

MISKA PÖYRY

**TALOTEKNIIKAN TUOTANNONHALLINNAN
KEHITYSTARVE**
Kandidaatintyö

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja: Juha-Matti Junnonen
Toukokuu 2021

TIIVISTELMÄ

Miska Pöyry: Talotekniikan tuotannonhallinnan kehitystarpeet
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan TkK-tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2021

Avainsanat: talotekniikka, tuotannonhallinta, tuotannonohjaus, kehitystarpeet

Talotekniikka-ala kasvaa kovaa vauhtia ja onkin tärkeää tietää, millainen kehitystarve alalla on. Tässä työssä tutkitaan sitä, millainen näkymä ja kehitystarve rakennustyömailla on taloteknisten töiden tuotannonhallinnan osalta. Rakennusteknisten töiden tuotannonhallintaa on kehitetty vuosien aikana paljon, mutta taloteknisten töiden osalta alan erityispiirteitä ja erilaisuutta ei ole aina otettu huomioon.

Työssä kuvataan tuotannonhallinta prosessi eli miten tuotantoa tulisi työmailla ohjata ja hallita. Tutkimuksessa tuodaan esille totuttu toimintatapa sille, miten tuotantoa hallitaan taloteknisten töiden osalta ja mitä puutteita siinä on huomattu. Työssä tuodaan myös esille pointteja siitä, miten taloteknisten töiden tuotannonhallinta eroaa rakennusteknisten töiden tuotannonhallinnasta ja mistä tämä erovaisuus johtuu. Tuotannonhallinta koostuu suunnittelusta, valvonnasta ja ohjauksesta ja talotekniikan osalta näissä kaikissa on huomattu kehittämisen varaa. Tuotannonhallinnan kehittämistä tarvitaan eteenkin nyt, kun alalta vaaditaan paljon.

Tuotannonhallinnan kehitystarpeeseen vaikuttaa myös alalla kasvanut paine, joka tuo talotekniikka-ala yrityksille tarpeen tehostaa omaa toimintaansa. Työssä tutkitaan talotekniikka-alaan vaikuttavaa ulkoista ja sisäistä painetta. Ulkoisella paineella tarkoitetaan tässä tapauksessa rakennusalaan vaikuttavia megatrendejä. Megatrendit, kuten kestävä kehitys ja ilmastonmuutos vaikuttavat rakennusalaan, eteenkin talotekniikka-alaan, koska talotekniikalla voidaan ratkaista kulutuksen aiheuttamia ongelmia. Sisäisellä paineella tarkoitetaan sitä, miten ala on muuttunut ja mitä paineita tämä muutos pitää sisällään. Alalla on esimerkiksi huutava resurssipula, joka vaikuttaa omalta osaltaan siihen, että tuotannon tulisi olla tehokasta. Tutkimuksessa arvioidaan lisääntyneen paineen vaikutuksia kehittää tuotannonhallintaa.

ABSTRACT

Miska Pöyry: Development needs of building technology production control
Bachelor's thesis
Tampere University
Bachelor's degree program in Civil Engineering
May 2021

Keywords: building technology, production management, production control, development needs

The building services industry is growing, and it is important to know what the development needs are of the industry. This work examines the outlook and development needs of construction sites in terms of production management of building services. Production management of construction works has been developed a lot over the years, but regard to building works, the special features and diversity of the industry have not taken it into account.

The work describes the production management process, so how production should be directed and managed at construction sites. The study highlights the usual approach to how production is managed for building services and what shortcomings have been identified. The work also highlights points on how the production management of building services differs from the production management of building services and why this difference is due. Production management consists of planning, supervision and control, and in the case of building technology, there is considerable room for improvement in all of these. The development of production management is especially needed now that a lot is being demanded from the industry.

The need to develop production management is also affected by the increased pressure in the industry, which brings companies in the building services industry the need to increase the efficiency of their own operations. The work examines the external and internal pressures affecting the building services industry. In this case, external pressure refers to megatrends affecting the construction industry. Megatrends such as sustainable development and climate change are having an impact on the construction sector, especially on the building services sector, as building services can solve problems caused by consumption. Internal pressure refers to how the industry has changed and what pressures this change entails. For example, there is an acute shortage of resources in the sector, which contributes to the fact that production should be efficient. The study evaluates the effects of increased pressure on developing production management.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	4
1.1.	Tutkimuksen tausta	4
1.2.	Tavoite ja rajaus	5
2.	TALOTEKNIIKAN TUOTANNONHALLINNAN ERITYISPIIRTEET	7
2.1.	Tuotannonhallinta	7
2.2.	Taloteknisten töiden aikataulutus.....	8
2.2.1.	Rakentamisen kesto ja mitoitus	9
2.2.2.	Tehtävien määrittäminen ja lohkoihin jako.....	9
2.2.3.	Työjärjestyksen määrittämien ja riippuvuudet	11
2.3.	Taloteknisten töiden valvonta	11
2.4.	Taloteknisten töiden tuotannonohjaus	12
2.5.	Muut erityispiirteet.....	13
3.	TUOTANNONHALLINNAN KEHITYSTARVE.....	14
3.1.	Sisäinen paine.....	14
3.2.	Ulkoisen paine	14
3.2.1.	Kestävä kehitys ja ilmastonmuutos	15
3.2.2.	Korjausrakentamisen lisääntyminen ja kaupungistuminen.....	15
3.2.3.	Digitalisaatio ja teknologia	16
4.	JOHTOPÄÄTÖKSET	17
5.	LÄHDELUETTELO	18

