



Puurunkoisen kerrostalohankkeen haasteet

Nestori Mäkelä

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Nestori Mäkelä

Puurunkoisen kerrostalohankkeen haasteet, The challenges of a wooden frame apartment building project

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu, 32 sivua.

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Tiivistelmä

Tutkimustyön aiheeksi valittiin yhdessä toimeksiantajan kanssa Puurunkoisen kerrostalohankkeen haasteet. Toimeksiantajana työssä toimi ”Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa”- hanke.

Työn tavoitteena oli kartoittaa olemassa olevan lähdemateriaalin sisältöä aiheesta työnjohdon näkökulmasta ja laatia aiheesta tiivistetty aineisto.

Tutkimustyö suoritettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tutkimustyöhön on haettu lähteitä, tietoa ja tutkimuksia eri alustoilta ja hakujärjestelmistä. Tulokset koottiin lähdemateriaalin sisällöistä ja niistä luotiin aineisto liittyen työnjohtajan kohtaamiin haasteisiin puurakennushankkeissa.

Tuloksista voidaan päätellä, ettei puurakentamisesta ole työjohtajille suunnattua aineistoa olemassa ja tarvittava tieto täytyy etsiä laajoista aineistoista. Tämä luo ongelman, jolloin työnjohtajilla ei ole saatavilla tietoa nopeasti sitä tarvittaessa.

Suurimmat haasteet työnjohtajilla puukerrostalokohteissa ovat kosteudenhallinta ja puuelementtien erityispiirteet. Puu on materiaalina herkkä kosteusvaurioille ja täten työnjohtajan tulee kiinnittää erityistä huomioita materiaalin suojaukseen ja säilytykseen. Tuloksista voidaan päätellä, että kriittisin rakennusvaihe on runkovaihe, jolloin voidaan tehdä huomattavimmat virheet, jotka vaikuttavat hankkeen aikataulutukseen ja kustannuksiin.

Avainsanat (asiasanat)

Puurakentaminen, työnjohto

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Opinnäytetyössä ei ole salassa pidettäviä liitteitä.

Nestori Mäkelä

Puurunkoisen kerrostalo hankkeen haasteet, The challenges of a wooden frame apartment building project

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2023, 32 pages.

Degree Programme in Civil engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The topic of this study is the challenges of a wooden frame apartment building project. The topic was chosen together with the employer. The employer of the study is the Development Initiative of Industrial Wooden Construction in Central Finland (Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa).

The goal of the study is to collect and study existing source material about the topic from the point of view of construction management, and to create a concise data set on the topic.

The study was produced as a literature survey. Sources, information, and previous studies that were used for this study have been collected from different platforms and information retrieval systems. The results were collected from the research, and a data set about the challenges faced by a foreman in wooden construction projects was created based on the results.

From the results, it can be concluded that necessary data set for the foreman does not exist, and large information retrieval systems need to be used in order to find all necessary information. This creates an issue of the foreman not having the necessary information available quickly when needed.

Humidity management and special features of wooden elements are the most significant challenges faced by the foreman of a wooden frame apartment building project. As a material, wood is sensitive to moisture damage, and thus the foreman must pay special attention to the protection and storage of the material. From the results, it can be concluded that the most critical construction phase is the frame phase, when the most significant mistakes can be made, which affect the project's scheduling and costs.

Keywords/tags (subjects)

Timber building, construction foreman

Miscellaneous (Confidential information)

No confidential information.

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	6
1.2	Rajaus	6
1.3	Toimeksiantaja	7
2	Puurunkoinen rakentaminen	7
2.1	Puurakentaminen Suomessa.....	8
2.2	Ekologisuus.....	8
3	Puurunkoisten kerrostalohankkeiden yleistäminen ja kehittäminen.....	9
3.1	Puuelementtirakenteet	9
3.2	Digitalisaatio.....	10
4	Ammattitaitoisten osaajien tarve.....	10
4.1	Koulutus.....	10
4.2	Työmaatoimihenkilöiden pätevyudet	10
5	Puurakenteinen kerrostalohanke	12
5.1	Toteutusmuodot	12
5.1.1	Projektinjohtomuodot (PJ)	13
5.1.2	Suunnittele ja rakenna -urakka (Sr-urakka).....	13
5.1.3	Teknisten ratkaisujen urakka (Tr-urakka)	13
5.1.4	Kokonaisurakka.....	13
5.1.5	Jaettu urakka.....	14
5.2	Hankkeen kustannukset	14
5.3	Hankkeen aikataulu.....	14
5.4	Projektsuunnitelma	15
5.5	Työmaan kokouskäytännöt ja viestintä	15
5.5.1	Aloituspalaveri	16
5.5.2	Työmaakokous	16
5.5.3	Urakoitsijakokous	16
5.5.4	Viikkopalaveri.....	17
5.6	Työmaan dokumentointi.....	17
5.7	Riski- ja laadunhallinta	18
5.7.1	Tuoteosatoimittajien ja tilaajan yhteistyö.....	18
5.7.2	Kosteudenhallinta.....	19
5.8	Elinkaari ja ylläpito	21

6	Toteutus	21
6.1	Menetelmä	21
6.2	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	21
6.3	Aineiston keruu- ja kuvaus	22
6.4	Aineiston analyysi.....	22
7	Tulokset	23
7.1	Työnjohtajan erityishaasteet puurakennushankkeessa.	23
7.1.1	Kosteudenhallinta	23
7.1.2	Elementtien asennustyöt.....	24
7.1.3	Toteutusmuodon vaikutus työnjohdon toimintamalleihin	25
7.1.4	Pätevydet puurakentamiseen.....	25
7.1.5	Työmaan viestintä.....	25
7.1.6	Hankkeen kustannukset	25
7.1.7	Dokumentointi.....	26
8	Johtopäätökset	26
9	Pohdinta	26
	Lähteet	29
	Liitteet	31
	Liite 1. Liitteen otsikko	31
	Liite 2. Liitteen otsikko	32
	Kuviot	
	Kuvio 1. Vaativuusluokat.....	12
	Kuvio 2. Hankkeen kosteudenhallinta	20

Taulukot

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Rakennusala on suuren muutoksen partaalla. Uuden maankäyttö- ja rakennuslain myötä alan on uudistettava vanhoja toimintamalleja, jotta tulevat hankkeet pysyvät lakien rajoittamissa päästö-tavoitteissa. Uudistus luo paljon uusia innovointi mahdollisuuksia ja ratkaisuja. Suurissa hankkeissa puurakentaminen on kuitenkin vähäpäästöisin ja tällä hetkellä kannattavin ratkaisu nopeasti tarvittavaan muutokseen. Puurunkoisten kerrostalojen rakentaminen ei ole kuitenkaan yleistynyt Suomessa vielä lähellekään betonirakentamisen tasoa, mikä luo erilaisia haasteita. Jotta hankkeet sujuisivat ilman suurempia tappioita, vaaditaan suurta kehitysaskelta puurakentamiseen niin rakennussuunnittelijoilta, kuin myös työmaan toimihenkilöiltä.

Opinnäytetyön aihe syntyi yhteistyössä toimeksiantajan kanssa keskustellessa ajankohtaisista ongelmista rakennusallalla ja tutkijan mielenkiinnon kohteista. Työssä toimeksiantajana toimii ”Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa” -hanke. Tavoitteena on luoda tiivis yleiskirjallisuuskatsaus puurakentamisesta kerrostalohankkeissa, sen omaisuuksista ja haasteista. Puurakentamisesta löytyy paljon tietoa laadukkaista lähteistä, mutta aiheet ovat yleisesti hyvin keskitettyjä tiettyihin näkökulmiin. Työssä kootaan kirjallisuusmateriaalia puurakentamiseen liittyen luotettavista lähteistä ja tehdään niistä tiivis kokonaisuus.

1.2 Rajaus

Opinnäytetyön aiheena Puurunkoisen kerrostalohankkeen haasteet. Teoriaosa sisältää tietoa puurakentamisesta Suomessa, mutta tutkimustyö keskittyy puurunkoisten kerrostalohankkeiden toimihenkilöiden kohtaamiin haasteisiin. Opinnäytetyössä tutkitaan olemassa olevaa lähdemateriaalia ja pohditaan työnjohtajan tehtäväkohtaisia haasteita työmaalla. Valtaosa suomalaisista kerrostaloista valmistetaan pääsääntöisesti betonista, miksi ammattitaitoisista toimihenkilöistä on puutetta, kun puuta käytetään runkomateriaalina. Puurakentaminen luo aivan omanlaiset haasteet, minkä myötä hankkeet voivat olla haastavia, elleivät toimihenkilöt tietoisia puurakentamisen erityispiirteistä.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii ”Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa”- hanke. Hankkeen tavoitteena on kehittää teollisen puurakentamisen prosesseja ja osaamista ja siten lisätä sen kasvua. (Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa, n.d.)

