja ei ole keinoa saavuttaa tulosta, tapahtumaa, tuotetta tai palvelua. Prosessi käsitteenä itsessään keskittyy tulevaisuuteen, nykytilan pysyvyyteen tai vakauteen, eli stabiiliteettiin. Kuvassa 5 on kuvattu prosessin systeemi, jossa ympäristö yhdessä palautteen kanssa luo lopputuloksen, jonka perusteella määritetään tavoitteet. Historiaa ei voi muuttaa, joten Lean Six Sigman mukaan keskitytään tulevaisuuteen sekä perehdytään prosessiin ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Prosessin tuntemuksen avulla voidaan tehostaa sitä ja minimoida hukkaa. (Six Sigma 2025a.)



Kuva 5. Avoimen systeemin teoria (Six Sigma 2025a)

4.1 Leanin perusteet

Lean- menetelmä on prosessijohtamisen malli, jonka tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikaa. Lyhentäminen tapahtuu poistamalla hukka-aikaa, jolloin saadaan tuotannon virtaavuutta ja kannattavuutta maksimoitua. Lean sisältää erilaisia työkaluja ja tekniikoita, joita käyttämällä saadaan prosesseista nostettua esille asioita, jotka hidastavat sitä, tai haittaavat sen tehokkuutta. (Six Sigma 2025b.)

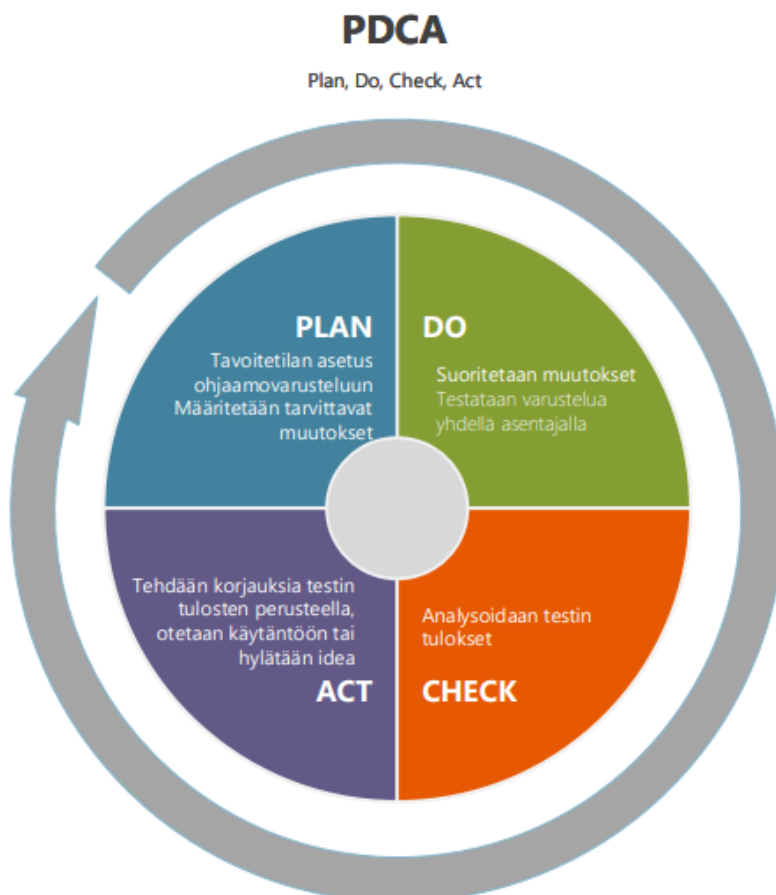
Lean sisältää myös työtehtävien uudelleenorganisointia. Perinteisen massatuotannolle ominaisen työtehtävien pilkkomisen sijaan lean keskittyy työntekijöiden monitaitoisuuteen ja yhteistyöhön toimittajien kanssa. Toimintatavalla halutaan monitaitoisuuden lisäksi sitouttaa työntekijöitä yrityksen tavoitteisiin ja luoda luova työympäristö. (Hannus 1994, 213.)

Työssä hyödynnetään lean -menetelmiä prosessin tehostamisen ja läpimenoaikojen lyhentämisen näkökulmasta. Prosessin työtehtäviä organisoidaan siten, että saadaan luotua tehokas ja virtaava varusteluketju. Työtehtävien uudelleenorganisointi edellyttää myös monitaitoisuuden lisäämistä varustelussa.

4.1.1 PDCA

Plan-Do-Check-Act, eli PDCA on yksi jatkuvan parantamisen laatuteorioista. Se keskittyy oppimisen kautta parantamaan toimintaa ja voi pitää sisällään uusien taitojen tai tietojen hankintaa tai erilaista ymmärrystä ja asennetta muutoksia kohtaan. PDCA pitää sisällään eri vaiheita, ja se etenee suunnitteluun, toteutukseen, tarkistukseen ja parantamiseen liittyen. Mallin mukaisesti aloitetaan suunnittelulla ja tavoitteiden asetuksella. Tavoitetta asetettaessa täytyy ymmärtää muutos, johon pyritään, tiedot jotta siihen päästään sekä niiden hyödyntäminen. Ensimmäisen vaiheen jälkeen voidaan toteuttaa tai tehdä kokeilu muutostarpeiden mukaisesti. Kokeilua seuraa havainnointivaihe, jossa analysoidaan muutoksen tai testin vaikutukset prosessiin. Havaintojen perusteella prosessia voidaan korjata tai parantaa halutun tavoitetilan mukaisesti. (Laamanen & Tinnilä 2009, s. 40.)

Opinnäytetyössä hyödynnetään PDCA- työkalun mukaista vaihetta P, eli plan. Työssä käydään läpi tavoitetila prosessille, ja muutokset jotta tavoitetila on mahdollista saavuttaa. Opinnäytetyön jälkeen työkalua on mahdollista lähteä hyödyntämään toteuttamalla tarvittavat muutokset ja tekemällä kokeilu, analysoimalla muutoksen vaikutuksia ja tekemällä mahdollisia parannuksia tai korjaustoimenpiteitä. Kuvassa 6 kuvattu PDCA: n eteneminen.



Kuva 6. PDCA ohjaamovarustelussa

4.1.2 Vaihtelun merkitys

Tuotantoprosessin vaihtelu vaikuttaa sen suorituskykyyn alentavasti. Vaihtelu aiheuttaa prosessin läpimenoaikoihin viiveitä ja pitkittää jaksoaikoja. Mikäli prosessissa on paljon vaihtelua, vaikuttaa se myös odotusaikoihin. Työn määrän tai sen tekoon tarvittavan ajan vaihtelut aiheuttavat viiveitä ja odottelua. (QKK 2024.)

Mitä enemmän asentajia tarvitaan tekemään varustelua, sitä suurempi on riski prosessin vaihtelulle asentajien vuorottelun ja yksilöllisten työskentelytapojen vuoksi. Yhden asentajan tekemällä varustelulla saataisiin minimoitua resursoinnin aiheuttamat vaihtelut, jotka aiheuttavat viiveitä ja odottelua. Vaihtelun vähenemisellä oletetaan olevan positiivisia vaikutuksia ohjaamon varustelun läpimenoaikoihin.

4.2 Prosessiajattelu

Prosessiajattelu pohjautuu ajatukseen organisaation tapahtumaketjusta, jonka lopputuotoksena on asiakkaalle arvoa tuottava tulos. Arvon luontiin liittyvät tapahtumat kannattaa tarkastella mallinnuksen, eli prosessikuvauksen avulla. Kuvauksesta saadaan selville prosessin liittyvät kriittiset asiat. Prosessiajattelussa ei keskitytä henkilöstön työmäärän kasvattamiseen, vaan asioiden tekemiseen eri tavalla. (Laamanen & Tinnilä 2009, s. 10–12.)

Työssä hyödynnetään prosessiajattelua tarkastelemalla ohjaamon varustelun etenemää kokonaisuutena ja pyrkimällä muodostamaan sujuva ja virtaustehokas prosessi, jossa työ etenee keskeytyksettömästi alusta loppuun.

4.3 Prosessin kehitys

Yritysmaailmassa kilpailukykyä on jatkuvasti pyrittävä kehittämään. Kehitys tapahtuu parantamalla asiakastyytyväisyyttä sekä yrityksen sisäisiä prosesseja. Onnistuakseen prosessinkehityksessä on tärkeää keskittyä kehittämään niitä kokonaisvaltaisesti, ilman että keskitytään pelkästään yksittäisiin osa-alueisiin. Toimiva prosessi on tehokas, yksinkertainen, sisältää minimaalisesti hukkaa ja virtaa loogisesti eteenpäin. Prosessin yksi tärkeistä ja jatkuvista kehityskohteista on läpimenoajan lyhentäminen. (Logistiikan Maailma 2025a.)

4.3.1 Prosessikaavio

Yleensä prosesseja kuvataan vuo- ja työnkulkukaavioiden avulla. Graafiseen muotoon tehdyissä kaavioissa kuvataan prosessin kannalta kriittiset asiat, joita ovat sen eri toiminnot, roolit, ja tietovirrat. Vuokaaviot pitävät sisällään vain tietoja ja toimintoja. Prosessien kuvausten avulla saadaan tietoa niiden johtamista, ongelmanratkaisua tai tietojärjestelmien kehittämistä varten. (Laamanen & Tinnilä 2009, s. 124.)