1. JOHDANTO

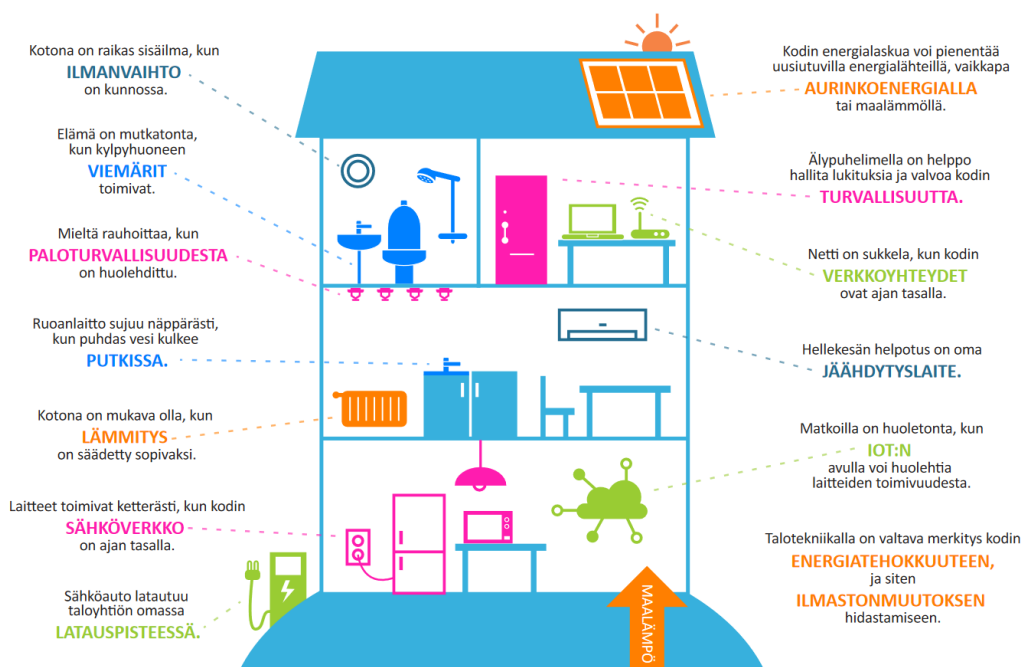
1.1. Tutkimuksen tausta

Rakennustuotantoa tehostetaan jatkuvasti, minkä seurauksena rakentamiseen käytetään yhä vähemmän aikaa. Tuotannonhallinnalla on merkittävä rooli siinä, että rakentaminen pysyy sille suunnitellussa aikataulussa ja kustannukset ovat hallinnassa. (Kolhonen & Koskenvesa, 2014)

Tuotannonhallinta koostuu tuotannosuunnittelusta, -valvonasta ja -ohjauksesta. Prosessi toimii ketjuna ja jos jotain toimenpidettä ei suoriteta kunnolla, tuotannonhallinta ei toimi. Jos suunnittelua ei tehdä, ei töitä pystytä valvomaan tai ohjaamaan ja vastaavasti suunnittelua ei kannata tehdä, jos töitä ei valvota tai ohjata. Tuotannonhallinnassa tarkoituksena on suunnitella keinot, jolla asetetut tavoitteet ja vaatimukset pystytään saavuttamaan. Tuotannosuunnittelun on keskeinen osa tuotannonhallintaprosessia ja sen tarkoituksena on käyttää tuotannollisia tekijöitä, kuten työtä, materiaaleja ja koneita mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. Valvonta on jatkuvaa toimintaa, jolla hankitaan tietoa ja raportoidaan siitä, miten työt edistyvät. Tuotannonohjaus on ennakoivaa ja tuotantoa korjaava prosessi, jossa pyritään havaitsemaan tulevat potentiaaliset ongelmat tuotannon kulussa. Valvonnalla ja ohjauksella pystytään puuttumaan ja estämään ennalta poikkeamat suunnitelmien mukaisesta toiminnasta ja palauttamaan tuotanto suunnitellun mukaiseksi. (Junnonen, 2010)

Talonrakentaminen koostuu pääosin rakennusteknisistä ja taloteknisistä töistä. Talotekniikalla tarkoitetaan rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä, laitteita ja palveluita (kuva 1). Yleisimpiä taloteknisiä järjestelmiä ovat LVIS-järjestelmät eli lämmitys-, vesi-, ilmastointi- ja sähköjärjestelmät. Talotekniikkaan kuuluu myös esimerkiksi automaatio-, jäähdytys-, sprinkleri-, tele- ja turvajärjestelmät, sekä monet muut järjestelmät. (Tirkkonen, 2016)

Talotekniikka on kaikkialla.



