

Sähköasematyömaan maanrakennus- ja beto- nityöt

Anfra Oy

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

2024

Tommi Rouvinen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Tommi Rouvinen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 19	Valmistumisaika 2024
Työn nimi Sähköasematyömaan maanrakennus- ja betonityöt		
Tutkinto ja koulutusala Rakennusmestari AMK		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Teemu Kangas, Tuotantojohtaja, Anfra Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena ja tavoitteena oli laatia Anfra Oy:n työnjohtajille käsikirja sähköasematyömaan maanrakennus- ja betonitöiden erikoispiirteistä ja työvaiheista. Käsikirjan toimii uusien työnjohtajien koulutus työkaluna työmaa perehdytyksissä.</p> <p>Opinnäytetyön lähteenä käytettiin alan kirjallisuutta ja julkaisuja sekä haastateltiin kokeneita maanrakennus- ja betonityönjohtajia. Opinnäytetyön tuloksena uusien työnjohtajien perehdytys sähköasematyömaihin helpottuu ja yrityksen resursseja säästetään.</p>		
Asiasanat Betoni, maanrakennus, sähköasema		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Tommi Rouvinen	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages	
	19	
Title of Publication		
Ground- and concrete works of an electrical substation		
Degree, Field of Study		
Bachelor of Construction Management(UAS)		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Teemu Kangas, Production Manager, Anfra Oy		
Abstract		
<p>The aim and the subject of this thesis was to create a manual, to Anfra about ground and concrete works of an electrical substation. Manual is used as an education tool for the new foreman at construction site introduction.</p> <p>Sources of this thesis were field of construction literature and interviewing some experienced foreman. As the result of this thesis the company will save resources in introducing new foreman into these construction sites.</p>		
Keywords		
Concrete, ground works, electrical substation		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Suomen sähköjärjestelmä.....	2
3	Työmaan aloitus ja suunnitelmat.....	4
3.1	Työturvallisuuslaki	4
3.2	Aikataulu- ja resurssisuunnitelma	4
3.3	Muottisuunnitelma	5
3.4	Betonointisuunnitelma	5
4	Maanrakennus.....	7
5	Betonirakenteet.....	9
5.1	400 kV sähköaseman rakenteet	9
5.2	Muottityöt.....	10
5.3	Raudoitustyöt	10
5.4	Betonointityöt	11
6	Työmaan dokumentointi ja loppukatselmus	13
7	Työnjohtajan perehdytyskäsikirjan laatiminen	15
8	Yhteenveto ja päätelmät	18
	Lähteet	19

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on 400 kV sähköaseman maanrakennustyöt, betonirakenteet ja niihin liittyvät työvaiheet työnjohtajan näkökulmasta. Kasvavan sähköntarpeen vuoksi sähköasemien rakentamiselle on suuri tarve lähitulevaisuudessa. Vaikkakin rakentaminen on vähentynyt lähiaikoina merkittävästi, on energiarakentamiselle kysyntää tällä hetkellä.

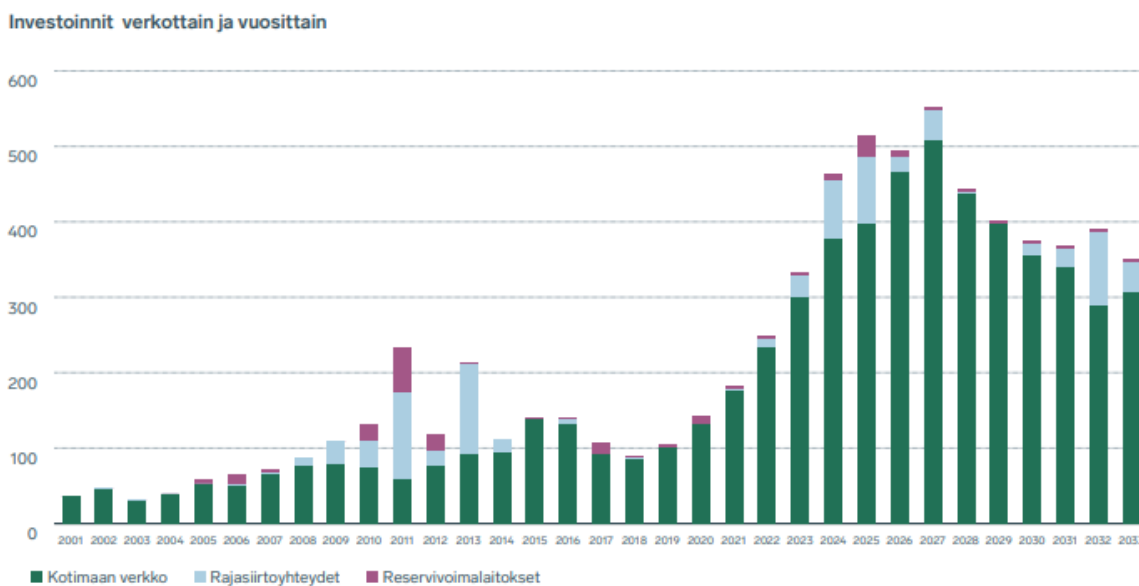
Sähköasematyömaat ovat haastavia projekteja, jotka vaativat työnjohtajilta erityisosaamista. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä yritykselle käsikirja, joka toimii työkaluna työnjohtajien perehdytyksessä sähköasematyömaiden käytäntöihin, erityispiirteisiin ja vaatimuksiin. Käsikirjan avulla työnjohtaja pystyy omatoimisesti tutustumaan sähköaseman rakenteisiin tiivistetyssä muodossa. Opinnäytetyön tuloksena tuotettua käsikirjaa ei julkaista yleisesti vaan se jää salaiseksi.

