

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Talonstrakentaminen

Miika Haaparanta

Kahi vs. AKO: väliseinäratkaisujen aikatauluvertailu ja kustannusvertailu

Opinnäytetyö 2019

Tiivistelmä

Miika Haaparanta

Kahi vs. AKO: väliseinäratkaisujen aikataulu- ja kustannusvertailu, 35 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Talonrakentaminen

Opinnäytetyö 2019

Ohjaajat: lehtori Leena Jormanainen, Saimaan ammattikorkeakoulu, työpäällikkö Kari Valtonen, Rakennusliike Evälahti Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kerrostalon kevyiden väliseinien kustannus- ja aikatauluvertailu Kahi-väliseinäharkoista ja AKO-väliseinäelementeistä, sekä tutustua molempien materiaalien työtappoihin. Työssä käydään yksityiskohdaisesti läpi molempien ratkaisujen työvaiheet, laadunvarmistus, työturvallisuusasiat sekä tarvittavat resurssit ratkaisun toteutukseen. Työn tilaajana toimi Rakennusliike Evälahti Oy.

Tutkielman teoria-aineisto kerättiin rakennusalan internetlähteistä, valmistajien tiedoista ja ohjeista, sekä rakennustiedon RT- ja Ratu kortistosta. Kustannuslaskelman hintatiedot saatiin haastattelemalla molempien materiaalien valmistajia ja tavarantoimittajia. Kustannuslaskelma tehtiin käyttämällä Microsoft Excel -ohjelmaa.

Tuloksena saatiin selville väliseinäratkaisujen kustannus- ja aikatauluvertailut. Vertailussa paremmaksi väliseinäratkaisuksi kustannusten ja aikataulullisten tulosten perusteella osoittautuivat AKO-elementit.

Asiasanat: kahi, AKO, väliseinä, elementti

Abstract

Miika Haaparanta

Kahi vs AKO: light partition walls cost and timetable comparison, 35 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Construction and Civil Engineering

Housebuilding

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: Ms Leena Jormanainen, lecturer, Saimaa University of Applied Sciences; Mr Kari Valtonen, foreman, Rakennusliike Evälahti Oy

The purpose of this thesis was to create a comparison of the cost and timetable of the light partition walls in apartment building using AKO-elements and kahi-blocks, as well as to get acquainted the construction process in the use of both materials. The thesis deals in detail with the work steps of both solutions, quality assurance, work safety, and the resources needed to reach the solution. The study was commissioned by Rakennusliike Evälahti Oy.

The theoretical material was gathered from internet sources related to the construction industry, manufacturers' data and instructions, as well as the data collected by RT and Ratu registers. The cost data was obtained by interviewing both manufacturers and suppliers of both materials. The cost estimate was done by using Microsoft Excel software.

The result of this thesis was an accurate cost and schedule comparison of light partitioning wall solutions. In this comparison, a better solution for light partition walls based on cost and schedule results turned out to be AKO elements.

Keywords: AKO-wall, kahi-blocks

Sisällys

Käsitteet.....	5
1 Johdanto.....	6
2 Kahi-väliseinä	6
2.1 Työn vaiheet	8
2.1.1 Logistiikka	9
2.1.2 Aloittavat työt.....	9
2.1.3 Asennustarvikkeet	10
2.1.4 Muuraustyö	10
2.1.5 Lopettavat työt.....	13
2.2 Laatuvaatimukset.....	13
3 AKO-elementit	14
3.1 Käyttökohteet.....	16
3.2 Työn vaiheet	17
3.2.1 Logistiikka ja elementtien käsittely työmaalla	17
3.2.2 Aloittavat työt.....	19
3.2.3 Asennustarvikkeet	20
3.2.4 Elementtien asennus.....	21
3.2.5 Läpiviennit ja reiät	23
3.3 Laatuvaatimukset.....	24
4 Työturvallisuus.....	24
4.1 Kahi.....	25
4.2 AKO	25
5 Aikataululaskenta.....	26
5.1 Kahi.....	26
5.2 AKO	28
5.3 Aikataulujen vertailu.....	29
6 Kustannuslaskenta	30
6.1 Kahi.....	31
6.2 AKO	31
6.3 Kustannusten vertailu	31
7 Yhteenvedo ja pohdinta	32
Lähteet.....	35

Käsitteet

Kahi-harkko	Kalkkiahiekkaharkko.
AKO	Kevytsorabetoninen väliseinäelementti.
Työmenekki	Työryhmän tai työntekijän tarvitsema aika yhden suoriteyksikön suorittamiseksi. Työmenekin yksikkö: tth/yksikkö.
Kokonaistyömenekki	Työkokonaisuuden tekemiseen tarvittava aika. Yksikkö: tth.
Työn kesto	Työn tekemiseen tarvittava ja menevä aika. Lasketaan jakamalla työntekijätunnit työryhmän koolla tai työryhmän yhdessä vuorossa tekemillä työtunneilla. Työn kesto ilmoitetaan tunteina tai työvuoroina.
T3	Tehollinen aika eli työvuoroaika. Tavoitteellisia työmenekkejä, jotka ei sisällä yli tunnin mittaisia katkoja, häiriöitä ja keskeytyksiä.
SMK	Suoritemääräkerroin. Käytetään kokonaistyömenekkiä laskettaessa, jolloin suoritemäärä vaikuttaa kohteen menekkiin.
TTH	Työntekijätunti.
TV	Työvuoro.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoite oli tehdä kustannus- ja aikataululaskelmat Rakennusliike Evälahti Oy:lle AKO- ja Kahi väliseinäratkaisuista, sekä tutustua molempiin materiaaleihin, työtapoihin ja työturvallisuuteen huolellisesti.

Tässä työssä esitellään Kahi-väliseinäpönttiharkot ja AKO-elementit materiaaleina ja käydään läpi yksityiskohtaisesti molempien väliseinäratkaisujen työmenetelmät, työturvallisuusasiat, kustannukset ja aikataulut. Työturvallisuuden vaikutusta kustannuksiin ja aikatauluihin ei huomioida tässä opinnäytetyössä.

Työ on rajattu käsittelemään kuvitteellisen asuinkerrostalon märkätilojen väliseinien asennusta AKO-elementeistä tai kahi-väliseinäpönttiharkoista kustannusten ja aikataulujen kannalta. Muihin väliseinätyyppeihin tai väliseinien pintarakenteisiin ei oteta tässä työssä kantaa.

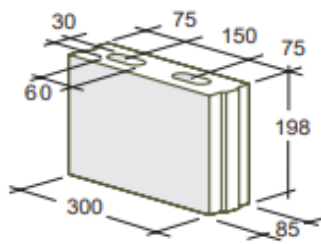
Työn teoria-aineisto kerätään rakennusalan internetlähteistä, sekä rakennusalan RT- ja Ratu kortistoista. Työssä haastateltiin sähköpostitse ja puhelimitse molempien materiaalien valmistajia kustannuksien laskemista ja materiaalien yleistietoa varten.

Työskentelin vuoden 2018 alkuvuoden uudisrakennuskohteessa Lappeenrannassa, jossa väliseinät tehtiin AKO-elementeistä, ja pääsin näkemään elementtien asennuksen aloituksesta työn luovutukseen asti. Samana vuonna olin kesätyössä Rakennusliike Evälahti Oy:n Imatran koulutyömaalla, jossa väliseiniä tehtiin kahi-väliseinäpönttiharkoista. Molemmat väliseinäratkaisut ja materiaalit tulivat tutuiksi samana vuonna, ja pääsin näkemään asennus- ja muuraustyötä myös käytännön kannalta.

2 Kahi-väliseinä

Kahi- eli kalkkihiekkaharkot ovat sileäpintaisia, päistä pontattuja, mittatarkkoja ja suunniteltu tarkoitukseksensa mukaan 85, 130 tai 240 mm leveiksi harkoiksi. Eikantaviin väliseiniin soveltuu 85 mm leveä harkko, kantaviin seiniin 130 mm:n harkko sekä ääntä eristäviin seiniin 240 mm:n Kahi-desibelipontti. Tässä työssä

tarkastellaan kuvassa 1 olevaa 85 mm:n levyistä kahi-väliseinäponttiharkkoa väliseinäratkaisuna. (Rakentaja 2019; Kivitaloinfo 2019.)



