

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KEVYTSORABETONIELEMENTTIEN ASENNUKSEN PÖLYNHALLINTA RA- KENNUSTYÖMAALLA

Case Äänekosken yhtenäiskoulu

TEKIJÄ Jarno Mäkikoivu

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Jarno Mäkikoivu			
Työn nimi Kevytsorabetonielementtien asennuksen pölynhallinta rakennustyömaalla			
Päiväys	13.5.2024	Sivumäärä/Liitteet	42
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusbetoni- ja Elementti Oy			
Tiivistelmä			
<p>Rakennustyömaan pölynhallinta on erittäin tärkeä osa rakennustyömaan työturvallisuutta. Työturvallisuus kuuluu kaikille ja on yksi suurimmista rakennustyömaan työhön vaikuttavista tekijöistä. Rakennustyömaan pölyt voivat aiheuttaa vakavia ammattitautteja. Pölynhallinnan parantaminen lisää merkittävästi työmaan viihtyvyyttä, mutta ennen kaikkea parantaa turvallisia työolosuhteita. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää AKOwall-kevytsorabetonielementtien asennukseen mahdollisimman kustannustehokas ja asennuksen tuotantoon vähiten vaikuttava pölynhallintaosasto, joka sisältäisi elementtien sahaukseen suunnitellun sahausalustan.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin AKOwall-seinäelementteihin liittyviä ohjeistuksia ja määräyksiä. Lähdeaineiston pohjalta työmaalla suunniteltiin ja kehiteltiin kolme erilaista osastointia. Osastojen kehitystyön lähtökohtana oli suunnitella osasto asentajien kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Osastojen suunnittelussa oli mukana AKOwall-elementtien asennukseen vakiintuneita ammattilaisia, joiden kanssa kävin useita keskusteluita osastojen kehitystyötä varten.</p> <p>Osastojen käytön, suunnittelun ja tutkimustyön aikaansaannoksena luotiin mittakuvat AKOwall-elementtien asennukseen sopivasta osastosta ja sahausalustasta. Näiden tuloksien perusteella AKOwall-elementtien asennukseen ei merkittävästi aiheudu haittaa, ja osastot pystyvät erittäin hyvin rajaamaan asennuksesta mahdollisesti aiheutuvan pölyn siellä, missä asennustyön rajaaminen omaan tilaan ei onnistu. Opinnäytetyössä luotu osasto on esimerkki tarvittaessa tehtävästä pölynhallinta osastosta, mutta on silti vain ensimmäinen laatuaan ja pohjana mahdollisille kehitysideoille.</p>			
Avainsanat pöly, rakennuspöly, kvartsi- ja silikaalipöly, pölynhallinta, AKOwall, kevytsorabetonielementti, rakentaminen, rakennustuotanto, työsuojelu			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Jarno Mäkikoivu	
Title of Thesis Dust Management of Lightweight Concrete Element Installation on a Construction Site	
Date 13 May 2024	Pages/Appendices 42
Client Organisation /Partners Rakennusbetoni- ja Elementti Oy	
<p><b>Abstract</b></p> <p>Dust management on a construction site is a very important part of construction site safety. Work safety concerns everyone and is one of the biggest factors affecting work on a construction site. Dust from the construction site can cause serious occupational diseases. Improving dust management significantly increases the comfort of the site, but above all, improves safe working conditions. The purpose of this thesis was to research and develop a cost-effective and least production-affecting dust management department for the installation of AKOwall lightweight aggregate block elements, which would include a sawing platform designed for element sawing.</p> <p>The thesis examined guidelines and regulations related to AKOwall elements. Based on the source material, three different compartments were designed and developed on the site. The starting point for the development of the compartments was to design the compartment in the best possible way for the installers. Professionals established in the installation of AKOwall elements were also involved in the design and development of the compartments.</p> <p>As a result of the use, design, and research work of the compartments, dimensional drawings were created for a compartment and sawing platform suitable for the installation of AKOwall elements. Based on these results, the installation of AKOwall elements does not significantly cause inconvenience, and the compartments are very good at confining the dust that may be caused by the installation where the confinement of the installation work to its own space fails. The compartment created in the thesis is an example of a dust management compartment to be made if necessary. However, it is still the first of its kind and a basis for possible development ideas.</p>	
<p><b>Keywords</b></p> <p>Dust, construction dust, quartz dust, dust control, AKOwall, lightweight aggregate block element, construction, building production, occupational health and safety</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Tavoitteet.....	6
1.2	Toimeksiantaja .....	6
2	PÖLYNHALLINTA .....	7
2.1	Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnassa .....	7
2.2	Pölynhallinnan tavoitteet .....	7
2.3	Kvartsipölyn torjunta rakennustyömailla .....	7
2.4	Pölynhallintasuunnitelma .....	8
2.5	Osastointi .....	9
3	AKOWALL .....	10
4	OHJEITA BETONI- JA KIVIPINTOJEN TYÖSTÄMISELLE .....	11
4.1	Työtehtävät ja kvartsialtistuminen.....	11
4.2	Laastien sekoituspiste sisätoissa .....	12
4.3	Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset.....	12
4.4	Terve Talo -rakentaminen .....	13
5	ÄÄNEKOSKEN KOULUNMÄEN YHTENÄISKOULU.....	14
5.1	Tilat ja osastointi .....	14
6	PÖLYNHALLINNAN TOTEUTUS YHTENÄISKOULULLA .....	15
6.1	Osastointi versio nro 1 .....	16
6.2	Osastointi versio nro 2 .....	17
6.3	Osastointi versio nro 3 .....	17
7	TUTKIMUSTYÖN TULOKSIA VAIHEITTAIN .....	19
7.1	Osastointi versio nro.1.....	19
7.2	Osastointi versio nro 2 .....	20
7.3	Osastointi versio nro.3.....	22
8	YHTEENVETO.....	27
9	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET .....	29
	LIITE 1: AKOWALL-PÖLYNHALLINTAOSASTO.....	30

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Kvartsi- ja sementtipölyaltistumisen luokittelu (Työterveyslaitos 2022) .....	11
KUVA 2. Työtehtävät ja kvartsialtistuminen (Työterveyslaitos 2022) .....	11
KUVA 3. Timanttisahausta sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset, altistumisen tasoja. (Työterveyslaitos 2022). .....	12
KUVA 4. Ensimmäinen versio osastosta loholla 2 (Mäkikoivu 2024). .....	19
KUVA 5. Ensimmäinen versio sahausalustasta osaston sisältä (Mäkikoivu 2024). .....	19
KUVA 6. Osaston 2 toinen ovi ummistettuna muovilla (Mäkikoivu 2024). .....	20
KUVA 7. Osastoversio nro 2 kulkuaukko (Mäkikoivu 2024). .....	21
KUVA 8. Osasto nro 3 etupuolelta kuvattuna (Mäkikoivu 2024). .....	22
KUVA 9. Osasto oikealta sivulta (Mäkikoivu 2024). .....	22
KUVA 10. Kuva osaston sisältä etuseinänpäin (Mäkikoivu 2024). .....	23
KUVA 11. Kuva osaston sisältä takaseinänpäin (Mäkikoivu 2024). .....	23
KUVA 12. Laastinsekoituspuite osastointi (Mäkikoivu 2024). .....	24
KUVA 13. Sahausalusta, jonka päällä AKOwall-elementti (Mäkikoivu 2024). .....	25
KUVA 14. Sahausalusta, vieressä lavallinen AKOwall-elementtejä (Mäkikoivu 2024). .....	25
KUVA 15. Sahausalustan kaukalo osa (Mäkikoivu 2024). .....	26

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Äänekosken koulunmäenkoulun AKOwall-elementtien asennus- töistä aiheutuvaa pölyä ja sen hallitsemista. Pää tavoitteena on kehittää kohteeseen mahdollisimman hyvä ja toimiva, työmaan henkilöstöä palveleva pölynhallintaosastointi. Työ koostuu pölyn teoria- osuudesta, AKOwall-elementin asennukseen liittyvistä ohjeistuksista sekä käytettävän pölynhallinta- osastoinnin tutkimus- ja toteutusosuudesta.

Valtioneuvoston asetus syöpävaarallisista aineista on tullut voimaan 1.1.2020. (Valtioneuvoston ase- tus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019). Muutos on astunut voimaan portaittain. Sen mukaan syöpää ja muita sairauksia aiheuttava pöly on saatava vähennettyä mahdollisimman alhaiseksi. Viimeisin päivitys valtioneuvostolta on tullut kvartsipölyn torjunnan suhteen 30.1.2024. Opinnäytetyössä tarkastellaan valtioneuvoston asetusta sekä itse pölyä. Tutkitaan vaihtoehtoja, jolla saadaan kohteessa AKOwall-seinien asennuksesta mahdollisesti aiheutuva pöly rajattua tietylle alu- eelle, jotta pölyn vaikutus muihin tilassa työskenteleviin työntekijöihin saataisiin minimoitua. Kohtee- seen suunniteltuja ja toteutettuja pölynhallintaosastointeja voi käyttää kaikki rakennusalaalla pölyäviä töitä tekevät yritykset ja henkilöt.