Hankkeessa ovat mukana Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Gradia ja Metsäkeskus ja hanke toteutetaan vuosina 2023–2025. Rahoittajana toimivat Euroopan unioni ja Keski-Suomen liitto. Hanke tuottaa yrityksille, kunnille ja kaupungeille kasvuun tarvittavaa tietoa energia- ja kustannustehokkaista toimintamalleista. Puurakentaminen on yksi tärkeimmistä osista Keski-Suomen luomassa strategiassa ja toimii innovaatiotoiminnan kärjessä. Keski-Suomi on ollut yksi edelläkävijöistä teollisen puurakentamisen skaalalla Suomessa, mutta on nyt jäämässä jälkeen suurien hankkeiden ja tuotantotoiminnan suhteen. Maakunnan mittavat puuvarannot ja puutuoteteollisuus mahdollistavat kuitenkin tarpeellisen kehityksen ja luovat toimivan toimintaympäristön. (Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa, n.d.)

Hankkeen verkkosivulla tavoitteena painotetaan muun muassa, kuntien ja kaupunkien hankinta-osaamisen parantamista erilaisten ratkaisujen ja kustannuksien tietoisuutta lisäämällä, sekä erilaisten yhteistyömallien selvitystä julkisen- ja yksityisen sektorin välillä. Lisäksi tavoitteena on opetuksen kehittäminen liittyen uusiin toimintamalleihin ja rakennusliikkeille uusien liiketoimintamahdollisuuksien informointi. (Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa, n.d.)

2 Puurunkoinen rakentaminen

Puu on kestävästi uusiutuva materiaali, jota voidaan hyödyntää rakennusalailla myös suurissa hankkeissa ja se on ympäristöystävällisempi tapa rakentaa, kuin yleisin betoni- tai kivirakentaminen. Puurakentaminen on rakennusalan tehokkain keino taistella maailmanlaajuisista ilmastokriisiä vastaan ja vähentää hiilijalanjälkeä. Kerrostalohankkeissa puun käyttö runkomateriaalina on vielä kehittymässä Suomessa ja alalta puuttuu ammattitaitoisia osaajia, jotta puurunkoisia hankkeita voitaisiin suorittaa laajemmassa skaalassa kustannustehokkaasti. (RT 103546, 2023.)

2.1 Puurakentaminen Suomessa

Puurakentaminen Suomessa ei ole itsessään uusi ilmiö, mutta sitä ei ole hyödynnetty suuremmissa rakennushankkeissa. Perinteiseen tapaan on puuta käytetty Suomessa runkomateriaalina jo pitkään pienrakentamisessa, mutta ilmastokriisin luomat paineet ovat pakottaneet myös rakennusalan pohtimaan vaihtoehtoisia ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja vanhoihin malleihin. Tämän myötä, monet yritykset ovat alkaneet suunnittelemaan laajempia hankkeita, kerrostaloja ja muita yleisrakennuksia, joissa pääasiallisena materiaalina on puu. Lisäksi ekologisuus on kasvava trendi, joten ympäristöystävälliset hankkeet ovat kannattavia rakennusalan yrityksille. (RT 103170, 2020.)

Suomella on myös tavoite olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä, ja tämä vaatii suuria ponnisteluja rakennusosalta, koska rakennettu ympäristö (rakentaminen, niiden käyttö ja liikenne) aiheuttaa reilusti yli puolet niistä kasvihuonepäästöistä, jotka lämmittävät ilmastoa (RT 103170, 2020). Rakennusala on jo tehnyt suuria ponnisteluja maankäyttö- ja rakennuslain uudistuessa tammikuussa 2025, millä pyritään luomaan työkaluja ilmastonmuutoksen hillintään (Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait, 2023).

2.2 Ekologisuus

Suomessa Rakentaminen aiheuttaa 7 % ilmastopäästöistä ja 70 % rakentamisen päästöistä johtuu rakennusmateriaaleista. Suurin saastuttaja on betoni- ja terästuotanto. Puurakentaminen on ekologinen vaihtoehto perinteiselle betonirakentamiselle ja tämänhetkisesti paras vaihtoehto muuttuviin vaatimuksiin päästöjen osalta. (Nöyrä Puu, Puurakentamisen peruskirja, 2022.)

Rakennusala ei voi jatkaa samanlaisilla toimintaperiaatteilla, jotta uudistuvan rakennuslain päästötavoitteisiin voitaisiin päästä. Rakennuslain uudistuessa vuonna 2025 tulee yrityksiä muuttamaan perinteisiä toiminta- ja ajatusmalleja. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennusala tulee muuttumaan radikaalisti uusien lakien alla ekologisesti parempaan suuntaan. Energia-alan parantuessa hiilineutraaliksi tulee tulevaisuudessa päästövähennykset enemmän keskittymään käytettyihin rakennusmateriaaleihin. Uudistus tarkoittaa myös puurakentamisen yleistymistä Suomessa, sekä innovoinnin tarpeen lisääntymistä. Rakennusosalalla on tällä hetkellä iso tarve innovoida uusia vähäpäästöisiä ratkaisuja, sillä puurakentamista ei voida soveltaa jokaiseen tarpeenmukaiseen käyttökohteeseen. (Nöyrä Puu, Puurakentamisen peruskirja, 2022.)

Puurakentaminen toimii siis ensimmäisenä ratkaisuna tulevan hiilipiikin rajoittamiseen ja onkin tunnistettu suurimpana tekijänä valtiollisen tason hiilineutraalius tavoitteiden saavuttamiseksi (Nöyrä Puu, Puurakentamisen peruskirja, 2022). Puu on materiaalina tehokas, sillä kotimainen puu on uusiutuva luonnonvara ja kestävä käyttömallin mukaan luonnon monimuotoisuus säilyy (Rakennushankkeen elinkaaritalous, 2020). Puurunkoiset rakennukset toimivat pitkällä aikavälillä hiilivarastoina.

Puurakentamisen avulla voidaan rakennushankkeen päästöjä vähentää jopa 20–30 % verrattuna perinteiseen betonirakentamiseen. Uuden alueidenkäyttölain mukaan jokaiselle rakennukselle tehdään ilmastaselvitys ja käytetään vähähiilisyiden arviointimenetelmää hankkeiden hiilijalanjäljen kartoittamiseksi koko elinkaaren ajan. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

3 Puurunkoisten kerrostalohankkeiden yleistäminen ja kehittäminen

3.1 Puuelementtirakenteet

Jotta puurakennuksia saadaan yleistettyä Suomen katukuvaan, täytyy myös teollisen puutuotannon kehittyä niin, että puurunkoiset hankkeet ovat yritykselle kannattavia. Tarve korvata betonielementtirakenteet synnyttävät kysynnän, johon puuelementtivalmistajat voivat lähitulevaisuudessa vastata toimivilla, kustannustehokkailla ja ekologisilla puuelementeillä. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

Elementtirakentaminen on tällä hetkellä yleisin ja kannattavin kerrostalohankkeiden runkorakenteiden muoto. Puuelementtien yleistäminen mahdollistaa matalan kynnyksen puurunkoisten projektien aloittamiseen. Tehtaalla valmistetut puuelementit helpottavat rakennusvaiheen hallintaa ja edistää laadukasta rakennustuotantoa. Puuelementtien etuna on niiden kevyt paino, joka mahdollistaa tila- ja suurelementtien kuljettamisen työmaalle ja niiden asentamisen. Laajan mittakaavan muutos ja puuelementtien yleistäminen vaatii suuria askelia ja koulutautumista kaikilta hankkeen osapuolilta, sekä tuotetoimittajilta että työmaan toimihenkilöiltä. Jotta puurakentaminen yleistyy kannattavaksi, vaatii se läpinäkyvyyttä ja hyvää kommunikaatiota rakennustekniikan ja tuotantotalouden välillä. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

3.2 Digitalisaatio

Puurakentamisen kehittyessä tulee myös siihen liittyvä digitalisaatio kehittyä mukana. Rakennusalalla digitalisaatio tarkoittaa lähinnä tietomalleja, dokumentoinnin hallintakeinoja ja puutuotannon robotiikkaa. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

4 Ammattitaitoisten osaajien tarve

4.1 Koulutus

Puurakentamisen kasvuun tarvitaan ammattitaitoisia osaajia eri aloille, sekä työmaalle että jo puun käsittelyyn ja jalostukseen. Suomessa on puualan perustutkintoon johtavia koulutuksia 30:ssä eri oppilaitoksessa ja korkeakoulujen tarjoamia opintokokonaisuuksia 22:ssa oppilaitoksessa. Osaajien tarpeen myötä ovat myös ammattikorkeakoulut ja yliopistot laajentaneet puurakentamisen kurssitarjontaa. Lisäksi puurakentamiseen erikoistuneilla yrityksillä on laajoja koulutusohjelmia ja käytännön toteutuksen parantavia mahdollisuuksia vastavalmistuneille tuotannon- ja suunnittelupuolen osaajille. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