Väliseinäponttiharkko 300 x 85 x 198
kantamattomiin seiniin
17 kpl/m²
8,0 kg/kpl

Kuva 1. Kahi-väliseinäponttiharkko (RT-35-10841)

Harkkojen päässä on pontit, jotka ohjaavat harkot paikoilleen tiiviisti asennettaessa. Pystysaumot voidaan tästä syystä jättää kokonaan ilman laastia. Harkkojen yläpinnassa on reiät, joihin voidaan asentaa putkituksia. Kahi-harkot soveltuvat pituusmitoiltaan 300 mm:n moduulimitaan ja leveydeltään 200 mm:n moduulimitaan. (RT 35-10841; Kivitaloinfo.)

Harkot valmistetaan hienoksi jauhetun poltetun kalkin, kvartsipitoisen hiekan ja veden seosmassasta. Seoksesta puristetaan harkkoaihiot korkean paineen avulla. Harkkoaihiot saavat lujuuden autoklaavissa, jossa on korkea höyrynpaine ja 160-200 asteen lämpötila. Harkot saavat lopullisen lujuuden höyrykarkaisussa, jossa kalkki reagoi hiekan kanssa ja muodostaa silikaattisen sidoksen. (RT 35-10841; Kivitaloinfo.)

Kahi-harkot kuuluvat A1-luokan rakennustarvikkeisiin eli harkot eivät osallistu lainkaan paloon. Harkot kestävät lämpötilan nousun +600 asteeseen asti ilman lujuuden heikkenemistä. Kahi-harkkorakenteilla on erinomainen ilmaääneneristävyyssyky suuren tiheyden vuoksi. Hyvän kosteusominaisuuksien vuoksi kahi-harkot soveltuvat hyvin märkätilojen väliseiniin. Lisää Kahi-harkkojen ominaisuuksia taulukossa 1. (RT 35-10841.)

Puristuslujuus	15 MN/m ²
Taivutusvetolujuus	2,5... 3,0 MN/m ²
Kimmomoduuli	7500... 10 000 MN/m ²
Paloluokka	A1
Tiheys	1500... 1650 kg/m ³
Paino	8kg/kpl
Vedenimukyky	19 %
Vedenimunopeus	1-2kg/m ² min
Vesihöyryn läpäisykerroin	10...20 x 10 ⁻¹² kg/ms Pa
Tasapainokosteus	< 5%
Kosteusmuodonmuutos	0,15mm/m
Pituuden lämpötilakerroin	8 x 10 ⁻⁵ 1/K
Ominaislämpökapasiteetti	1000 J/kgK
Lämmönjohtavuus	0,95 W/m K
Tuotehyväksynät	CE, M1, EPD

Taulukko 1. Kahi-harkon ominaisuuksia (RT-35-10841, Weber 2017)

Harkot muurataan ohutsaumamuuraamalla eli käytetään noin 2 mm:n paksuista ohutsaumaa, joten varsinaista saumaustyötä ei tehdä. Ohutsaumamuuraus voidaan toteuttaa ohutsaumalaastilla tai ohutsaumaliimalla eli kiviliimalla. Liimaa voidaan käyttää väliseinissä, jotka eivät ole palo-osastoivia. Liima kuivuu laastia nopeammin ja se on liiman käytön yksi suuri etu laastin sijaan. Seinä on vakaa jo 15 minuutin jälkeen ja lopullinen seinän lujuus saavutetaan liimaamalla jo noin vuorokaudessa, kun taas laastia käytettäessä kuivumiseen ja lopullisen lujuuden saavuttamiseksi menee aikaa pahimmillaan jopa viikkoja. Pullollinen kiviliimaa vastaa noin 25 kiloa laastia. Aine on ravistuksen jälkeen sellaisenaan valmis käytettäväksi. Liimalla on myös todella hyvät säänkesto-ominaisuudet ja liima säilyttää kiinnittävyuden kaikissa olosuhteissa. Liimaa käyttäessä hävikkiä ei käytännössä tule lainkaan, kun taas laastia käytettäessä hävikkiä tulee pakosti. Pullosta voidaan käyttää liimaa vain sen verran, kuin tarvitaan ja silloin kun sitä tarvitaan. Liiman ja laastin neliöhinta on lähes sama, mutta liiman olemattoman hävikin vuoksi liimaus tulee halvemmaksi vaihtoehdoksi. (Rakennusmaailma 2014.)

2.1 Työn vaiheet

Kahi-väliseinämuurauksen työn vaiheita ovat harkkojen vastaanotto työmaalle ja varastointi, seinälinjojen mittaaminen, muut aloittavat työt, muuraustyö, sekä jälkityöt.

2.1.1 Logistiikka

Kahi-harkot toimitetaan yleensä tehdastoimituksena työmaalle lavoittain. Vastaanoton yhteydessä tarkastetaan toimituksen sopimuksenmukaisuus. Kahi-harkot kannattaa nostaa jo tässä vaiheessa parvekkeille tai holveille, josta ne on helppo siirtää työkohteelle tiilikärryjen avulla. Harkot ja muut tarvikkeet suojataan ja sijoitetaan niin, etteivät ne vahingoitu varastoinnin aikana.

2.1.2 Aloittavat työt

Aloituspalaveri järjestetään vähintään päivä ennen työn aloittamista. Palaveriin osallistuu työnjohto ja työntekijät. Aloituspalaverista ja sen sisällöstä lisää luvussa 4. Ennen muuraustyön aloittamista tehdään työkohteen vastaanottotarkastus eli tarkastetaan muuraustyön edellyttämien edellisten työvaiheiden valmius, jotta työ voidaan toteuttaa suunnitelmien mukaisesti. Vastaanottotarkastuksesta tehdään muistio. (Ratu 42-0291, s.10.)

Työnjohto varmistaa, että työnsuorittaja on opastettu työkohteeseen ja on pätevä suorittamaan työtehtävän asianmukaisesti vaaditulla tavalla, sekä tutustuu materiaalivalmistajan ohjeisiin. Ennen muurauksen aloittamista ympäröivät rakenteet suojataan muurauksesta aiheutuvasta pölystä ja laastiroiskeista. Työkohde on oltava rauhoitettu muuraustyötä varten, sekä työkohteessa on oltava riittävä valaistus. (Ratu 1193-S, Ratu 42-0291.)

Seinälinjat mitataan paikoilleen ennen muuraustyön aloittamista optisilla mittalaitteilla tai mittanauhaa käyttäen. Aloituskorkeus merkitään liittyvään rakenteeseen, muurausjohtimiin tai linjalautoihin. Työkohteeseen kootaan aikaisessa vaiheessa asianmukaiset telineet, joilla on riittävä lujuus, jäykkyys ja seisontavakavuus työskentelyä varten. Telineissä on oltava turvalliset kulkutiet, työtasot, kaiteet ja jalakalista alaosassa. (Ratu 42-0291.)

Ohutsaumamuurauksesta tehdään mallityö. Mallityön koko määriteellään etukäteen, jotta saadaan riittävän suuri kokonaisuus nähtäväksi. Mallityönä voidaan tarkastella esimerkiksi ensimmäistä valmistuvaa osakohdetta. Hyväksytty mallityö toimii jatkossa seuraavien vaiheiden vertailumallina. (Ratu 42-0291, s.10.)

Työn aikana kaikki laatuun vaikuttavat tekijät kirjataan ylös. Ohutsaumamuurauksen aikana seurataan toteutuvan työn laatua ja sitä verrataan hyväksytyyn mallityöhön. Mahdolliset poikkeamat ja niiden syyt selvitetään ja kirjataan ylös. Kaikki työn onnistumiseen vaikuttavat tekijät otetaan huomioon muuratessa, kuten sääolot, kosteus, ilman lämpötila sekä edeltävien työvaiheiden valmiusaste. (Ratu 42-0291; SisäRYL.)

2.1.3 Asennustarvikkeet

Kahi-harkkoja muuratessa tarvitaan taulukon 2 mukaiset työvälineet ja asennustarvikkeet, jotta muuraustyö saataisiin suoritettua halutussa ja sovitussa aikataulussa.