## 1.2 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana työlle on Rakennusbetoni- ja Elementti Oy. Yrityksen muodostaa Rakennusbetoni- ja Elementti Oy ja Hollolan Sora Oy, jotka ovat yhtä yksityistä konserniyritystä. Rakennusbetoni- ja Elementti Oy valmistaa korkealaatuisia erikoisbetonielementti tuotteita. Yrityksen liiketoiminta on alkanut laajentua jo vuonna 1966 jolloin Hollolaan perustettiin ensimmäinen betoniasema. (Raken- nusbetoni 2023.)

Nykyään yrityksen tuotannon valikoimaan kuuluu Karanttia-moduulikylypyhuoneet, Karanttia-väestön- suojaelementit, AKOwall-väliseinäelementit, betoniset pihakivet sekä tehtaan sivusiirrosta ja kierrä- tysmateriaaleista valmistettu kasvikatto. Konsernissa työskentelee vaikeasta rakennusalan tilan- teesta huolimatta yhteensä jopa 120 henkilöä. (Rakennusbetoni 2023.)

## 2 PÖLYNHALLINTA

### 2.1 Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnassa

Valtioneuvoston asetus syöpävaaran torjunnassa sisältää ohjeita, joita sovelletaan esimerkiksi rakennusalan työtehtäviin. (Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019, 8 §.)

Momentissa kahdeksan käsitellään seuraavanlaisia torjuntakeinoja altistumisen estämiseksi. Työpaikalla on rajoitettava syöpäsairauden vaaraa aiheuttavien tekijöiden tai perimää vaurioittavien aineiden käyttöä. Minimoidaan altistuvien ja mahdollisesti altistuvien työntekijöiden määrä ja tarvittaessa rajoitetaan altistumisaikaa. Suunnitellaan työmenetelmät ja tekniset toimenpiteet siten, että syöpäsairauden vaaraa aiheuttavien tekijöiden tai perimää vaurioittavien aineiden vapautuminen työpaikalle estyy tai minimoidaan. Poistetaan työpaikan ilmaan vapautuvat syöpäsairauden vaaraa aiheuttavat tekijät tai perimää vaurioittavat aineet mahdollisimman läheltä niiden vapautumispaikkaa käyttämällä paikallispoistojärjestelmiä tai yleisilmanvaihtoa. Huolehditaan, että nämä menetelmät ovat tasapainossa yleisen terveyden ja ympäristönsuojelun kanssa. Käytetään asianmukaisia työmenetelmiä ja menettelytapoja. Tarvittaessa käytetään henkilökohtaisia suojaimia, jos altistumista ei voida muilla keinoin välttää. Pidetään lattiat, seinät ja muut pinnat säännöllisesti puhtaana ja huolehditaan hygieniasta. Rajataan vaara-alueet ja käytetään asianmukaisia varoitus- ja turvallisuuskilpiä. (Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019, 8 §)

### 2.2 Pölynhallinnan tavoitteet

Pölynhallinnan tavoitteena on ennen kaikkea estää rakennuspölyn aiheuttamat terveyshaitat ihmisille. Ensimmäinen vaihe työmaan pölynhallinnan suunnittelussa on tunnistaa, selvittää ja ymmärtää pölyn syntypisteet, muodostumismekanismit sekä pölyn leviäminen ympäristöön (RatuTT 13.14 Pölyntorjunta rakennustyössä 2010, 1)

Kun pölyn syntypisteet ovat tiedossa, on tärkeää selvittää, voidaanko pölyn synty kokonaan eliminoida. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että arvioidaan, onko mahdollista korvata pölyä tuottava rakennusmateriaali, rakennusosa tai työmenetelmä pölyämättömillä vaihtoehdoilla. (RatuTT 13.14 Pölyntorjunta rakennustyössä 2010, 1)

Jos materiaalin tai työmenetelmän vaihto pölyämättömään ei ole mahdollista tai taloudellisesti järkevää, on seuraava askel rajoittaa ja minimoida pölyn leviämistä ympäristöön. Tätä varten otetaan käyttöön työtehtäviin soveltuvat pölynhallintamenetelmät. Viimeisenä varotoimenä työntekijät varustetaan myös pölyltä suojaavilla henkilösuojaimilla. (RatuTT 13.14 Pölyntorjunta rakennustyössä 2010, 1)

### 2.3 Kvartsipölyn torjunta rakennustyömailla

Kvartsipöly syntyy, kun työmaalla käsitellään ja työstetään kiveä ja hiekkaa, jotka sisältävät kvartssia. Tämä voi tapahtua esimerkiksi betonin, tiilien, laastien ja hiekan käsittelyn yhteydessä. Kvartsipöly on syöpävaarallista, ja siksi sen torjunta työmaalla on ensisijaisen tärkeää. Tämä edellyttää pölyntorjunnan suunnittelua etukäteen sekä toimenpiteiden toteuttamista rakennustyömaan kaikkien osapuolten yhteistyönä. (Työterveyslaitos 2022a, 1.)

Kvartsipölyn terveysvaikutukset tulevat usein esiin vasta vuosien pölyssä työskentelyn jälkeen, ja silloin hoitokeinot ovat vähissä. Haitallisin kvartsipöly on hienojakoista ja niin pientä, ettei sitä voi erottaa paljaalla silmällä. Kvartsipöly voi jäädä leijumaan ilmaan pitkäksi aikaa, jopa yli kahdeksaksi tunniksi. (Työterveyslaitos 2022a, 1.)

Tämän vuoksi on tärkeää minimoida kiviainesta sisältävän materiaalin työstöä ja käsittelyä. Työstettäessä ja käsiteltäessä on suositeltavaa käyttää kohdepoistoja tai esimerkiksi märkämenetelmiä ja kastelua. Lisäksi on estettävä pölyn leviäminen työmaalla, esimerkiksi osastoimalla ja alipaineistamalla tiloja. Siivouksesta on myös huolehdittava asianmukaisesti. Useimmissa pölyisissä töissä on lisäksi käytettävä hengityksensuojaimia, ja varusteet on puhdistettava viipymättä työsuorituksen jälkeen. (Työterveyslaitos 2022a, 1.)

## 2.4 Pölynhallintasuunnitelma

Työmaan pölynhallinnan organisointi ja valvonta helpottuvat, kun laaditaan pölynhallintasuunnitelma. Suunnitelmassa määritellään halutut puhtaustasot, tavoitearvot sekä työmaan tiedossa olevat pölyvät työvaiheet ja niihin liittyvät riskit. Näiden tietojen perusteella suunnitellaan ja listataan parhaat käytettävät pölyntorjuntakeinot työvaiheittain. Pölynhallintasuunnitelman laatiminen on päätoimittajan vastuulla, mutta sen laajuuden ja ehdot määrittää rakennuttaja. Valmis pölynhallintasuunnitelma sisällytetään osaksi työmaan pakollista turvallisuussuunnitelmaa. (RatuTT 13-00850 Pölyntorjunta rakennustyössä 2009, 1.)

Pölynhallintasuunnitelman tarkoituksena on kartoittaa työmaa ja laatia työmaata parhaiten palveleva suunnitelma. Suunnitelmassa huomioidaan kohteen kokonaisuus, eri tilat ja lohkot, tilassa muut työskentelevät urakoitsijat sekä työjärjestys. Suunnitelman perusajatuksena on toteuttaa pölynhallinta nykyisten määrättyjen ja ohjeiden mukaisesti. (RatuTT 13-00850 Pölyntorjunta rakennustyössä 2009, 1.)

Pölynhallinnassa tärkeimpänä keinona on valita oikea toteutustapa, jolloin pölynhallintaan ei jouduta käyttämään tarpeettomasti resursseja. Suositeltavaa on, että pölyväissä töissä käytetään kohdepoistoa, henkilösuojaimia ja osastointia. Osastoinnissa on hyvä miettiä mihin osastoinnin rakentaa, joskus isossa kohteessa työkohteen osastoidun lohkon sisälle on järkevä rakentaa pölyville töille oma osasto, jolloin pilkotaan eniten pölyvä alue entistä pienempään tilaan, esimerkiksi tila, jossa materiaaleja sahataan. Jos ja kun kohde pilkotaan pienempiin pölynhallinta osastoihin voi osastoille valita sopivan alipaineistajan. Alipaineistajalla saadaan kohteen ilmavirta kulkemaan pölyvään tilaan, jolloin pöly ei pääse leviämään viereisiin tiloihin ja lohkoihin. Oleellista on valita sopivankokoinen alipaineistaja osastoinnin koon mukaan. (RatuTT 13-00850 Pölyntorjunta rakennustyössä 2009, 1.)