Anfra Oy on betoni- ja infrarakentamiseen erikoistunut yritys, joka toteuttaa kohteita niin aliurakointina kuin myös päätoteuttajan roolissa. Yrityksen toimialueena on koko Suomi. Anfra Oy on laajentanut toimintaansa viime aikoina myös Ruotsiin Anfra Nordic AB nimellä. Yrityksen keskeisintä osaamista ovat paikallavalettavat betonirakenteet, infrarakentaminen sekä rakennesuunnittelu.

2 Suomen sähköjärjestelmä

Valtakunnallinen sähkövoimajärjestelmä kuuluu yhteiskunnan tärkeimpiin infrastruktuureihin. Suomen kantaverkon ylläpidon vastuu kuuluu Fingridille. Suomen kantaverkko koostuu 400, 220 ja 110 kilovoltin suurjännitejohdoista ja sähköasemista. Kantaverkkoon kuuluvien voimajohtojen ja sähköasemien kautta siirretään noin 75 % Suomessa siirretystä sähköstä (Fingrid 2023).

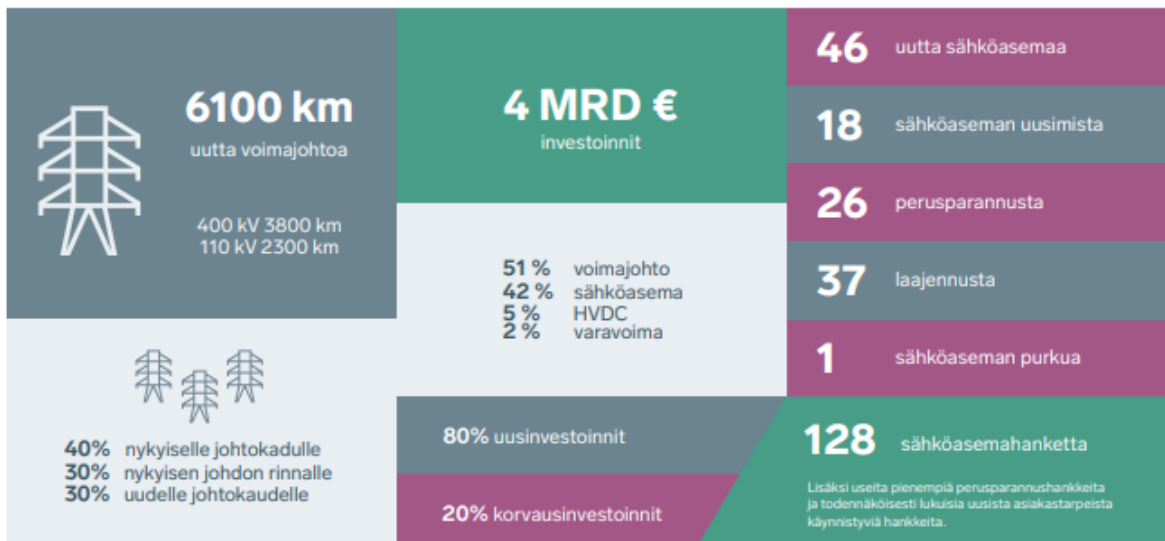
Maailmanlaajuisesti käynnissä on murros, jonka seurauksena sähköntuotantoa rakennetaan polttoaineeksi esimerkiksi teollisuuden kasvaviin tarpeisiin. Fossiilisilla polttoaineilla tuotettu energia on epäpuhdasta, jonka vuoksi siitä pyritään eroon korvaamalla polttamiseen perustuvia prosesseja sähköistämällä ne. Fingrid on kehityssuunnitelmassaan varautunut sähkön kasvavaan tarpeeseen ja seuraavan kymmenen vuoden aikana investoi 4 miljardia euroa sähköjärjestelmien rakentamiseen (Kuvio 1). (Fingrid 2023.)



Kuvio 1. Fingridin investointitasot vuosina 2001-2033 (Fingrid 2023)

Ensimmäiset 400kV voimajohtot rakennettiin 1950-luvulla ja vuonna 2023 niitä oli Suomen kantaverkossa 5400 km. Fingridin kantaverkon kehittämissuunnitelmassa seuraavan kymmenen vuoden aikana 400kV voimajohtoa rakennetaan 3800 km lisää ja kaikkiaan uusia sähköasemia rakennetaan 46 kpl. Uusien asemien lisäksi kymmeniä asemia uusitaan, parannetaan tai laajennetaan (Kuvio 2).(Fingrid 2023.)

2024–2033 lukuina



Kuvio 2. Kehittämissuunnitelma lukuina (Fingrid 2023)

Fingridin suunnitelman mukaisesti sähköasema hankkeita on keskimäärin yli kymmenen kappaletta vuodessa. Osassa hankkeista vanhoihin sähköasemiin tehdään parannuksia tai laajennuksia, mutta 80 % projekteista on uusinvestointia. Uuden 400 kV sähköaseman rakentaminen kestää 6–12 kuukautta.

Sähköasemien laajennuksissa ja korjausrakentamisessa vanhoja muuntajia ja kytkinkenttiä uusitaan tai niiden kokoa kasvatetaan. Jos betonirakenteet ovat vielä käyttökelpoisia, ei niiden uusimiselle ole tarvetta. Korjausrakentamisen yhteydessä on mahdollista, että sähköasema voi osittain olla toiminnassa ja aiheuttaa sähköiskun vaaran. Tämä on huomioitava työsuunnittelussa tarkasti.

3 Työmaan aloitus ja suunnitelmat

3.1 Työturvallisuuslaki

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. (VNa rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10§.)