Työssä käytetään vuo- ja työnkulkukaavioita ohjaamovarustelun tavoitetilan kuvaamiseen. Kaavio pitää sisällään ohjaamon varusteluprosessiin kuuluvat työvaiheet ja roolit. Kaavion tavoitteena on muodostaa varusteluprosessi mahdollisimman tehokkaaksi ja minimoida siinä oleva hukka.

5 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA NYKYTILANNE

5.1 Erikoistumisprojekti 2

Ohjaamovarustelun nykytilanteen kartoitus tehtiin opinnäytetyötä pohjustavassa erikoistumisprojekti 2:ssa. Projekti on insinööritutkintoon kuuluva 5 opintopisteen laajuinen kurssi, jonka tarkoituksena oli osoittaa opintojen myötä saavutettua osaamista käytännössä. Aihe on joko opiskelijan itse hankkima, tai saama omalta alaltaan. (Savonia 2025.)

Kartoituksessa keskityttiin yhteen ohjaamomalliin, johon kuuluvista työvaiheista laadittiin roolikohtainen kaavio havainnollistamaan asentajien tehtävien jakautumista. Malli valittiin sen perusteella, mitä tullaan enimmäkseen käyttämään tulevaisuudessa.

Viimeisenä projektin osana oli osaamiskartoituksen teko, jossa kartoitettiin nykytilanteen osaamista ohjaamovarustelussa. Kartoitus tehtiin haastatteleamalla kolmea kokoonpanoasentajaa ja kolmea sähköasentajaa. Vastausten perusteella osaaminen luokiteltiin standardiasteikon mukaisesti. Kartoitus koostui haastattelukysymyksistä ja taulukkomuotoisesta arvioinnista, jossa osaamista arvioitiin asteikolla 1–5. Alla olevassa taulukossa 1 on määritetty osaamistasot.

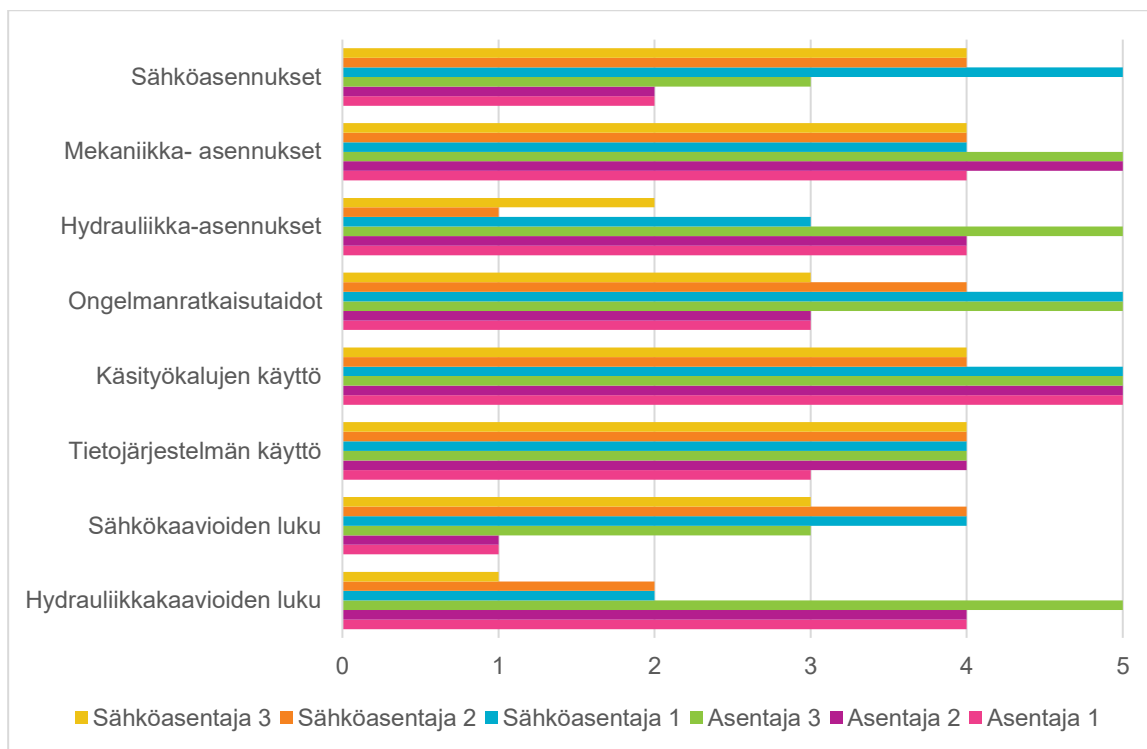
Taulukko 1. Osaamisasteikko

1	ei osaamista
2	perehtyvä
3	perusosaaminen
4	hyvä osaaminen
5	erittäin hyvä osaaminen

5.1.1 Osaamiskartoitus

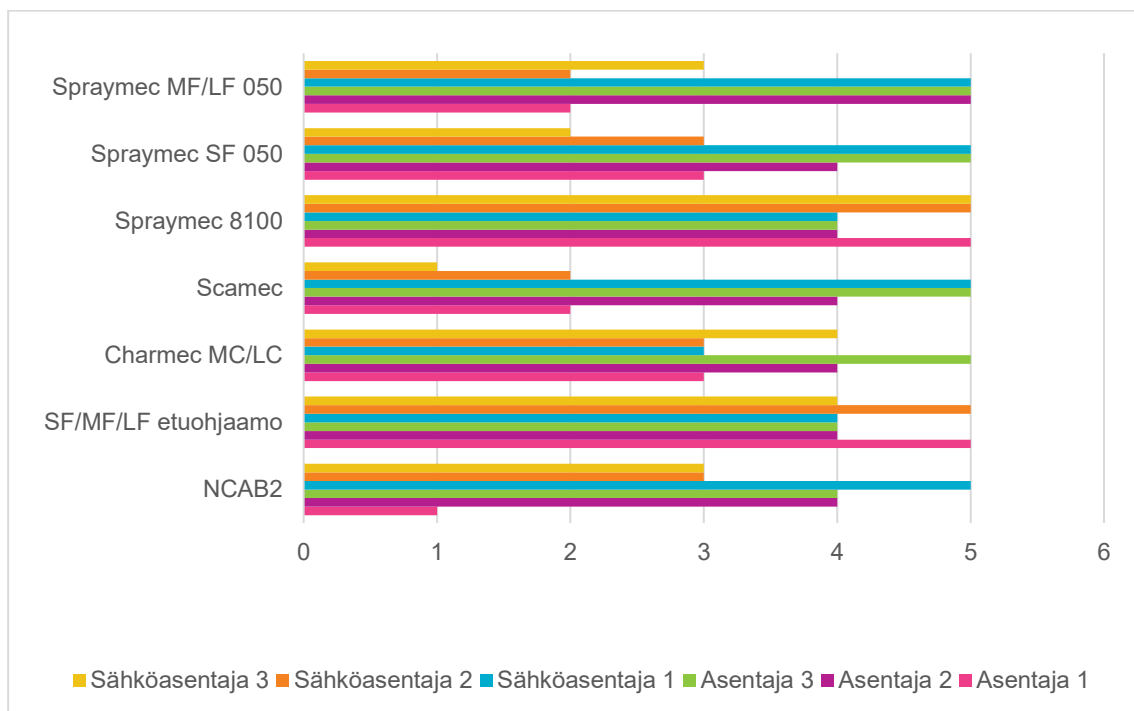
Kartoituksessa käytetyt haastattelukysymykset käsittelivät työntekijöiden kokemusta ohjaamovarustelutehtävissä, heidän vahvuuksiaan ja kehittämiskohteitaan päivittäisessä työssään sekä halukkuuksia lisäkouluttautumisille. Kysymyksillä pyrittiin paitsi hahmottamaan nykytilannetta, myös keräämään taustatietoa asentajien osaamisprofiileista ja kehittymishalukkuuksista lähiesihenkilötyötä varten. Kokoonpanoasentajista 2/3 ilmaisi lisäkouluttautumishalukkuutensa liittyen sähköasennukseen.

Kartoituksessa käsiteltiin ohjaamovarustelussa tarvittavia taitoja, joita olivat erilaiset asennus- ja kaavionlukutaidot, työkalujen käyttö, ongelmanratkaisutaidot ja tietotekniikan käyttö. Alla olevassa kuvassa 7 on esitetty varustelussa tarvittavan osaamisen arviointi.



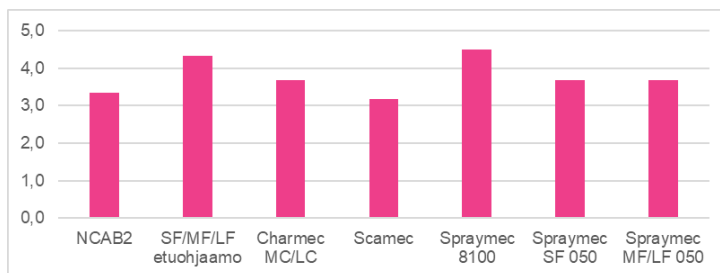
Kuva 7. Ohjaamovarustelussa tarvittava osaaminen

Kyselyn lopuksi asentajat arvioivat oman osaamistaan eri ohjaamomallien asennustöissä. Osaaminen on esitetty alla olevassa kuvassa 8. Tuloksista voidaan havaita, että asentajien osaamistasoissa on ohjaamomalleittain eroja. Osaamisen epätasainen jakauma voi vaikuttaa merkittävästi varustelun sujuvuuteen ja etenemiseen, erityisesti sairastumisten tai muiden poissaolojen aikana.