Nykyisen tarpeen mukaan korkeakoulutasoista kurssitarjontaa puurakentamisen saralta on vieläkin liian vähän. Koulutusohjelmat mukailevat edelleen yleisintä rakennustapaa, eli betonia, ja täten kurssitarjonta perustuu suurimmaksi osaksi betonirakentamiseen. Koska suurin osa puuhun erikoistuneista rakennusalan ammattilaisista on pienissä puurakentamiseen erikoistuneissa yrityksissä, on uusien osaajien hankala saada puurakentamiseen keskittynyt työpaikka. Laajalla puurakentamisen kurssitarjonnalla voidaan tuottaa puuhun erikoistuneita osaajia jo heti valmistumisen jälkeen ja täten kaventaa ammattitaidon pullonkaulaefektiä. Tähän vaaditaan yhteistyötä oppilaitosten ja alan yritysten välillä, että vastaus yhteiseen tarpeeseen löydetään. Jotta siirtyminen valtakunnalliseen laajuiseen puukerrostalorakentamiseen onnistuu, vaaditaan siihen yhteisen osaamistason kasvatusta. (Puurakentamisen tulevaisuus, 2023.)

4.2 Työmaatoimihenkilöiden pätevyudet

Vielä vuoden 2022 loppuun mennessä Suomessa ei ollut yhtään FISE pätevyuden hankkinutta puurakenteiden työnjohtajaa. Tällä hetkellä voimassa oleva maankäyttö- ja rakennuslaki ei vaadi vastaavan työnjohtajan lisäksi työmaan muulta työnjohdolta pätevyuden varmistamista. Tämä tulee

muuttumaan uuden lain astuessa voimaan vuonna 2025, jolloin pätevyyksien todentaminen siirtyy rakennusvalvonnalta ministeriön vielä nimittämättömälle elimelle. (Ylinen S, 2023.)

Puurakentamisen suhteen työmaan toimihenkilöiden pätevyysvaatimukset poikkeavat tapauskohtaisesti (Puurakenteiden työnjohtaja, n.d). Rakennustöiden johtotehtävien vaativuusluokat jaetaan kolmeen eri luokkaan (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta, 2015).

Rakennustyön johtotehtävät jaetaan vaativuusluokkiin rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennussuojelun, rakennuksen koon, rakennusfysikaalisten ja terveydellisten ominaisuuksien, kuormitusten ja palokuormien, suunnittelumenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden, ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten sekä rakentamisolosuhteiden ja työnsuorituksessa käytettävien menetelmien perusteella (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta, 2015).

Vastaavien ja työnjohtajien pätevydet puurakennuttamisessa perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin ja sitä täydentävään Ympäristöministeriön ohjeeseen. Toimihenkilöiden pätevyys määritetään samoilla periaatteilla kuin betonirunkosiin rakennushankkeisiin, eli puurakentamiseen ei vielä vaadita toimihenkilöiltä erikseen puutyönjohtamisen pätevyksiä. Rakennusviranomainen voi kuitenkin kohteen mukaisesti määrätä rakennustöille erityisalan työnjohtajan. (Puurakenteiden työnjohtaja, n.d.)

Vaativuusluokat ovat tavanomainen, vaativa ja poikkeuksellisesti vaativa, kuten kuviossa 1. Vaativuusluokan pätevyden saavuttamiseen vaikuttavat koulutus ja työkokemus. Fise Oy on voittoa tavoittelematon henkilöpätevyysyritys, joka on luonut puurakenteiden työnjohtajan pätevyden ja työnjohtotehtävien vaativuusluokat puurakenteille. (Puurakenteiden työnjohtaja, n.d.)

PUURAKENTEIDEN TYÖNJOHTOTEHTÄVÄN VAATIVUUS		
Normaali teksti = säädösteksti (MRL), kursivoitu teksti = Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015, lihavoitu teksti = FISEn tarkennus		
MRL 122 b § Rakennustyön johtotehtävien vaativuusluokat Rakennustyön johtotehtävät jaetaan vaativuusluokkiin rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennussuojelun, rakennuksen koon, rakennusfysikaalisten ja terveydellisten ominaisuuksien, kuormitusten ja palokuormien, suunnittelumenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden, ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten sekä rakentamisolosuhteiden ja työnsuorituksessa käytettävien menetelmien perusteella. Vaativuusluokat ovat vaativa työnjohtotehtävä, tavanomainen työnjohtotehtävä sekä vähäinen työnjohtotehtävä. Sen lisäksi, mitä edellä 1 ja 2 momentissa säädetään, työnjohtotehtävän vaativuusluokka voi olla poikkeuksellisen vaativa, jos jokin 1 momentissa tarkoitetuista vaatimuksista tai ominaisuuksista on poikkeuksellinen. Samassa rakennushankkeessa voi olla eri vaativuusluokkiin kuuluvia työnjohtotehtäviä.		
Tavanomainen	Vaativa	Poikkeuksellisen vaativa
<p><i>Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä tavanomainen, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan ja työ- ja suunnittelumenetelmiltään tavanomainen, eikä rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palokuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheudu erityisiä vaatimuksia erityisalan rakennustyölle.</i></p> <p>Ks. myös ympäristöministeriön ohjeet koskien vastaavan työnjohtajan tavantomaisia työnjohtotehtäviä: <i>Em. kriteerit täyttyviä esimerkkejä ovat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - omakotitalo, paritalo, rivitalo, - vapaa-ajan asuinrakennus, saunarakennus - maatalous- tai varastorakennus. 	<p><i>Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä vaativa, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan tai työ- tai suunnittelumenetelmiltään tavanomaista vaativampi. Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä vaativa myös silloin, jos rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palokuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheutuu erityisalan rakennustyölle erityisiä vaatimuksia.</i></p> <p>Ks. myös ympäristöministeriön ohjeet koskien vastaavan työnjohtajan vaativia työnjohtotehtäviä.</p> <p>Esimerkkejä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennuksessa yli 3 krs (kellari/ullakko mukana) - asuinkerrostalo, oppilaitos, terveyskeskus, - liike-, majoitus- ja toimistorakennus - urheilu- ja liikuntarakennus - teollisuus- ja tuotantorakennus - yleensä pitkät jännevälit <p>Suunnittelumenetelmiltään vaativa, ks. puurakenteiden suunnittelutehtävän vaativuus.</p>	<p><i>Erityisalan työnjohtotehtävä voi olla poikkeuksellisen vaativa, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan tai työ- tai suunnittelumenetelmiltään poikkeuksellinen taikka jos rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palo-kuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheutuu erityisalan rakennustyölle poikkeuksellisia vaatimuksia.</i></p> <p>Ks. myös ympäristöministeriön ohjeet koskien vastaavan työnjohtajan poikkeuksellisen vaativia työnjohtotehtäviä.</p> <p>Esimerkkejä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - suurikokoinen urheilu- tai liikuntarakennus - suurikokoinen liike-, majoitus- ja kongressikeskus - poikkeuksellisen vaativa teollisuus- tai tuotantorakennus - rakennuksessa yli 6 krs (ei 16...) <p>Suunnittelumenetelmiltään poikkeuksellinen, ks. suunnittelijan pätevyyskriteerit.</p>

Kuvio 1. Vaativuusluokat. (Puurakenteiden työnjohtaja, n.d.)

5 Puurakenteinen kerrostalohanke

5.1 Toteutusmuodot

Hankemallit muuttavat projektin vastuita merkittävästi. Puurunkoisen kerrostalohankkeen toteutusmuotoa valittaessa tulee tilaajan pohtia, miten voidaan huomioida kohteen haasteet jo etukäteen. Suunnittelumuoto kannattaa harkita kohteen erikoistarpeiden mukaan, miksi tyyppisiin suunnittelumuoto onkin ositettu suunnittelu. Ositetussa suunnittelussa on monia eri suunnittelijoita, joiden kokonaisuudesta vastaa suunnittelualan mukaan vastaava erityissuunnittelija. Hankkeet hyödyntävät siis tuoteosakauppojen omia suunnittelijoita. (RT 103546, 2023.)

5.1.1 Projektinjohtomuodot (PJ)

PJ-muotoja käyttäessä, on tilaajalla suurin vastuu hankkeen toteutuksesta, hankinnoista ja suunnittelusta. Kohteelle on aikataulullisesti tärkeää, että tilaaja laatii kattavan tarveselvityksen ja hankesuunnitelman. Tilaaja kilpailuttaa tuoteosatoimittajat, ja allekirjoitetun sopimuksen jälkeen he takaavat tuotteen suunnittelun ja lähetyksen. (RT 103546, 2023.)