Materiaalit ja kalusto asennustyötä varten
Mittauskalusto
Nosto- ja siirtokalusto
Laastinsekoittimet ja -astiat
Laastikelkka
Harkkosahat
Työtasot
Harkkokärryt
Saumaustyökalut
Vesipiste
Valaisimet
Jäteastiat
Henkilökohtaiset suojavarusteet

Taulukko 2. Ohutsaumamuuraukseen tarvittavat asennustarvikkeet (Ratu 42-0291)

2.1.4 Muuraustyö

Muuraustyö aloitetaan asentamalla muurausjohteet seinän päihin, mitataan ja merkitään muurauksen oikea lähtökorkeus sekä kiristetään linjalanka. Muurauksen ensimmäinen harkkokerros muurataan muurauslaastilla M 100/600 bitumikermikaistan päälle oikeaan korkoon, kuvan 2 mukaisesti. Tällä menetelmällä saadaan seinän ensimmäinen kerros helpommin täysin suoraksi, sillä jälkeensä seinän pystysuoruuteen ei voida tehdä suuria korjauksia ohutsaumalaastilla. Seinän alle jäävä bitumikermi toimii seinän ja lattian välissä ns. kuulalaakerina,

eli se tasaa mahdolliset rakenteiden elämisliikkeet. Ensimmäinen harkkokerros voidaan tehdä tarvittaessa matalammalla harkolla huonekorkeuden tai ovikorkeuden sovittamiseksi haluttuun tasoon. Muurauksen annetaan kuivua kunnolla ennen ohutsaumamuurauksen alkamista. Vasta muurauslaastisauman jäykistyttyä voidaan aloittaa ohutsaumamuuraaminen. (Weber 2017.)



Kuva 2. Ensimmäinen ohutsaumamuurauksen harkkokerros (Weber 2017)

Ensimmäisen harkkokerroksen päälle levitetään ohutsaumalaasti laastikelkkaa tai hammastettua laastikauhaa käyttäen. Pitkillä seinälinjoilla laastikelkka on erityisen käytännöllinen ja nopeuttaa laastin levitystä huomattavasti. Harkot katkaistaan tiilileikkurilla oikean kokoisiksi. Harkkojen käsin siirrot työkohteelle onnistuvat helposti tiilikärryjen avulla. Kuvassa 3 on esitetty järjestyksessä tiilikärryt, tiilileikkuri ja laastikelkka. (Weber 2017; Ratu 42-0291.)



Kuva 3. Tiilikärryt, tiilileikkuri ja laastikelkka (Weber 2017)

Harkot muurataan kerroksittain puolen kiven limityksellä. Kulmissa käytettävän lyhyemmän harkon ansiosta puolen kiven limitys tulee käytännössä automaattisesti. Harkot naputetaan kevyesti kuminuijalla tiiviisti paikoilleen linjalangan mukaisesti. Seinän suoruutta tarkastetaan ja vahditaan linjalangan ja vesivaa'an avulla jatkuvasti. Harkkojen yläpintaan jääneet mahdolliset kohoumat tai roskat poistetaan ennen seuraavan liimakerroksen levittämistä ja uuden harkkokerroksen asentamista paikoilleen. Harkkojen pontatuissa pystysaumoissa laastia ei tarvita normaaleissa olosuhteissa, mutta märkätiloissa laastia käytetään myös pontatuissa yläsaumoissa. Ylipursuava laasti poistetaan ennen sen kuivumista. Oviaukkojen ylitys tehdään tehdasvalmisteisilla aukonylityspalkeilla, kuten kuvassa 4 on esitetty. (Weber 2017.)



Kuva 4. Aukonylityspalkin asennus seinään (Weber 2017)

LVIS-asennuksille tarvittavat roilot harkkoihin tehdään kulmahiomakoneella, jonka jälkeen LVIS-putket saadaan pujotettua harkkojen sisään, kuten kuvassa 5 on esitetty. Roilot ja aukot voidaan myöhemmin täyttää esimerkiksi muurauslaastilla. Muurauksen yläsauman täyttö tehdään saumanauhalla, survomalla sauma täyteen laastia tai viimeistelemällä villalla. (Weber 2017.)



Kuva 5. LVIS- putkien asennus kahi-seinään (Weber 2017)

Talvella muuratessa huolehditaan, että laastin lämpötila ei laske ennen muurauksia alle +5 asteeseen. Muurauksen jälkeen laasti pidetään lämpimänä noin 30 minuutin ajan, kunnes laastin vesipitoisuus on laskenut enintään 6 painoprosenttiin. (Weber.)

2.1.5 Lopettavat työt

Työn jälkeen varmistetaan, että ohutsaumamuuraus täyttää sopimusasiakirjoissa sovitut vaatimukset pinnan laadun, rakenteen lujuuden ja mittatarkkuuden osalta. Muihin rakenteisiin lentäneet laastit poistetaan ja työpiste siivotaan muurauksesta syntyneestä kiviätteestä ja muista roskista. Muurauksessa käytetty kalusto pestään mahdollisimman hyvin. Työ tarkastetaan ennen luovutusta ja rakenteet tarkastetaan ennen niiden peittymistä muiden rakennusosien alle ja tarkastus dokumentoidaan. Muurattu rakenne suojataan sään ja muiden tekijöiden haitallisilta vaikutuksilta. Tarkastuksesta ja mahdollisista huomautuksista ja korjausehdotuksista tehdään tarkastuspöytäkirja. Lopuksi tehdään luovutuskirjat, jotka annetaan rakennuttajalle. (Ratu 42-0291, s.10.)

2.2 Laatuvaatimukset

Kahi-harkkomuurauksessa käytetään taulukon 3 mukaisia mittatarkkuusluokkia. Asuinrakentamisessa, jossa ei aseteta erityisen suuria ulkonäkövaatimuksia, käytetään luokan 2 mukaisia laatuvaatimuksia.

	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Seinä			
– paksuus	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
– käyryys	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
– kaltevuus	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
– kaltevuus enintään	12 mm	18 mm	30 mm
– kaltevuus toisiin rak.osiin rajoituessa	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
– etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Varaukset			
– mitat	± 10 mm	± 15 mm	± 25 mm
– sivusijainti tai korkeusasema perussuorasta tai -pisteestä	± 5 mm	± 10 mm	± 15 mm
Aukot			
– mitat	± 3 mm	± 5 mm	± 8 mm
– sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2 mm	± 3 mm	± 5 mm
Puhtaaksi muuratun sauman poikkeama pystysuorasta			
– limitetty muuri	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
– limitämätön muuri	± 2 mm	± 5 mm	± 8 mm
Sauman syvyys pintaan verrattuna	3 mm	3 mm	3 mm
Vaakasauman paksuus	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
Pystysauman paksuus	± 5 mm	± 5 mm	± 8 mm

Taulukko 3. Kahi-harkkomuurauksen sallitut mittatarkkuuspoikkeamat (Ratu 1193-S)

3 AKO-elementit

AKO-seinäelementti on Rakennusbetoni ja -elementti Oy:n valmistama kevytso-rabetoninen elementti. Elementit ovat raudoittamattomia, 600 mm leveitä, huone-tilan korkuisia ja ontelorakenteisia. Pystysaumoista pontatut mittatarkat elementit on helppo ja nopea asentaa. Pystysuuntaiset ontelot keventävät elementtejä ja mahdollistavat LVIS-tekniikan helpon asentamisen rakenteisiin. Kuvassa 6 on hyvä havainnekuva AKO-elementeistä. (RT- 38768.)



Kuva 6. AKO-elementtejä (Rakennusbetoni 2014)

Keveystä rakenteesta huolimatta elementti tarjoaa kiviseinän edun. AKO-seinä on kosteuden kestävä, luja, palamaton, helposti työstettävä ja hyvin ääntä eristävä. Elementin pinta on tasainen ja luja, jonka vuoksi tasoitustarve on vähäinen. Tuotteet ovat CE-merkittyjä ja elementeillä on M1-päästöluokitus. (RT-38768.)

AKO-elementtejä valmistetaan neljällä eri paksuudella: 68, 92, 120 ja 130 mm. Korkeudeltaan elementtejä valmistetaan 2500, 2700, 3000 ja 3300 mm. Tarvittaessa elementit voidaan valmistaa erikoismittaisina edellä mainittujen pituuksien rajoissa. Taulukossa 4 on eritelty eri AKO -tuotteiden teknisiä tietoja. (Rakennusbetoni 2014.)