Kuva 8. Osaaminen eri ohjaamomalleittain

Kuvassa 9 on esitetty osaaminen keskiarvoina eri ohjaamomalleissa. Tuloksista pystytään havaitsemaan, että osaamiseen liittyvät puutteet nykytilanteessa kohdistuvat erityisesti kahteen ohjaamomalliin, joita ovat Scamec ja NCAB2. Eniten osaamista on Spraymec 8100 ja SF/MF/LF etuohjaamoissa.



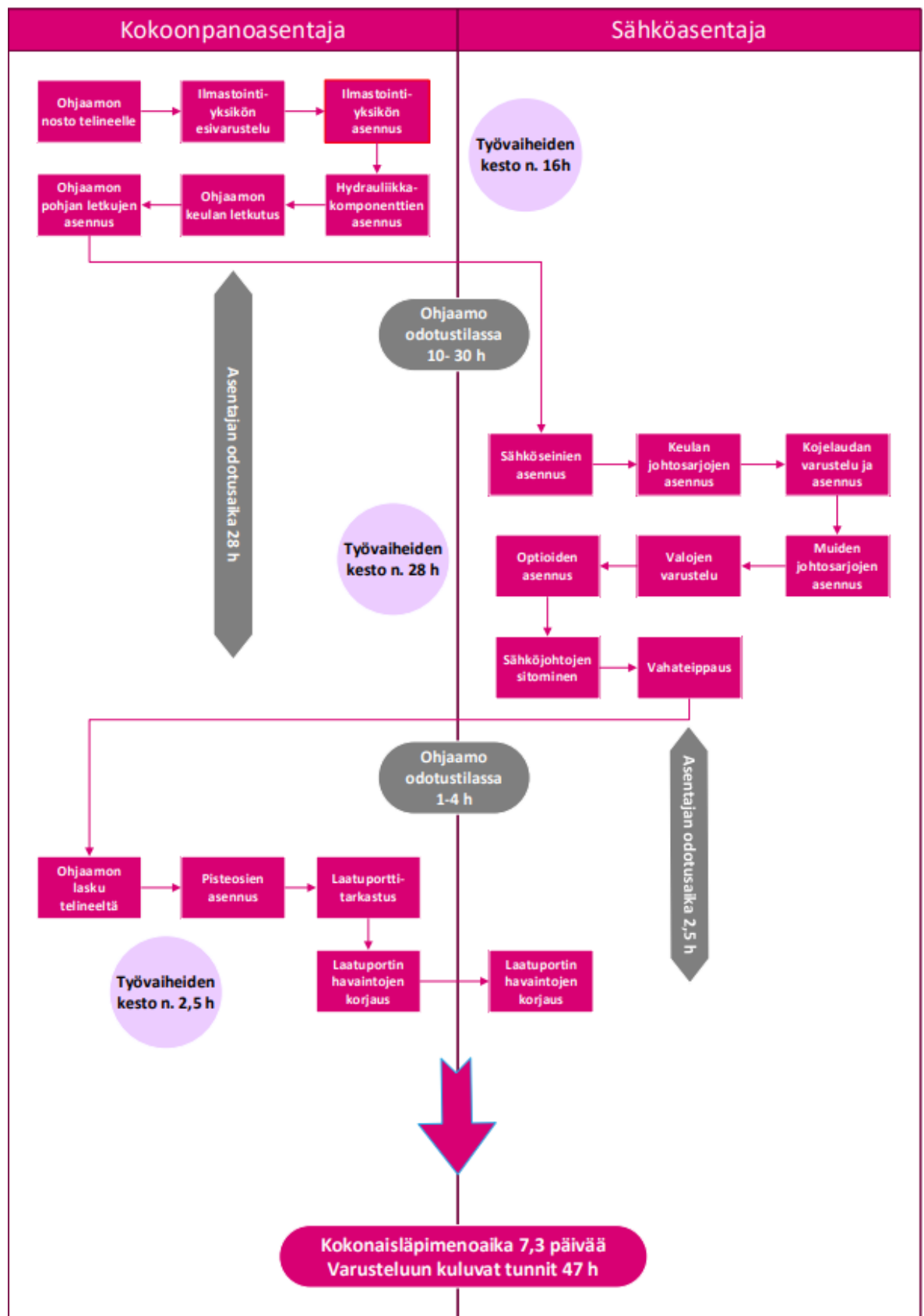
Kuva 9. Osaaminen keskiarvoittain

5.1.2 Nykytilanteen työvaihekaavio

Kuvassa 10 on esitetty NCAB2- ohjaamon mallin varustelun etenemä ja kummankin asentajien työvaiheet. Tyypillisesti sähköasentaja jatkaa työskentelyään vielä ohjaamon parissa senkin jälkeen, kun kokoonpanoasentaja on saanut omat työvaiheensa valmiiksi ja siirtyy seuraavaan. Tämän vuoksi useimmiten asentaja ehtii tehdä seuraavan ohjaamon varustelut pitkälti valmiiksi, ennen kuin työskentely pysähtyy sähköasennusten puutteeseen. Tässä vaiheessa siirrytään odotusajaksi varustelemaan seuraavaa ohjaamoa.

Sähköasennuksiin käytettävä aika on arvioitu olevan noin 28 tuntia. Tänä aikana, mikäli omat työvaiheet ovat valmiit, kokoonpanoasentaja työskentelee toisen ohjaamon parissa. Kun sähköasennukset valmistuvat, siirtymä ohjaamosta toiseen ei yleensä tapahdu välittömästi. Välissä saattaa kulua esimerkiksi 1–4 tuntia, ennen kuin asentaja ehtii viimeistelemaan ohjaamoa. Ohjaamoa viimeisteltäessä sähköasentaja siirtyy seuraaviin tai edellisiin töihin, ennen kuin viimeisenä työvaiheenaan korjaa mahdolliset laatuporttitarkastuksen havaitsevat virheet.

Ohjaamon kokonaisläpimenoajaksi on 2 asentajan tekemänä arvioitu 7,3 päivää. Arviossa on käytetty olettaa, että ohjaamoa ei varustella yhtenä päivänä ollenkaan sähköasentajapuutteen vuoksi. Välissä on myös todennäköisesti asentajien viikkovapaapäiviä, jolloin joku muu mahdollisesti siirtyy varustelemaan ohjaamoa. Työssä ilmenevistä häiriöistä tai muiden ohjaamojen priorisoinnista riippuen on mahdollista, että ohjaamo viipyy telineessä arvioitua pidempään. Vastaavasti, jos resursseja on mahdollista sitoa ohjaamoon enemmän, on sen mahdollista valmistua nopeammin.



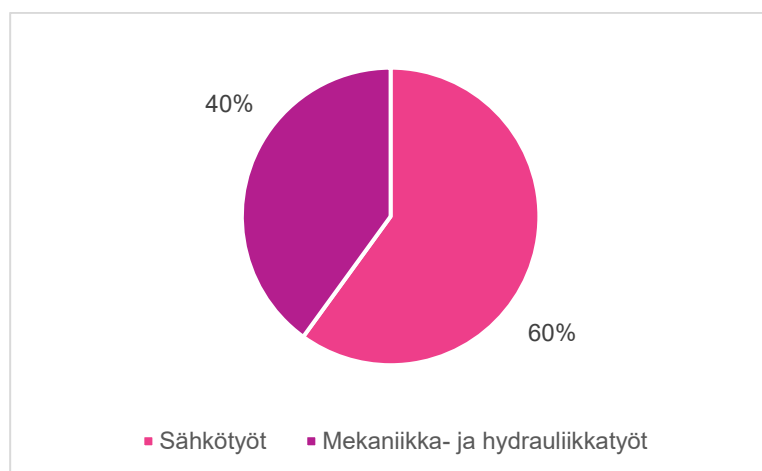
Kuva 10. Nykytilan työvaihekaavio

5.2 Ongelman kuvaus

Ohjaamon varustelun tekevät kaksi eri asentajaa. Työtä ei voi suorittaa kokonaan yhtäaikaisesti, vaan välillä tiettyjen työvaiheiden aikana tulee odotusaikaa toiselle asentajista. Tällöin siirrytään muiden työtehtävien pariin, kunnes päästään takaisin jatkamaan töitä. Yleisesti ottaen sähköasennukset ovat jättämässä verraten mekaanisiin ja hydraulisiin asennuksiin, sillä ne ovat työlämpiä.