Kuva 1 Talotekniikka-alan määrittäminen (Lähde: (Ivi-ala.fi, 2020))

Taloteknisten järjestelmien merkitys rakentamisessa on kasvanut 2000-luvulla merkittävästi (Nykänen, 2014). Talonrakentamisessa talotekniikan osuus hankekustannuksista on noin 20 prosenttia. Taloteknisten töiden osalta ajallinen hallinta on kuitenkin useissa hankkeissa puutteellista, mikä aiheuttaa ongelmia koko rakennushankkeen tuotannonohjaukselle ja hallinnalle. Puutteita on kohdattu taloteknisten töiden aikataulutuksen lisäksi muun muassa töiden valvonnassa. (Kolhonen & Koskenvesa, 2014)

Energiatehokkuus vaatimusten voimistuessa ja kestävä kehityksen tuomien arvojen myötä halutaan entistä parempia ja tehokkaampia taloteknisiä järjestelmiä. Taloteknisiltä järjestelmiltä vaaditaan yhä enemmän tehokkuutta ympäri maailmaa. Talotekniikkaan investoimalla säästetään niin rahaa, kuin myös ympäristöä, sekä parannetaan ihmisten hyvinvointia. (Ivi-ala.fi, 2020)

1.2. Tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena on tuoda esille talotekniikan tuotannonhallinnan kehitystarve. Tavoitteena on määrittää millaisia ulkoisia ja sisäisiä paineita talotekniikka-alalla ja sen tuotannonohjaukseen kohdistuu. Työ tehdään talotekniikkatoimialan kehityksen näkökulmasta. Tarkoituksena on myös tuoda esiin totuttu toimintatapa talotekniikan tuotannonhallinnasta Suomessa.

Työ rajautuu aikataululliseen tuotannonohjaukseen, eikä ota huomioon esimerkiksi talotekniikan laadun ohjausta. Tutkimus tehdään kirjallisuustutkimuksena.

Talotekniikka-ala on hyvin laaja ja monipuolinen ala, jossa toimijoita ja toimintatapoja on hyvin vaikea yleistää. Tässä työssä on pyritty tuomaan asiat hyvin yleisesti esille ja tarkempi tarkastelu talotekniikan osa-alueisiin on jätetty pois.

2. TALOTEKNIIKAN TUOTANNONHALLINNAN ERITYISPIIRTEET

2.1. Tuotannonhallinta

Tuotannonhallinta on kokonaisuus, joka sisältää tuotannonohjauksen, töiden suunnittelun ja valvonnan. Tuotannonhallintaan kuuluu ajankäytön, laadun ja kustannuksien hallitseminen. Tässä työssä keskitytään ajalliseen tuotannonhallintaan. (Junnonen, 2010)

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan talonrakentamisessa toimintoa, jolla pyritään ennaltaehkäisemään poikkeamia suunnitellusta rakennustuotannosta (Nykänen, 2014). Suunnittelulla ja työmaan valvonnalla mahdollistetaan edellytykset tuotannonohjaukselle. Suunnittelun tarkoituksena on luoda käyttötarkoitukseen sopiva, realistinen aikataulu hankkeen kulkua varten. Valvonnalla puolestaan seurataan aikataulun toteutumista ja havainnollistetaan mahdollisia poikkeamia. Tilanne työmaalla tulee tietää, jotta sitä pystytään ohjaamaan. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011).

Talonrakentamisessa tuotannonohjaus voidaan toteuttaa perinteistä tuotannonohjauksella tai esimerkiksi Lean Construction mallilla. Perinteisessä tuotannonohjauksessa on kyse projektinhallinnasta, joka pohjautuu toimintaverkkoon. Toimintaverkon lähtökohtana on eritasoisten suunnitelmat. (Nykänen, 2014) Perinteisessä tuotannonohjauksessa on kyse usein työntöohjauksesta eli kun työntekijät ohjataan työmaalle ja sitä kautta tehtävä saadaan valmistumaan. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

Lean Construction on rakentamiseen suunnattu Lean-ajattelumalli. Mallissa on tarkoitus minimoida hankkeessa syntyvän hukkan, materiaalien, energian ja muiden resurssien osalta. Lean menetelmässä korostetaan virtausten merkitystä arvon ja muutoksen tuottamisessa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

Rakentamisessa käytetään myös tarkempaan suunnitteluun tarkoitettua Last Planner-menetelmää. Siinä suunnitellaan ja toteutetaan viikkotasolla tehtäviä, jossa toimeenpanija varmistaa sen, että työntekijä pystyy suorittamaan tehtävän. Tehtäviä seurataan toteutumisastetta ja selvitetään syyt sille, jos jotain jää toteuttamatta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

2.2. Taloteknisten töiden aikataulutus

Ajankäytön suunnittelun tarkoituksena on luoda aikatauluja rakennustyömaalle kuvaamaan tuotannon kulkua. Aikatauluja voidaan käyttää apuna tuotannonohjaamisen lisäksi määrittämään myös hankkeelle muodostuvia kustannuksia, sopimusteknisiä, resurssi ja laadunvarmistus asioita. Talotekniset työt voidaan esittää myös omana aikataulunaan (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011).

Taloteknisen aikataulun suunnittelussa tulee Junnoson (2010, s. 39-40) mukaan noudattaa seuraavia periaatteita:

- Aikataulun on oltava realistinen, yksiselitteinen, havainnollinen ja yhteisesti hyväksytty
- Aikataulutehtävät perustuvat suunniteltuihin ja mitoitettuihin resursseihin
- Aikataulunimikkeet valitaan kohdekohtaisesti ja jaetaan hankintajaon mukaisesti
- Hankekohtaiset erityisen kriittiset työt selvitetään etukäteen (esimerkiksi IV-koneet ja sähkökeskukset)
- Kohteen rakenneratkaisujen vaikutukset tutkitaan
- Lohko- ja työkohdejako otetaan huomioon
- Taloteknisten töiden keskinäiset riippuvuudet ja riippuvuudet rakennusteknisiin töihin otetaan huomioon
- Teknisten tilojen valmistuminen ja tekniset välitavoitteet merkitään aikatauluun erikseen (esimerkiksi lämpö päälle)
- Suurten ja raskaiden laitteiden nostot ja haalaukset otetaan huomioon
- Rakennuksen ulkopuolisten liittymien teko ja käyttöönotto merkitään aikatauluun
- Kokeisiin, mittauksiin, säätöihin ja tarkastuksiin varataan riittävästi aikaa