5.1.2 Suunnittele ja rakenna -urakka (Sr-urakka)

Sr-urakka soveltuu urakkamuotona hyvin puukerrostalohankkeen erityisvaatimuksiin, mutta se saattaa olla hankala toteutusmuoto uusille toimijoille. Urakkamuodon joustavuuden myötä voidaan hankkeen toteutuksia kehittää ja optimoida vielä hankkeen rakentamisen aikana. Sr-hankkeessa urakoitsija itse suunnittelee ja rakentaa kohteen, eli urakoitsijan vastuu on suuri. (RT 103546, 2023.)

5.1.3 Teknisten ratkaisujen urakka (Tr-urakka)

Tr-urakka mahdollistaa hankkeen kilpailutuksen tilaajan laatiman viitesuunnitelman avulla. Pääsääntöisen suunnittelun tekee toteuttaja. Toteutusmuotoa käytetään yleensä erikoisurakoissa, kuten sammutuslaiteturakoissa. Urakan suurimpana hyötynä on se, että toimittajalla on vastuu suunnittelusta ja toteutuksesta, sillä he tietävät omien tuotteiden toiminnan ja optimoinnin parhaiten. (RT 103546, 2023.)

5.1.4 Kokonaisurakka

Kokonaisurakka on urakkamuodoista yleisin. Toteutusmuodossa tilaaja kilpailuttaa hankkeelle yhden pääurakoitsijan, joka rakennuttaa kohteen tilaajan asiakirjojen avulla. Pääurakoitsija yleensä hyödyntää aliurakoitsijoita, mutta he ovat sopimusyhteydessä vain pääurakoitsijan kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että tilaajalla on vain yksi sopimuskumppani rakennustöiden kannalta. (Rakennushankkeen eri urakkamuodoista, 2015.) Kokonaisurakka valittaessa, täytyy pitää mielessä kohteen erityistilanteet, kuten johtaminen, aikataulu ja yhteensovittaminen (RT 103546, 2023).

5.1.5 Jaettu urakka

Jaettu urakka poikkeaa kokonaisurakasta siten, että tilaaja on rakennuttamisen kannalta sopimus-suhteessa monen eri urakoitsijan kanssa. Täten siis rakennustyöt on pilkottu eri osiin ja jaettu eri urakoitsijoille, mikä nostaa tilaajan vastuuta rakennustöiden kannalta, sillä tilaajan tulee varmistaa urakoiden yhteensovitus ja valvonta. Jaetulla urakalla voi tilaaja säästää hankkeen kustannuksissa, jos kohteen toteutus onnistuu. (Rakennushankkeen eri urakkamuodoista, 2015.)

5.2 Hankkeen kustannukset

Puukerrostalohankkeiden kustannustilastoja ja nimikkeistöjä on vielä melko huonosti, minkä takia hankkeen budjetointi voi olla haasteellista. Tilaaja voi tehdä omat kustannusarviot hyödyntäen suunnitteluratkaisuja ja markkinavuoropuheluita. (RT 103546, 2023.)

Puurunkoisen kerrostalohankkeen tarkka suunnittelu on myös ehdottoman tärkeää kustannuksien kannalta, koska suurimmat kustannukset syntyvät varhaisessa vaiheessa hanketta jo elementtitehtaalla. Puuelementtejä saatetaan tehdä myös jopa tilaelementteinä, mikä tarkoittaa sitä, että työmaalla asennusaika on erittäin tehokas, mikä vähentää aikataulullisia kustannuksia. Tämän takia elementtitehtaiden kiinteät kulut ovat suuria ja yleensä ovat hankkeen suurin rahareikä. (RT 103546, 2023.)

Kustannuksien kannalta tulee huomioida rakennuksen koko elinkaaren kustannukset. Useimmissa hankkeissa elinkaaren aikaiset kustannukset voivat jopa olla suurempia kuin rakennuttamisen kustannukset. Tämän takia kriittinen elinkaaritarkastelu on kannattavaa myös investointikustannuksien optimoinnin kannalta. Useimmiten suuremmilla investoinneilla rakennushankkeen rakennuttamiseen vähennetään valtavasti käyttöiän aikaisia kustannuksia. (Rakennushankkeen elinkaaritalous, 2022.)

5.3 Hankkeen aikataulu

Yleisin aikataulumalli koko hankkeen ajalle puukerrostaloissa on rinnakkainen, työt suoritetaan päällekkäin tehtaalla, että työmaalla (RT 103546, 2023).

Tilaaja vaatii kohteelle aina tarveselityksen ja hankesuunnitelman, riippumatta hankkeen toteutusmuodosta. Pääurakoitsija ja tuoteosatoimittaja kilpailutetaan hankkeen alkuvaiheessa yleensä tilaajan laatimilla viitesuunnitelmillä. Jotta suunnitteluvaihe käy nopeammin ja viitesuunnitelmat muuttuvat rakennuslupatasoiin kuviin, hyödynnetään tuoteosatoimittajien luomia vakiodetaljeja. (RT 103546, 2023.)

Tuoteosatoimittajilla, eli yleensä puuelementtiyrityksillä, voi tuotteiden valmistus kestää useita kuukausia ennen kuin elementtejä voidaan hyödyntää työmaalla. Elementtien valmistus ja rakentaminen yleensä jatkuu samanaikaisesti, sillä elementtien valmistuksessa menee paljon enemmän aikaa kuin asennustöissä. Tuoteosatoimittajien tuotannon myöhästymiset vaikuttavat suoraan hankkeen aikatauluun. Rakennusvaiheen ajaksi luodaan yleensä viikkoaikataulu, joka helpottaa tuoteosatoimittajien ja pääurakoitsijan yhteistyötä. Tyypillisen elementtipuukerrostalon rakennusvaihe kestää noin 7–12 kuukautta. (RT 103546, 2023)

5.4 Projektisuunnitelma

Päätoteutusorganisaation projektin johto luo projektisuunnitelman, joka toimii kuvailevana asiakirjana siitä, kuinka rakennusvaiheen johtamisen avulla päästään hankkeen tavoitteisiin. Projektisuunnitelman avulla pyritään luomaan urakoitsijoille ajatus siitä, miten yrityksen toimintamallit konkretisoituvat työmaakäytäntöihin. Projektisuunnitelmaa käytetään työmaan tarkastuksien, valvonnan ja muiden asiakirjojen dokumentointiin, jotka ovat pääsääntöisesti riski- ja laadunhallinta menetelmiä. Työmaan toimihenkilöt vastaavat suunnitelman noudattamisesta, dokumentoinnista ja toimintaohjeiden johtamisesta. Projektisuunnitelma jaetaan yleisesti hankkeen jokaisen osapuolen edustajalle ja sitä käytetään usein urakoitsijapalavereissa tukena tavoitelinjojen havainnollistamiseksi, ja se toimii työmaan rakennusvaiheen aikana dokumentointi ohjeena toimihenkilöille. (Ratu, 2011)

5.5 Työmaan kokouskäytännöt ja viestintä

Sisäisen- ja ulkoisen viestinnän menetelmistä sovitaan työmaaorganisaation kesken. Työmaan kokouskäytänteiden avulla voidaan parantaa tiedonkulkua eri osapuolten välillä. Kokousten määrän tarvetta voidaan kuitenkin vähentää laadukkaasti tehdyillä aikatauluilla, suunnitelmillä ja projektipankeilla. (Ratu, 2011)

5.5.1 Aloituspalaveri

Rakennusvaiheen alkaessa pidetään aina työmaan aloituspalaveri, jossa paikalla ovat kaikki pääorganisaation työmaahan liittyvät toimihenkilöt, ja mahdollisesti myös urakoitsijoita edustavia työnjohtajia. Aloituspalaverissa tarkastellaan projektin erikoisominaisuuksia ja sovitaan, miten rakennustyöt käynnistetään. Organisaatio luo palaverissa myös vastuujon, jossa määritetään hankkeelle muun muassa työnjohtajat, kustannuslaskijat, projektipäällikkö, ja käydään läpi jokaisen tämänhetkisen työvaiheen tilanteita. (Ratu, 2011)

Myös aliurakoitsijoiden kanssa pidetään aina aloituspalaveri ennen urakoitsijan urakan alkua, jossa käydään työmaakohtaisesti yleistä tietoa työmaasta, sen organisaatiosta, turvallisuudesta ja toimintatavoista. (Ratu, 2011)