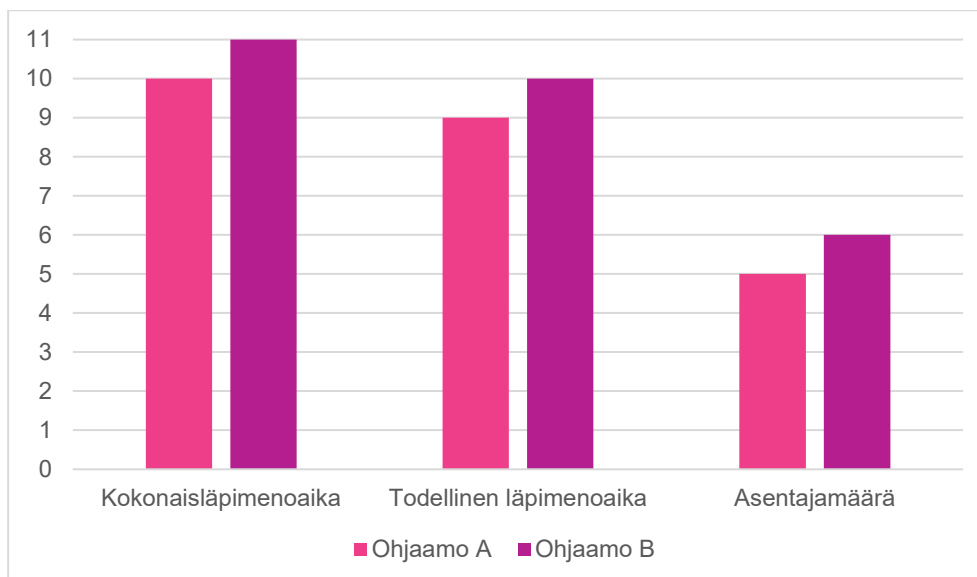
Kokoonpanoasentajan töiden pysähtyessä usein otetaan työjonosta seuraava ohjaamo työlle. Tilanne ajautuu siihen, että useita ohjaamoja otetaan työlle samanaikaisesti, koska ei voida tehdä entisiä loppuun asti. Tavoitteeksi on määritetty, että ohjaamoja olisi enintään 5 kpl yhtäaikaisesti varustelussa. Käytännössä lähihistoriassa samanaikaisesti työllä olevien ohjaamojen määrä on vaihdellut 5–8 kpl välillä. Ohjaamoja on haastavaa aloittaa samanaikaisesti hydraulisesti, mekaanisesti, että sähköisesti, koska sähköasentaja on uutta aloittaessa työskentelemässä usein vielä edellisen ohjaamon parissa.

NCAB2- mallin ohjaamon työvaiheet ja niihin kuuluvat ajat on aiemmin arvioitu yrityksessä tehdyn projektin yhteydessä. Kun lasketaan ajat yhteen, saadaan ohjaamon arvioiduksi tuntimääräksi 47 tuntia. Kuvassa 11 on ohjaamon arvioitu töiden jakautuminen. Töiden oletetaan jakautuvan 60 % sähköihin ja 40 % mekaanisiin ja hydraulisiin asennuksiin. Tuntimäärät perustuvat yrityksessä aiemmin tehdyn projektin tuloksiin, jossa listattiin ohjaamoon kuuluvia työvaiheita, ja niihin kuluva aika. Tulokset ovat suuntaa-antavia ja perustuvat arvioihin. Mikäli halutaan saada luotettavaa ja tarkkaa dataa varustelun kestosta, tulisi ohjaamon työvaiheet kellottaa useiden eri ohjaamojen osalta.



Kuva 11. NCAB2- ohjaamon arvioitu töiden jakautuminen

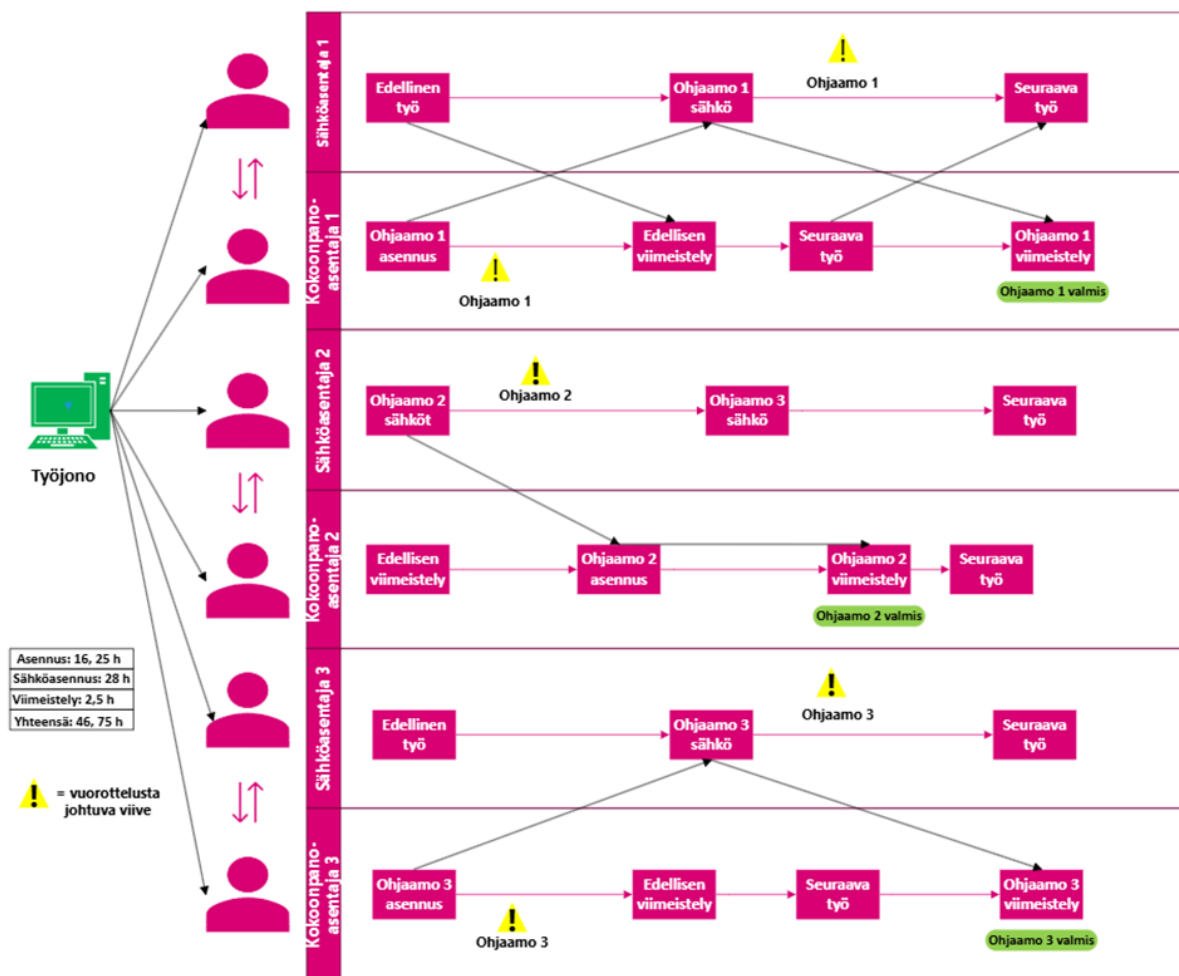
Kuvassa 12 on kuvattu kahteen varustetasoiltaan samanlaiseen ohjaamoon kuluneet ajat päivissä ja asentajamäärät työlle kirjattujen tuntien pohjalta. Ohjaamo A:n kokonaisläpimenoaika on ollut 10 päivää. Näistä päivistä 1 on ollut sellainen, jolloin ohjaamolle ei ole kohdistettu ollenkaan työtä, jolloin todellinen läpimenoaika on 9 päivää. Ohjaamon työvaiheille on ollut kirjautuneena 5 eri asentajaa. Ohjaamo B:n kokonaisläpimenoaika on ollut 11 päivää, ja myös siinä on ollut 1 päivä tuotantokatkoa. Todellinen läpimenoaika on siis 9 päivää. Ohjaamo B:n varusteluun on osallistunut 6 eri asentajaa.



Kuva 12. Kahden samanlaisen ohjaamon erot läpimenoajoissa ja asentajamäärissä

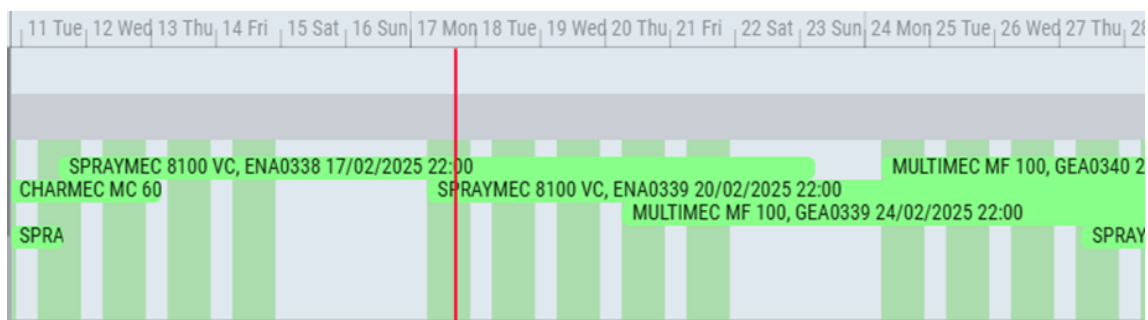
Tuloksien pohjalta voidaan havaita, että vaikka asentajia on ollut mukana yksi enemmän varustelussa, läpimenoaika on silti ohjaamolla pidempi. Mahdollisten tuotantokatkopäivien syitä ei tiedetä, mutta niitä voisivat olla esimerkiksi resurssivaje tai erilaiset häiriöt tuotannossa. Ohjaamolle leimatut työtunnit ovat olleet ohjaamossa A 89 h ja ohjaamossa B 105 h. Kyseisen mallin työvaiheisiin on arvioitu kuluvan 47 tuntia. Mahdollisesti työtuntien virheellinen kirjaus tai ohjaamossa esiintyvät häiriöt ovat voineet lisätä tuntimääriä ohjaamoiden kohdalla. Tästä syystä myöskään ohjaamoille kirjatun tuntimääriä ei voida pitää luotettavana datana varustelun kestosta.