Yksi taloteknisten töiden aikataulutuksen suurimmista ongelmista liittyy talotekniikan monimuotoisuuteen. Taloteknisten töiden vaiheistus ja aikataulusuunnittelu tehdään usein rakentamisvaihe aikataulussa tai sitä myöhäisemmässä suunnitteluvaiheessa, jolloin sitoutuminen työmaan aikatauluun on keskeisessä asemassa. Tiedot taloteknisten töiden etenemisestä on tärkeää koko työmaan tuotannonohjauksen kannalta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011) Talotekninen aikataulu tuleekin tarkistaa huolellisesti. Koskenvesan ja Sahlstedtin (2011, s. 54) mukaan taloteknisten töiden aikataulun yhteensopivuutta yleisaikatauluun voidaan tutkia kolmella tavalla:

- Yhdistämällä kriittiset rakennustekniset ja talotekniset työt samaan paikka- aikakaavioon

- Tekemällä taloteknisistä töistä järjestelmittain omat paikka-aikakaavionsa, joita voidaan verrata samassa mittakaavassa laadittuun rakennusteknisten töiden paikka-aikakaaviioon
- Aikatauluohjelmilla voidaan tutkia kahta paikka-aikakaaviota omina ikkunoinaan samassa näkymässä

Niin rakennustekniikan, kuin talotekniikan osalta tuotannosuunnittelu koostuu mitoituksista, tehtävien määrittämisestä ja lohkomisesta, sekä työjärjestyksen ja riippuvuuksien määrittämisestä.

2.2.1. Rakentamisen kesto ja mitoitus

Yleisaikataulussa määritetään rakennushankkeelle tuotantonopeus, joka antaa hankkeen tuotantonopeudelle raamit eli alkamis- ja loppumisajankohdat. Tämän avulla tiedetään, mille aikavälille tehtävät tulee suunnitella ja mitoittaa. (Nykänen, 2014) Myös talotekniikan osalta työt tulee sitoa aina yleisaikatauluun. Yleisaikataulussa ei ole useinkaan kaikkia talotekniikka-alan urakoitsijoita vielä varattu, joten aikataulun laatiminen taloteknisistä töistä on usein pääurakoitsijan harteilla. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

Tehtävien mitoituksella tarkoitetaan työtehtävien keston määrittämistä. Työtehtävien kestoa voidaan arvioida menekkitietojen avulla. Menekkitiedot perustuvat yleisesti työtehtäviin käytettyyn keskimääräiseen aikaan. Menekit kertovat työntekijän tai työryhmän ajan käytöstä suoritamäärää kohden. Tehtävien keston saadaan selvitettyä, kun tiedetään tehtävän määrä, työryhmän ja työmenekki. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

Työmenekkitietoja on määritetty niin rakennusteknisille, kuin taloteknisille töille. Rakentamisen kestolle ja mitoitukselle ei ole siis juuri eroja yleisesti ja järjestelmien asennusten kestot määrittää usein talotekniikkatyön urakoitsija. Tämä vaikeuttaa kuitenkin aikataulujen laadintaa ennen kuin talotekniikkaurakoitsija on valittu. Talotekniset järjestelmien putki-, ilmanvaihto- ja sähkötoille työmenekkejä voi löytää muun muassa Aikataulukirjasta (Ratu Aikataulukirja 2016).

2.2.2. Tehtävien määrittäminen ja lohkoihin jako

Tehtävällä tarkoitetaan yleensä yleisaikatauluun tai rakennusvaihe aikatauluun merkattua tehtävää. Taloteknisten töiden tehtävät määritetään hankekohtaisesti, jotta voidaan huomioida hankkeen erityispiirteet. (Nykänen, 2014) Taloteknisiä töitä on koko rakennushankkeen ajan. Alla on esimerkki siitä, mitä töitä

rakennushanke voi pitää sisällään sen eri vaiheissa. Talotekniikka-aikataulun nimikkeet ratkaistaan kohdekohtaisesti ja käytössä olevin resursseihin perustuen. Yhteistyö talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa on ensiarvoisen tärkeää.

ESIMERKKI TALOTEKNIKKATEHTÄVIEN NIMIKKEISTÄ

ALAPOHJA

- pohjaviemärit
- erottimet, pumppaamot
- salaojat, kaivot
- kaapeleiden suojaputket
- ulkoilma-, ja tuuletusputket
- liitosjohdot

RAKENNUKSEN RUNKOVAIHE

- LVI-kuilut, hormit, hoitotasot
- sähkön nousureiitit, johtotiet
- nousujohdot
- kellarin tekniset tilat
- LJH, SPR-keskus, muuntaja, PK, nousukeskus
- vesikatto, SV-kaivot ja viemärituuletukset
- huippuimurit, ulospuhallushajottimet

KONEHUONEET

- ulkoilmakammiot
- koneasennukset (IV- ja JÄ-koneet, LA:t)
- kanava-asennukset
- putkiasennukset (säiliöt, pumput, putkistot)
- eristykset (IV- ja putkieristeet)
- sähköarinat ja keskukset
- kaapeloinnit ja kytkennät
- automaattikatyöt (VAK:t, kytkentä, viritys)