5.5.2 Työmaakokous

Työmaakokous pidetään työmaalla rakennusvaiheen aikana, missä hankkeen eri osapuolilla on mahdollisuus keskustella mahdollisista ongelmista ja epäselvyyksistä. Työmaakokoukset käydään yleensä niiden osapuolten välillä, jotka eivät ole aktiivisesti rakennusvaiheessa työmaalla mukana, esimerkiksi rakennussuunnittelijan tai arkkitehdin kanssa. Vastaava työnjohtaja on yleensä vetovastuussa työmaakokouksissa ja vastaa kokouksen valmistelusta. (Ratu, 2011)

5.5.3 Urakoitsijakokous

Urakoitsijakokous mahdollistaa suoran tiedonvälittämisen ja vuorovaikutuksen työmaan eri osapuolien välillä. Urakoitsijakokouksiin kutsutaan esimerkiksi aliurakoitsijat kesken urakan ja keskustellaan, miten urakkaa voidaan jatkaa siten, että päästään aikataulullisiin- ja laadullisiin tavoitteisiin. Kokoukset mahdollistavat urakoitsijoiden ja pääorganisaation työnjohdon välisen vapaan keskustelun, jossa voidaan yhteensovittaa rakennusvaiheita, tarkentaa aikataulua ja tehdä tilannekatsauksia. (Ratu, 2011)

5.5.4 Viikkopalaveri

Viikkopalaverissa käydään viikoittain työmaan vastaavien henkilöiden kanssa rakennustöiden tilannetta ja yhteensovitusta. On yleistä, että viikkopalavereissa on myös työhenkilöiden vastuuhenkilöt mukana, sillä he tietävät parhaiten missä vaiheessa heidän työnsä ovat ja mitä he tarvitsevat, jotta työt voivat edetä aikataulun mukaisesti ongelmitta. Palavereissa yleensä vahvana teemana ovat myös työvaiheiden luomat työturvallisuusriskit. (Ratu, 2011)

5.6 Työmaan dokumentointi

Hankkeen aikana tehdään jatkuvasti dokumentointia suunnittelusta kohteen luovuttamiseen saakka. Rakennusvaiheen aikana dokumentoidaan jokainen työvaihe laadun varmistamiseksi, esimerkiksi asennustavat ja käytetyt materiaalit. (Ratu, 2011)

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laatii rakennuttaja. Yleisesti rakennuttaja kerää työmaan urakoitsijoilta tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohjeeseen kerätään kaikki kiinteistön kunnossapidon lähtötiedot, tehtävät, tavoitteet ja rakennuttajan on laadittava kiinteistölle selkeät käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka sisältävät rakenteiden ja laitteiden tarkat huolto- ja tarkastusvälit. (Ratu, 2011)

Puukerrostalon käyttöönotto ei poikkea tavanomaisesta kerrostalosta paitsi asukkaiden informoinnin suhteen. Uusille asukkaille on kerrottava selkeästi puukerrostalon erityispiirteistä, rakennuttaja voi järjestää informaatiotilaisuuden liittyen asunnossa elämiseen ja ohjeisiin. Asukkaille on myös hyvä luovuttaa kirjallinen asumisohje. Puukerrostaloissa asumisohje sisältää yleensä tietoa rakennuksen laitejärjestelmistä ja niiden seuraamisesta, kuin myös tietoa vesivaurioiden vakavuudesta puukerrostaloissa ja keinosta niiden estämiseksi. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi pintojen kunnon seuraaminen homevaurioiden varalta, pesukoneiden liitäntä ammattimiesten avulla ja turhan paljolla vedellä siivoamisen välttäminen. (Oulun yliopisto, n.d.)

Tarkastusasiakirjaa pidetään, jotta rakennusvaiheet suoritetaan rakentamista koskevien määräysten, lupien, suunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesti. Dokumentointia tehdessä tulee eri-

tyisesti kiinnittää huomiota keskeisiin työvaiheisiin, kuten runkovaihe. Työmaan aloituskokouksessa määrätty vastuuhenkilö on velvollinen suorittamaan sovitut tarkastukset ja tekemään selvitykset mahdollisista poikkeamista. (Ratu, 2011)

5.7 Riski- ja laadunhallinta

Rakentaminen on aina työnjohdon näkökulmasta ongelmanratkaisua. Puurakentaminen on kuitenkin laajassa kuvassa vielä tuore aluevaltaus Suomessa, minkä takia se sisältää paljon riskejä, jotka voivat vaikuttaa hankkeen valmistumiseen ja budjettiin.

Yleisesti rakennushanketta toteuttaessa laatu varmistetaan noudattamalla erilaisia laatua ohjaavia standardeja, myös puurakentamiseen löytyy omat standardit. Jotta ympäristöministeriö myöntää hankkeen varmennustodistuksen, tulee tilaajan pitää laadunvalvonnasta tarkkaa dokumentointia. (RT 103546, 2023.)

Kohteen laatusuunnitelmaa hyödynnetään työmaalla laadullisten vastualueiden määrittämiseen. Puurakennushankkeissa toimii kohteen vastaava mestari samalla tavalla kuin missä vain rakennushankkeessa, eli hän vastaa koko toteutuksesta työmaalla. Kuitenkin Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) määrittää, että vaativuuden tarvittaessa, tulee työmaalla olla myös laitteistoille, viemäreille ja tuuletukselle oma erityisalan työnjohtaja. (RT 103546, 2023.)

5.7.1 Tuoteosatoimittajien ja tilaajan yhteistyö

Dokumentointia vaaditaan lisäksi tavaratoimittajilta, eli elementtitehtailta. Tehtaat laativat käsikirjan, jossa on mainittu sekä tehtaan vastuuhenkilö että ulkoinen laadunvalvoja. Tämä on tärkeää, koska materiaalien tulee täyttää CE-merkinnän vaatimukset. Elementtitehtaiden tulee siis dokumentoida laadunvalvonta, jotta se voidaan liittää osaksi rakennushankkeen laatusuunnitelmaa. Pääorganisaatio voi vaatia tuoteosatoimittajaa pitämään päiväkirjaa tuotannon kulusta. (RT 103546, 2023.)

Tilaajan ja elementtitehtaan on tehtävä suunnitelmien osalta tarkkaa yhteistyötä, jotta yhteensovittavuus onnistuu ja työmaalla ei tule yllätyksiä. Yleensä tilaaja ja tuoteosatoimittaja järjestävät suunnitelma-, sopimus- ja mallikatselmuksia, joissa vastuuhenkilöt sopivat esimerkiksi valvonnan

toteutuksesta tehtaalla. Yleensä tuoteosatoimittajat järjestävät vielä mallikatselmuksen tilaajan kanssa, mihin tehdas on valmistanut mallielementin. Tilaajan kannattaa pitää huoli, että tuotetoimittaja valmistaa mallielementin ja, että työmaalle tulevat elementit ovat samalla laatutasolla. (RT 103546, 2023.)

5.7.2 Kosteudenhallinta

Sillä puu on elävä materiaali, tulee projektin kosteudenhallintaan kiinnittää erityistä huomioita. Hanketta varten laaditaan kosteudenhallintasuunnitelma, jonka tarkoituksena on vähentää kosteusvaurioriskiä. Suunnitelma sisältää erilaisia toimenpiteitä kosteusvaurioiden välttämiseksi. Siinä esimerkiksi määritellään rakenteiden kosteuden mittausmenetelmät runkovaiheessa ja mittauspisteet. Yleisesti suunnitelman tulee sisältää vähintään toimenpiteitä työmaan olosuohdehallintaan, kuten kastumisen estämiseen ja sääsuojaukseen. Kosteudenhallinnan suunnittelu aloitetaan jo hankesuunnittelun aikana ja sen toteutus jatkuu koko hankkeen ajan, kuten kuviossa 2 on esitetty. Puumateriaalien kanssa tulee työmaalla noudattaa erityistä tarkkuutta materiaaleja säilöessä ja niitä suojattaessa. (Terveelliset tilat. N.d.)

Kosteudenhallintasuunnitelman toteutumista työmaalla noudatetaan kaikkien työmaa osapuolten kesken. Pääorganisaatio jakaa suunnitelman urakoitsijoille, jotka ovat urakkasopimuksen mukaan velvollisia sitä noudattamaan. Rakennustyöntekijöitä ohjeistetaan ottamaan mahdolliset kosteusriskit huomioon ja miten pysytään sovitun kuivana pidon tasossa. Työmaalla seurataan olosuhteiden muutoksia ja varaudutaan mahdollisiin vesivahinkoihin erilaisilla kuivauskalustoilla. (Materiaalien suojaus työmaalla. N.d.)