Päätoteuttajan on otettava huomioon rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot sekä esitettävä rakennuttajalle turvallisuusasiakirjaan tarpeelliset muutokset työn edistymisen mukaisesti, jotta tarpeelliset turvallisuustoimenpiteet toteutetaan (VNa rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10§).

Lait ja asetukset määrittelevät rakennustyömaalla toimivia työnantajia selvittämään ja tunnistamaan työhön liittyvät riskitekijät. Riskien arvioinnissa yritystasolla tulee hyödyntää toimialan yleisiä tiedostoja, missä on esitetty hyviä käytäntöjä työlaajikohtaisesti. Rakennusliikkeiden toiminta usein koostuu projekteista ja projekteilla toistuvista samoista tehtävistä ja työvaiheista. Toistuvien tehtävien osalta riskien arviointia voidaan tehdä yritystasolla yleisesti. Hankekohtaiset riskien arvioinnit on tehtävä projektikohtaisesti vallitsevien olosuhteiden ja työympäristön fyysisistä havainnoista. (Ratu S-1217. Rakennustyön työturvallisuusriskien arviointi. Copyright Rakennustietosäätiö 2007.)

Tehtäväsuunnittelun avulla pyritään varmistamaan projektin pysyminen aikataulussa sekä kustannustavoitteessa niin, että työselostuksissa ja hankekohtaisissa asiakirjoissa määritellyt laatuvaatimukset saavutetaan. Tarkan ennakkosuunnittelun avulla on mahdollista ennaltaehkäistä työssä esiintyviä ongelmia ja varmistaa aloitusedellytyksien olevan kunnossa. (Ratu S-1198, Perustukset. Tehtäväsuunnittelu- aliurakat, työkaupat. Copyright Rakennustietosäätiö 2002.)

3.2 Aikataulu- ja resurssisuunnitelma

Projektin tarjouslaskenta vaiheessa saadaan jo hankkeen materiaali- ja työmenekkitiedot hyvin tarkasti määriteltyä, joiden pohjalta voidaan laatia yleisaikataulu hankkeelle. Isoissa hankkeissa on myös hyvä laatia hankintasuunnitelma, jotta tarvittavat materiaalit olisivat

työmaalla varmasti silloin kun niitä tarvitaan. Materiaalien toimitusajat vaihtelevat paljon ja onkin tärkeää huomioida pitkän toimitusajan materiaalit aikataulua laadittaessa.

Yleisaikataulu on itsessään melko epätarkka työnseurannan työkalu. Tarkempaa aikataulusuunnittelua varten kannattaa työmaalle tehdä esimerkiksi viikkoaikataulu, jonka avulla työn edistymistä on helpompi seurata ja mahdollisiin viivästyksiin pystytään reagoimaan nopeammin.

Kustannustehokkaan työn suunnittelussa tärkeää on resurssien oikea määrä ja töiden tehokas yhteensovittaminen. Osana resurssisuunnittelua on kalustosuunnittelu. Kaivinkoneet, nosturit ja muut tarvittavat koneet on osattava huomioida resursseihin henkilöiden työtuntien lisäksi.

3.3 Muottisuunnitelma

Muottisuunnitelma osaltaan liittyy aikataulusuunnitteluun myös, koska usein samoja muotteja käytetään useammassa valussa työmaan aikana. Työmaiden säilytystilat ovat rajalliset, joten käytettävien muottien määrä on mietittävä tarkasti. Vuokramuottien kustannukset ovat myös suuret, joten kustannustenkin kannalta on suunniteltava muottien kierto optimaaliseksi. Muotteja vuokraavilla yrityksillä usein on myös muottisuunnittelu, jonka avulla saadaan tarvittava muottikalusto suunniteltua työmaan tarpeita vastaavaksi.

Osana muottisuunnittelua on muottijärjestelmien purkutöiden suunnittelu. Työselostuksessa on annettu rakenteelta vaadittu niin sanottu muotinpurkulujuus, joka betonirakenteen pitää saavuttaa ennen kuin muotit voidaan purkaa. Normaalisti perustustöissä betoni saavuttaa vaaditun lujuuden jo noin vuorokauden jälkeen valusta. Tämä aika vaihtelee huomattavasti eri rakenteiden ja sääolosuhteiden välillä. Realistisen muottisuunnitelman tekemiseksi talvella on syytä varautua siihen, että muotit ovatkin hieman pitempään kiinni valuissa.

3.4 Betonointisuunnitelma

Betonitöiden ennakkosuunnittelu on teknisesti ja taloudellisesti perusteltua. Huolellisen työsuunnittelun avulla vältetään turha työ, joka usein johtaa myös lisäkustannuksiin. Lisäksi varmistetaan työn sujuvuus sekä turvataan teknisesti onnistunut lopputulos. (Betoni.)

Betonointi on työn onnistumisen kannalta tärkein työvaihe, kun tehdään paikallavalettavia perustuksia. Sen vuoksi tämän työvaiheen suunnitteluun kannattaa panostaa. Betonointisuunnitelma laaditaan ennen jokaista valua erikseen. Niin kuin kaikessa ennakkosuunnittelussa myös betonointisuunnitelmassa pyritään huomioimaan kyseisen työvaiheen haasteet

ja riskitekijät etukäteen niiden välttämiseksi. Laatiessaan suunnitelmaa työnjohtajan tulee muun muassa arvioida valun kestoa, resurssien määrää, betonikuormien väliä ja sään vaikutusta valuun.

Valun aikana ja valun jälkeen on monia asioita mitkä voivat pilata työsuorituksen. Muotin huonon tuennan vuoksi muotti voi pettää. Valun jälkeen pakkasen kiristyy eikä valun lämmittämiseen ole varauduttu ja betoni pääsee jäätymään. Betoniautojen kuormaväli on liian pitkä ja alempi betoni kerros pääsee kuivumaan ennen seuraavan kuorman valua, eikä lopputulos täytä rakenteellisia vaatimuksia. Siinä oli muutama esimerkki asioista minkä vuoksi valu voi epäonnistua.