LVIS-RUNKOTYÖT

- VV-runkoputket kerroksittain
- jäähdytysrunkoputket kerroksittain
- IV-runkokanavat kerroksittain
- SPR-runkolinjat kerroksittain
- kaapelihyllyt kerroksittain
- ryhmäkeskukset ja kaapelointityöt
- patteriverkoston nousulinjat, patteriasennus
- vesi- ja viemärihajoitukset kerroksittain

SÄHKÖTEKNISET TIETOJÄRJESTELMÄT

- järjestelmäkaapeloinnit
- rakennusautomaatiojärjestelmä
- tiedonsiirtojärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä
- videovalvontajärjestelmä
- paloilmoitinjärjestelmä

KALUSTUSVAIHE

- kalustus- ja kytkentäjohdot
- jäähdytyspalkkien asennus
- jäähdytyspalkkien kytkentä
- automatiikan kenttälaitteet
- IV-venttiilien asennus
- valaisinasennus, sähkökalustus
- työpisteen sähköistys, alastuontiputket jne.
- sosiaalitilojen kalustus

SÄHKÖJÄRJESTELMIEN TARKASTUKSET

- turva- ja merkkivalaistus
- ATK-kytkennät ja järjestelmämittaus
- sähkökalustuksen viimeistely
- sähkötekniset mittaukset
- paloilmoitinjärjestelmän testaus
- viranomais tarkastukset

LVI-JÄRJESTELMIEN VASTAANOTTOVAIHE

- toimintatarkastukset ja -kokeet
- säätö- ja mittaustyöt
- tarkistusmittaukset ja korjaukset
- yhteiskoekäyttö
- luovutusaineisto
- käytönopastus
- viranomais tarkastukset
- luovutus

Taulukko 1 Esimerkki taloteknisten töiden nimikkeistöstä (Ratu Aikataulukirja 2016)

Tehtäviä voidaan myös jakaa tarvittaessa lohkoihin, jos ne ovat liian suurina kokonaisuuksina (Nykänen, 2014). Lohkot voidaan tarvittaessa pilkkoa vielä pienempiin osakohteisiin. Lohkot ovat työmailla olevia fyysisiä osia, kuten eri talot, kerrokset tai vaikka raput. Kohteen osittaminen ja lohkoihin jako mahdollistaa töiden aloittamisen, kun edeltävä työ on saatu valmiiksi lohkoissa. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

Talotekniset urakoitsijat ottavat kantaa tehtäväluetteloon ja antavat oman esityksensä aikataulukokouksessa. TATE-aikataulun tehtävät muodostetaan joko tehtyjen sopimuskokonaisuuksien mukaisesti tai talotekniikkajärjestelmittäin (LV, IV, S ja sprinkler). Tehtäviä mitoitettaessa tulee lohko- ja työkoheajattelu viedä myös taloteknisiin töihin, sillä määrien muuttuessa kerroksittain tai lohkoittain muuttuu myös tehtävän resurssitarve.

2.2.3. Työjärjestyksen määrittämien ja riippuvuudet

Taloteknisten töiden aikataulun suunnittelu ja yhdistäminen rakennusteknisen töiden kanssa on hankkeen ohjattavuuden kannalta tärkeää, sillä sen avulla voidaan välttyä eri töiden yhteentörmäyksiltä työmaa-aikana. Tehtävät tulee tehdä harkitussa järjestyksessä ja siksi niiden sovittamiseen tarvitaan rakennustekniikasta ja talotekniikasta vastaavien osapuolten yhteistyötä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi taloteknisten- ja rakennusteknisten töiden riippuvuuksien tiedostamisen, joka helpottaa töiden ohjaamista hankkeen edetessä. (Kolhonen & Koskenvesa)

Töiden riippuvuuksilla tarkoitetaan käytännössä sitä, että jonkin työtehtävän aloittaminen on riippuvainen siitä, että toinen työtehtävä on ensin valmistunut. Töiden riippuvuudet määritetään etukäteen ja näytetään aikatauluissa. (Kolhonen & Koskenvesa) Tärkeimmät riippuvuudet talotekniikan osalta ovat nousuhormit, alakatot, palo-osastojen läpiviennit ja tekniset tilat. (Tirkkonen, 2016)

Taloteknisten töiden ja rakennusteknisten töiden aikataulut on yhteensovitettava. Ilman aikataulujen yhteensovitusta hankkeen ohjattavuus on heikko. Rakennustöiden ja TATE-töiden samaan aikatauluun yhdistämisen etuna on yhdellä silmäyksellä todettavissa olevat riippuvuudet. Oleellista on tiedostaa milloin ja millä resursseilla aikataulutehtävät on mitoitettu ja milloin ne on vain pakkotahdistettu.

2.3. Taloteknisten töiden valvonta

Aikataulujen toteutumista ja töiden laatua seurataan työmaavalvonnalla. Valvonnalla seurataan sitä, onko työt pysyneet aikataulussa, jolloin mahdolliset poikkeamat aikatauluun nähden huomataan. Kun poikkeamat ovat tiedossa, pystytään niihin reagoimaan ajoissa ohjaamalla tuotantoa esimerkiksi lisäämään resurssitarvetta. (Nykänen, 2014)

Valvontavinjetti on valvontaan tarkoitettu taulukkomatriisi, jolla seurataan töiden etenemistä. Taulukkoon on merkattu töiden aloitus ja päättymisajankohdat, sekä merkein tai värein töiden eteneminen. Vinjetissä valmiusaste voidaan merkitä taulukkoon, joka kertoo töiden etenemisestä. Valmiusastetta voidaan kuvata vinjetissä esimerkiksi rastituksen tai värien avulla. Vinjetti tuo läpinäkyvyyttä ja se kannattaa pitää työmaalla esillä kaikille sitoutumisen ja kohteiden vapautumisen kannalta. (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011)