Yksi oleellisimmista asioista pölynhallinnassa on kohdepoisto. Kohdepoistolla tarkoitetaan esimerkiksi materiaalin leikkaukseen tarkoitettun sahan kohdepoistoa, joka voi olla leikkuuterään kohdistettu vesi tai leikkuuterän suojakoteloon asennettu imuri. Materiaaleja työstäessä henkilökohtaista hengityksensuojainta on hyvä käyttää aina. Kohdepoistosta ja osastoinnista huolimatta pölyä saattaa päästä hengitysteihin, jos henkilökohtaista suojainta ei käytetä. (RatuTT 13-00850 Pölyntorjunta rakennustyössä 2009, 1.)

## 2.5 Osastointi

Työtehtävät, jotka tuottavat pölyä, pyritään suorittamaan erityisesti niille varatuilla, erillisillä työasemilla. Esimerkiksi laastin sekoitus voidaan sijoittaa omaan osastoitavaan ja alipaineistettavaan tilaan, mikä estää pölyn leviämisen muihin tiloihin. Kun käytetään osastointia, on tärkeää merkitä selkeästi puhtaat alueet ja kulkureitit pölyn leviämisen estämiseksi. Tilojen käyttö- ja liikkumisrajoitukset sekä valmiiden tilojen tiivistäminen otetaan huomioon. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2013, 23.)

Osastoinnissa pölyävä työalue eristetään muista tiloista ja tarvittaessa alipaineistetaan. Osastoinnissa kiinnitetään huomiota liitosten ja muiden läpivientien tiivistämiseen saumanauhoilla ja sopivilla teipeillä. Alipaineistuksella ohjataan osaston ilmapirroja siten, että ilma virtaa hallitusti tuloilma-aukkojen kautta puhtaasta tilasta osastoon ja sieltä ilmanpuhdistimen kautta ulos tai osaston sisällä pölyn poistoa tehostetaan kohdepoistolla ja korkeapaineisella kohdepoistolla varustetuilla työvälineillä. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2013, 23.)

Koneissa ja työvälineissä tulee käyttää riittävän suodatuskyvyn omaavaa suodatinta, kuten HEPA H13. Pölyävissä työvaiheissa tulee käyttää riskinarvioinnin mukaisia hengityksensuojaimia, jotka on varustettu tarvittavilla suodattimilla. Ilmanvaihto, ilmastointi ja osastointi järjestetään tarpeen mukaan töiden etenemisjärjestyksen mukaisesti. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2013, 23.)

Jos työntekijä altistuu kvartsipitoiselle pölylle työssään, hänen tulee puhdistaa vaatteensa esimerkiksi sopivalla imurilla ennen työkohteesta poistumista. Työvaatteille tulee olla oma säilytystila tai työssä tulee käyttää haitallista pölyä vastaan suojaavia kertakäyttöhaalareita. Työvälineet ja hengityksensuojaimet tulee puhdistaa ja varastoida muualla kuin henkilöstötilassa pölyn leviämisen estämiseksi. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2013, 23.)

Työaikainen siivous suoritetaan imuroimalla tarpeeksi usein, jotta tilassa on mahdollisimman vähän pölyä. Siivoustaajuuteen vaikuttaa esimerkiksi se, kuinka tehokkaasti kohdepoisto toimii. Työmaan TR-kierroksilla tarkastetaan ja valvotaan osastojen siisteyttä. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2013, 23.)

### 3 AKOWALL

AKOwall on kotimainen väliseinäelementti, joka valmistetaan kevytsorabetonista. Se on ontelorakenne, kosteudenkestävä ja erinomaisilla akustisilla ominaisuuksilla varustettu tuote. AKOwall suunniteltiin alun perin ammattirakentamiseen, ja se lanseerattiin Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n toimesta vuonna 1991. Tämä elementti kuivuu nopeasti ja kestää sekä kosteutta että tulta, mikä tekee siitä erinomaisen valinnan kosteisiin ja teknisiin tiloihin. (Muuntautuva väliseinärakenne, jolla on hyvät äänieristysominaisuudet, 2023.)

Kun AKOwall-elementti asennetaan ei-kantavana väliseinärakenteena, se voidaan asentaa jo runko- vaiheessa. Tämä nopeuttaa merkittävästi koko rakennushankkeen aikataulua. Samalla LVIS-tekniikka voidaan asentaa varhaisessa vaiheessa hyödyntämällä AKOwall-elementtien ontelorakennetta. Tämä vähentää esimerkiksi pölyn määrää, koska teknisiä reikiä ei tarvitse tehdä erikseen seiniin. (Muuntautuva väliseinärakenne, jolla on hyvät äänieristysominaisuudet, 2023.)

AKOwall-jakolista on olennainen osa palvelukokonaisuutta. Se auttaa selkeyttämään työmaan logistiikkaa, kun AKOwall-elementit toimitetaan suoraan rakennuskohteeseen. Jakolistasta käy ilmi, mitä tuotetta tarvitaan, kuinka paljon ja mihin aikatauluun mennessä se on tarkoitus asentaa eri tiloihin. Tämä muuntautuva väliseinärakenne tarjoaa myös erinomaiset äänieristysominaisuudet. (Muuntautuva väliseinärakenne, jolla on hyvät äänieristysominaisuudet, 2023.)

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy sekä Helimäki Akustikot Oy ovat laatineet AKOwall-väliseinille suunnitteluohjeen, joka noudattaa nykyisiä akustisia määräyksiä. Tämän ohjeen avulla voit helposti valita AKOwall-rakenteen ja siihen liittyvät yksityiskohdat, jotta saavutetaan tarvittava äänitasoero-luku (DnT,w). (Rakennusbetoni 2021.)

AKOwall-suunnitteluohje on suunnattu suunnittelijoille, urakoitsijoille, valvojille ja tilaajille. Sen tarkoituksena on helpottaa erilaisten tilojen suunnittelua ja valita käyttötarkoitukseen sopiva AKO-seinä. Lisäksi ohjeessa esitetään valmiiksi detaljitasolla toteutusohjeet, joiden avulla varmistetaan ääneneristystason toteutuminen myös käytännössä. Tämän ohjeen laadinnasta vastaa Helimäki Akustikot – Sitowise Oy:n akustiikan suunnittelupäällikkö Tommi Saviluoto. (Rakennusbetoni 2021.)

Suunnitteluohjeessa esitellään monipuolisesti AKOwall-ratkaisuja erilaisiin rakennustyyppeihin ja tiloihin. Tarjolla on myös kevyempiä ja raskaampia vaihtoehtoja, jolloin rakenteita ei tarvitse ylimitoitaa. (Rakennusbetoni 2021.)

## 4 OHJEITA BETONI- JA KIVIPINTOJEN TYÖSTÄMISELLE

Työterveyslaitoksen sivuilta on mahdollista ladata ohjeita rakennustyömaan pölynhallintaan. Opin näytetyössä käsiteltävässä pölynhallinnassa tarkastellaan AKOwall-elementtien asennukseen liittyviä ohjeita.

Jokaisessa ohjeessa kerrotaan kvartsi- ja sementtipölyaltistumisen raja-arvot seuraavasti. (KUVA1)

”Kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m<sup>3</sup>. ASA-ilmoituskynnys: 0,005 mg/m<sup>3</sup> (10 % HTP-arvosta). Merkittävän altistumisen kynnys (terveystarkastus tarpeen): 0,02 mg/m<sup>3</sup>” (Työterveyslaitos 2022b.)

### Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m <sup>3</sup> )	Osuus HTP <sub>sh</sub> -sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005 – 0,02	10 – 40 %	Kohtalaista
0,02 – 0,05	40 – 100 %	Merkittävää
0,05 – 0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

### Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m <sup>3</sup> )	Osuus HTP <sub>sh</sub> -sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1 – 0,5	10 – 50 %	Kohtalaista
0,5 – 1	40 – 100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

KUVA 1. Kvartsi- ja sementtipölyaltistumisen luokittelu (Työterveyslaitos 2022)

### 4.1 Työtehtävät ja kvartsi- ja sementtipölyaltistuminen

Dokumentti sisältää työtehtävän ja ohjenumeron lisäksi toteutus ja/tai torjuntakeinon, kvartsi- ja sementtipölyaltistumisen määrän vuorokauden aikana. Ohjeessa ohjataan, minkä suuruinen HTP:n poikkeama ohjaa henkilöä hakeutumaan terveystarkastukseen. (Työterveyslaitos 2022c, 1–10.)

Tehtäväosiossa on työtehtäviä rakentamisen eri vaiheista kuten rakennusten purku, monttuvaihe, maanrakennustyöt ja pinta-rakennetyöt sekä infrarakentaminen, runkotyövaihe, sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen, rakenteiden purku korjausrakentamisessa ja julkisivutyöt. (Työterveyslaitos 2022c, 1–10.)