Talvibetonoinnin suunnittelussa tulee huomioida tarkemmin lämpötilan vaikutus valuun. Valun onnistumiseksi tulee selvittää etukäteen, tarvitseeko valuun lämmittämiä tai pitääkö muotit suojata valun jälkeen? Betonin toimittajalla on usein lisäpalveluna laborantti, joka tarvittaessa pystyy tietokoneella laskemaan rakenteen lämpötilojen muutoksia erilaisia suojauskeinoja käytettäessä ja vertailla eri ulkolämpötilan vaikutusta myös valun onnistumiseen. Suunnittelussa on myös syytä varautua taltioimaan valun lämpötilaa valun jälkeen, että voidaan osoittaa valun onnistuneen. Nykypäivänä on yleistynyt lämpötilaloggerit, joiden sensorit asetellaan valuun ja lämpötilaa voidaan tarkkailla tietokoneelta.

4 Maanrakennus

Maanrakennustöiden määrä riippuu rakennuttajan ja urakoitsijan välisestä sopimuksesta. Pääsääntöisesti sähköaseman maanrakennustöihin kuuluu kaivuu, massanvaihto ja tiivistyöt suunnitelmien mukaisesti. Myös vesihuollon järjestelmät kuuluvat monesti maanrakennustöihin. Portaaliperustuksien kaivanto nähtävissä kuvassa 3.



Kuva 3. Portaaliperustuskaivanto (Nätti 2023)

Sähköaseman maatöihin tärkeänä osana kuuluu täyttövaiheessa asennettava maadoitusverkko kuparikaapelilla, joka toimii maadoituselektrodina. Maadoitusverkon tarkoitus on purkaa vaarallinen jännite rakenteista hallitusti maahan aiheuttamatta vaaraa ihmisille tai vaurioita laitteille. Maadoitusverkko asennettuna kaapelikanaalien ja kojeperustuksien ympärille kuvassa 4.

Sähköaseman korkean jännitteen vuoksi kaikki rakenteet ovat potentiaalisesti jännitteisiä. Jännitteet puretaan rakenteista maaperään maadoituselektrodin avulla. Maadoituselektrodin mitoitus tulee tehdä maaperän mukaan, jotta saavutetaan riittävä jännitteentasaus aikaiseksi. (Tiainen, 2019, 14.)



Kuva 4. Kaapelikanaalit, kojeperustukset ja maadoitusverkko asennettuna ennen lopullisia täyttöjä (Nätti 2023)

Sähköaseman kytkinkenttä levittyy laajalle alueelle. Maanrakennustöiden yhteydessä kentälle asennetaan kojeperustuksia sekä kaapelikanaaleita sähköputkia varten. Perustukset ja kaapelikanaalit ovat betonielementtejä, jotka asennetaan kaivinkoneella paikoilleen. Kaapelikanaalit asennettuna kuvassa 5.



Kuva 5. Kaapelikanaalit asennettuna. (Nätti 2023)

5 Betonirakenteet

5.1 400 kV sähköaseman rakenteet

400 kV sähköaseman pääasialliset betonirakenteet ovat muuntajabunkkerin perustukset ja suojaseinät. Suojaseinien tarkoitus on estää ulkoisia voimia vaurioittamasta muuntajaa ja muuntajan vaurioituessa suojata ympäristöä. 400 kV muuntaja sisältää melkein 140 m³ öljyä, joka voi palaessaan aiheuttaa suuren riskin ympäristölle. Muuntajabunkkeriin asennetaan liekkiloukut ehkäisemään palon etenemistä vahingon sattuessa. Muita betonirakenteita sähköasemalla on asemarakennuksen perustukset, kaapelikanaalit, portaaliperustukset ja reaktorien alla olevat laatat. Kaapelikanaalit voidaan tehdä elementeillä tai paikalla-valettuina. Liekkiloukkujen metallirunkoa muuntajabunkkerin suojaseinien sisällä kuvassa 6.



Kuva 6. Muuntajabunkkerin suojaseinien sisälle asennettavien liekkiloukkujen metallirungon asennustyöt aloitettu. (Nätti 2023)

5.2 Muottityöt

Muottitöiden toteutukselle ja muottitekniikoiden tehokkaalle käytölle luodaan pohja rakenne- ja tuotantosuunnittelulla. Lopputuloksen kannalta työporukan ammattitaito kyseisten muottien käyttöön on tärkeää. (Betonitieto)

Perustuksien muotteja varten työmaalle tarvitaan perustuksien nurkkamerkit sorapatjalle. Nurkkamerkkien avulla perustukset saadaan asennettua oikeaan sijaintiin tontilla. Matalat valut kuten anturat ja laatat voidaan muotittaa kevyillä puurakenteisilla muoteilla, kun taas korkeisiin seinävaluihin järjestelmämuotit sopivat parhaiten. Korkeiden järjestelmämuottien paikalleen asentamiseen tarvitsee nosturin. Tilaajan toteutuseritelmässä ja suunnitelmissa on määritelty rakenteiden laatuvaatimukset paikallavalettavien betonipintojen suhteen. Portaaliperustuksien muotitus kuvassa 7.



Kuva 7. Portaaliperustuksien muotit paikoilleen tuettuna (Nätti 2023.)

5.3 Raudoitustyöt

Raudoitteet asennetaan suunnitelmien ja ohjeistuksien mukaisesti paikoilleen. Raudoitteet sidotaan paikoilleen ja tuetaan muottiin välikkeillä tai asennusraudoituksen avulla niin, että niiden sijainti on suunnitelmien mukaisessa toleranssissa ja betonipeitteen vaatimukset täyttyvät. (Betonitieto.)