	A								B						
	1				2										
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a		
teht 1	14.2.ma	16.2.ke	18.2.pe	20.2.ti	23.2.ta	26.2.ma	3.3.to	7.3.ma	9.3.ke	11.3.pe	15.3.ti	18.3.pe	22.3.ti	24	
	16.2.ke	18.2.pe	22.2.ti	23.2.ta	28.2.ma	3.3.to	7.3.ma	9.3.ke	11.3.pe	15.3.ti	17.3.to	22.3.ti	24.3.to	28	
teht 2	28.2.ma	29.3.ke	14.3.pe	15.3.ti	17.3.to	21.3.ma	24.3.to	28.3.ma	30.3.ke	1.4.pe	5.4.ti	8.4.pe	12.4.ti	14	
	29.3.ke	11.3.pe	15.3.ti	17.3.to	21.3.ma	24.3.to	28.3.ma	30.3.ke	1.4.pe	5.4.ti	7.4.to	12.4.ti	14.4.to	18	
teht 3	14.3.ma	16.3.ke	18.3.pe	22.3.ti	23.3.to	28.3.ma	31.3.to	4.4.ma	6.4.ke	8.4.pe	12.4.ti	14.4.pe	19.4.ti	21	
	16.3.ke	18.3.pe	22.3.ti	23.3.to	28.3.ma	31.3.to	4.4.ma	6.4.ke	8.4.pe	12.4.ti	14.4.to	19.4.ti	21.4.to	25	

Kuva 2 Valvontavinjettiesimerkki

Taloteknisissä töissä etenkin pienillä työmailla luotetaan nokkamieheen, joka on yleensä muutenkin vastuussa taloteknisen järjestelmän asentamisesta. Ylemmältä taholta tapahtuvaa valvontaa on enemmän hankkeen loppuvaiheissa, jolloin järjestelmien käyttöönotot tapahtuvat. Tämän tasoinen valvonta on osoittautunut kuitenkin puutteelliseksi juuri taloteknisten töiden osalta ja valvontaa tulisi lisätä. (Koskenvesa & Kolhonen, 2014)

2.4. Taloteknisten töiden tuotannonohjaus

Rakennustyömaalla tuotanto ei aina etene tasaisesti, vaan rakentamisen luonteeseen kuuluu häiriöt ja viivästykset (Koskenvesa & Sahlstedt, 2011). Tuotannonohjaus tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on varautua tietyn prosessin tai projektin poikkeamiin ja poikkeamien ilmetessä palauttaa tuotanto suunnitellun mukaiseksi. Tuotannonohjauksen tarkoitus on varmistaa se, että tietty prosessi saadaan vietyä loppuun, vaikka suunnitelmahan tulisivatkin poikkeama. Ohjaamalla pyritään siihen, että tavoiteltu lopputulos saavutetaan. (Nykänen, 2014) Mikäli poikkeamien ilmenee, suunnitellaan korjaustoimet ja luodaan edellytykset näille toimille. Poikkeavuuksia korjataan tuotannon suunnitelman mukaiseksi esimerkiksi lisäämällä resursseja myöhässä olevaan työhön tai siirtämällä työskentelyn paikkaa. Muutoksia työmailla tulee jatkuvasti ja tuotantoa ohjataan koko työmaan ajan. (Nykänen, 2014)

Kun poikkeamia aikataulussa ilmenee, pyritään tuotanto palauttamaan suunnitellun mukaiseksi esimerkiksi muuttamalla resurssien määrää, tehtävien työsisältöä tai tehtävien aloitusajankohtia. Tuotantonopeutta voidaan parantaa

- lisäämällä työmaalle resursseja
- lisäämällä tehtävään resursseja (oltava myös mestaa, materiaaleja jne.)
- irrottamalla edistävät ja tahdistavat työt ei-edistävistä ja ei-tahdistavista töistä

- muuttamalla työsisältöä tai parantamalla työjärjestelyjä (tavarat oikeissa paikoissa, apuvälineiden käyttö jne.).

Talotekniikan tuotannonohjauksen kehittäminen on jäänyt tutkimuksissa vähemmälle huomiolle rakentamisen tuotannonohjaukseen verrattuna. Koska talotekniikka on osa rakentamista, sen ohjaamisen taso pitäisi olla samalla tasolla kuin muidenkin rakentamisen osakokonaisuuksien tuotannonohjaus. (Nykänen, 2014)

2.5. Muut erityispiirteet

Taloteknisten töiden osuus rakennuksen kokonaiskustannuksista on suuri ja rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutukset ovat rakennustekniikkaa suurempia. (Tirkkonen, 2016)

Taloteknisten töiden tuotannonohjauksessa ollaan monesti kehityksestä jäljessä. Tyypillisesti talotekniikasta vastaavat urakoitsijat laskevat aikatauluja, kestoja ja menekkejä käsin. Talotekniikka urakoitsijoiden onnistuminen tarjouslaskennassa ja keston arvioiminen on kokemusperäistä. (Tirkkonen, 2016)

Taloteknisten töiden monimuotoisuus on yksi ongelma taloteknisten töiden tuotannonohjauksessa. Viime vuosikymmeninä tekniikan määrä on kasvanut ja tulee jatkuvasti kasvamaan. Taloteknisten järjestelmien vaatii joka vuosi enemmän resursseja ja kehitys kiihtyy jatkuvasti. (Nykänen, 2014)

Taloteknisistä töistä esimerkiksi sähkötyöt ovat luvanvaraista toimintaa, jossa sähkötöiden tekeminen vaatii henkilöltä kelpoisuuden töiden tekemiseen, valvontaan ja johtamiseen. (Sätköturvallisuuslaki, 2016) Tämä johtaa usein siihen, että sähkötyöntekijän korvaaminen voi olla hyvinkin hankala asia ja tuuraajia on välillä haastava löytää. Myös sähkötyöntekijän sijaisella tulee olla tehtävään ja sähköturvallisuuteen liittyviin vaatimuksiin perehdytys ja opastus, joka voi viedä hyvinkin paljon aikaa.