AKOwall-elementtien asennuksessa perehdymme kohtaan 4 ”Sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen” Tässä osiossa on lohkottu otsikon mukaiset työt pienempiin osiin. AKOwall-elementtien asennuksessa pätee kuvan 2 mukaiset ohjeet. (Työterveyslaitos 2022c, 7.)

Työtehtävä ja ohjenumero	Toteutus/torjuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m <sup>3</sup> )	> 10 % HTP:sta	Terveystarkastus
4.9 Laattojen ja kivipintojen leikkaukset ym. kivityöt (10)	Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02 – 0,1	X	X
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen, poraaminen ja/tai hionta sisätiloissa. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	yli 0,1 – 0,02	X	X
	Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Ei ilmanvaihtoa.	0,005 – 0,02	X	
	Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrättävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdettä (virtaus 2000 m <sup>3</sup> /h)	alle 0,005		

KUVA 2. Työtehtävät ja kvartsi- ja sementtipölyaltistuminen (Työterveyslaitos 2022)

## 4.2 Laastien sekoituspiste sisätöissä

Dokumentissa kerrotaan ohjeita laastin sekoitukselle, jota tarvitaan AKOwall-elementtien asennuksessa. Ohjeistus sisältää kuvan 1 mukaisesti viitearvot, jonka pohjalta ohjeita. Jauheita sekoittaessa on alue eristettävä tarvittaessa, mikäli havaitaan työpisteellä ilmavirtoja, jotka voivat kuljettaa sekoituksesta aiheutuvan pölyn muihin tiloihin, varustetaan tila alipaineistajalla, jonka teho on n. 1000 m<sup>3</sup>/h. (Työterveyslaitos 2022d.)

Sekoituspisteeseen on liitettävä riittävällä suodatuskyvyllä oleva kauluksellinen ilmanpuhdistin, jossa on esim. HEPA13-suodatin. Vaihtoehtoisesti voi käyttää laitekohtaista kohdepoistoa yhdistettynä H-luokan imuriin, jonka teho on n. 300 m<sup>3</sup>/h. (Työterveyslaitos 2022d.)

## 4.3 Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset

Työvaiheet, jotka altistavat pölylle, kuten sahaus tai leikkaus, sekä muut koneelliset työt kuten poraus, hionta tai jysintä vaativat huomiota pölynhallintaan. Pölyn leviämisen estämiseksi sisätiloissa eristetään alue väliaikaisilla suojaseinillä tai rakenteilla. Leikkauksessa käytetään koneita, joissa on vedellä varustettu kohdepoisto, jos se on mahdollista. Mikäli vettä ei ole saatavilla tai sitä ei voida käyttää on suositeltavaa käyttää laitteeseen sopivaa korkeapaineista poistojärjestelmää, jossa on riittävä imuteho ja HEPA H13 -luokan suodatin (Työterveyslaitos 2022e.)

Kaikissa betoni- ja kivimateriaalien sahaustöissä on käytettävä hengityssuojainta. Ulkona sahatessa FFP3-luokan suojaimia ja sisätiloissa TH3P/TM3P-luokan suojainta. Jos vettä ei voi käyttää ja työ on toistuvaa sekä pitkäkestoista, on tilaan järjestettävä alipaineistus tai riittävä ilmanvaihto (vähintään 6 h, RATU 82-0384), erityisesti jos alueella työskentelee muita. Halutun lopputuloksen voi myös saavuttaa asettamalla pölynlähteen lähelle riittävän imutehon omaavan, HEPA H13 suodattimella varustetun ilmanpuhdistimen. (Työterveyslaitos 2022e.)

Alueen siivoukseen ei tule käyttää harjaa. Lyhytaikaisesti tiloissa vierailevan tulisi käyttää FFP3-luokan hengityssuojainta. (Työterveyslaitos 2022e.)

### Altistumisen tasoja

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsi-altistuminen työpäivänä (mg/m <sup>3</sup> )	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m <sup>3</sup> )
Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02–0,1	0,2–yli 1
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen sisätiloissa kuivana. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	0,02–yli 0,1	0,2–yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa ilman hengityksensuojainta. Liete imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,03–0,06	0,5–yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Liete imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,005–0,02	0,1–0,2
Kivialustan märkäsahaaminen tai märkähionta käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrättävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdettä (virtaus 2000 m <sup>3</sup> /h)	alle 0,005	alle 0,01

KUVA 3. Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset, altistumisen tasoja. (Työterveyslaitos 2022).

#### 4.4 Terve Talo -rakentaminen

Terve Talo on rakennushankkeiden ohjaamisen toimintamalli, jonka tavoitteena on vähentää rakennusten sisäilmasto-ongelmia. Tämä saavutetaan keskittymällä puhtauden ja kosteudenhallinnan parantamiseen sekä oikeiden materiaalien valintaan. Toimintamallissa kuvataan, miten projektin eri vaiheissa saavutetaan sisäilmastoluokituksessa määritellyt laatutasot. Käytännössä se toimii ohjeena siitä, miten saavutetaan sisäilmastoluokituksen laatuluokka S2. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2021, 4.)

Terve Talo -kriteerit täydentävät hyvää rakentamistapaa ja olemassa olevia laatuvaatimuksia. Ohjeiden tarkoituksena on minimoida riskejä rakennusprosessin aikana. Terve Talo -menettelyn tavoite, eli sisäilmastoluokituksen laatuluokka S2 vastaa korkeampaa sisäilman laatua ja lämpöolosuhteita kuin mitä maankäyttö- ja rakennuslaki sekä terveydensuojelulaki vähimmäisvaatimuksineen edellyttävät. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2021, 4.)

Talotekniikan suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien suunnitteluun. Ilmanvaihdon avulla poistetaan ihmisten toiminnasta aiheutuvia epäpuhtauksia ja kosteutta. Sisäilmaston laatuluokan toteutumiseen vaikuttavat myös pölyn-, kosteuden- ja vedenpoistonhallinta rakennustyön aikana. Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa, että tilat ovat puhtaat käyttäjiä varten ja että rakentamisen aikaisia epäpuhtauksia ei kulkeudu sisäilmaan. (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2021, 4.)

Rakenteiden tulee olla käyttötarkoitukseen sopivia, kosteusteknisesti toimivia ja yhteensopivia. Rakennusmateriaaleina tulisi käyttää mahdollisimman vähäpäästöisiä tuotteita. Sisäilmastoluokan S2 tilojen rakennusmateriaaleina saa käyttää pääasiassa luokan M1 materiaaleja. Luokkaan M1 kuuluvat "emissiotestatut rakennusmateriaalit ja päälylystämättömät kalusteet, joiden epäpuhtauspäästöt täyttävät annetut vaatimukset". (Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2021, 4.)

Terve Talo -rakentaminen on monivaiheinen prosessi, joka vaatii huolellista suunnittelua ja toteutusta. Se kattaa kaikki rakentamisen vaiheet aina hankesuunnittelusta valmiin rakennuksen vastaanottoon ja käyttöön. Terve Talo -kriteerit täydentävät yleisiä laatuvaatimuksia ja tarjoavat selkeän viitekehysten eri rakentamisvaiheissa huomioitaville asioille. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Rakennuttajan vastuulla on varmistaa, että Terve Talo -asiat sisällytetään suunnittelu- ja rakennusasiakirjoihin, erityisesti urakkaohjelmaan ja urakkarajaliitteeseen. Kriteerit käsittelevät monia vaiheita, kuten rakennesuunnittelua, kosteusteknistä toimivuutta, ilmanvaihtoa, lämmitystä ja valaistusta. Rakennuttaja voi valita näiden kriteerien perusteella rakennesuunnittelun ja sisäilmaston tason, jotta kaikki osapuolet tietävät, mitä tavoitteen savuttamiseksi tarvitaan ja miten toimia eri rakentamisvaiheissa. Lisäksi on tärkeää seurata ja varmistaa kriteerien ja ohjeiden noudattaminen työmaalla valvojen tai asiantuntijoiden toimesta. (Sisäilmayhdistys 2008.)

## 5 ÄÄNEKOSKEN KOULUNMÄEN YHTENÄISKOULU

Koulunmäen yhtenäiskoulu on modernin koulurakentamisen kokonaisuus, jonka suunnittelu ja toteutuksen organisaatiosta löytyy useita rakennusalan eri osa-alueen ammattilaisia.

Uusi Koulunmäenkoulun C- rakennus valmistuu vuonna 2025. Tämä 21 miljoonan euron investointi on monin tavoin malliesimerkki modernista koulurakentamisesta. Rakennuksen yhteyteen tulee omat tilat kaupungin nuorisopalveluille ja Ala-Keiteleen musiikkiopistolle. (Äänekoski julkaisuaika tuntematon.)

Koulunmäenkoulun rakennustyömaa on jaettu kolmeen lohkokseen. Rakennus on muodoltaan L-mallinen ja lohkot jakautuivat keskiosaan ja kahteen siipeen. Lohkot ovat keskimäärin lattiapinta-alaltaan noin 1000 m<sup>2</sup> luokkaa ja korkeutta lohkon mukaan 4,5 m tai 3,6 m. Rakennus rajoittuu pääosin kahteen kerrokseen, mutta kolmannessa kerroksessa on vielä mm. konehuone.