Raudoitteet tilataan usein työmaalle valmiiksi taivutettuina ja katkaistuna oikean mittaisiksi työn tehostamiseksi työmaalla. Sähköaseman jännitteiden vuoksi tulee kaikki raudoitteet liittää yhdeksi kokonaisuudeksi hitsaamalla ja raudoitteet maadoitetaan. Maadoitus

toteutetaan kuparikaapelilla. Kaapeli asennetaan verkkomaiseen muodostelmaan koko sähköaseman alueelle ja maadoituskaapelit liitetään rakenteiden raudoitteisiin suunnitelmien mukaisesti. Maadoittamattomat raudoitteet voivat kerätä jännitettä ja kuumentua voimakkaasti aiheuttaen mahdollisesti rakenteiden heikentymisen tai sähköiskun vaaran. Muuntajabunkkerin pohjalaatan raudoitus kuvassa 8.



Kuva 8. Muuntajabunkkerin pohjalaatan raudoitus (Nätti 2023)

5.4 Betonointityöt

Paikallavalettavien betonipintojen laatuun sekä ulkonäköön vaikuttaa oikean työsuorituksen lisäksi oleellisesti käytetty muottimateriaali ja muottirakenteen lujuus. Tuore betoni menettää työstettävyytensä normaalisti muutamassa tunnissa. Jos on tiedossa, että kuorman purkamisen voi kestää kauemmin, voi betoniin tilata hidastinta, jonka avulla kovettumisen alku siirtyy ja betonimassa säilyy pidempään työstettävänä. Valun aikana betonia tiivistetään niin että betoni ympäröi teräkset kokonaisuudessaan ja muotti täyttyy haluttuun korkeuteen. Betoni tiivistetään tavallisimmin sauvatäryttimellä. (Betoni.)

Sähköaseman betonirakenteissa on jännitteen lisäksi huomioitava suuret massat, jotka rakenteisiin kohdistuvat. 400/110 kV muuntaja painaa vähintään 510 tonnia ja pitää sisällään 137,5 kuutiota öljyä. Fingrid on laatinut sähköasematyömaille omat spesifikaatio ohjeistukset, joissa on määritelty rakenteiden vaatimukset yksityiskohtaisesti. Betonitöiden osalta tärkeimpänä ohjeistuksena on paikallavalurakenteiden toteutuseritelmä.

Betonitöiden onnistumiseksi tulee valita oikeanlainen kalusto valuun. Tilataanko työmaalle iso pumppu vai riittääkö kuljetuspumppuauto, joka usein on sopiva pienemmissä valuissa.

Työporukan koko tulee olla riittävä niin, että kaikki tärkeät työvaiheet saadaan tehtyä ennen betonin kovettumista. Sauvatäryttimien viat kesken valun eivät ole harvinaisia, joten varakalustoakin kannattaa mahdollisuuksien mukaan pitää lähistöllä. Pohjalaatan valu kuvassa 9.



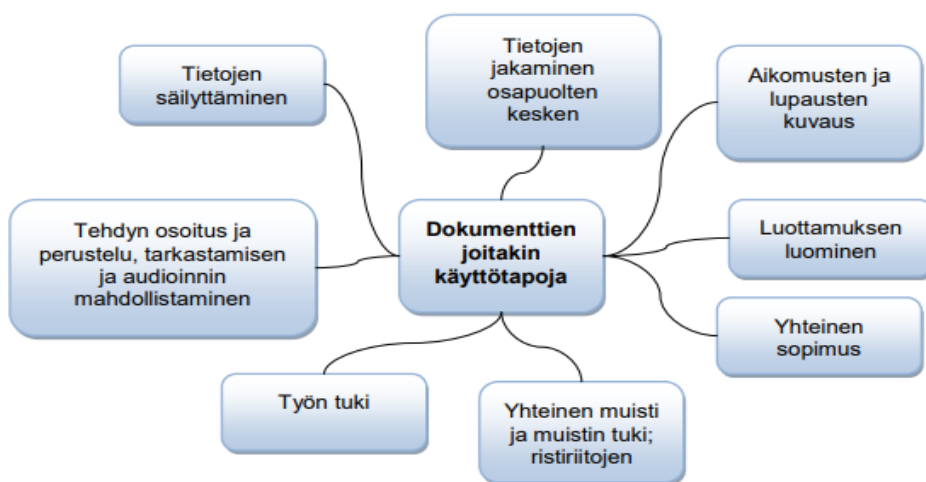
Kuva 9. Muuntajabunkkerin pohjalaatan betonointi (Nätti 2023)

Valujen jälkeen betonille tehdään suunnitelmien mukaiset jälkihoitotoimenpiteet ja betonimassan lämpötilaa tarkkaillaan. Normaalista käytännöstä poiketen Fingrid on ohjeistuksissaan määritellyt, ettei paikallavalettavien rakenteiden massan lämpötila saa kohota yli 50 asteiseksi lujouuskadon välttämiseksi. Yleensä tämä raja on 60 astetta. Massan lämpötilan hallitsemiseen käytetään betoniin lisäaineita, joilla sementin reagointiaikaa säädellään onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi.

6 Työmaan dokumentointi ja loppukatselmus

Usein dokumenttien arvo huomataan vasta sitten, kun niitä ei ole tai ne ovat puutteellisia. Dokumentointi on ihmisen toimintatapa laittaa mustaa valkoiselle, ettei kaikki olisi muistin varassa. (Vuori 2010.)