Kahden asentajan tekemä varustelu lisää riskejä myös kommunikaatiokatkoksille, joilla voi olla vaikutuksia ohjaamon valmistumiseen. Esimerkiksi tilanteessa, jossa kokoonpanoasentaja on suorittanut omat työvaiheensa ja siirtynyt seuraavaan ohjaamoon, sähköasentaja voi saada oman osuutensa valmiiksi, mutta tiedonvälitys voi jäädä tapahtumatta unohduksen tai jonkun muun häiriötekijän vuoksi. Tällöin ohjaamon valmistuminen viivästyy. Kuvassa 13 on kuvattu kolmen ohjaamon etenemä kahden asentajan tekemänä. Työssä tapahtuu vuorottelua, jolloin on riski syntyä myös viiveitä.



Kuva 13. Työntekijöiden jakaantuminen ja vuorottelu kolmen ohjaamon varustelussa

Loppukokoonpanossa on mahdollista olla useita laitteiden aloituksia päivässä. Ohjaamoiden tarvetta ohjataan manuaalisesti ja tarvittaessa kokoonpanon välisellä kommunikaatiolla. Ohjelmassa nimeltä IPES on olemassa tuotantojonot kokoonpanon laitteiden ja esikokoonpanon osalta. Tuotantojonoja ei ole mahdollista kuormittaa ohjaamovarusteluun oikein, koska ei ole olemassa tarkkaa dataa ohjaamoiden varustelun kestosta. Työvaiheiden kesto vaihtelee noin 2–6 päivän välillä, riippuen tekijöiden kokemuksesta ja varustelutasosta. Kuvassa 6 on esitettyä kokoonpanolinjan aloitukset IPES:issä.



Kuva 14. Kokoonpanolinjan koneiden aloitukset esitettyinä IPES:issä (Kääriö 2025)

Ohjaamoissa on olemassa useita eri variaatioita asiakasvaatimusten mukaan, jotka voivat lisätä varustelu-aikaa huomattavasti. Koska ohjaamoita ei pystytä kuormittamaan realistisesti, ei tiedetä todellista resurssia, joka niiden tekemiseen tarvitaan. Ohjaamojen valmistumisen venyessä vaikutukset voivat olla koneen kokoonpanon seisahtuminen ohjaamon valmistumiseen saakka. Myöhästyminen voi myös aiheuttaa loppukokoonpanoon jättämää seuraavien laitteiden aloitusten viivästyessä.

5.3 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön pohjana olivat seuraavat tutkimuskysymykset:

1. *Mikä olisi vaikutus ohjaamovarustelun läpimenoajassa, jos yksi asentaja tekisi varustelut?*
2. *Mitä muutoksia vaatisi, että yksi asentaja pystyisi tekemään varustelut?*

Työssä lähdettiin tutkimaan ohjaamon läpimenoaikaan vaikuttavia asioita näkökulmasta, jossa varustelun tekisi sähköasentajan ja kokoonpanoasentajan molempien sijasta vain yksi asentaja. Työn tarkoituksena oli tehdä prosessikaavio NCAB2- ohjaamomallista, jossa prosessin kulku olisi optimoitu. Prosessikaavion avulla oli tarkoitus löytyä vastaukset 1. tutkimuskysymykseen.

Mahdollisia muutoksia, joita vaadittaisiin yhden asentajan tekemään varusteluun, olisivat osaamiseen liittyvä kehitys liittyen hydraulikkaan tai sähköasennuksiin. Sähkövirtojen ja jännitteiden kanssa tekemisissä ollessa mukana on myös lainsäädännöllisiä asioita, jotka tuovat omat vaatimuksensa. Osaamista ja sen kehittämistarpeita lähdettiin tutkimaan erikoistumisprojekti 2:n tuotoksena tulleesta osaamiskartoituksesta, jonka pohjalta oli tavoite löytää vastaukset 2. tutkimuskysymykseen.

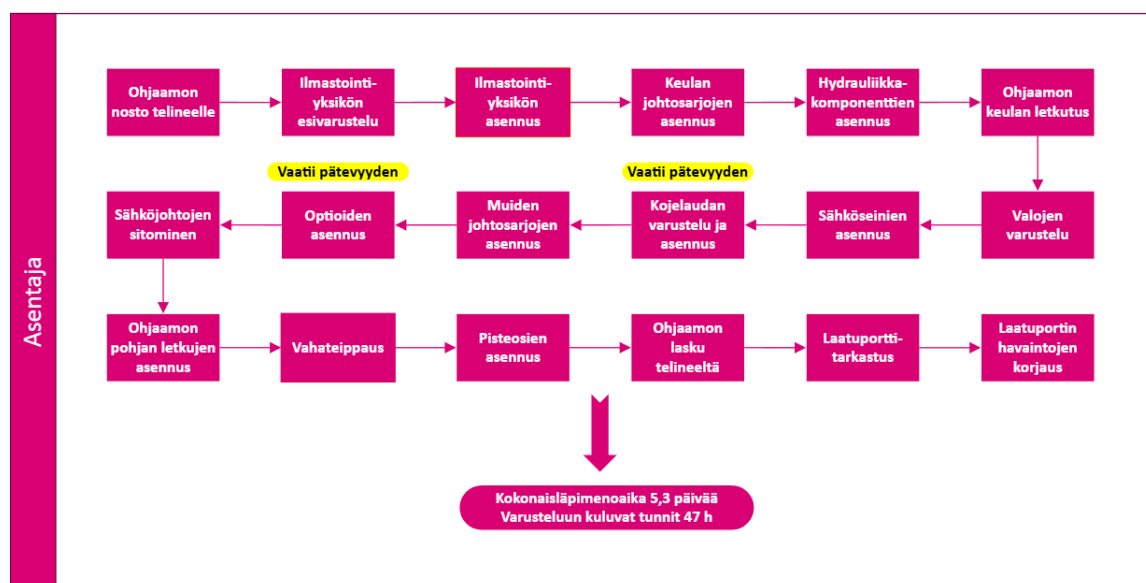
6 OHJAAMOVARUSTELUN TAVOITETILAN MUODOSTUS JA MUUTOSTEN MÄÄRITYS

Käytännön osuus aloitettiin tutkimalla nykytilan työvaiheiden etenemistä. Tavoitetilaa lähdettiin muodostamaan läpimenoajan lyhentämisen pohjalta siten, että sen varustelun etenemä virtaisi loogisesti. Tavoitteena oli luoda virtaustehokas prosessikaavio, jossa ohjaamon varustelu voidaan suorittaa ilman keskeytyksiä tai viiveitä alusta loppuun.

Tarvittavia muutoksia lähdettiin analysoimaan osaamiskartoituksen ja SFS- 6002 standardin pohjalta. Osaamiskartoituksen avulla määritettiin asentajien nykyinen osaamistaso, jonka pohjalta tunnistettiin kehittämistarpeet. SFS- 6002 pohjalta pystyttiin määrittämään konkreettiset koulutustarpeet, joita sähkötöiden tekeminen edellyttää.

6.1 Tavoitetilan kaavio

Tavoitetilan kaaviossa työvaiheet on järjestetty kaavioon siten, että varustelussa keskitytään yhteen osaan ohjaamoa kerrallaan. Varustelu alkaa ohjaamon keulasta, siirtyen ulkopuolen varustelusta sisäosaan. Ohjaamo käännetään varustelutelineessään vasta varustelun loppuvaiheilla, jolloin saadaan samalla myös sähköliittimiä suojaavat vahateipit asennettua. Liittimien suojauksien jälkeen voidaan asennella viimeiset osat paikoilleen, jonka jälkeen ohjaamo lasketaan alas ja tilataan laatuorganisaatiolta laatuporttitarkastus. Laatuportti tarkoittaa ohjaamolle suoritettavaa laadunvarmistusta. Kuvassa 15 on esitetty työvaihekaavio varustelun etenemästä. Kaavioon on merkattu työvaiheet, joissa on pätevyysliittymiä liittyviä vaatimuksia.