Tuote	Mitat (mm)	Paino (kg/kpl)	Seinä (m ² /kpl)	Pakkaus (kpl/lava)	Reiän halkaisija (mm)	Rw (dB)	Palo- luokitus
AKO 6825	68x600x2500	93	1,50	10	38	38	EI30
AKO 68255	68x600x2550	94	1,53	10	38	38	EI30
AKO 6827	68x600x2700	100	1,62	10	38	38	EI30
AKO 68278	68x600x2780	104	1,67	10	38	38	EI30
AKO 6830	68x600x3000	112	1,80	10	38	38	EI30
AKO 9225	92x600x2500	117	1,50	8	62	41	EI60
AKO 92255	92x600x2550	119	1,53	8	62	41	EI60
AKO 9227	92x600x2700	126	1,62	8	62	41	EI60
AKO 92278	92x600x2780	130	1,67	8	62	41	EI60
AKO 9230	92x600x3000	140	1,80	8	62	41	EI60
AKO 9233	92x600x3300	154	1,98	8	62	41	EI60
AKO 12025	120x600x2500	162	1,50	6	62	44	EI120
AKO 120255	120x600x2550	165	1,53	6	62	44	EI120
AKO 12027	120x600x2700	175	1,62	6	62	44	EI120
AKO 120278	120x600x2780	180	1,67	6	62	44	EI120
AKO 12030	120x600x3000	194	1,80	6	62	44	EI120
AKO 12033	120x600x3300	214	1,98	6	62	44	EI120
AKO 13025*	130x600x2500	248	1,50	5	62	48	EI120
AKO 130255*	130x600x2550	252	1,53	5	62	48	EI120
AKO 13027*	130x600x2700	267	1,62	5	62	48	EI120
AKO 130278*	130x600x2780	275	1,67	5	62	48	EI120
AKO 13030*	130x600x3000	297	1,80	5	62	48	EI120
AKO 13033*	130x600x3300	327	1,98	5	62	48	EI120

Taulukko 4. AKO-elementtien tekniset tiedot. (Rakennusbetoni 2014)

3.1 Käyttökohteet

AKO-seinäelementti sopii käytettäväksi useaan eri väliseinäratkaisuun (Taulukko 5). Huoneistojen väliset seinät voidaan toteuttaa myös käyttämällä yhdistelmä-ratkaisua. Rakenteesta tehdään tällöin AKO-120 + ilmarakoväli 2 mm + AKO-68. Tällä rakenteella voidaan toteuttaa väliseinäratkaisuja niin rivi-, pari- ja kerrosta-loissa. (RT 38768; Rakennusbetoni 2014.)

AKO-68	EI 30	R_w 38 dB
<ul style="list-style-type: none"> • Asuinrakennukset 		
AKO-92	EI 60	R_w 41 dB
<ul style="list-style-type: none"> • Asuinrakennukset • Varastot ja tekniset tilat • palvelutalot ja sairaalat ym. terveydenhoitotilat • Liikunta- ja liiketilat 		
AKO-120	EI 120	R_w 44 dB
<ul style="list-style-type: none"> • Varastot ja tekniset tilat • Toimistot • palvelutalot ja sairaalat ym. terveydenhoitotilat • Liikunta- ja liiketilat • Koulut ja päiväkodit 		
AKO-130	EI 120	R_w 48 dB
<ul style="list-style-type: none"> • Toimistot • palvelutalot ja sairaalat ym. terveydenhoitotilat • Koulut ja päiväkodit 		

Taulukko 5. AKO-elementtien käyttökohteet, paloluokat ja ilmanääneneristävyys (RT 38768)

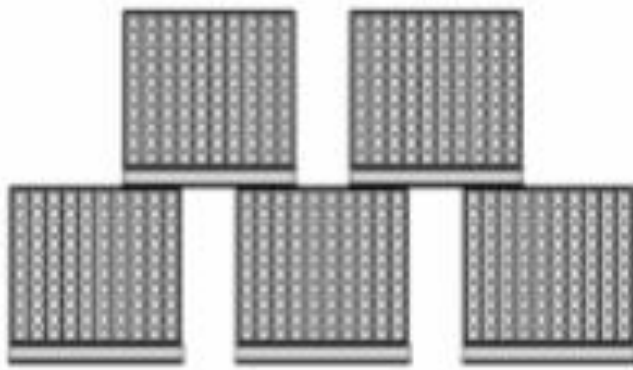
3.2 Työn vaiheet

AKO-elementtien työn vaiheisiin kuuluvat elementtien vastaanotto ja varastointi työmaalla, seinälinjojen mittaus, muut aloittavat työt, elementtien asennus ja läpivientien teko.

3.2.1 Logistiikka ja elementtien käsittely työmaalla

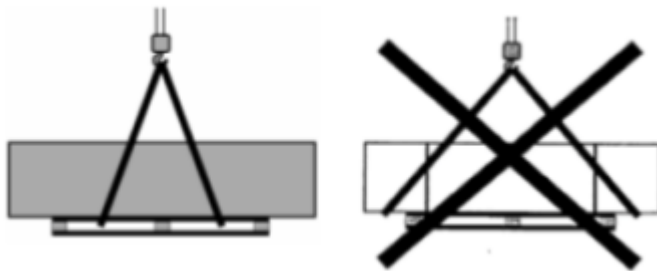
Elementit toimitetaan työmaalle lavapakkauksissa muoviin suojattuina. Pakkauksen korkeus on 760 mm, leveys 750 mm ja pituus vastaa elementin korkeutta. Elementtien kappalemäärät pakkauksessa ovat taulukon 6 mukaisesti. (Rakennusbetoni 2014.)

AKO-lavat varastoidaan tasaiselle alustalle tai maahan niin, että enintään kaksi lavaa on päällekkäin, kuvan 7 mukaisesti. Turhilta lavojen siirtämiseltä työmaalla vältytään, jos lavat nostetaan suoraan kuljetuskalustosta rakennuksen holveille jo runkotyövaiheessa jakolistan mukaan. Lavat siirretään holville asennuspaikan läheisyyteen esteettömään paikkaan. Lavoja ei saa sijoittaa kerroksiin päällekkäin, asennuslinjojen päälle tai huoneiden nurkkiin. (Rakennusbetoni 2014.)



Kuva 7. AKO-elementtien varastointi työmaalla (Rakennusbetoni 2014)

AKO-lavoja tulee käsitellä yksi lava kerrallaan ja nostaa lavapakkauksen käsitteilyohjeen mukaisesti. Noston onnistuminen turvallisesti varmistetaan niin, että lava tukee elementtejä mahdollisimman hyvin noston ajan. Nostoliinat, trukin piikit tai haarukkapumppu on sijoitettava lavan alle, kuten kuvassa 8 on esitetty.



Kuva 8. AKO-elementtien nosto liinoilla (Rakennusbetoni 2014)

Pakkaus on hyvä avata päistä heti elementtien sisään nostamisen jälkeen, jotta kosteus pääsee tasaantumaan huonekosteuden mukaiseksi. Loput muovit poistetaan, kun asennustyön alkaa. Pakkauksen avaamisen jälkeen on varmistettava, että irralliset elementit eivät pääse kaatumaan. Elementit voidaan tukea pystymään pystyssä esimerkiksi ruuvipuristimella. (Rakennusbetoni 2014)

Yksittäisiä AKO-elementtejä siirretään rakennuksessa kuljettamiseen tarkoitulla kuljetuskärryllä. Elementtejä voidaan myös siirtää käsin kuvan 9. mukaisesti rautatangoilla. Rautatangot sijoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti AKO-elementin kolmanneksi ylimpään onteloon. (Rakennusbetoni 2014).



Kuva 9. Yksittäisten AKO-elementtien siirto työmaalla (Rakennusbetoni 2014)

3.2.2 Aloittavat työt

Ennen elementtien asennusta tehdään alkuvalmistelut asennuksen onnistumisen takaamiseksi. Rakennustyömaan mittamies mittaa seinälinjat, mahdolliset seinien liittymäkohdat toiseen seinärakenteeseen, nurkkien paikat ja oviaukkojen paikat. Mitat ja seinälinjat on järkevintä merkitä kattoon värilangalla, sillä lattiaan merkatut mitat ja pisteet voivat helposti kulua pois. Tämä on hyvä suorittaa jo rakennuksen runkotyövaiheessa, jolloin tarvittavat putkitukset ja varaukset saadaan oikeille paikoilleen. LVIS-töiden valmius on hyvä tarkastaa jo hyvissä ajoin ennen väliseinäelementtien asennusta. Keskeneräiset LVIS-työt ovat yleisiä ongelmia AKO-väliseinäelementtejä asennettaessa. (Rakennusbetoni 2014, Ratu 1193-S.)

Asennustilan riittävästä lämpötilasta on huolehdittava etenkin kylminä vuodenaikoina. Elementtejä asennettaessa tulee huonetilan, AKO-elementtien ja AKO-liiman lämpötilan olla vähintään + 10 astetta. Samat lämpötilaolosuhteet on säilytettävä myös vähintään 2 vuorokauden ajan asennustyön jälkeen. (Rakennusbetoni 2014.)