Työn dokumentointi on tärkeä osa rakennusprosessia. Rakennustyön aikana dokumentoitavaa on paljon, joten järjestelmällinen tiedon tallennus heti projektin alusta asti on viisasta (Kuvio 10). Pitkäkestoisissa hankkeissa on mahdollista, että työmaa henkilöstö vaihtuu tai tulee lomatuurauksia kesken hankkeen, jolloin huolellisesti tehdyn dokumentoinnin merkitys korostuu.



Kuvio 10. Dokumenttien käyttötapoja (Vuori 2010.)

Sähköasema työmaan maanrakennus- ja betonitöiden yleisimpiä dokumentteja ovat:

- Maan tiiveysmittaukset
- materiaalisertifikaatit
- muotti- ja raudoituskatselmuspöytäkirjat
- betonointisuunnitelma
- betonointipöytäkirja
- itselle luovutuspöytäkirja.

Laki määrittelee rakennustyössä käytettävien materiaalin laatuvaatimukset. CE-merkintä on pakollinen kaikille niille rakennustuotteille, joille on määritetty harmonisoitu tuotestandardi (Ympäristöministeriö). Rakennusalan toimijoiden on todennettava käytettyjen rakennustuotteiden soveltuvuus rakennuskohteessa CE-sertifikaatin avulla. Alan suurilla

materiaalitoimittajilla CE-sertifikaatit ja suoritustasoilmoitukset löytyvät valmiina heidän internetsivujen tietopankeista, joista ne on helppo ladata.

Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohdeessa, tulee olla turvallinen ja terveellinen sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää tässä laissa säädetyt olennaiset tekniset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöiän ajan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 152§.)

Fingridin ohjeistuksissa on myös määritelty sähköasemilla käytettävien materiaalien vaatimukset. Materiaalien vaatimuksenmukaisuuden todistamiseksi urakoitsija toimittaa tilaajan määrittelemät dokumentit. Sähköaseman rakenteissa hyväksytään pääsääntöisesti CE-merkityt, ETA- ja By- sertifioidut tuotteet.

Rakennusta tai sen osaa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt sen loppukatselmuksessa käyttöön otettavaksi (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 153§).

Hankkeen valmistuttua suoritetaan loppukatselmus ja taloudellinen loppuselvytys. Jos urakasopimus asiakirjoissa on sovittu, tulee urakoitsijan ennen loppukatselmusta tarkastaa oma työnjälki ja suorittaa itselle luovutus. Itselle luovutuksessa urakoitsija tarkastelee oman työn laatua, mittatarkkuutta ja rakenteiden toimivuutta suunnitelmien mukaisesti.

Sähköasematyömaan betoni rakenteet eivät ole työmaan viimeinen rakennusvaihe, joten työn luovutus ja loppukatselmus rakennuttajalle suoritetaan niiltä osin kuin sopimusasiakirjoissa on määritelty. Sähköaseman varsinainen käyttöönotto tapahtuu vasta, kun sähkölaitteistot ovat asennettu.

7 Työnjohtajan perehdytyskäsikirjan laatiminen

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan tehtävä on perehdyttää työntekijä työtehtäviin, työvälineiden käyttöön ja turvallisesti työskentelyyn. Perehdytyksessä tutustutaan uuden työpaikan kulttuuriin, työskentely tapoihin, ihmisiin, käytäntöihin sekä odotuksiin (Työelämään.)

Työnjohtaja on vastuussa projektin onnistumisesta taloudellisesti ja turvallisesti. Työnjohtajan tehtäviin kuuluu esimerkiksi aikataulutusta, työnsuunnittelu, hankinnat, dokumentointi ja laadunvalvonta. Parhaassa tapauksessa työnjohtajat saavat rauhassa perehtyä riittävästi hankkeeseen jo etukäteen, mutta usein se ei ole mahdollista.

Lähtökohtana käsikirjan laatimiselle on ollut tarve kouluttaa uusille työntekijöille yrityksen haluamat toimintamallit sähköasematyömailla. Kovan kilpailun vuoksi kaikki säästöt projektin aikana ovat arvokkaita. Sairaspoissaolojen ja kesälomien sijaistamiset on hankala toteuttaa nopealla aikataululla, jolloin työmaan eteneminen aikataulussa saattaa vaarantua. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että sijainen pystyisi omatoimisesti perehtymään projektiin.