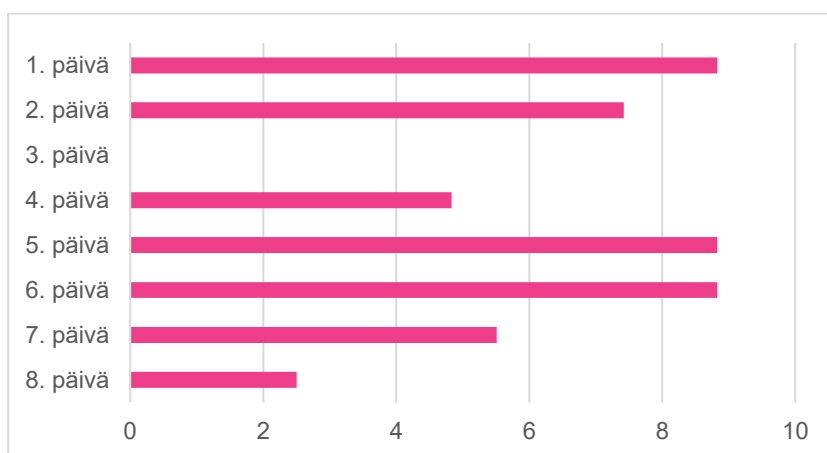
Kuva 15. Yhden asentajan menetelmän työvaihekaavio

Kaavion mukaan ohjaamon varustelu etenee ilman taulukossa 6 esiintyneitä odotusaikoja. Yhden asentajan tehdessä varustelut ohjaamoon ei tule tuotantokatkoksia, vaan se voidaan suorittaa alusta loppuun, ilman tarvetta siirtyä varustelemaan muita ohjaamoja välissä. Kokonaisläpimenoaika ja todellinen läpimenoaika olisivat sama, eli 5,3 päivää. Varusteluun kuluvien tuntien arvellaan pysyvän samana. Todellisuudessa työvaiheiden järjestyksen optimoinnilla voisi olla läpimenoaikaan positiivisia vaikutuksia.

7 TULOKSET

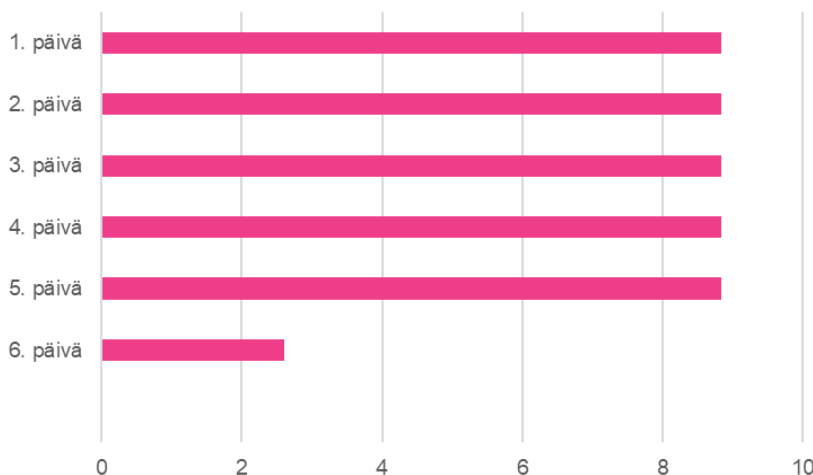
7.1 Potentiaali

Töitä tehdään 10 tuntia päivässä. Kun vähennetään ajasta tauot ja joka-aamuinen tiimipalaveri, tehokasta työaika jää 8 h 50 min päivittäin. Todellinen työaika voi olla vähemmän, mikäli työpäivän aikaan esiintyy häiriöitä, jotka häiritsevät työskentelyä. Kuvassa 16 on esitetty varustelun läpimenoajat ja työtuntien jakautuminen nykytilanteessa. Tunneissa on käytetty oletettua, että ohjaamon varusteluun kuluu työtä 47 h ja etteivät asentajien viikkovapaapäivät vaikuta ohjaamon varustelun etenemiseen. Kaavio on muodostettu oletettaman perusteella, jossa sähköasentaja on ohjaamoa aloitettaessa työskentelemässä vielä edellisen työn parissa. Tästä syystä taulukkoon merkattu yksi tuotantokatkopäivä, jolloin kukaan ei varustele ohjaamoa. Tuloksista todetaan, että ohjaamon läpimenoaika on 7,3 päivää.



Kuva 16. Kahden asentajan tekemä varustelu

Kuvassa 17 on esitetty varustelu yhden asentajan tekemänä. Tällöin varustelutyöt pystytään suorittamaan yhtäjaksoisesti, kohdistuen joka päivä tehokkaan työajan 8 h 50 min varustelun alusta loppuun asti. Läpimenoaika ohjaamolle olisi 5,3 päivää edellyttäen, ettei asentajan viikkovapaapäivä aiheuta katkosta ohjaamon varustelussa.



Kuva 17. Yhden asentajan tekemä varustelu

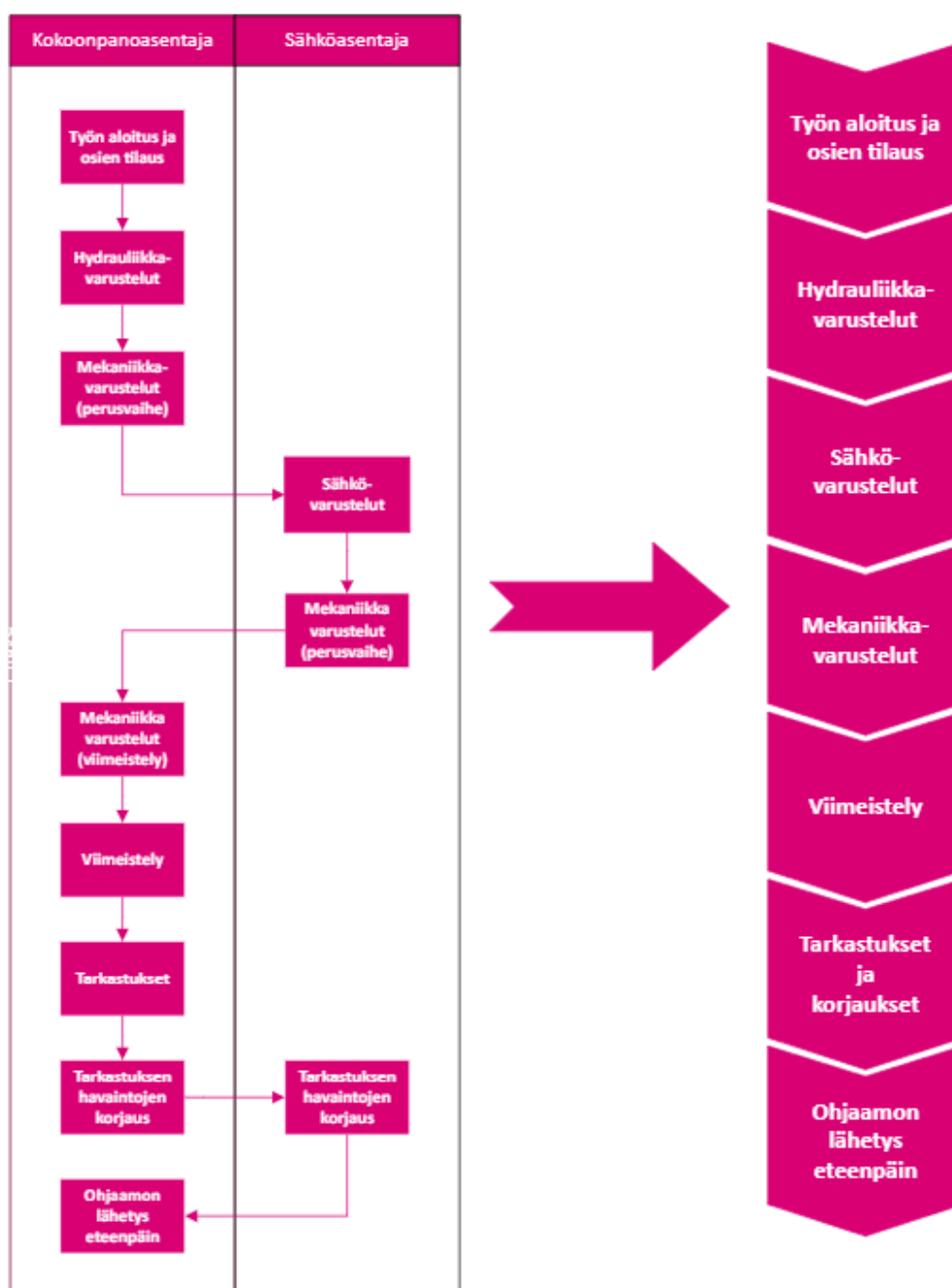
Kun lasketaan molempien läpimenoaikojen erotukset, eli

7,3 pv – 5,3 pv

(1)

saadaan läpimenoajasta lyhennettyä 2 päivää yhden asentajan tekemänä. Kokonaisläpimenoajan lyhentyminen johtuu vuorottelun ja viiveiden poistumisesta. Todellinen aika vaihtelee, eikä sitä ole mahdollista nykytilanteen tiedoilla määrittää.

Kuvassa 18 on esitetty muutokset nykytilasta tavoitetilaan. Tavoitetilassa kaavion eri vaiheet ovat muotoutuneet yhdeksi kokonaisuudeksi. Työn siirtymistä roolien välillä ei enää tapahdu, joka vähentää odotusaikaa ja koordinoinnin tarvetta.