TUOTANTO-VAIHE	KOSTEUDEN HALLINTA	TOIMIJA	TOIMENPITEET
HANKE-SUUNNITTELU	kosteudenhallinnan tavoitteet	rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja	<ul style="list-style-type: none"> - tehdään päätös vaaditusta kuivanapidon tasosta - tehdään varaus kustannusarvioon - päätetään rakentamisen ajoitus
	tavoitteiden siirtäminen suunnitelmiin	suunnittelijat, päärakennesuunnittelija koordinoi	<ul style="list-style-type: none"> - suunnitellaan rakenteiden rakentamisen ja käytönaikainen toimivuus - kirjataan kosteudenhallinnan tavoitteet ja ohjeet suunnitelmiin - arvioidaan rakenteiden kosteusvaurioitumisriskit - tehdään suunnitelmille kosteustekninen tarkastus (tarvittaessa ulkopuolinen asiantuntija)
RAKENTAMINEN	tavoitteiden siirtäminen tuotannon-suunnitelmiin	päätoteuttaja, päärakennesuunnittelija koordinoi	<ul style="list-style-type: none"> - suunnitellaan kosteuden torjunnan osana koko työmaan toteutus-suunnittelua - tehdään kosteuden valvontasuunnitelma - laaditaan yleisaikataulu, jossa huomioidaan mm. rakenteiden kuivumisajat - laaditaan tehtäväsuunnitelmat - suunnitellaan kuivanapito erikseen jokaiseen rakennusvaiheeseen mm. materiaalien ja rakenteiden osalta
	tavoitteiden toteutus ja toteutuksen valvonta	päätoteuttaja ja urakoitsijat	<ul style="list-style-type: none"> - kirjataan vaatimukset alurakoitsijoille tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin sekä ohjeet työntekijöille - huolehditaan kuivanapidon toteutuksesta - käsitellään kuivanapitoa kokouksissa ja palaverissa - valvotaan olosuhteiden muutoksia ja reagoidaan

Kuvio 2. Hankkeen kosteudenhallinta. (Materiaalien suojaus työmaalla. N.d.)

Puumateriaalien suojaus

Puumateriaalien saapuessa työmaalle on huomioitava niiden oikeaoppinen kuljetus ja varastointi. Kuljetukseen lähtiessä tulee kuorman olla pakattu ja suojattu niin, että se kestää kuljetuksen ja veden kondensoituminen on otettu huomioon. (RT 103546, 2023.)

Asennuksen aikainen materiaalien suojaaminen on myös huomioitava puuelementtien kanssa työskennellessä. Osa puurakenteista voidaan asentaa ilman suojausta vain kuivalla säällä, mutta se voi hankaloittaa kohteen aikataulussa pysymistä. Yleisin vaihtoehto tämän välttämiseksi on teltan alla asennus. Teltta asennetaan yleensä sääsuojaksi koko kohteen rakennusvaiheen ajaksi. (RT 103546, 2023.)

5.8 Elinkaari ja ylläpito

Lähtökohtaisesti puukerrostalo suunnitellaan käyttöikänsä aina yli 50 vuotta kestäväksi, eli sen vaatimukset elinkaarellisesti ovat samat kuin muillakin kerrostaloilla. Erilaisilla teknisillä ratkaisuilla voidaan parantaa käyttöikää ja vähentää käytönaikaisia kustannuksia. Huolellisen suunnittelun lisäksi elinkaaren toimivuutta tukee huolellinen kiinteistöhuolto, jonka avulla käyttöikää voidaan pidentää mahdollisesti jopa lähes sataan vuoteen. (Rakennustieto, 2023.)

Puurakentamisella voidaan muodostaa ekologinen kokonaisuus, jota voidaan tarvittaessa helposti päivittää ja korjata (Rakennushankkeen elinkaaritalous, 2022). Puurunkoisissa hankkeissa talotekniikka rakennetaan elementtien pystynousuihin, ja sähköjohdot putkitetaan. Tämä mahdollistaa helpon pääsyn talotekniikkaan tarvittaessa ja helpottaa uudistustöitä. (Rakennustieto, 2023.)

6 Toteutus

6.1 Menetelmä

Tutkimustyö suoritettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsaus valittiin tutkimusmenetelmäksi, sillä sen avulla voidaan tutkia olemassa olevaa lähdemateriaalia sekä hyödyntää sitä tehokkaasti tutkimustyön tuloksissa. Tutkimustyön aiheena oli puurunkoisen kerrostalohankkeen haasteet. Tavoitteena oli löytää luotettavia lähteitä puukerrostalon rakentamisesta, arvioida niiden luotettavuutta ja koostaa teoriapohja. Lähteiden avulla voitiin tiivistää oma aineisto, josta voidaan tehdä omaa pohdintaa. Tuloksissa esitetään teoriapohjan perusteella tehty aineisto. Tutkimustyöhön on haettu lähteitä, tietoa ja tutkimuksia eri alustoilta ja hakujärjestelmistä.

6.2 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kuvailevalla kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa haetaan tietoa ja vastauksia rajattuun tutkimuskysymykseen. Tavoitteena kartoittaa, kuinka paljon aiheesta on materiaalia olemassa, miten aihetta on tutkittu, mistä näkökulmasta ja millaisilla menetelmillä. (Kuvaileva kirjallisuuskatsaus (AMK ja YAMK). N.d.)

6.3 Aineiston keruu- ja kuvaus

Tutkimustyön lähdeaineisto on pääsääntöisesti kerätty erinäisiltä verkkosivuilta. Keruutyötä suoritettiin erilaisten tietopankkien ja hakukoneiden avulla. Rakennustietosäätiön oman hakuväylän RT-kortiston kautta löytyy rakennusalan ohjeita ja standardeja sekä runsaasti tietoa myös puurakentamiseen liittyen. Tutkimustyön aineiston keruuseen käytettiin myös Googlen hakukoneistoa ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkkokirjastoa.

Suurimmalta osin lähteitä oli kahdenlaisia, ohjekirjoja tai artikkeleita, jotka sisältävät on kirjoittajan omaa pohdintaa. Rakentaminen on erittäin konservatiivista, joten ohjekirjoja on runsaasti ja niiden sisältö on teknistä.

6.4 Aineiston analyysi

Kerätystä aineistosta voidaan päätellä, että puurakentamisen tutkimus- ja kehitystyö on varsin ajankohtaista. Monet tutkitut lähdemateriaalit viittaavat vuonna 2025 muuttuvaan maankäyttö- ja rakennuslakiin, joka rajoittaa tulevien rakennushankkeiden hiilijalanjälkeä. Tämän myötä on puurakentamisen kehittämiseksi luotu erilaisia kehittäviä hankkeita ja tutkimustöitä, joiden tarkoituksena on kehittää puurakentamisen toimintamalleja ja lisätä teollista puurakentamista Suomessa.

Lähdemateriaaleista voidaan päätellä, että niiden sisältö on lähtökohtaisesti suunnattu hanketason toimihenkilöille ja suunnittelijoille. Suurin osa tutkitun materiaalin sisällöstä oli suunnitteluohjeita puurakennushankkeen rakenne- ja hankesuunnittelun parantamiseksi. Arvioitujen tutkimustöiden teemoina olivat vahvasti puurakentamisen hiilijalanjälki ja ekologisuus, yhteiskunnalliset haasteet puurakentamisen kasvamisen suhteen ja puukerrostalojen mahdollisuuksien tietoisuuden lisääminen.

Tutkimustyöhön on kerätty lähdemateriaalia erilaisista lähteistä. Niiden luotettavuutta voidaan arvioida lähteiden kirjoittajien asiantuntijuuden, tutkimustöiden, kaupallisuuden sekä julkaisupaikan ja ajankohdan mukaan. Lähteitä on kerätty muun muassa rakennustiedon hakupankista, ympäristöministeriön verkkosivuilta ja erilaisten voittoa tavoittelemattomien yritysten verkkosivuilta.

Tutkimustyön lähdetietoja tarkasteltaessa julkaisijalla ja kirjoittajalla on tärkeä rooli lähteiden luotettavuutta arvioidessa. Jos lähdetieto on hankittu virallisen elimen kautta, kuten ympäristöministeriön, voidaan siitä päätellä, ettei heillä ole kaupallista agenda artikkelissa. Kun taas viitattaessa kaupallisen yrityksen lähdemateriaaliin, on tutkimustyössä tarkasteltu yrityksen toimintamalleja ja arvoitu yrityksen kytköksiä kaupalliseen markkinointiin.

Yksittäisen kirjoittajan lähdemateriaalia kriittisesti arvioitaessa on kiinnitetty erityistä huomiota kirjoittajan pätevyyteen tekstin sisällön luomiseen, kielen neutraalisuuteen ja kirjoittajan aatteellisuuteen. Jos kyseessä on rakennustiedon tietopankista löytynyt suunnitteluohje, voidaan siitä päätellä, että lähdemateriaali on luotettava. Suunnitteluohjeet luodaan rakentamisvaiheiden ja hankkeiden edistämiseksi asiantuntijoiden kirjoittamana ja niitä hyödynnetään niin rakennustyömailla kuin suunnittelussakin päivittäisellä tasolla. Ohjeet sisältävät yleensä teknistä tietoa ja niitä laatiessa on käytetty lähdemateriaalina rakennusalan standardeja.