3. TUOTANNONHALLINNAN KEHITYSTARVE

3.1. Sisäinen paine

Rakennusalalla tuotannon tehostaminen tuo lisäpainetta alalle, kun rakentamisen halutaan olla yhä tehokkaampaa, laadukkaampaa ja nopeampaa. Taloteknisten töiden tulisi pysyä tässä vauhdissa mukana. Haasteena on siis se, että pysyykö talotekniikka mukana rakennustahdissa, kun aikataulut suunnitellaan muun rakentamisen osalta hyvinkin tehokkaiksi.

Yhtenä keinona on hyödyntää taloteknisiä esivalmisteita, joiden avulla voidaan työtä siirtää työmailta tehtaisiin, ja siten vähentää työmaalla tehtävää työtä, ja työmaan tehtäväksi jää vain asentaminen ja viimeistely. Esivalmisteena voi olla esimerkiksi kylpyhuone-elementti tai talotekniikan hormielementti. Erityisesti talotekniikkaa sisältävät esivalmisteet voivat sujuvoittaa tahtituotantoa, koska työnjohto kokee usein taloteknisten töiden hallinnan olevan erityisen haasteellista muun muassa erilaisten taloteknisten asennuksien kompleksisuuden ja talotekniikka-asentajien kiireellisyyden vuoksi.

Edellisessä osassa mainitut käytännöt ja erityispiirteet rakennusteknisiin töihin verrattuna voi hankaloittaa toiminnan tehostamista ja alan erityispiirteet on otettava huomioon tuotannonhallinnassa. Kehitys on jäljessä rakennusteknisiin töihin verrattuna, niin tuotannon aikatauluttamisessa, valvonnassa, kuin ohjauksessakin.

Talotekniikka-alalle tarvitaan uusia työntekijöitä, koska ala on jo pitkään kärsinyt työvoimapulasta (SuLVI, 2021). Riskienhallinnassa resurssipula tuo suuria haasteita juuri taloteknisten töiden osalta. Rakennusteknisissä töissä vuokratyöntekijöiden määrää on helppo nostaa, mutta taloteknisissä töissä, esimerkiksi putki-, tai sähkömiesten lisääminen ei vaatimussyistä onnistukaan niin helposti. Lvi-alalla on huomattu osaajapulaa myös suunnittelu- ja työnjohtajapuolella, joka tuo myös oman paineen alalla.

3.2. Ulkoinen paine

Talotekniikkatoimiala muuttuu myös ulkoisten vaikutuksen, kuten esimerkiksi megatrendien takia. Megatrendit ovat yleisiä kehityssuuntia, jotka vaikuttavat maailmanlaajuisesti ja joilla on suuria vaikutuksia yhteiskunnassa. Megatrendejä on esimerkiksi kestävä kehitys, ilmastonmuutos, digitalisaatio ja

kaupallistuminen. Suomessa rakentamiseen kuuluvia megatrendejä ovat korjausrakentamisen lisääntyminen kaupungistuminen.

Megatrendien vaikutukset näkyvät vahvasti taloteknisellä alalla ja kasvattaa painetta myös tuotannonhallinnassa. Perinteiset tuotannonhallintakäytännöt eivät aina riitä paineen ja tehokkuuden lisääntyessä. Ulkoisen paineen takia alalla tarvitaan entistä enemmän vauhtia kehitykseen.

3.2.1. Kestävä kehitys ja ilmastonmuutos

Kestävän kehityksen myötä talotekniikalta vaaditaan yhä enemmän. Kestävä kehitys koostuu kolmesta eri näkökulmasta, jotka ovat taloudellinen, ekologinen ja sosiaalinen näkökulma. Taloteknisiltä järjestelmiltä vaaditaan siis jatkossa edullisuutta, mutta myös tehokkuutta niin ympäristön, kuin ihmisten hyvinvoinnin kannalta. Myös lainsäädännöllä on vaikutettu kestävän kehityksen osa-alueisiin, joka tuo paljon painetta talotekniikka-alalle. Taloteknisten järjestelmien vaikutus on.

Ilmastonmuutos vaikuttaa omalta osaltaan myös talotekniikkaan. Asuminen on yksi suurista hiilidioksidipäästöjen aiheuttajista. Uusiutuvaa energiaa käytetään yhä enemmän ja talotekniikan osalta kiinteistöjen omaa lämmöntuotantoa halutaan lisätä ja energian varastointia kehittää. Tämä tuo oman paineen talotekniselle alalle.

3.2.2. Korjausrakentamisen lisääntyminen ja kaupungistuminen

Suomen rakennuskanta ikääntyy kovaa vauhtia. Ikääntymisestä kertoo esimerkiksi Suomen rakennuskannan korjausvelka, joka nousee vuosi vuodelta. Korjausvelan on arvioitu nousevan lähivuosina jopa 50 miljardiin euroon, kun eteenkin 60-80 luvulla rakennettujen korjausvelka kasvaa. Velka kertoo siitä, että korjausrakentamista tullaan harjoittamaan yhä enenemissä määrin.