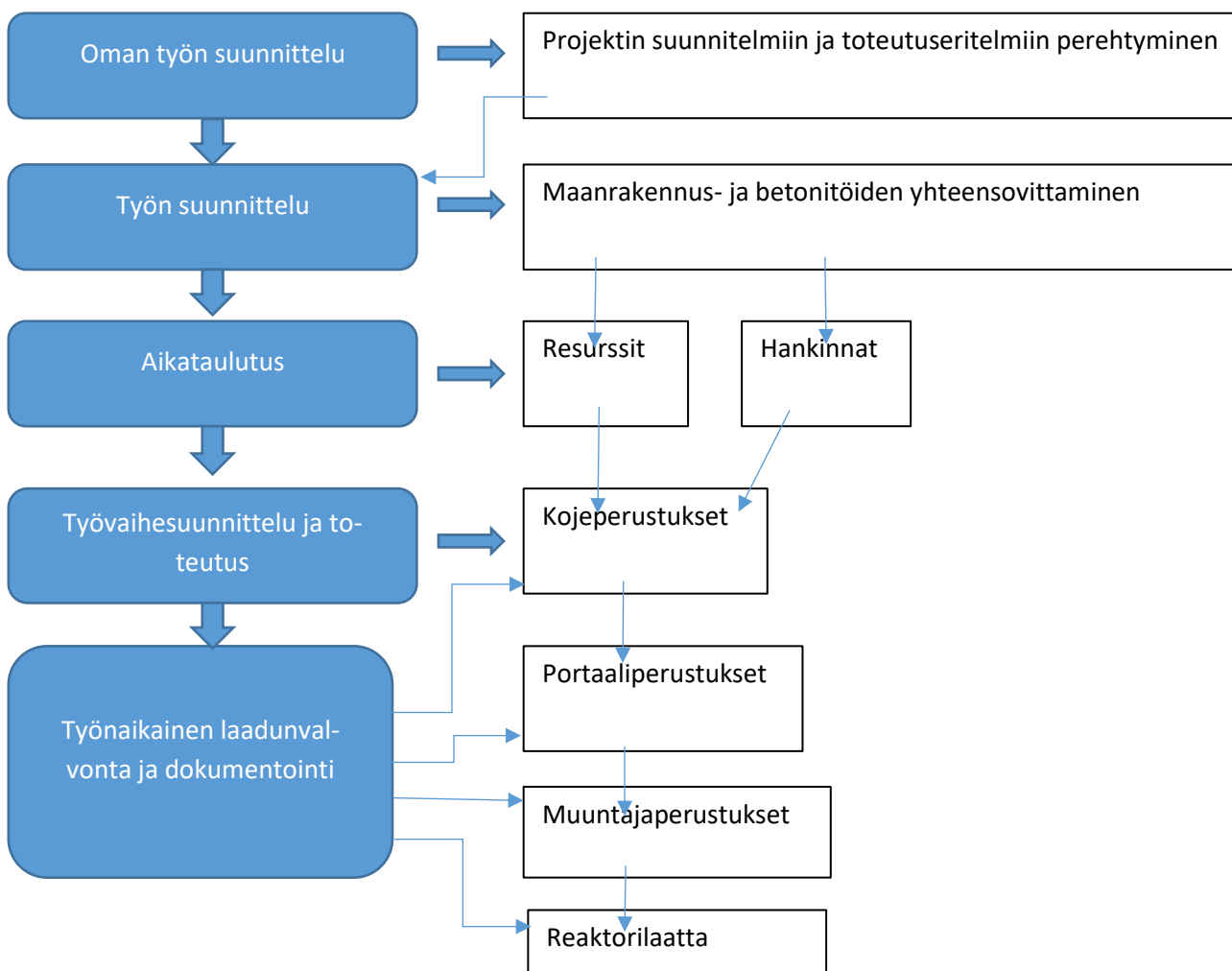
Projektille laaditut rakennesuunnitelmat ja Fingridin ohjeistukset ovat valtavan ison kokonaisuuden käsiteltäväksi lyhyessä ajassa ja on varmaa, ettei kaikkea voi muistaa kerralla. Näiden materiaalien lisäksi työnjohtajan tulee laatia lukuisia työn aikaisia suunnitelmia. Käsikirjan laatimisessa on pyritty työmaan eri osa-alueet jaottelemaan pienempiin helpommin omaksuttaviin palasiin. Näin työnjohtaja pystyy vaihe kerrallaan järjestelmällisesti tekemään työnsä.

Hankkeiden sisällön laajuus vaihtelee paljon, mutta sähköasema työmaat ovat pääpiirteittäin hyvin samankaltaisia projekteja keskenään. Käsikirjan pohjana toimiikin jo aikaisemmin hyväksi havaitut työsuoritteet ja suunnitelmat. Aikaisempi kokemus maarakennus- ja betonitöiden aikataulujen yhteensovittamisesta auttaa myös paljon työnsuunnittelussa uusia kohteita suunnitellessa. Kuviossa 11. nähtävissä projektin työvaiheet työnjohtajan näkökulmasta.

Ennakkosuunnittelun avulla työnjohtajan on mahdollista vaikuttaa paljon hankkeen kulkuun. Työmaan lähtökohtana on toimiva aikataulusuunnitelma, jonka pohjalta hanketta viedään eteenpäin. Onnistumisen edellytyksenä on, että eri alojen työt saadaan aikataulutettua niin, ettei päällekkäisyyksiä tulisi. Aikataulun suunnittelu kannattaa toteuttaa yhdessä maarakennus ja betonitöiden kanssa.

Kun aikataulu on saatu suunniteltua, tulee työmaalle suunnitella resurssit ja hankinnat. Materiaalitoimitukset saattavat olla pitkiä, joten niiden hankinta on myös aikataulutettava niin, ettei viivästyksiä tule. Ammattitaitoisen henkilökunnan löytäminenkin usein vie aikaa.

Varsinaisen työn aloittamiseksi työmaalla, työnjohtajan tulee laatia suunnitelmat työvaiheiden toteuttamiseksi laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Huolellisen ennakkosuunnittelun avulla työnjohtaja pystyy hallitsemaan työmaan kulkua järjestelmällisesti. Näin vältetään monesti myös suuremmilta virheiltä, joista saattaa tulla suuriakin lisäkustannuksia. Työnjohtajan työtehtäviä kuvattu kuviossa 11.



Kuvio 11. Työnjohtajan tehtäväkuvaus projektin aikana

Projektin aikana käydään viikko- ja työmaakokouksia, joiden avulla tilaaja seuraa työn edistymistä ja varmistaa aikataulussa pysymisen. Kokouksissa tarkastellaan töiden yhteensovittamista urakoitsijoiden kesken ja mahdolliset muutokset aikataulussa kirjataan ylös. Myös suunnitelmien paikkansapitävyyttä ja toteutuskelpoisuutta tarkastellaan ja varmistetaan, että urakoitsijoilta löytyy viimeisimmät suunnitelmat. Näissä kokouksissa luodaan pöytäkirja sen hetkisen tilanteen mukaisesti ja mahdolliset viivästyksset työsuorituksissa tai

suunnitelmien saatavuudessa kirjataan pöytäkirjaan. Kokouksien jälkeen työnjohtajan tulee tarkistaa kokouspöytäkirjaan kirjatut merkinnät ja niiden paikkansapitävyys. Näin voidaan varmistua, että sovitut asiat pystytään todentamaan vielä myöhemmin, jos epäselvyyksiä tulee.