7 Tulokset

Työn tutkivana tavoitteena oli kartoittaa lähdemateriaalien sisältöä puurakenteisen kerrostalonhankkeen haasteista työmaan työnjohtajan näkökulmasta. Aineiston ja teoriapohjan pohjalta voidaan todeta, että puurakentamisen lähdemateriaalista on todella niukasti aihesisältöä työmaan toimihenkilöille.

Aiheellista lähdemateriaalia puurakentamisesta on löydettävissä, mutta työnjohtajan työnkuvan ja rakennusvaiheiden kannalta joutuu tietoa etsimään eri lähteistä ja soveltamaan käytäntöön. Tutkimuksen tuloksiin on luotu työnjohtajille puurunkoisen kerrostalotyömaan erityispiirteitä.

7.1 Työnjohtajan erityishaasteet puurakennushankkeessa.

7.1.1 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallinta on yksi keskeisimmistä asioista puurakennustyömaalla. Hankkeelle on tehty kosteudenhallinta suunnitelma, jota työnjohtajan tulee rakennusvaiheiden aikana noudattaa ja valvoa, jotta työt etenevät hallitusti eteenpäin.

Erityispiirteitä puurunkoisessa kerrostalossa on kosteudenhallinnan suhteen useita. Yksi tärkeimmistä piirteistä on materiaalin säilytys ja suojaus kuivassa. Materiaalien säilytys työmaalla ennen asennusta on suunniteltava etukäteen ja valvottava, että materiaalit säilötään oikeaoppisesti suunnitelmien mukaan. Tärkeimpänä puumateriaaleja säilöessä on pitää ne kuivana ja irti maasta.

Puuelementtien saapuessa työmaalle tulee elementit tarkastaa kosteuden kannalta, tuoteosamyyjä on vastuussa elementtien kuljetuksesta ja sen aikaisesta suojauksesta. Puuelementit menevät usein suoraan asennukseen työmaalle saapuessa, joten niiden on oltava kuivia työmaalle saapuessa.

Työnjohtajan tulee hyödyntää kohteelle hankittua kosteuskoordinaattoria ja varata myös tarvittavat kosteusmittaukset ennen kuin puurunkoa aletaan ummistamaan.

7.1.2 Elementtien asennustyöt

Runkovaiheen työnjohtajan vastuulla on määrittää, onko elementit asennuskunnossa. Runkovaiheen aikana asennusalue on sääsuojeuttava, useimmiten tämä suoritetaan massiivitelttasuojauksilla.

Puuelementeissä haasteita tuo niiden muokattavuus. Puu on materiaalina helposti muokattavaa, mutta elementtejä muokattaessa on aina otettava huomioon rakenteen paloturvallisuus ja kestävyys. Muokkauksia tehdessä työmaalla on työnjohtajan hyvä keskustella elementtitoottajan- ja suunnittelijan kanssa muutoksien mahdollisista vaikutuksista.

Aikataulutuksen luominen yhdessä elementtitehtaan kanssa auttaa molempia osapuolia pysymään tuotannossa ajan tasalla ja työt keskeytymättöminä. Työnjohtajan ja tuoteosatoimittajan kannattaa kommunikoida matalalla kynnyksellä, jotta tuotantoon ei tule keskeytyksiä ja elementtitoimittaja on myös tietoinen työmaan tilanteesta ja sen mahdollisista muuttuvista tekijöistä. Kuljetuksiin liittyen tulee tuoteosatoimittajan tietää asennusjärjestys, jotta kuljetuksissa elementit saapuvat asennusjärjestyksessä.

7.1.3 Toteutusmuodon vaikutus työnjohdon toimintamalleihin

Rakennushankkeen toteutusmuoto vaikuttaa työnjohdon työnkuvaan puurakentamisessa kuin muissakin rakennustyömaissa. Erilaiset projektinjohtomuodot ovat tällä hetkellä todennäköisesti yleisin toteutusmuoto puukerrostalohankkeissa. Yleensä kyseisillä kohteilla tilaaja toimii rakennuttajana ja kilpailuttaa urakoitsijat kohteelle.

Projektinjohtomuodossa työnjohtajalla on usein suurempi vastuu töiden yhteensovittamisesta ja aikatauluttamisesta kuin muissa urakkamuodoissa. Urakoitsijoiden kanssa toiminen luo yleensä omanlaiset haasteensa. Puurakennushankkeissa urakoitsijoilta selvitetään pätevyys tehdä puurakennustöitä ja voi työnjohtaja luottaa urakkasopimuksen mukaiseen työnlaatuun. Työnjohtajan tulee silti hallita rakennusvaiheen perusteet, tehdä tarpeelliset tarkastukset ja suorittaa rakennusvaiheen valvontaa.

7.1.4 Pätevyudet puurakentamiseen

Työnjohtajia nimittäessä työmaalle, voidaan heiltä vaatia jonkinlainen puurakentamisen pätevyystodistus. Tällä hetkellä näitä todistuksia ei työnjohtajilta usein vaadita, joten työnjohtajat eivät ole niitä myöskään hankkineet.

7.1.5 Työmaan viestintä

Puurakennushankkeen erityispiirteiden vuoksi, kannattaa pääorganisaation pitää huoli työmaankokouskäytännöistä ja järjestää aktiivisesti viikkokokouksia, jossa on läsnä vähintään yksi urakoitsijan edustaja. Viikkopalaverissa voi työnjohtaja saada helposti ymmärrystä kunkin työnvaiheen tilanteesta ja kokouksessa voidaan urakoitsijoiden välillä yhteensovittaa töitä matalalla kynnyksellä. Puurakentaminen luo varmasti haasteita myös urakoitsijoille, joista on hyvä keskustella avoimesti viikkopalavereissa.

7.1.6 Hankkeen kustannukset

Työnjohtaja ei vastaa hankkeen suunnittelusta tai massahankinnasta, eikä täten voi vaikuttaa hankkeen kiinteisiin kuluihin. Työnjohtaja voi kuitenkin vaikuttaa työmaalla tapahtuvien asioiden kautta vaikuttaa kohteen kokonaiskustannuksiin. Suurimmat kustannusongelmat työmaalla

yleensä syntyvät aikataulusta jälkeen jäämisestä, olosuhteiden ja rakenteiden muutoksista ja niiden korjaustöistä.

7.1.7 Dokumentointi

Työnjohtajan työnkuvaan kuuluu rakennusvaiheiden valvonta, tarkistukset ja dokumentointi. Projektisuunnitelmasta yleensä löytyy tarvittavat tiedot dokumentoinnin ylläpitoon, mitä työnjohtaja voi hyödyntää. Puurakennustyömailla dokumentointi suoritetaan lähes samalla tavalla kuin betonihankkeissa. Dokumentoinnin avulla voidaan todentaa kohteen rakenteellisia ominaisuuksia ja rakennusvaiheen standardien mukaista rakentamista ristiriita tilanteissa. Työnjohtajan kannattaa kuvata rakenteita ja rakennusvaiheita aktiivisesti ja lisätä ne organisaation tietopankkiin.

8 Johtopäätökset

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa lähdemateriaalien sisältöä puurakenteisen kerrostalonhankkeen haasteista työmaan työnjohtajan näkökulmasta ja luoda niistä teoriapohja, minkä avulla voidaan pohtia työnjohtajan työmaatehtävien erityishaasteita. Tutkimuksen kerätyn aineiston perusteella voidaan päätellä, että aiheellista sisältöä, joka on suunnattu työmaan työnjohtajalle ei ole juurikaan olemassa. Kootun lähdeaineiston perusteella voitiin kuitenkin tulkita hankkeiden erityispiirteitä työnjohtamisen kannalta.

Työnjohtajan suurimmat haasteet puurunkoisessa kerrostalohankkeessa ovat kosteuden- ja riskinhallinta. Puu on materiaalina herkkä kosteusvaurioille ja täten työnjohtajan tulee kiinnittää erityistä huomioita materiaalin suojaukseen ja säilytykseen. Tuloksista voidaan päätellä, että kriittisin rakennusvaihe on runkovaihe, jolloin voidaan tehdä huomattavimmat virheet, jotka vaikuttavat hankkeen aikataulutukseen ja kustannuksiin.