Kohteen erityispiirteinä pölynhallinnan suhteen väliseinäasennuksien alkuvaiheessa olivat sen avoimet tilat. Ontelorakenteinen välipohja on tuettu palkkirakenteisiin ja varsinaisia väliseiniä ei vielä ollut, lukuun ottamatta kantavia betonielementtejä.

Kohteen väliseinätöiden aikataulu sijoittui alkuvuodesta toukokuun loppupuolelle. Väliseinien edellä kulkevia rakennustöitä oli mm. alapohjarakenteiden- ja sääsuojan asennustyöt. Muut rakennustyöt kuten talotekniikka asennukset, desibelikatkojen asennustyöt, tasoitus ja maalaustyöt olivat asennuksessa väliseinien jälkeen. Kohteen kokonaisaikataulu sijoittuu 2023 kesältä 2025 alkuvuoteen.

### 5.1 Tilat ja osastointi

Osastointi ei aiheena ole uusi juttu rakennusalalla. Osastointeja on tehty monenlaisia erilaisia variaatioita, erilaisille pölyäville työvaiheille. Koulurakennus on jaettu kolmeen lohkokseen. Kohteen lohkominen auttaa töiden organisoinnissa ja helpottaa aikataulutusta. AKOwall-väliseinätyöt rajoittuvat rakennuksen ensimmäiseen kerrokseen. Kokonaisuudessaan kohteessa on väliseiniä 18 eri rakennetyyppiä, joista kaksi rakennetyyppiä toteutetaan AKOwall-elementeillä. Elementtien kokonaismäärä kohteessa on n.1450 m<sup>2</sup>.

## 6 PÖLYNHALLINNAN TOTEUTUS YHTENÄISKOULULLA

Opinnäytetyön ajatus syntyi nykyisten pölynhallintamääräyksien ja ohjeistuksien tiukentumisen pohjalta. Aiemmin tässä työssä mainituissa Terve Talo- ja työterveyslaitoksen ohjeissa ohjeistetaan, että veden johtuminen rakenteisiin on estettävä, sekä pölyävät työt on tehtävä tilassa, jossa on riittävä ilmanvaihto. AKOwall-elementin asennukseen liittyviä sahausia tehdään kivileikkurilla, josta saattaa aiheutua pieni määrä pölyä, vaikka kohdepoistona toimii vesi. Kun sahauksen kohdepoistona toimii vesi, on myös leikkausalustan suunnittelu tarpeen.

Opinnäytetyössä tutkittiin tapoja, jolla voitaisiin parantaa AKOwall-elementtien pölynhallintaa kohteen erityispiirteet huomioon ottaen, jotka olivat suuret avoimet tilat. Tarkastuksia tehtiin pölynhallintakoordinaattorin, tervetalokoordinaattorin ja työmaan toimihenkilöiden kuten työmaainsinööriin ja työmaamestarin toimesta. Saatujen kommenttien perusteella tehtiin ratkaisuja ja kehitystyötä osastointia ja sahausalustaa koskien.

Opinnäytetyön tutkimustyössä haluttiin kehittää nimenomaan AKOwall-elementtien asennukseen sopiva osastointi, jonka sisällä olisi helppokäyttöinen, työmaan ohjeiden ja määräysten puitteissa toimiva sahausalusta. Tarkoituksena oli saada suunniteltua tilaajalle valmis tuote, jota he voivat esittää myös tuleviin kohteisiin pölynhallintaosastoksi.

AKOwall-seinäelementtien asennustyöt aloitettiin tammikuun 2024 alussa. Aluksi suunnitelma oli koko lohkon osastoinnista työmaan pölynhallintasuunnitelman mukaan, mikä olisi ollut toimiva ratkaisu, jos lohko ja tätä myöten osasto olisi pienempi. Ajatus osastoinnin rajauksesta pienempään tilaan on jo aikaisemmin tuttu vastaavanlaisissa työkohteissa. Kohteen väliseinätyöt aloitettiin AKOwall-elementtien asennuksella.

Lopullinen päätös osastoinnin toteutukselle tehtiin helmikuun alussa 2024 aluehallitoviraston työsuojeluviranomaisen tarkastuskierroksen yhteydessä, jonka aikana todettiin, että osastointia on tarvetta kohdentaa nimenomaan tietyille työvaiheelle, jotta muut urakoitsijat voisivat työskennellä samalla lohkolla altistumatta mahdolliselle pölylle. Aikataulullisesti osasto ja sahausalusta piti saada luotua heti, jotta asennustyöt saivat jatkoa häiriöttä.

Tutkimustyö aloitettiin miettimällä minkälaisia vaihtoehtoja osastoinnille voisi olla. Valmiita tuotteita ei ollut, joten oli keksittävä vaihtoehtoinen ratkaisu. Suunnittelin yhdessä AKOwall-elementtien asentajien kanssa ensimmäistä osastointiversiota siitä näkökulmasta, että mikä olisi helpon ratkaisu, jolla päästään vaadittuun lopputulokseen, kuitenkin niin, että se aiheuttaisi mahdollisimman vähän haittaa asennukselle. Mielipidettä kysyttiin myös kohteen urakoitsijalaverissa, jossa osastointi idea sai hyvän vastaanoton ja positiivisia kommentteja.

Lopputuloksena saatiin kehitettyä asentajien mielestä varsin toimiva ja helppokäyttöinen osasto, joka toimii myös pölynhallinnan näkökulmasta loistavasti. Osaston sahausalusta oli toimiva ja helppo käyttää.

## 6.1 Osastointi versio nro 1

Ensimmäinen osastointiversio (kuva 4) tehtiin laudasta ja sinisestä rakennusmuovista. Suunnittelu- vaiheessa edellytyksenä osastolle oli, että sen sisämitta olisi yli 3,5 m pitkä ja vähintään 2,5 m leveä. Pituuden ja leveyden valinta perustui yksinkertaisuudessaan siihen, että osaston sisälle piti mahtua yksi kuormalavallinen (5kpl) AKOwall-elementtejä, sahausalusta ja asentajalle työskentelytilaa. Koh- teeseen asennettavien AKOwall-elementtien pituudet olivat 3 m ja 3,3 m.

Osastoinnin kulkuaukkoon asennettiin kolme kerrosta rakennusmuovia päällekkäin ja jokainen muo- vikerros suikalotiin pitkittäin n. 20 cm leveiksi suikaleiksi. Suikaleet pyrittiin leikkaaman limittäin, sillä kulku osastolle piti toteuttaa mahdollisimman helppokulkuseksi. Kuitenkin niin, että pölyn leviä- mistä estetään oviaukon kautta mahdollisimman tehokkaasti.

Osasto sijoitettiin lohkolle 2 paikkaan, joka sijoittui lähelle lohkoa 1. Tämä valikoitui paikaksi, sillä oli tarkoitus, että osastoa käytetään lohkon 1 ja lohkon 2 AKOwall-elementtien asennuksessa ja tilaan oli helppo asentaa suodattimella varustettu ilmanvaihtaja. Tilasta oli oviaukko, josta saatiin alipai- neistajan poistopuhallus ulkoilmaan. Osasto tehtiin huonetilan sisänurkkaan, se vähensi rakennus- materiaalin tarvetta, kun kaksi osaston seinää on olemassa olevia rakennuksen seiniä (kuva 5). Osastoon tehtiin katto, näin saatiin osaston tilaa pienemmäksi, mikä tehostaa poistopuhaltimen toi- mivuutta.

AKOwall-elementtien asennuksen vakiintunut tapa leikkausalustalle on laittaa reilu pala rakennus- muovia lattialle ja päälle kuormalava, jonka päällä sahaukset tehdään. Tämän toteutus on helppo ja toimiva ratkaisu jos rakennettava kohde sitä salli käyttää. Tämän kohteen sahausalustan suunnitte- luun liittyi se, että työmaan ohjeiden mukaan lattiaa vasten ei saa asettaa tiiviitä materiaaleja laa- jalle alueelle, kuten muovia, sillä se estää betonilattian tasaisen kuivumisen. Tämän takia rakennus- muovi on nostettava irti lattiasta.

Toteutustavaksi valikoitui rakenne, joka koostui kolmesta kuormalavasta, laudasta ja muovista. Ideana oli rakentaa kaukalo johon vesi ja leikkausjäte valuu ja haihtuu siitä huoneilmaan. Kaukalo rakentuu siten, että alimmaiseksi asetettiin kuormalava, jonka pinta vaneroitiin. Reunoille ruuvattiin kaukalolle ”seinämät” esimerkiksi 100 mm leveä lauta. Tämän jälkeen kaukalon pohjalle asetettiin muovi, joka estää veden valumisen kaukalosta maahan. Alemman kuormalavan ja muovin päälle laitettiin toinen kuormalava, jonka tarkoituksena on toimia alustana elementtien sahausalle. Ilman lavaa alla oleva muovi rikkoutuisi kivien painosta. Kolmas kuormalava toimii aputasona leikattaville kiville. Päälimmäistä kuormalavaa ei mekaanisesti kiinnitetä alempaan rakenteeseen, sillä se on helppo vaihtaa, mikäli se rikkoutuu elementtejä työstäessä. (Kuva 5).