Kuva 18. Nykytilan ja tavoitetilän erot

Kuvassa 19 on esitetty esimerkki kolmen asentajan työnkulusta, ohjaamojen etenemästä ja valmistumisesta. Taulukossa 7 esiintyneet viiveet ja vuorottelu poistuu, ja työn pystyy suorittamaan yhtäjaksoisesti loppuun.



Kuva 19. Esimerkki työn kulusta uudella menetelmällä

7.2 Muutostarpeet

Kuvasta 7 havaittiin, että ohjaamovarustelussa tarvittavista taidoista ongelmanratkaisu, tietojärjestelmän ja työkalujen käyttö sekä mekaaniset asennukset ovat jokaisella tutkimukseen osallistuneella perusosaamisen tasolla. Vastaavasti tuloksista nähdään, että suurimmat puutteet osaamisessa ovat sähkökaavioiden lukutaidoissa ja sähköasennuksissa sekä hydraulikkakaavioiden lukutaidoissa ja hydraulikka-asennuksissa. Jotta yksi asentaja voisi suorittaa varustelut, olisi tarpeen saada sähköjen ja hydraulikan osa-alueille lisää osaamista.

Osaamisen kehittämiseen voitaisiin käyttää aiemmin mainittua vertaisopetusta, eli sähköasentaja perehdyttää tiimin sisäisesti kokoonpanoasentajaa ja toisin päin. Myös mahdollisia koulutuksia hydraulikkaan tai sähköasennuksiin liittyen voitaisiin hyödyntää osaamisen kehityksessä, mikäli yrityksessä sellaisia järjestettäisiin.

Osaamiskartoituksen yhteydessä asentajilta kysyttiin vapaamuotoisia kysymyksiä liittyen lisäkoulutautumishalukkuuksiin. Asentajista 2/3 ilmaisi halukkuutensa oppia lisää sähköasennuksista. Muutoksia lähdetessä toteuttamaan olisi hyvä ottaa huomioon halukkaat, jotta saataisiin tuettua myös työntekijöiden ammatillista kehittymistä ja tarjottua mahdollisuuksia laajentaa osaamistaan kiinnostuksen kohteiden mukaisesti.

Kuten kappaleessa 3 mainittiin, jokaisella, joka osallistuu sähkötöiden tekemiseen, on vähimmäisvaatimuksena olla SFS-6002 sähkötyöturvallisuuskortti ja ensiapukoulutus. Tämä tarkoittaa, että sähköasentajien lisäksi myös kokoonpanoasentajien tulisi käydä koulutukset.

8 YHTEENVETO

Tutkimuskysymys 1: n avulla lähdettiin etsimään vastauksia ohjaamon läpimenoajan vaikutuksiin yhden asentajan tekemällä varustelulla. Ohjaamon varustelun keskittäminen yhdelle asentajalle parantaisi työn sujuvuutta, tehokkuutta ja jatkuvuutta. Arvioidut vaikutukset läpimenoajassa olisi sen lyheneminen sen verran, mitä vuorottelut ja viiveet aiheuttavat. Työn havainnot tukevat käytettyä teoriaa, jonka mukaan läpimenoajan lyhentäminen on sekä lean-ajattelun että prosessikehityksen keskeinen tavoite. Yksi asentaja vähentäisi myös prosessissa esiintyvää vaihtelua ja vuorottelua, jolloin työnkulun rakenne selkeytyisi ja menetelmä vastaisi prosessin kehityksen teorian kuvausta tehokkaasta ja loogisesti etenevästä prosessista.

Todellisen läpimenoajan laskeminen menetelmää hyödyntäen olisi helpompaa, kun työtä voitaisiin tehdä yhtäjaksoisesti ilman keskeytyksiä. Työn mielekkyyteen voisi muutoksella olla mahdollisesti positiivisia vaikutuksia. Työn pystyisi tekemään alusta loppuun yksi asentaja, ilman että tarvitsee välissä siirtyä muiden ohjaamojen pariin työskentelemään. Menetelmällä olisi mahdollista olla myös positiiviset vaikutukset laatuun, kun tieto tehdystä työstä on kahden työntekijän sijaan yhdellä.

Tutkimuskysymys 2:n avulla tutkittiin muutoksia, joita tarvitsisi tehdä. Taulukossa 8 on esitetty ohjaamovarustelun vaiheet, joissa on havaittu olevan pätevyyksiin liittyviä vaatimuksia. Näitä ovat sähkökoteloiden sisälle tai muualle tehtävät kytkennät. Jotta työvaiheet voisi suorittaa myös kokoonpanoasentaja, täytyisi hänen suorittaa vaadittavat koulutukset. Loput varustelun työvaiheet olisivat hydraulisten ja sähköasennusten suhteen perehdytettävissä asentajien keskinäisellä opastuksella. Mikäli lähdetään syvemmällä tasolla tutkimaan tarvittavia muutoksia, täytyisi niiden määrittäminen ja suunnitteluun ottaa myös liitännäisiä sidosryhmiä, kuten tuotannon kehitystä ja sähkötöihin liittyviä vastuuhenkilöitä mukaan. Muutoksia voitaisiin lähteä määrittämään, testaamaan ja toteuttamaan kappaleessa 4.1.1 mainitun leanin PDCA- työkalun avulla.

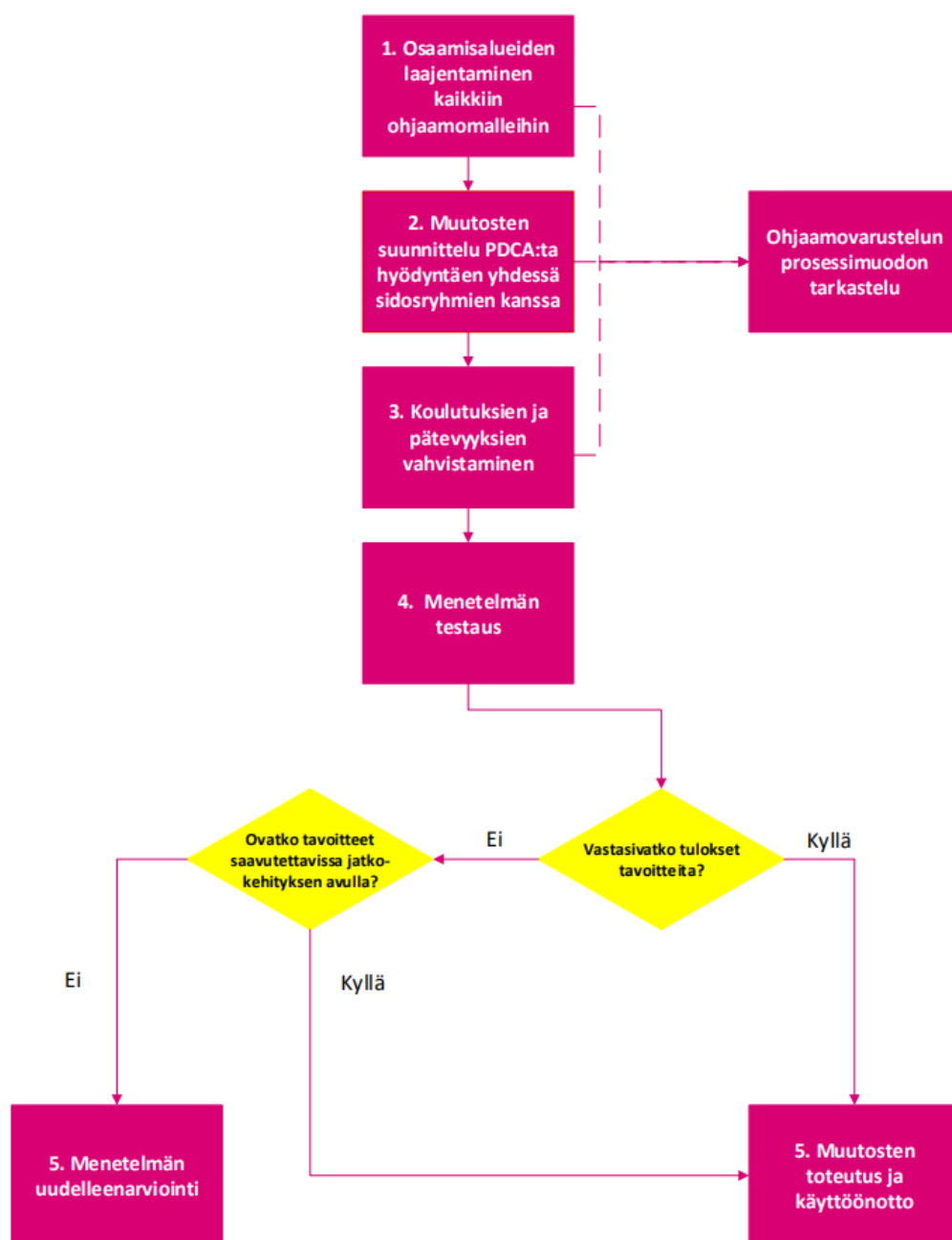
Tarkasteltaessa kuvaa 9, pystytään havaitsemaan, että osaamiseen liittyvät puutteet nykytilanteessa kohdistuvat keskiarvoittain erityisesti kahteen ohjaamomalliin. Tämän perusteella osaamisalueita tulisi laajentaa niin, että jokainen asentaja hallitsee tehtävänkuvansa mukaisesti kaikkien ohjaamomallien varustelun. Näin varmistetaan, että tiimissä on riittävästi osaamista työn jatkamiseksi myös poissaolojen aikana.