Ennen asennustyötä on vielä huolehdittava, että elementit ovat kuivia ja asennusalusta on tukeva ja riittävä. Elementtiasentajalla tulee olla tarvittava puhdas vesi ja sähkö käytettävissä liiman tekemistä ja elementtien sahausta varten. Työkohteeseen tulee olla rauhoitettu ja valmis asennustyötä varten, eikä työkohteessa ja seinälinjalla saa olla mitään ylimääräistä tavaraa. Työryhmälle annetaan tarvittavat pohjapiirustukset, detaljit, rakennus- ja työselostus ja materiaalivalmistajien

ohjeet käyttöön. Työnjohto osoittaa asennusryhmälle paikan, johon asennuksesta ja elementtien leikkauksesta syntyvä rakennusjäte siirretään. (Rakennusbetoni 2014.)

AKO-väliseinäelementtien laadunvarmistus voidaan toteuttaa samoin keinoin, kuten Kahi-harkkomuurauksessa luvussa 2.1.2 on kerrottu. Eli tarkistetaan työntekijöiden pätevyys, pidetään aloituspalaveri, tehdään mallityö, noudatetaan valmistajien ohjeita ja tehdään työkohteen vastaanottotarkastus.

3.2.3 Asennustarvikkeet

Elementtien nosto pystyyn voidaan suorittaa kätevästi AKO-nostimella. Tällöin painavan elementin nosto ja siirto ei ole ainoastaan asentajien varassa, jolloin voimia säästyy ja asentaminen on nopeampaa ja tehokkaampaa. Ahtaissa paikoissa nostinta ei välttämättä pysty käyttämään, jolloin nosto tapahtuu käsin nostamalla. Tällöin on huolehdittava turvalliset ja ergonomiset työskentelytavat.

Elementtien asennuksessa käytetään elementtien yläpäässä puukiiloja ja elementtien alapäässä korokepaloja. Elementtien lyhennykset ja kavennukset tehdään aina timanttiteräisellä betonileikkurilla. Asennustarvikkeet kokonaisuudessaan esitetty taulukossa 6. (Rakennusbetoni 2014.)

Materiaalit ja kalusto asennustyötä varten
Mittauskalusto
Nosto- ja siirtokalusto
Liiman- ja laastisekoittimet, sekä tarvittavat astiat
Timantti- tai kovametalliteräinen kulmahiomakone
Työtasot
Saumaustyökalut
AKO-liima ja laasti
Vesipiste
Kiilat, asennuslevyt, ohjuri- ja tukipuutavara
Valaisimet
Jäteastiat
Henkilökohtaiset suojarusteet

Taulukko 6. Materiaalit ja kalusto elementtien asennustyössä (Ratu 1193-S)

3.2.4 Elementtien asennus

AKO-seinäelementit asennetaan seinälinjan taakse asennettua asennustukea vasten, jota vasten elementit kannatetaan. Elementti nostetaan pystyyn seinälinjalle alasauman korkopalojen päälle ja kiilataan yläpäästä paikoilleen puukiiloilla. Elementin pystysuoruus tarkistetaan vesivaa'an avulla. Elementin yläsauman paksuus tulee olla 5–20 mm, jotta sinne saadaan laitettua polyuretaanivaaho tai tarvittaessa palo-osastoinnin vaatiessa palokatko. Alasauman tulee olla 5–30 mm paksu, jos käytetään muurauslaastia tai pystysaumabetonia. Tasaisilla lattiapinnoilla alasauma voidaan täyttää myös AKO-liimalla, jolloin alasauman paksuuden tulee olla alle 5 mm. Tällöin liima levitetään lattialle, jonka päälle elementti asennetaan. (Rakennusbetoni 2014.)

Ennen toisen elementin kiinnittämistä levitetään AKO-liima kiinnitetyn elementin ponttisaumaan. Kiinnitettävä elementti nostetaan paikoilleen ja sitä liikutellaan ylös–alassuunnassa asennusraudan tai purkuraudan avulla kiinnitettyä elementtiä vasten. Näin varmistetaan, että liima leviää elementtien väliin kunnolla. Pursuava liima tasoitetaan lastalla. Jos pursuamista ei tapahdu, liimaa ei ole tarpeeksi tai asennettava elementti ei ole kunnolla paikoillaan. Elementin ollessa paikoillaan kiilataan taas yläpää puukiiloilla paikoilleen ja tehdään vielä tarkistuspysty- ja vaakasuunnassa. Ylipursunnut liima ja laasti poistetaan ennen kuivumista. Väliseinälaattojen linjaus tarkastetaan vähintään kolmen elementin liimauksen jälkeen. Asennuksen aikana likaantuneet pinnat puhdistetaan ja vahingoittuneet pinnat korjataan. Kuvassa 10 on AKO-elementtien asennusta. (Rakennusbetoni 2014.)



Kuva 10. AKO- elementtien asennusta (Rakennusbetoni 2014)

Elementtien nurkkaliitokset liimataan AKO-liimalla ja nurkkaliitokset vahvistetaan alle 3300 mm:n seinässä kahdella, ja yli 3300 mm:n seinissä kolmella 8 mm halkaisijaltaan olevilla naulatulpilla. Kuvassa 11 on havainnekuva nurkkaliitoksen vahvistuksesta naulatulpalla. (Rakennusbetoni 2014.)



Kuva 11. AKO-elementin naulatulppa (Rakennusbetoni 2014)

Ovien ylityksiä tehdessä ovien kohdalle jätetään aukko. Sopiva ovenylityspala leikataan elementistä niin, että elementin ontelot ovat vaakasuorassa. Ovenylityspala asennetaan ja tuetaan pystyssä olevien elementteihin kiinnitettyjen latta-rautojen varaan. Palan voi tarvittaessa tukea asennustyön ajaksi. Kappale kiinnitetään polyuretaanivaahdolla. Pystysaumot ja yläsauma täytetään AKO-liimalla.

Kuvassa 12 on ovenylityspala asennettuna AKO-seinään. (Rakennusbetoni 2014.)



Kuva 12. Ovenylityspala (Rakennusbetoni 2014)

Isoissa eli 1200–1400 mm:n levyisissä oviaukoissa ovenylityspala tuetaan T-profiiliteräksellä tai kahdella L-profiiliteräksellä, selät vastakkain hitsattuina. Teräsprofiili asennetaan elementin kylkeen ja kiinnitetään AKO-liimalla tai muurauslaastilla. (Rakennusbetoni 2014.)

AKO-elementti kiinnitetään muihin rakenteisiin puskusaumalla. Kosteissa tiloissa vesieristettävä puoli puskusaumasta täytetään AKO-liimalla tai muurauslaastilla. Kuivissa tiloissa puskusauma tiivistetään polyuretaanivaahdolla. Seinien pysyessä pysyminen varmistetaan elementin nurkkiin tulevilla naulatulpilla. (Rakennusbetoni 2014.)

3.2.5 Läpiviennit ja reiät

Reiät ja läpivientien kohdat tehdään sähköporakoneella ja aina kovapala- tai timanttiterällä. Elementin halkeamisriskin vuoksi piikkauskonetta tai vasaraa ei saa käyttää seinän läpivientejä tehdessä. Läpiviennit täytetään sementtipohjaisella laastilla. Elementin yläosan reikien ja läpivientien tekemisen voi välttää jo asennusvaiheessa. Elementin asentaja voi ennakoida tilanteen sahaamalla elementtiä matalammaksi, jolloin seinään syntyy tekniikka-aukko. Myöhemmin tek-

niikka-aukon voi tarvittaessa muurata umpeen. Tämä on nopeampi ja pölyttömämpi vaihtoehto kun timanttileikkurilla reikien ja läpivientien tekeminen jälkeensä. (Rakennusbetoni 2014.)

Sähkörasioille porataan sopivan syvyinen ja kokoinen reikä, jonka sisältä hakataan vasaralla tiellä olevat elementin osat pois, jotta rasia saadaan paikoilleen. Rasiat kiinnitetään lopuksi muurauslaastilla. (Rakennusbetoni 2014.)

3.3 Laatuvaatimukset

AKO-elementtien asennukseen ja valmiin työn laatuun voidaan soveltaa harkko-muurauksen ja betonielementtien asennuksen laatuvaatimuksia. Taulukossa 3 nähdään AKO-seinäelementtien mittatarkkuuden laatuvaatimukset. Asuinrakentamisessa, jossa ei aseteta erityisen suuria ulkonäkövaatimuksia, käytetään luokan 2 mukaisia laatuvaatimuksia. (Ratu 1193-S.)