Osastointi toiminta todettiin käyttötarkoitukseltaan hyväksi. Siinä oli kuitenkin parannettavaa asen- nusurakoitsijan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Päälimmäisinä huomioina oli osaston koko, sinne ei jäänyt riittävästi tilaa leikata elementtejä pitkittäis- suunnassa. Myös työstetyn elementin kuljettaminen oli tilan puutteen takia hankalaa. Tila sinänsä oli kompaktin kokoinen, jota pystyisi helposti siirtämään ja se toimisi myös kohteissa, jossa ei ole niin paljoa tilaa.

Myös leikkausalusta oli liian pieni. Kaukalo oli toimiva ja sen toteutuksessa saatiin poistettua on- gelma vedenhallinnan suhteen. Vesi ei valu lattialle, vaan se jää kaukaloon. Kuitenkin sahausalustan

kokoa oli kasvatettava pituussuunnassa, jotta asentajille saataisiin enemmän tilaa leikata elementtejä pitkittäin.

## 6.2 Osastointi versio nro 2

Toinen versio osastoinnista toteutui ensimmäisen osaston ympärille valmistuneista AKOwall-väliseinistä. Väliseinään tehtyjen ovien ja ikkunoiden aukot ummistettiin muovilla ja yksi ovista tehtiin kulkuaukoksi suikaloimalla muovikerroksia päällekkäin (kuva 6 ja 7). Osaston sisälle jätettiin sama sahausalusta kuin ensimmäisessä osastointiversiossa (kuva 5). Alustaa muokattiin sen verran, että alustaa jatkettiin noin metrin verran pidemmäksi, jolloin pitkittäin tehtävät sahaukset olivat helpompia suorittaa.

Toinen osastointi oli asentajien mieleen, sillä se oli pohjapinta-alaltaan 58m<sup>2</sup> ja korkeutta huoneella oli tässä vaiheessa työmaata 4,5 m. Osastolla oli reilusti liikkumatilaa elementtien kanssa. Ongelmaksi osastolla tuli sen koko, sillä tehokkaan ilmanvaihdon saavuttamiseksi olisi kohdepoiston kokoa joutunut kasvattamaan moninkertaiseksi ensimmäiseen osastoon verrattuna. Kuitenkin se oli käyttötarkoitukseen soveltuvin ja helpoin toteuttaa.

## 6.3 Osastointi versio nro 3

Kolmas versio kehiteltiin kahden edellisen osastoinnin pohjalta hyödyntäen molempien osastojen parhaita puolia (kuva 8 ja 9). Osasto sijoitettiin lohkolle 3, missä olivat järjestyksessä kohteen viimeiset AKOwall-elementtien asennustyöt. Osaston kokoa kasvatettiin lähes kaksinkertaiseksi. Rakennelma tehtiin ensimmäisestä versiosta poiketen ulkoseinää vasten seinän keskelle, tällöin osaston kohdalle jäi sopivasti kaksi ikkunaa, joista saatiin ohjattua ilmanvaihto ulos. Osaston sijainti valikoitui tähän paikkaan, koska se oli kaikista vähiten kenenkään muun työvaiheen tiellä. Leveyttä osastolle tuli 5 m ja syvyyttä 4,5 m. Osasto tehtiin edeltäjänsä hieman korkeammaksi, noin 3 m korkeiseksi.

Osastossa oli kaksi sahausalustaa josta toinen toimi poikittais- sahauksille ja toinen pitkittäis- sahauksille (kuva 11). Leikkausalustat sijoitettiin kulkuaukkojen väliin, kun kulkuaukot olivat toisistaan erillään 1 m verran. Lopullisessa versiossa leikkuualustan pituutta kasvatettiin siten, että niiden lopullinen pituus oli noin neljä metriä (kuva 14). Muutos antoi asentajalle pelivaraa työstää pitkistä elementistä useampaa palaa samaan aikaan. Palasia ei tarvitse lähteä siirtelemään sahausalustalla sahauksien välillä, joka nopeuttaa tuotantoa.

Kolmannen osastoinnin yhteyteen tehtiin myös erillinen osasto laastinsekoitukselle. Laastinsekoitus-piste oli kahden vaneroidun kuormalavan päällä, jolloin alustan koko oli 2,4 m syvä ja 1,2 m leveä. Osaston seinät nousivat kuormalavojen päältä ja korkeutta seinillä oli n.2,3 m. Kuormalavojen pinta vaneroitiin, jotta lattiasta saatiin tasainen eikä pöly päässyt leviämään tai tippumaan alas kuormalavan pintalautojen välistä lattialle. Sisälle asennettiin laastinsekoitukseen suunniteltu kauluksella varustettu ilmanvaihtaja, jonka poistoilma ohjattiin ikkunasta ulos.

Osastojen toimivuutta tarkasteltiin työmaakäynneillä. Keskusteluja käytiin työmaan toimihenkilöiden kanssa osastointien toimivuudesta ja oliko niistä ollut haittaa vai hyötyä muille urakoitsijoille. Yhdessä AKOwall-elementtien asentajien kanssa kävimme keskusteluita asennustyön aikana osaston

hyvistä ja huonoista puolista. Tämän tutkimustyön lopputuloksena saavutettiin varsin hyvä ja toimiva osastointiratkaisu, joka on helposti muokattavissa samankaltaisille työmaille ja on jatkojalostus kelpoinen, mikäli siihen joku keksii parempia kehitysehdotuksia.

## 7 TUTKIMUSTYÖN TULOKSIA VAIHEITTAIN

### 7.1 Osastointi versio nro.1

Osaston runko rakennettiin työmaan puutavarasta, joka oli 22x100 lauta ja 49x98 sahatavara. Rakenteen pintaan asennettiin niiteillä sininen rakennusmuovi. Sivulle, jossa on kulkuaukko, asennettiin useampi muovikerros päällekkäin ja muovit suikalotiin limittäin.



KUVA 4. Ensimmäinen versio osastosta lohkolla 2 (Mäkikoivu 2024).



KUVA 5. Ensimmäinen versio sahausalustasta osaston sisältä (Mäkikoivu 2024).

## 7.2 Osastointi versio nro 2

Toinen osastointi toteutettiin hyödyntäen ympärille rakentuneita AKOwall-väliseiniä. Väliseinän ovi ja ikkuna-aukot peitettiin muovilla (kuva 6 ja 7). Tilaan asennettiin samat alipaineistajat, jotka olivat ensimmäisessä osastossa. Kulkuaukkoon asennettiin samalla tavalla suikaloidut muovit kuin aikaisemmassa osastoinnissa (kuva 7). Edellisen osaston sahausalusta jäi tilaan sellaisenaan (kuva 5).



KUVA 6. Osaston 2 toinen ovi ummistettuna muovilla (Mäkikoivu 2024).



KUVA 7. Osastoversio nro 2 kulkuaukko (Mäkikoivu 2024).

### 7.3 Osastointi versio nro.3

Osaston runkorakenne rakennettiin 48x98 kakkosnelosesta. Pintaan nidottiin kirkas muovi, joka läpäisi valoa sinistä muovia paremmin (kuva 8). Osastoon tehtiin kolme kulkuaukkoa, jotka sijaitsivat reunoilla sekä keskellä. Myös nämä oviaukot toteutettiin suikaloimalla useampi muovikerros limittäin. Ovien välissä oli 1 m tiivistä muovia ja sisäpuolella näiden kohdalla sahausalustat (kuva 11). Sa-  
hausalustoja rakennettiin kaksi, toinen poikittais- sahausille ja toinen pitkittäis- sahausille (kuva 13 ja 14).



KUVA 8. Osasto nro 3 etupuolelta kuvattuna (Mäkikoivu 2024).



KUVA 9. Osasto oikealta sivulta (Mäkikoivu 2024).



KUVA 10. Kuva osaston sisältä etuseinänpäin (Mäkikoivu 2024).



KUVA 11. Kuva osaston sisältä takaseinänpäin (Mäkikoivu 2024).



KUVA 12. Laastinsekoituspisteen osastointi (Mäkikoivu 2024).



KUVA 13. Sahaalusta, jonka päällä AKOwall-elementti (Mäkikoivu 2024).



KUVA 14. Sahaalusta, vieressä lavallinen AKOwall-elementtejä (Mäkikoivu 2024).



KUVA 15. Sahausalustan kalkalo osa (Mäkikoivu 2024).