Ohjaamon varustelun muutos kokonaan yhden asentajan vastuulle alusta loppuun ei ole suositeltavaa. Mikäli vain yksi asentaja toteuttaisi koko varustelun, edellyttäisi se suurta määrää ohjaamoja, jotta kaikki asentajat olisivat työllistettyinä. Sen sijaan menetelmää voitaisiin hyödyntää joustavammin esimerkiksi niin, että kaksi asentajaa, riippumatta roolista, vastaavat yhdessä yhden ohjaamon varustelusta. Näin ollen viikkovapaapäivien aikana muiden ei tarvitsisi siirtyä varustelemaan ohjaamoja, eikä tuotantokatkoksia tulisi, koska asentajat hallitsisivat kaikki työvaiheet. Suositellaan myös ohjaamovarustelun prosessimuodon tarkastelua. Siirtyminen linjamaisempaan toimintamalliin mahdollistaisi asentajien sijoittamisen eri työvaiheisiin. Tällöin samat asentajat voisivat suorittaa mekaaniset, hydrauliset ja sähköasennukset. Toimintamalli tukisi myös lean-ajattelun mukaista virtaustehokkuutta.

8.1 Toimenpidesuunnitelma

Kuvassa 20 on esitetty tulosten ja yhteenvedon pohjalta tehty toimenpidesuosituksen etenemissuunnitelma. Osaamisalueiden laajentamisesta on tärkeää aloittaa, koska se luo perustan kehitysprosessille ja on myös nykyisessä varustelussa avainasemassa jatkuvuuden ja sujuvuuden kannalta. Osaamisen jälkeen voidaan siirtyä suunnittelemaan yhden asentajan mallin testaukseen ja menetelmän käyttöönottoon liittyviä muutoksia.

Muutosten määrittelyn jälkeen vahvistetaan koulutuksia ja pätevyysiä. Yhtäaikaisesti näiden kolmen vaiheen kanssa voidaan tarkastella ja tutkia ohjaamovarustelua parhaiten palvelevaa prosessimuotoa. Muutosten suunnittelun jälkeen järjestetään tarvittavat koulutukset asentajille, jonka jälkeen testataan menetelmää. Tämän jälkeen analysoidaan tulokset ja otetaan joko menetelmää laajemmin käyttöön tai arvioidaan sen soveltuvuutta uudelleen.



Kuva 20. Toimenpidesuositukset

POHDINTA

Työssä keskityttiin lyhentämään läpimenoaikaa muotoilemalla työvaiheita ja työtehtäviä uudelleen. Jatkossa läpimenoaikaa olisi syytä pyrkiä kehittämään myös muilta osa-alueilta. Ohjaamon telineessä olevaa aikaa olisi mahdollista lyhentää panostamalla enemmän esivarusteluihin. Yrityksen tulevaisuuden strategiasuunnitelmien mukaan määräytyen, ohjaamon varustelua ja sen rakennetta on mahdollista tutkia, voisiko jotain siirtää jotain toimittajan varusteltavaksi tai vastaavasti siirtää enemmän määrin toimittajan tekemää varustelua yritykseen tehtäväksi.

Ohjaamon varusteluiden kestot ovat tällä hetkellä vain arvioita, jotka perustuvat asentajien kokemukseen ja tölle kirjautumiseen. Todellisuudessa ei tiedetä, mitä kaikkea häiriöitä tai viiveitä ohjaamon varustelun aikana tapahtuu. Siksi luotettavaa dataa läpimenoaikojen laskemiseksi ei ole. Tutkimalla työtä ja sen kulkua tarkemmin saataisiin dataa, jonka avulla varustelun toimintaa olisi mahdollista kehittää.

Viitaten kappaleeseen 4.3, prosessin kehittämisessä tulisi hyödyntää kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa, pelkästään yksittäisten osien tarkastelun sijaan. Kun katsotaan laajemmin kokonaiskuva, ohjaamot pitäisi pyrkiä saamaan mahdollisimman valmiiksi moduuleiksi, jotta ne olisivat tehokkaasti asennettavissa ja kytkettävissä tuotannossa valmistettaviin laitteisiin. Tämä tarkoittaisi sitä, että ohjaamojen valmiusastetta olisi syytä pyrkiä kasvattamaan, joka voisi lisätä varustelussa tehtävää työtä. Myös ohjaamon toimintojen testaus olisi ihanteellista toteuttaa jo esikokoonpanovaiheessa, joka toisi omat lisävaatimuksensa prosessiin. Ohjaamovarusteluun olisi siis mahdollista lisätä entisestään työtä, joka kasvattaisi vuorostaan läpimenoaikaa. Tästä syystä on tärkeää, että ohjaamovarustelun nykyiset prosessit saataisiin tehokkaiksi ja minimaalisesti hukkaa sisältäviksi, jotta työtä olisi mahdollisuus myös lisätä.

Siirtyminen yhden asentajan malliin olisi merkittävä muutos myös ohjaamovarustelutiimille. Jokaisen olisi omaksuttava laajempaa osaamista eri osa-alueilta, joka etenkin alkuun sitoisi resurssia, mikäli käytettäisiin vertaisopetusta. Lähiesihenkilön puolestaan olisi varmistettava, että työntekijöillä on riittävä osaaminen uuden toimintamallin tuomiin tehtäviin. Osaamista voisi seurata ja ylläpitää esimerkiksi vuosittain toteutettavilla osaamiskartoituksilla. Kappaleessa 3.1 todettiin muutosten toteuttamisen vaativan johdolta pitkäjänteisyyttä, jonka vuoksi lähiesihenkilön rooli ja vastuu muutoksen toteuttamisesta ja seurannasta korostuu.

Varustelun toimintaan vaikuttaa myös työaikamalli. Kun töitä tehdään 10 h/4 päivää viikossa, ohjaamojen kokonaisläpimenoaikaan tulee lisää asentajan viikkovapaapäivä, tai vastaavasti joku toisista asentajista joutuu siirtymään varustelemaan ohjaamoa, jotta sitä saadaan työstettyä yhtäjaksoisesti. Tulevaisuus tulee määrittämään, mikä on paras työaikamalli tuotannolle. Kasvavien laitemääräta-voitteiden myötä on tärkeää varmistaa, että prosessit, resurssit ja työaikamallit tukevat tehokasta tuotantoa.

LÄHTEET

Eklund, Annina. Osaamiskartta: osaamisen kehittäminen työelämässä. E-kirja. Viitattu 23.1.2025.

Hannus, Jouko 1994. Prosessijohtaminen: ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. 6. painos.

Kupias, Päivi, Peltola, Raija & Pirinen, Jorma 2014. Esimies osaamisen kehittäjänä. E-kirja. [https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.savonia.fi/teos/BAXBXATEGDDC#kohta:ESIMIES\(\(20\)OSAAMISEN\(\(20\)KEHITT\(\(c4\)J\(\(c4\)N\(\(c4\)\(\(20\)/piste:b1](https://verkkokirjahylly-almatalent-fi.ezproxy.savonia.fi/teos/BAXBXATEGDDC#kohta:ESIMIES((20)OSAAMISEN((20)KEHITT((c4)J((c4)N((c4)((20)/piste:b1). Viitattu 24.1.2025.

Laamanen, Kai & Tinnilä, Markku 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. 4. painos.

Logistiikan Maailma 2025a. Prosessien kehittäminen. Verkkojulkaisu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/>. Viitattu 2.1.2025.

Logistiikan Maailma 2025b. Tuotanto. Verkkojulkaisu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/>. Viitattu 16.1.2025.

Normet 2023. Normet Group 2023 Annual Report. Pdf- tiedosto. <https://downloads.ctfassets.net/idi-hyv8a6g5y/6pYxFvg4TF59ETDgSDNTI1/d051fef0f5c7af61c13b9547db725f30/normet-group-oy-annual-report-2023.pdf>. Viitattu 16.1.2025.

Normet 2025. About us. Verkkojulkaisu. <https://www.normet.com/en/discover-normet/about-us/>. Viitattu 2.1.2025.

QKK 2024. Vaihtelun ymmärtäminen- osa 2. Verkkojulkaisu. <https://qkk.fi/vaihtelun-ymmartaminen-osa-2/>. Viitattu 24.1.2025.

Savonia 2025. EK21KM konetekniikan tutkinto-ohjelma (monimuotototeutus). Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja%20hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KT&krtid=1373&tab=6&krtid2=95112>. Viitattu 1.5.2025.

SFS 6002: 2025. Sähkötyöturvallisuus. SFS Suomen Standardit. Viitattu 1.3.2025.

Six Sigma 2025a. Prosessi- ja systeemiajattelu. Verkkojulkaisu. <https://sixsigma.fi/keskeiset-mallit/prosessi-ja-systeemiajattelu/>. Viitattu 6.1.2025.

Six Sigma 2025b. Yleistä Leanista. Verkkojulkaisu. <https://sixsigma.fi/yleista-leanista/>. Viitattu 9.1.2025.