9 Pohdinta

Muuttuvan maankäyttö- ja rakennuslain uudistuessa tulee rakennushankkeille laillinen velvollisuus seurata ja dokumentoida kohteen hiilijalanjälkeä. Tämän myötä teollinen puurakentaminen tulee yleistymään Suomessa lähivuosien aikana ja se luo tarvetta ammattitaitoisille puutyönjohtajille, joita ei tällä hetkellä ole tarpeeksi. Työnjohtajien ammattitaidon kehitys alkaa koulutustasolta.

Tämänhetkisessä rakennus- ja yhdyskuntatekniikan (AMK) tutkinnossa opinnot on pääsääntöisesti suunnattu betonirakentamiseen. Kyseinen painotus on ollut tähän asti kannattavaa, mutta ei vastaa tulevaisuuden ammattitaidon tarpeeseen. Tuotannonlinjan rakennustekniikan opiskelijoilla Jyväskylän ammattikorkeakoulussa on viiden opintopisteen verran puurakenteiden opiskelua, jonka sisältö on pienkohteiden suunnittelun perusteita.

Myös puurakentamisen työnjohtajan pätevyudet tulevat yleistymään lähivuosina. Puurakentamisen yleistyessä ja maankäyttö- ja rakennuslain uudistuessa pätevyksiä aletaan vaatia myös työnjohtajilta.

Lähdemateriaalia tutkiessa oli odotettavissa, että sisältö on lähtökohtaisesti uudistuvaan lakiin sisältyviä tutkimuksia ja artikkeleita. Puurakentamisesta löytyy laajasti tietoa, mutta lähdemateriaaleja tarkastellessa oli havaittavissa yksityiskohtaisen tiedonkeruun haasteellisuuksia. Puurakentamisen työvaiheiden osalta on hankala löytää yksityiskohtaista tietoa, joka on suunnattu työmaan työnjohdolle. Tämä tarkoittaa myös sitä, että uutena puurakentamisen työnjohtajana on hankala löytää tarvittavaa tietoa nopeasti, joka voi tuottaa hidastuksia työmaaprosessin aikana. Täten työmaan työnjohtajille olisi tarve kehittää toimintaohjeet puurakennustyömaan erityispiirteisiin. Perehdytys puurakentamisen työnjohtoon voisi myös ehkäistä hankkeen rakennusvaiheen aikaisia ongelmia ja helpottaa työnjohtajan työvaiheita.

Opinnäytetyö eteni odotetulla tavalla. Tutkimustyön lähdemateriaalin kartoitus onnistui hyvin ja tutkimusaiheesta on löytynyt laajasti tietoa. Tutkimustyö on kuitenkin pintapuolinen tiivistelmä aiheesta. Parannettavaa olisi voinut olla tuloksien löytämisessä ja laajuudessa. Tutkimusta tehdessä huomasin, ettei työnjohdon näkökulmasta ole aiheesta juurikaan tietoa ja hankaluuksia tuotti myös aiheen tiivistys ja rajaus. Työnjohdon tehtävien erityispiirteistä puurakennushankkeessa oli haasteellista tiivistää ilman, että luodaan tehtäväkohtaisia ohjeita.

Tutkimustyön tulokset vastasivat ennako-odotuksia. Lähdemateriaalin luotettavuuden arvioinnin pohjalta voidaan todeta, että tulokset ovat luotettavia. Tutkimustyön tuloksia voidaan tarvittaessa hyödyntää opinnäytetyön toimeksiantajan tarpeen mukaan. Tuloksista voidaan havainnollistaa tiedon puutteesta työnjohtajille puurakentamisen suhteen. Tutkimustyötä voidaan myös hyödyntää mahdollisissa jatkotutkimuksissa.

Tutkimusta aiheesta voitaisiin jatkaa kehittämällä puurakennushankkeen työnjohdolle toimintaohjeita tai perehdytystä. Olemassa olevasta materiaaleista löytyy paljon tietoa puurakentamiseen liittyen, mutta ne löytyvät useasta eri lähteestä, eivätkä ne ole helposti saatavilla. Yksi koottu aineisto takaisi työnjohdolle nopean pääsyyn haluttuun tietoon, mitä voisi hyödyntää myös työmaalla rakennusvaiheen aikana.

Lähteet

RT 103546. Puukerrostalohankkeen erityispiirteet. 2023. Ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 18.4.2023 https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kortit/RT%20103546?external_system=Juha&page=1

RT 103170. ILMASTONMUUTOS Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä. 2020. Ohjekortti. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 18.4.2023 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kortit/RT%20103170>

Kestävästi huomista varten, N.d. Puurakentaminen. Verkkosivu. Ramboll. Viitattu 30.4.2023 https://c.ramboll.com/fi/puurakentaminen?utm_term=puurakentaminen&utm_campaign=SEM+/+Puurakentaminen+/+09-21&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=5816075018&hsa_cam=14743487679&hsa_grp=130567808114&hsa_ad=547756885825&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-448680663976&hsa_kw=puurakentaminen&hsa_mt=e&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjw_ihBhADEiwAXEaz-JlSi77taXn2Ca-ZWDYs8-yJi6yTsrGe6NpigaHBis6DL02PBSC3tuRoClb8QAvD_BwE

Terveelliset tilat. N.d. Kosteudenhallintasuunnitelma. Verkkosivu. Sisäilmayhdistys ry. Viitattu 18.4.2023 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Tyomaan-kosteudenhallinta/Kosteudenhallintasuunnitelma>

Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Tiedote. 2023. Ympäristöministeriö. Viitattu 18.4.2023 <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksvi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>

Nöyrä Puu, Puurakentamisen peruskirja. 2022. Raportti. Demos Helsinki Oy. Viitattu 4.4.2024. <https://ym.fi/puurakentaminen>

Puurakentamisen tulevaisuus. 2023. Raportti. Demos Helsinki Oy. Viitattu 5.4.2024. <https://ym.fi/puurakentaminen>

Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. 2015. Artikkel. Verkkosivu. Suomen kiinteistölehti. Viitattu 5.5.2024. <https://www.kiinteistolehti.fi/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista>

Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta. 2015. Ohjekirja. Ympäristöministeriö. Viitattu 5.5.2024 https://ym.fi/documents/1410903/38439968/YM-ohje-rakentamisen-tyonjohtotehtavien-vaativuusluokista-ja-tyonjohtajien-kelpoisuudesta-B33FC775_2506_4231_8258_7CF22FA5DCA4-109134.pdf/304735da-e2f7-f110-24b5-97d63d167533/YM-ohje-rakentamisen-tyonjohtotehtavien-vaativuusluokista-ja-tyonjohtajien-kelpoisuudesta-B33FC775_2506_4231_8258_7CF22FA5DCA4-109134.pdf?t=1600745629332

Rakennushankkeen elinkaaritalous. 2022. Verkkosivu. Puuinfo Oy. Viitattu 1.4.2024 <https://puuinfo.fi/rakennuttaminen/kustannukset-ja-rahoitus/rakennushankkeen-elinkaaritalous/>

Teollisen puurakentamisen kehittäminen Keski-Suomessa. Nd. Verkkosivu. Suomen metsäkeskus. Viitattu 27.04.2024 <https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/teollisen-puurakentamisen-kehittaminen-keski-suomessa>

Suomalainen puukerrostalo. N.d. Verkkosivu. Oulun yliopisto. Viitattu 6.5.2024 <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puukerrostalo/kayttoonotto/index.html>

Materiaalien suojaus työmaalla. N.d. Verkkoartikkeli. Mittaviiva Oy. Viitattu 6.5.2024 https://kosteusvauriokorjaus.savonia.fi/jdownloads/Muut%20julkaisut/Rakentajain%20kalenteri/Materiaalien_suojaus_tyomaalla_-_Sahlstedt_Lindberg_2014.pdf

Puurakenteiden työnjohtaja. Nd. Verkkosivu. Fise Oy. Viitattu 5.5.2024 <https://www.patevyyspalvelu.fi/cms/fi/wagtail/pages/hakuohjeet/ty%C3%B6njohtajat/puurakenteiden-ty%C3%B6njohtaja/>

Ylinen S. 2023. Puurakentamisen pätevydet muuttumassa uuden rakentamislain mukana. Asiantuntija artikkeli verkkosivulla. Puutuoteteollisuus. Viitattu 6.5.2024 <https://puutuoteteollisuus.fi/ajankohtaista/asiantuntija-artikkelit/puurakentamisen-patevydet-muuttumassa-uuden-rakentamislain-mukana>

Ratu S-1229. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. 2011. Suunnitteluohje. Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 5.5.2024 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/kortit/Ratu%20S-1229>

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus (AMK ja YAMK). N.d. Verkkosivu. 2.3. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 9.5.2024. <https://help.jamk.fi/opinnaytetyo/fi/toteutustavat-ja-rakenne/kirjallisuuskatsaus/>

Liitteet

Liite 1. Liitteen otsikko

Liite 2. Liitteen otsikko