## 8 YHTEENVETO

Tutkimuksessa saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Eri osastoversioiden toimivuus todettiin niiden käytön aikana ja jokaisesta osastosta saatiin tutkittua niiden parhaat ja huonot puolet.

Tutkimustyö eteni aikataulullisesti hyvin jouhevasti ja tutkimustyö ei vaikuttanut merkittävästi AKO-wall-elementtien asennustyöhön. Osaston toimintaa seurasivat yhtenäiskoulun valvojat ja heidän raporteissaan ei ollut enää huomioita pölyhaitoista. Sahausalusta ei myöskään päässyt tarkastuslistoille, jolloin se on ohjeiden mukainen ja näin ollen toimiva.

Pölynhallinnan osalta tärkeimmäksi osaksi osastoa osoittautui ilmanvaihtajan tehokkuus. On varmistettava siitä, että ilmanvaihtajat ovat jatkuvasti päällä, kun tilassa tehdään pölyvää työtä.

Osastojen osalta tutkittiin myös erilaisia vaihtoehtoja materiaalien suhteen, mutta loppujen lopuksi toimivin ja kustannustehokkain vaihtoehto oli osastoissa käytetyt materiaalit, muovi ja sahatavara. Esimerkkinä osasto nro 3 kustannukset olivat asennustöineen noin 300 €, josta materiaalin osuus oli noin puolet (K-Rauta 2024). Kustannuksiin vaikuttaa positiivisesti myös se, että usein rakennusmateriaalit löytyvät suoraan työmaalta perustarpeina.

Työn lopputuloksena saatiin luotua AKOwall-elementtien työstöön sopiva osasto, joka sisältää 2 kappaletta sahausalustoja. Osastosta luotiin mittakuvat ja ne esitetään opinnäytetyön lopussa (liite 1). Mittakuvat luovutetaan opinnäytetyön tilaajan käyttöön ja luotujen mittakuvien avulla tilaaja voi tulevaisuudessa esittää vastaavan laatutason ja vastaavien tilojen omaavien kohteiden pölynhallintaosastoksi asentajien kanssa testattua ja kehitettyä osastoa. Tämän ansiosta Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:llä on mahdollisuus laajentaa heidän asiakaspalvelunsa kokonaisuutta. Tutkittu ja testattu osasto palvelee parhaiten asennusprosessia työmaalla ja palvelee työmaan laatuvaatimuksia.

Tutkimustyön pohjalta mielestäni kuitenkin paras vaihtoehto kaikille on osastoida valmiina oleva huone tai tila, mikäli siellä on tilaa vähintään 25 m<sup>2</sup>. Huoneen/tilan oviaukkojen tai ikkunoiden suojaus on edullisin ja nopein ratkaisu osastolle, kun olemassa olevat seinät rajaavat osaston. Tämä ei tietysti onnistu, jos tilat ovat suuria ja avoimia, jolloin paras vaihtoehto on tutkimustyön tuloksena luotu osasto.

## 9 POHDINTA

Ohjeet ja vaatimukset pölynhallintaa ja Terve Talo -rakentamista koskien ovat kasvaneet rakennusalalla huomattavasti. Myös niiden valvontaa on lisätty huomattavasti. Aikaisemmin ohjeet ja määräykset ovat olleet jokseenkin tulkinnanvaraisia, mutta mielestäni niihin on puututtu järkevästi ja linjauksia on selkeytetty toteutuskelpoisiksi työmaille. Rakennusalalla jyllää vielä hyvin vahvasti vanhan koulukunnan ajattelutapa, ja pölyntorjunta otetaan vastaan usein vain rasitteena tai ongelmana, ymmärtämättä sen perimmäistä tarkoitusta, joka on työmaalla työskentelevän työntekijän työturvallisuus. Tässä ongelmassa on mielestäni päästy isoja askelia eteenpäin ja työturvallisuus kiinnostaa yhä useammin ja useampaa työntekijää.

Mielestäni opinnäytetyössä päästiin haluttuun lopputulokseen ja saatiin kehitettyä toimiva osasto, joka palvelee sekä asentajia sekä muita samalla lohkollla työskenteleviä. Työn tulos parantaa myös tilaajan monipuolista palvelukokonaisuutta työmaan olosuhteiden hallinnan osalta. Osasto ja sahausalusta ovat vain malliesimerkki tulevien kohteiden pölynhallintaa varten ja niissä on kehittämisen varaa, mikäli Rakennusbetoni- ja Elementti Oy haluaa tehdä kehitystyötä osastolle.

Oma ammattiosaamiseni on kehittynyt merkittävästi tutkiessani eri ohjeita ja määräyksiä pölynhallintaa koskien. Olen sitä mieltä, että pölynhallinnan saralla laajoista ohjeistuksista huolimatta on aiheeseen liittyen melko luovien toteutustapojen mahdollisuus. Ongelmaksi tämän myötä koituu ihmisten perustavanlaatuisen laiskuus ja monesti esim. osastointi ja sen kehitystyö jää tekemättä, jos ohjeet eivät ole suoraan mallia "tee näin". Esimerkkien, kuten tämänkaltaisten opinnäytetöiden lisääntyessä on mahdollista, että syntyy vakiintuneita toimintatapoja, jotka pidemmällä ajanjaksolla parantavat kokonaisvaltaisesti rakennusalan pölynhallintaa sekä työterveyttä.

Opinnäytetyön tekeminen oli miellyttävä ja opettavainen osa opintoja. Opinnäytetyön kokonaisuus opintoihin nähden on ollut mielenkiintoinen ja silmiä avaava kokemus. Tutkiessani erilaisia vaihtoehtoja pölynhallintaa koskien, olen huomannut nauttivani varsinkin kehittävästä tutkimustyöstä. Onnistumiset tutkimustyössä toivat minulle paljon motivaatiota ja intoa kehittää sekä tutkia lisää pölynhallintaa ja Terve Talo -rakentamista.

## LÄHTEET

K-Rauta 2024. <https://www.k-rauta.fi/>. Viitattu 24.4.2024

Muuntautuva väliseinärakenne, jolla on hyvät äänieristysominaisuudet. 2023. Rakentaminen ja infrastruktuuri. Verkkolehti. <https://read.epaper.fi/7938/hyXnt3kd>. Viitattu 24.3.2024

Rakennusbetoni 2021. AKOwall-väliseinä: tehokas, turvallinen ja terveellinen ratkaisu. AKOwall -esite. [https://www.rakennusbetoni.fi/application/files/2516/1889/4827/AKOWall\\_esite\\_2021.pdf](https://www.rakennusbetoni.fi/application/files/2516/1889/4827/AKOWall_esite_2021.pdf). Viitattu 23.3.2024

Rakennusbetoni 2023. WWW-dokumentti. <https://www.rakennusbetoni.fi/fi/>. Viitattu 24.3.2024

Ratu s-1236 Olosuhteiden hallinta rakentamisessa 2021. <https://kortistotezp-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/Ratu%20S-1236>. Viitattu 15.4.2024

RatuTT 13-00850 2010. Pölyntorjunta rakennustyössä. <https://kortistotezp-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/RatuTT%2013-00850>. Viitattu 12.3.2024

Sisäilmayhdistys 2008. Terve Talon -kriteerit. Verkkojulkaisu. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveeliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talon-kriteerit>. Viitattu 12.2.2024

Työterveyslaitos 2022a. Kvartsipölyn torjunta rakennustyömailla. Pdf-tiedosto. 30\_Kvartsipölyn%20torjunta%20rakennustyömailla.pdf. Viitattu 20.3.2024

Työterveyslaitos 2022b ja c. Työtehtävät ja kvartsialtistuminen. Pdf-tiedosto. Työtehtävät%20ja%20kvartsialtistuminen.pdf. Viitattu 21.3.2024

Työterveyslaitos 2022d. Ohje rakennustyömaalle, laastien sekoituspaikat sisätiloissa. \_OHJE%20RAKENNUSMAALLE,%20SEMENTIN%20LAASTIEN%20SEKOITUSPAIKAT%20SISÄTILOISSA(1).pdf. Viitattu 20.3.2024

Työterveyslaitos 2022e. Ohje rakennustyömaalle, timanttisahausta sekä muut betoni- ja kivipintojen leikkaukset. 10\_OHJE%20RAKENNUSMAALLE,%20TIMANTTISAHAUSTA%20KIVIPINTOJEN%20LEIKKAUKSET(1).pdf. Viitattu 20.3.2024

Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019. Verkkojulkaisu. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>. Viitattu 18.2.2024

Äänekoski julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.aanekoski.fi/asuminen-ja-ymparisto/tontit-ja-rakentaminen/koulunmaen-koulun-rakentamisen-viikkotiedotteet>. Viitattu 8.4.2024

## LIITE 1: AKOWALL-PÖLYNHALLINTAOSASTO

## AKOwall-seinäelementtien pölynhallintaosasto

**Materiaalit:**Osasto:

puumateriaali ja runko: esim. 47x100 kakkosnelonen sekä tuenta esim. 22x100 vajaasärmäinen lauta.  
seinäpinta: kirkas rakennusmuovi