4 Työturvallisuus

Jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö täytyy perehdyttää työmaalle. Työnjohto perehdyttää asennusryhmän ennen töiden aloittamista. Perehdytyksessä käydään läpi rakennustyömaa yleisesti, sekä henkilökohtaisten suojavälineiden käyttö. Työmaalla työskentelevällä henkilöllä täytyy myös olla suoritettuna työturvallisuuskortti, sekä omistaa kuvallinen henkilökortti, jossa näkyy henkilön veronumero. Työnjohto ja urakoitsija pitää myös aloituspalaverin suoritettavasta työstä. (Ratu 42-0291.)

Aloituspalaverissa käydään läpi työn toteutuksen ja onnistumisen edellyttämät asiat: tehtävä- ja laatusuunnitelmat, laadunvarmistus ja työturvallisuusasiat, materiaalien varastoinnin, suojausten ja säilytysten hoitaminen, työajat ja aikataulut, sekä työn vastuhenkilöt. Aloituspalaverissa on hyvä tehdä työn turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelmassa käydään läpi turvalliset työskentelytavat, kartoitetaan työhön liittyvät riskit ja vaaratekijät eli pyritään varmistamaan mahdollisimman turvallinen työsuoritus. (Ratu 42-0291; Ratu 1193-S.)

4.1 Kahi

Kahi-harkkojen ohutsaumamuurauksessa turvallisista työskentelytavoista kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota hyvään ergonomiaan, huolelliseen työkoneiden käyttöön sekä telineillä työskennellessä varovaisuuteen liikuttaessa telineillä. Huolehditaan ja varmistetaan telineiden ja työtasojen tukevuus ja oikea korkeus sekä noudatetaan annettuja turvallisuusohjeita koneilla ja telineillä työskennellessä. Taulukossa 7 on lueteltu mahdollisia vaaratekijöitä ohutsaumamuurauksen aikana ja kuinka niitä voidaan ennaltaehkäistä.

Tehtävä työ	Liittyvä vaara	Suojaus/Toimenpide
Laastin teko	Pöly	Hengityssuojain, imurin käyttö
Harkkojen sahaus	Pöly, henkilövahingot	Hengityssuojain, turvallinen harkkojen sahaus/katkaisu
Telinetyöt, työskentely työtasoilla	Putoaminen, kompastuminen, selkäkivut yms.	Telineiden oikeaoppinen asennus (korkeus, tukevuus), ergonomiset työskentelytavat
Harkkojen kuljetus ja siirto	Harkkojen kaatuminen tai rikkoontuminen, henkilövahingot	Harkot siirrettävä turvallisesti ja ergonomisesti, harkkokärryt apuna.
Harkkojen asennus	Harkkojen rikkoontuminen	Huolellinen työskentely
Reikien ja varausten teko	Pöly, roskan lento silmiin	Henkilökohtaiset suojaimet

Taulukko 7. Esimerkki ohutsaumamuurauksen vaaratekijöistä

4.2 AKO

AKO- elementtien asennustyössä tulee kiinnittää erityistä huomiota elementtien nostoihin ja siirtoihin. Elementit ovat isoja ja painavia, jolloin epäergonomiset ja varomattomat työskentelytavat voivat aiheuttaa työtapaturmia. Elementtejä asennettaessa on suositeltavaa käyttää kaikkia saatavilla olevia asennusvälineitä asennuksen helpottamiseksi. Elementtien sahausesta syntyvää pölyä tulee huoneiloihin paljon, vaikka sahatessa käytetäänkin vettä, jolla pölyä yritetään sitoa. Pöly on terveydelle haitallista. Taulukossa 8 on lueteltu mahdollisia vaaratekijöitä AKO-elementtien asennustyön aikana ja ennaltaehkäisyn keinoja.

Tehtävä työ	Liittyvä vaara	Suojaus/Toimenpide
Laastin teko	Pöly	Hengityssuojain, imurin käyttö
Elementtien sahaus	Pöly, henkilövahingot	Hengityssuojain + muut suojaimet, turvallinen elementtien sahaus, veden käyttö pölyn sitomiseen, Ilmapuhdistimen käyttö
Elementtien asennus ja siirto	Elementtien kaatuminen tai rikkoontuminen, henkilövahingot	Elementit siirrettävä ja asennettava turvallisesti, sekä ergonomisesti, kelkan käyttö apuna tarvittaessa
Reikien ja varausten teko	Pöly, roskan lento silmiin	Henkilökohtaiset suojaimet

Taulukko 8. Esimerkki riski- ja vaaratekijöistä AKO- elementtien asennustyössä

5 Aikataululaskenta

Työssä käytettiin aikatauluvertailuna kuvitteellisen 6-kerroksisen kerrostalon märkätilojen väliseinien asennustyötä kesällä AKO-elementeillä tai Kahi-väliseinäpönttiharkoilla. Märkätilojen väliseiniä arvioitiin olevan 6-kerroksisessa kerrostalossa 700 m², minkä perusteella työn kestot laskettiin molemmille materiaaleille. Molempien materiaalien työn kestot laskettiin Ratusta saatujen työmenekien mukaan. Laskuissa käytetään ja vertaillaan tehollisia T3-työvuoroaikoja, jotka eivät sisällä yli tunnin mittaisia häiriöitä tai keskeytyksiä.

5.1 Kahi

Ohutsaumamuurauksen työryhmä on yleensä 2 rakennusmiestä. Esimerkkilaskuna käytetään luvun 5 mukaista kuvitteellista kuusikerroksisen kerrostalon märkätilojen väliseinien ohutsaumamuurauksista. Oletetaan, että harkot on siirretty nosturilla valmiiksi ennen muuraustyön aloittamista muurauspaikkojen läheisyyteen, josta harkot siirretään käsin ja tiilikärrien avulla muurauspaikalle.

Esimerkkilaskun ohutsaumamuurauksen T3 on 0,74 tth/m², jotka laskettiin taulukon 9 mukaan. Taulukossa 10 eritelty jokaisen työnosan menekit ja työnkesto. Kohteen muuraustyö sisältää harkkojen käsin siirrot, mittauksen, telinetyöt, laas-

tinvalmistuksen, muuraustyön, sekä lopettavat työt. Koko rakennuksen märkätilojen väliseinien ohutsaumamuurausten työn kesto voidaan laskea alla olevilla kaavoilla 1 ja 2.

$$\text{Kokonaistyömenekki [tth]} = \text{Määrä [yks]} \times \text{Työmenekki [tth/yks]} \quad (1)$$

$$\text{Työn kesto [tv]} = \frac{\text{Kokonaistyömenekki [tth]}}{\text{Työryhmä} \times 8 \text{ [h/tv]}} \quad (2)$$

Työmenekki

Harkkoväliseinän muuraus		työmenekki			
Siirrot					
– nosturi		0,01 tth/m ²			
– käsinsiirrot		0,10 tth/m ²			
Mittaus		0,04 tth/m ²			
Telinetyöt, työtasot		0,05 tth/m ²			
Muurauslaastin valmistus ja siirrot (50 kg/erä)					
– laastimylly	yksiuraiset	0,24 tth/m ²			
	kaksiuraiset	0,48 tth/m ²			
	eristeharkot	0,40 tth/m ²			
– säiliö ja pumppu		0,20 tth/m ²			
Liimalaastin valmistus ja siirrot (25 kg/erä)					
– vispilä, liimalaasti	leveys 100 mm	0,06 tth/m ²			
	leveys 200 mm	0,09 tth/m ²			
	leveys 375 mm	0,14 tth/m ²			
– kalkkihiekkaharkot		0,02 tth/m ²			
Harkkomuuraus					
– harkkomuuraus, 8,33 kpl/m ²		0,41 tth/m ²			
– harkkoliimaus, 8,5 kpl/m ²		0,34 tth/m ²			
– harkkoliimaus, 17 kpl/m ²		0,51 tth/m ²			
Lopettavat työt		0,02 tth/m ²			
Määrä	50 m²	100 m²	200 m²	400 m²	800 m²
kerroin	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

Taulukko 9. Kahi ohutsaumamuurausten työmenekit (Ratu 1193-S)

Työnosa	Määrä	Yksikkö	Työnosan työmenekki [tth/yks]	Yhteensä [tth]	SMK	Kokonaistyömenekki [tth]	Työnkesto [tv]
Käsinsiirrot	700	m ²	0,1	70	0,9125	63,9	3,99
Mittaus	700	m ²	0,04	28	0,9125	25,6	1,60
Telinetyöt	700	m ²	0,05	35	0,9125	31,9	1,99
Laastinvalmistus	700	m ²	0,02	14	0,9125	12,8	0,80
Muuraustyö	700	m ²	0,51	357	0,9125	325,8	20,36
Lopettavat työt	700	m ²	0,02	14	0,9125	12,8	0,80
		YHT.	0,74	518		472,68	29,54

Taulukko 10. Ohutsaumamuurauksen kokonaismenekit

Talvella suoritettussa ohutsaumamuurauksen työmenekkejä laskettaessa on vielä huomioitava talvihaitta- ja lisäaikaprosentit eri lämpötiloille, jotka on ilmoitettu taulukossa 11. Tässä työssä ei lasketa talven vaikutusta ohutsaumamuuraukseen.