Korjausrakentaminen vaikuttaa eteenkin talotekniikka-alaan, koska korjausrakentamisessa taloteknisten töiden osuus on suuri. Tämä tuo alalle paljon töitä ja toisaalta taloteknisten töiden osajista on jo nyt huutava pula. Tämä voi ajaa talotekniikkatoimijat tehostamaan omaa tuotantoaan.

Kaupungistuminen vaikuttaa siihen, että kehitystarve korostuu varsinkin kasvukeskuksissa, jossa rakennetaan paljon. Talotekniikan keskittyminen tietyille alueelle voi tuoda resurssipulan ja tarpeen kehittää omaa tuotannonhallintaa.

3.2.3. Digitalisaatio ja teknologia

Digitalisaatio on kehittynyt huimasti viimeisten vuosien aikana rakennuspuolella ja tulee kehittymään entisestään. Tämä vaikuttaa omalta osaltaan taloteknisten järjestelmien keittymiseen ja automaation lisääntymiseen. Tuotannonohjauksessa uusien järjestelmien opettelu voi tuoda aikataulupaineita, mikäli tähän ei ole varauduttu. Koulutuksen merkitys korostuu ja uusien osaajien tarve alalla kasvaa.

Tekoäly ja koneoppiminen tuo oman paineensa taloteknisiin järjestelmiin ja järjestelmienmonimutkaistuminen saattaa aiheuttaa omia ongelmiaan rakennusten huollon ja muiden asioiden osalta. Rakennuksissa käytetään yhä monimutkaisempia laitteita ja tekniikka, jolla säädellään talon ominaisuuksia. Tämä lisää myös tarvetta sille, että alalla riittää osaajia toimintojen turvaamiseksi.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Taloteknisten töiden tuotannonhallinnassa on syntynyt painetta lisääntyneen ja nopeutuneen tuotannon takia. Taloteknisellä alalla on vieläkin näkyvissä se, että tuotannonhallinta on kehityksessä jäljessä rakennusteknisiin töihin verrattuna. Tuotannonhallintaan tarvitaan resursseja ja uusien toimintatapojen käyttöönottoa, koska vanhat totutut toimintatavat eivät ole riittävän tehokkaita.

Alalla on ollut jo pitkään huutava pula työntekijöistä ja työnjohtajista. Myös vuokratyöntekijöitä on hankala löytää esimerkiksi pätevyyksien takia. Tämä tuo haasteensa tuotannon suunnitteluun, valvontaan ja ohjaamiseen. Taloteknisten töiden tuotannonhallinnan kehittämisen lisäksi tarvitaan myös osaajia alalle.

Tulevaisuuden arvot ja megatrendit, kuten kestävä kehitys, ilmastonmuutos, korjausrakentamisen kasvu ja digitalisaatio viittaa siihen, että taloteknisillä töillä tulee olemaan paljon kysyntään ja paine kasvaa entisestään. Megatrendit tulevat vaikuttamaan paljon rakennus- ja kiinteistöalaaan tulevina vuosina ja juuri talotekniikkaa tullaan lisäämään.

Vanhat käytännöt tuotannonhallintaan on ollut tänäkin päivänä usealla työmaalla käytössä. Kehitystarve työmailla taloteknisen töiden tuotannonhallintaan on kasvanut ja uusien tuotannonhallintaan käytettävien työkalujen ja järjestelmien käyttöönottoa tulisi lisätä. Vanhoista käytännöistä tulisi päästä eroon ja uusia tehokkaiksi koettuja menetelmiä ottaa mukaan taloteknisten töiden tuotannonohjaukseen ja -hallintaan.

5. LÄHDELUETTELO

- Junnonen, J.-M. (2010). *Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy. 148 s. ISBN 978-952-5785-62-3.
- Kolhonen, R.;& Koskenvesa, A. (ei pvm). *Talotekniikan aikataulut*.
- Koskenvesa, A.;& Kolhonen, J. (2014). *Rakentajan kalenteri*.
- Koskenvesa, A.;& Sahlstedt, S. (2011). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (Ratu KI-6021)*. Helsinki: Rakennustieto.
- Lahdensuo, M. (2012). *Talotekniikan valmiusasteen parantaminen luovutushetkellä*. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- lvi-ala.fi*. (2020).
- Malkki, L. (2015). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu, ohjaus ja jälkitarkastelu*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu: Theseus-tietokanta.
- Nykänen, M. (2014). *Talotekniikan tuotannonohjaus pääurakoitsijan näkökulmasta*. Helsinki: Aalto-yliopisto.
- Rakennustieto Oy. (2018). *Rakennushankkeen kustennushallinta*. Helsinki: Rakennustieto oy.
- Ratu Aikataulukirja 2016. (ei pvm).
- SuLVI, S. L.-I. (2021). <https://sulvi.fi/talotekniikka-alan-oppilaitokset/>.
- Sähköturvallisuuslaki. (16. 12 2016). *finlex.fi*. Noudettu osoitteesta finlex.fi: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135#L4P53>
- Tirkkonen, J. (2016). *Talotekniikkatyöt rakennusurakoitsijan näkökulmasta*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Uotila, J. (2002). *Talotekniikan ohjauksen kehittäminen*. Tampere: Tampereen Teknillinen Korkeakoulu.