Työmaan aikana ja sen päätteeksi työnjohtaja dokumentoi hankkeen asiakirjat tilaajan vaatimuksien mukaisesti. Dokumentointi vie paljon aikaa, joten sitä tulee tehdä aktiivisesti heti projektin alusta lähtien. Huolellisen dokumentoinnin avulla työnjohtaja todistaa tilaajalle käytettyjen materiaalien olevan vaatimusten ja suunnitelmien mukaisia. Paikallavalettavien rakenteiden osalta dokumentoidaan myös niiden sijaintia ja mittatarkkuutta. Valmiin työsuorituksen luovuttaminen tilaajalle on helpompaa, kun dokumentointi tehdään koko projektin ajalta hyvin. Urakoitsijan omien dokumentointi käytäntöjen lisäksi tilaaja saattaa vaatia esimerkiksi työmaapäiväkirjan ylläpitämistä projektin ajalta.

8 Yhteenveto ja päätelmät

Opinnäytetyön tarkoitus oli tarkastella sähköasematyömaan maanrakennus- ja betonitöiden erikoispiirteitä ja luoda niistä käsikirja työnjohtajille, jotka ensimmäistä kertaa johtaisivat kyseisiä työmaita. Rakennusalan kovan kilpailun vuoksi on tärkeää, että hankkeissa onnistutaan ja luodaan jatkumoa tulevaisuuden projekteihin. Työmaahenkilöstön ammattitaito on suuressa roolissa hankkeen onnistumisessa. Yrityksien kannalta olisikin hyvä, että jo opittu taito ja tehdyt virheet pystyttäisiin jakamaan uusille työntekijöille, ettei kaikkien tarvitse niitä toistaa uudelleen.

Opinnäytetyötä tehdessä korostui ennakkosuunnittelun tärkeys hankkeen läpiviemiseksi. Hyvät suunnitelmat luovat vahvan pohjan projektin johtamiselle hallitusti ja laadukkaasti. Rakennusalalla valitettavan usein investointipäätöksien tekeminen viivästyy, mutta alkupe-
räinen aikataulu pysyy luoden haasteita projektiorganisaatiolle. On mahdollista, että urak-
kasopimus allekirjoitetaan jopa vuotta ennen kohteen aloittamista ja samalla sovitaan urak-
kahinnasta. Materiaalien hinnan nousu voi aiheuttaa suuriakin haasteita projektin onnistu-
miselle.

Opinnäytetyön tuloksena luodun ohjekirjan avulla yritys pyrkii vakioimaan toimintatapoja toistuvien työsuorituksen osalta. Sähköverkkoa ylläpitävä Fingrid on luonut sähköasema-
työmaita koskevien rakenteiden osalta kattavan ohjeistuksen työmaan toteuttamiseen. Ai-
neisto on laaja pitäen sisällään satoja sivuja eri rakenteiden ja työvaiheiden osalta. Näitä
ohjeistuksia myös päivitetään usein ajantasalle, joten niiden ulkoa muistaminen on mahdo-
tonta. Ohjekirjan avulla työnjohtajan keskittyminen pyritään ohjaamaan oikeassa järjestyk-
sessä työmaan johtamiseen yrityksen haluamalla tavalla.

Rakennusalalla uuteen projektiin valmistautuminen vie paljon aikaa ja resursseja. Monesti
työt painottuvat sesonki luonteisesti tiettyyn vuodenaikaan, jolloin ei myöskään osaavaa
henkilökuntaa ole aina saatavilla niin helposti. Opinnäytetyön tuloksena yritys pystyy tehos-
tetusti perehdyttämään ja ohjaamaan henkilöstöään työn suorittamiseen taloudellisesti ja
mikä tärkeintä turvallisesti. Näin rajalliset resurssit saadaan hyödynnettyä tehokkaammin.

Lähteet

Tiainen, E., Nurmi, T., Koivisto, P. 2019. Maadoituskirja. 7. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009

Betoniteollisuus ry. Betonointisuunnitelma. Viitattu 7.4.2024. Saatavissa <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/betonointisuunnitelma/>

Betoniyhdistys. Muottien käyttö. Viitattu 14.4.2024. Saatavissa rajoitetusti <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/muottityot.html>

Betoniyhdistys. Raudoitustyöt. Viitattu 14.4.2024. Saatavissa rajoitetusti <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/betonityot/raudoitustyot.html>

Fingrid Oy. Fingridin sähkönsiirtoverkko. 2023. Viitattu 18.4.2024. Saatavissa <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/fingridin-sahkonsiirtoverkko/>

Vuori, M. 2010. 125 pointtia dokumentoinnista. Viitattu 1.5.2024. Saatavissa https://www.mattivuori.net/julkaisuluettelo/liitteet/satavartti_pointtia_dokumentoinnista.pdf

STTK ry. Perehdytys. Viitattu 3.5.2024. Saatavissa <https://tyoelamaan.fi/tyon-aloitus/perehdytys/>

Ympäristöministeriö. CE-merkintä. Viitattu 18.4.2024. Saatavissa <https://ym.fi/ce-merkinta>

Nätti, A. 2023 Työmaakuvat. Viitattu 5.5.2024.

Ratu S-1217. Rakennustyön työturvallisuusriskien arviointi. Copyright Rakennustietosäätiö 2007.

Ratu S-1198, Perustukset. Tehtäväsuunnittelu- aliurakat, työkaupat. Copyright Rakennustietosäätiö 2002.