Lämpötila °C	0...-2,5	-2,5...-7,5	-7,5...-12,5	yli -12,5
Työajan lisäys, %	10	25	35	45

Taulukko 11. Ohutsaumamuurauksen talven lisäaikaprosentit (Ratu 42-0291)

5.2 AKO

AKO-elementtien asennusryhmään kuuluu yleensä 2 rakennusmiestä. Esimerkkilaskentana käytetään luvun 5 mukaista kerrostalojen märkätilojen väliseinien asennustyötä AKO-92-elementeillä. Laskennassa oletetaan, että elementit nostettiin nosturilla kerrokseen valmiiksi ennen asennustyön alkamista. Elementtien saumaus laskettiin neliöille, josta saatiin menekiksi 0,032 tth/m².

AKO-väliseinäelementtien asennuksen työmenekki T3 esimerkkikohteessa on 0,492 tth/m², joka saatiin taulukosta 12. Menekeissä huomioitiin elementtien käsin siirrot, mittaus, elementtien asennus, elementtien saumaus ja lopettavat työt. Taulukossa 13 on laskettu AKO-väliseinäelementtien menekit eri työnosille.

Työmenekki

Väliseinäelementtien asennus	työmenekki				
Siirrot					
– nosturi	0,03 tth/m ²				
– käsinsiirrot	0,10 tth/m ²				
Mittaus	0,09 tth/m ²				
Kevytbetonilaatat					
– asennus					
- seinä	0,35 tth/m ²				
- hormi	0,65 tth/m ²				
Kevytsorabetonielementit					
– asennus					
- seinä	0,25 tth/m ²				
- hormi	0,45 tth/m ²				
– saumaus	0,04 tth/jm				
Lopettavat työt	0,02 tth/m ²				
Kohteen suoritemäärän vaikutus työmenekkiin					
Määrä	100 m²	200 m²	400 m²	800 m²	1600 m²
kerroin	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

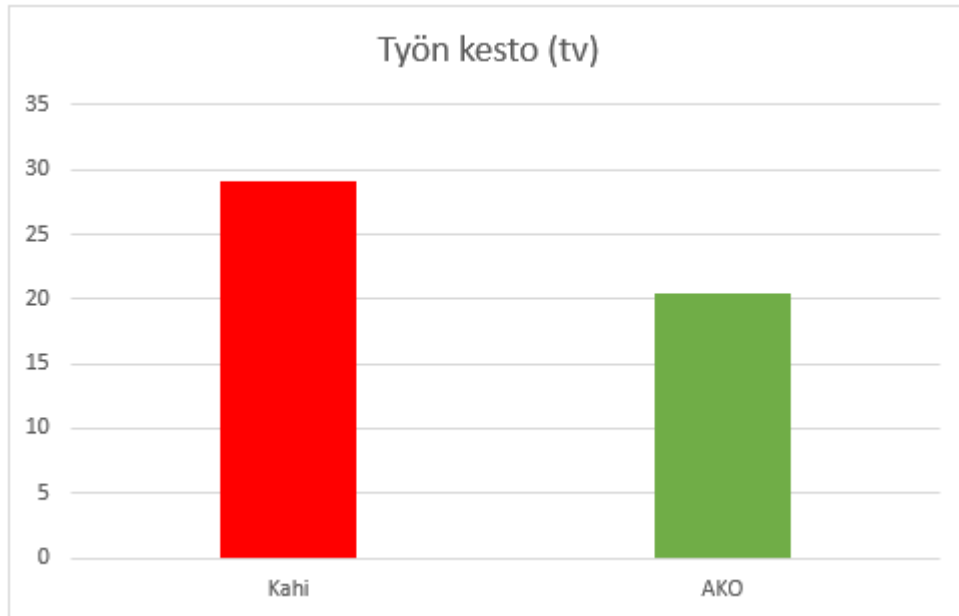
Taulukko 12. AKO-väliseinäelementin työmenekit (Ratu 1193-S)

Työnosa	Määrä	Yksikkö	Työnosan työmenekki [tth/yks]	Yhteensä [tth]	SMK	Kokonaistyömenekki [tth]	Työnkesto [tv]
Käsinsiirrot	700	m ²	0,1	70	0,9625	67,4	4,21
Mittaus	700	m ²	0,09	63	0,9625	60,6	3,78
Elementtien asennus	700	m ²	0,25	175	0,9625	168,4	10,53
Elementtien saumaus	700	jm	0,032	22,4	0,9625	21,6	1,35
Lopettavat työt	700	m ²	0,02	14	0,9625	13,5	0,84
		YHT.	0,492	344,4		331,49	20,71

Taulukko 13. AKO-väliseinätyön kokonaismenekit

5.3 Aikataulujen vertailu

Aikatauluja vertaillen nähdään, että väliseinien tekeminen kahi-väliseinäponti-harkoista on huomattavasti AKO-elementtejä hitaampaa. Kahi-harkkojen kahden työmiehen ohutsaumamuurauksen työn kesto esimerkkikohteessa ilman yli tunnin pituisia häiriöitä ja keskeytyksiä on noin 29,5 työvuoraa. Vastaavasti AKO-elementtien asennus kestää noin 21 työvuoraa. Talven vaikutusta asennustöiden keston ei ole huomioitu tässä työssä. Taulukossa 14 on esitetty molempien väliseinäratkaisujen työn kesto.



Taulukko 14. Märkätilojen väliseinätyön työn kesto eri materiaaleille

6 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskelmissa huomioidaan materiaali- ja työkustannukset, materiaalien toimitus työmaalle ja materiaalien hukkaprosentit. Muuraus- ja asennustyö teetetään aliurakoitsijalla. Tässä kustannusvertailuissa molempien väliseinäratkaisujen aliurakoitsija käyttää urakassaan omaa kalustoaan tai hankkii itse asennuksessa tarvittavan kaluston, eli kalusto sisältyy asennushintaan. Aliurakoitsijaa käyttämällä varmistetaan myös työhön vaadittava ammattitaito ja näin myös haluttu laatu ja aikataulussa pysyminen on varmempaa.

Kustannuslaskelma tehtiin kokonaan luvun 5 mukaisesta kuvitteellisesta kohteesta, eikä pohjakuvia, määrälaskelmia tai muita esimerkkikohteen mukaisia lähtötietoja ollut apuna laskelmissa. Kustannuslaskelma on laskettu kesällä tehtävästä asennus- ja muuraustyöstä, jolloin talven vaikutusta ei ole huomioitu tässä työssä. Mahdollisia lisätoita ei myöskään huomioida kustannuslaskelmissa. Tässä esimerkkikohteessa oletettiin märkätilojen olevan ns. peruskylpyhuoneita, joissa ei ole erityispiirteitä tai muuta asennustyötä huomattavasti hidastavaa piirrettä. Kustannuslaskelmissa käytetyt hinnat ovat tavarantoimittajan ja yrityksen välisiä hintoja, eikä niitä salassapitosyiden vuoksi eritellä eri materiaaleille ja työvaiheille.

6.1 Kahi

Kahi-harkkomuurauksen kokonaiskustannuksiin laskettiin kahi-väliseinäponti-harkot, liima, kahi-harkkojen ja liiman rahti työmaalle, ensimmäisen harkkokerroksen muurauslaasti, aukonylityspalkit ja muuraustyö. Kerrostalon märkätiloissa oletettiin olevan 42 oviaukkoa, jonka mukaan aukonylityspalkit laskettiin kustannuksiin. Kahi-ohutsaumamuurauksen kustannuslaskelmien materiaalien, muuraustyön ja rahtien hinnat perustuvat Weberin eli kahi-harkkojen valmistajan, sekä Rakennusliike Evälahti Oy:n hankintapäällikön antamiin hintatietoihin.

6.2 AKO

AKO-elementtien asennustyön kokonaiskustannuksiin laskettiin AKO-elementit, AKO-liima, asennusmateriaalit, elementtien rahti työmaalle ja asennustyö. Kustannuksia AKO-väliseinätyölle laskettaessa kohteessa käytettiin 2700 mm korkeita AKO-92 elementtejä. Elementtien kustannuslaskelmien materiaalien, asennustyön ja rahtien hinnat perustuvat Rakennusbetoni ja -elementti Oy:n eli elementtien valmistajan, toimittajan ja asentajan antamiin hintatietoihin. Kokonaiskustannukseksi saatiin näin AKO-elementtien luotettavin mahdollinen arvo, joka on todella vertailukelpoinen.

6.3 Kustannusten vertailu

Materiaalien, rahtien ja työkustannusten määrät listattiin Microsoft Excel -laskentataulukoon. Kokonaiskustannukset saatiin kertomalla määrät selvitettyillä ja lasketuilla yksikköhinnoilla. Kokonaiskustannuksia tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että kahi-väliseinätyön työkustannus on laskettu toimeksiantajan antamilla hintatiedoilla ja AKO-elementtien asennuksen työkustannus on laskettu elementtien valmistajan ja asentajan antamilla hintatiedoilla.

Kokonaiskustannuksia vertaillaessa nähtiin, että kerrostalon märkätilojen väliseinien muuraus kahi-väliseinäponti-harkkoilla on huomattavasti AKO-väliseinäelementtejä kalliimpaa. Molempien materiaaliveikkojen kokonaiskustannukset on esitetty taulukossa 15. Kahi-kustannukset ovat AKO:n kustannuksia huomattavasti suuremmat, sillä muuraustyö kestää noin 8 työvuorota pidempään kuin

AKO-elementtien asennus ja tämän vuoksi myös kustannukset kasvavat. Taulukossa 15 on molempien väliseinäratkaisujen kokonaiskustannukset.



Taulukko 15. Kahi ja AKO märkätilojen väliseinätyön kokonaiskustannukset

7 Yhteenveto ja pohdinta

Työssä saatiin selville esimerkkikohteen halvin ja aikataulullisesti nopein vaihtoehto väliseinätyön materiaaliksi. Rakennushankkeessa kustannuksia säästävä ja ajallisesti parempi ratkaisu ovat yleensä ne ratkaisevat tekijät materiaalia valittaessa. Aikataulullisesti AKO-elementit ovat aina kahi-harkkoja parempi ratkaisu. Materiaalina AKO-elementit ovat kuitenkin kahi-harkkoja kalliimpia. Työkustannukset nousevat Kahi-harkkoilla kuitenkin niin paljon korkeammaksi kuin AKO-elementeillä, joten AKO-väliseinätyön kokonaiskustannus on huomattavasti kahi-väliseinää halvempi. AKO-elementit ovat myös logistiikan kannalta todella helppo ja miellyttävä vaihtoehto. Elementit nostetaan runkovaiheessa valmiiksi kerrokseen jakolistan mukaan, jolloin kaikki asennuksessa tarvittavat elementit ovat asennuspaikan välittömässä läheisyydessä paljon ennen asennustyön aloittamista.

Rakentamisessa yksi tärkeä ja vaikuttava tekijä materiaalia valittaessa ja parasta lopputulosta haettaessa on myös laatu. Yleisesti kivipohjaiset tuotteet ovat kosteusteknillisesti hyviä vaihtoehtoja märkätilojen väliseiniksi. Myös kalusteiden

asentaminen kivipohjaisiin väliseiniin on helppoa. Molemmat opinnäytetyössä tarkasteltavat materiaalit ovat kivipohjaisia, jotka tarjoavat luotettavan rakenteen märkätiloihin. Miinuksena AKO-väliseinissä on elementtien halkeamisriski. Kahi-harkot ovat mielestäni materiaalin laatuominaisuuksiltaan AKO-elementtejä hie-man kestävämpi vaihtoehto.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus tehdä kustannus- ja aikatauluvertailun lisäksi myös vuositakuupalautteet, mutta riittävästi faktatietoa vuositakuista materiaaleille ei ollut saatavilla opinnäytetyötä varten. Hyvä jatkotutkimusaihe työlle olisi tehdä molemmista väliseinätyypeistä kustannus- ja aikatauluvertailujen lisäksi myös kattava laatuvertailu. Eli tulisi selvittää, että onko kahi-väliseinän kokonaiskustannukset liian suuret laadullisten etujen suhteen verrattuna AKO-väliseinään. Näin väliseinäratkaisusta saisi kokonaisvaltaisemman vertailun, jossa otettaisiin huomioon kaikki materiaalin valintaan vaikuttavat tekijät, myös asiakastyytyväisyys.

Opinnäytetyössä ei myöskään huomioida jälkitöiden vaikutusta väliseinätöiden todellisiin kokonaiskustannuksiin. Eli kaikki mahdollisesti jälkeempäin tehtävät läpiviennit, läpivientikorjaukset, seinäpintojen hionnat ja muut korjaukset ovat jälkitöitä, jotka vaikuttavat töiden todellisiin kustannuksiin. Jälkitöiden määrää on lähes mahdoton arvioida etukäteen, sillä siihen vaikuttaa todella moni asia. Jälkitöiden määrään vaikuttaa esimerkiksi työvirheet, epäselvät urakkarajat, puutteelliset piirustukset, epäpätevä asentaja. Jälkitöiden määrää voidaan kuitenkin vähentää nostamalla väliseinätyön toleranssiluokitusta eli vaatimustasoa. Valitsemalla ammattitaitoisen urakoitsijan, valvomalla urakkaa sekä riittävän hyvällä laadunvarmistuksella ja urakkarajoihin etukäteen perehtymällä voidaan minimoida jälkitöiden määrää.

Mielestäni opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin hyvin ja työ onnistui hyvin, vaikka vuositakuupalautetta ei pystynyt tekemään. Tarvittavat vastaukset saatiin kysymyksiin, joihin haluttiin saada vastaukset. Väliseinävaihtoehdoista saatiin todelliset ja vertailukelpoiset lopputulokset. Lisäksi molemmille materiaaleille saatiin selkeät työhjeet, työvaiheet ja näkökulmia työturvallisuuden kannalta. Aihe oli mielestäni kiinnostava, koska olen ollut mukana työmailla, joissa on käytetty molempia materiaaleja väliseinissä. Vaikka materiaalit olivatkin jo entuudestaan tuttuja, perehtyessä niihin kunnolla opin paljon uusia asioita. Työ opetti minulle

myös kustannuslaskentaa ja kustannusten vertailua. Työssä haastavinta oli kustannuslaskenta ja sen pitkittyminen, sillä hintatietojen saanti materiaaleille vei paljon aikaa.

Lähteet

Isorinne, M. 2019. Aluepäällikkö. Weber. Haastattelu 20.05.2019.

Kivitalo. <https://kivitaloinfo.fi/harkot/kalkkihiekkaharkot/>. Luettu 20.03.2019.

Rakennusbetoni ja elementti Oy. AKO Työ ohjeet. https://www.rakennusbetoni.fi/application/files/3314/7280/5987/AKO_Wall_RT-kortti.pdf. Luettu 02.04.2019.

Rakennusmaailma. 2014. Muuraa liimaamalla. <https://rakennusmaailma.fi/muuraa-liimaamalla/>. Luettu 04.04.2019.

Rakentaja. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/12538/palamaton_valiseina_nopeasti_kahi_saint_gobain_weber.htm. Luettu 25.03.2019

Ratu 1193-S. Väliseinät ja alakatot. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/18681#page=1>. Luettu 20.03.2019.

Ratu 42-0290. Harkkomuuraus. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/17355#page=1>. Luettu 20.03.2019.

Ratu 42-0291. Ohutsaumamuuraus. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/17744#page=1>. Luettu 20.03.2019.

RT 35-10841. Kalkkihiekkaharkot. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/2920#page=1>. Luettu 20.03.2019.

RT 38768. KevytSORabetoninen seinäelementti AKO. Rakennusbetoni- ja elementti Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/3344#page=1>. Luettu 02.04.2019.

Salo, J. 2019. Myyntipäällikkö. Rakennusbetoni ja -elementti Oy. Haastattelu 24.05.2019.

SisäRYL. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt 2013. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/8039#page=1>. Luettu 28.03.2019.

Talonrakennusteollisuus ry 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Vauhkonen, M. 2019. Hankintapäällikkö. Rakennusliike Evälahti Oy. Haastattelu 30.05.2019.

Weber. 2017. Kahi-talot, -väliseinät ja Facade -harkkojulkisivut. <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/55001.pdf>. Luettu 20.03.2019.