Sahausalusta:

puumateriaali: esim. eurolava tai vastaava rakennelma

Kaukalo osuus:

pohja = vaneri

veden eriste = rakennusmuovi

reunat = 22x100 lauta tai muu vastaava puutavara

Kiinnitys:

puuosat: yleisruuvi

muovi: niitti ja saumat/läpiviennit esim. höyrynsulkuteippi

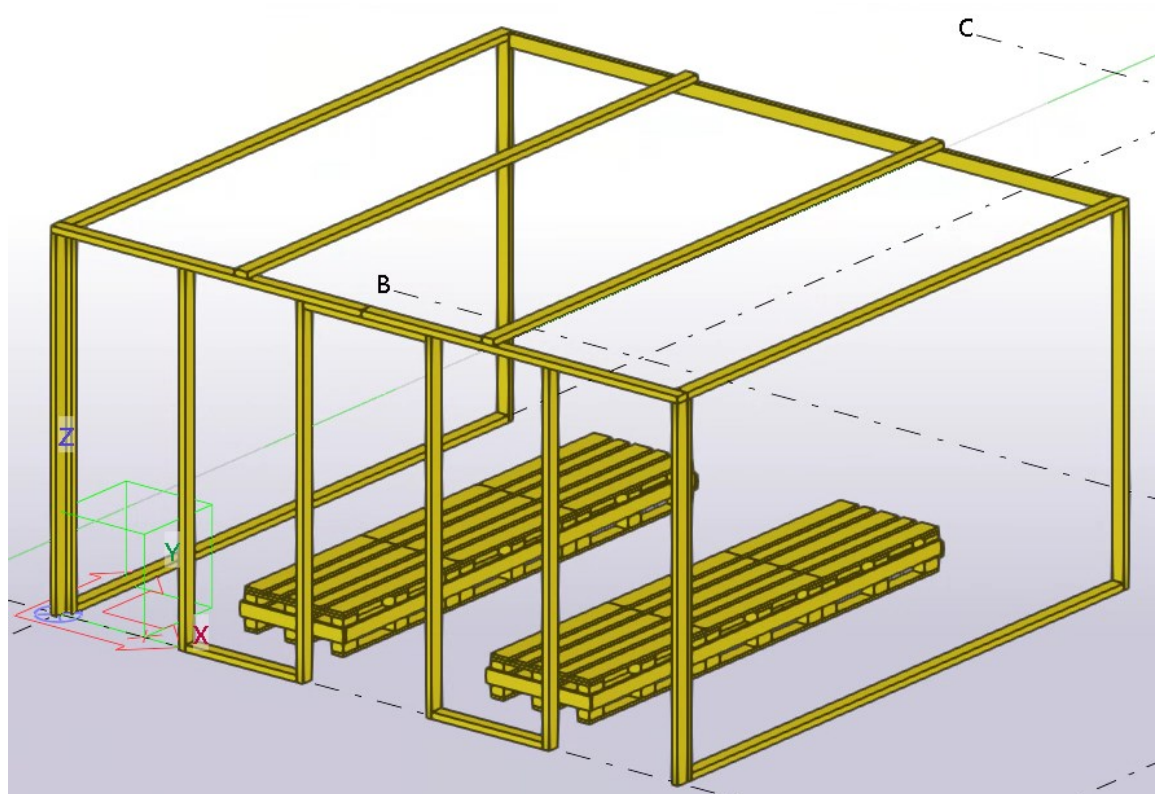
Varoitusmerkit:

etuseinään 2kpl (kts. ohje s.12)

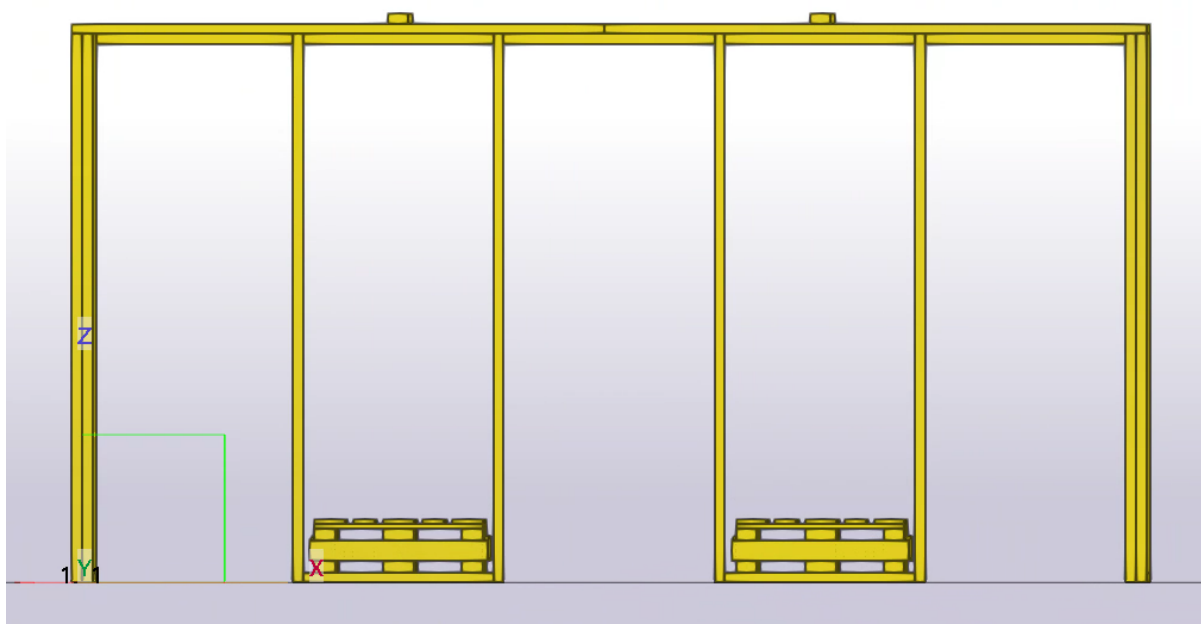
### 3D havainnekuva osastosta ja sahausalustasta



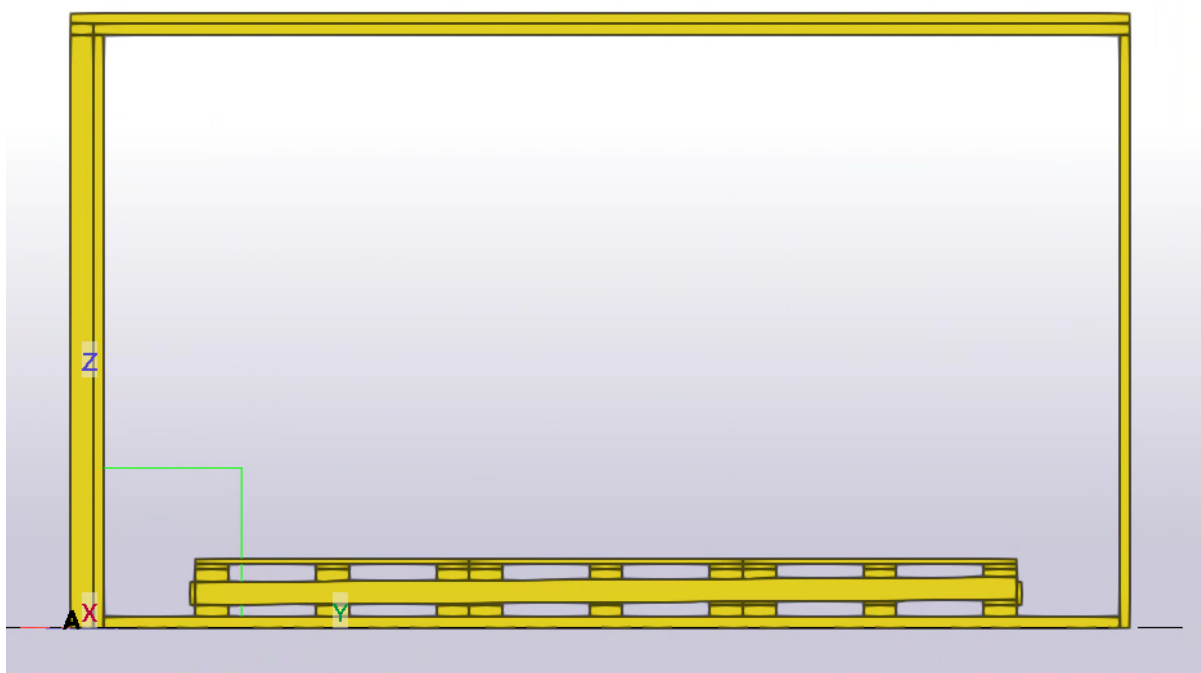
### 3D kuva osastosta ja sahausalustasta



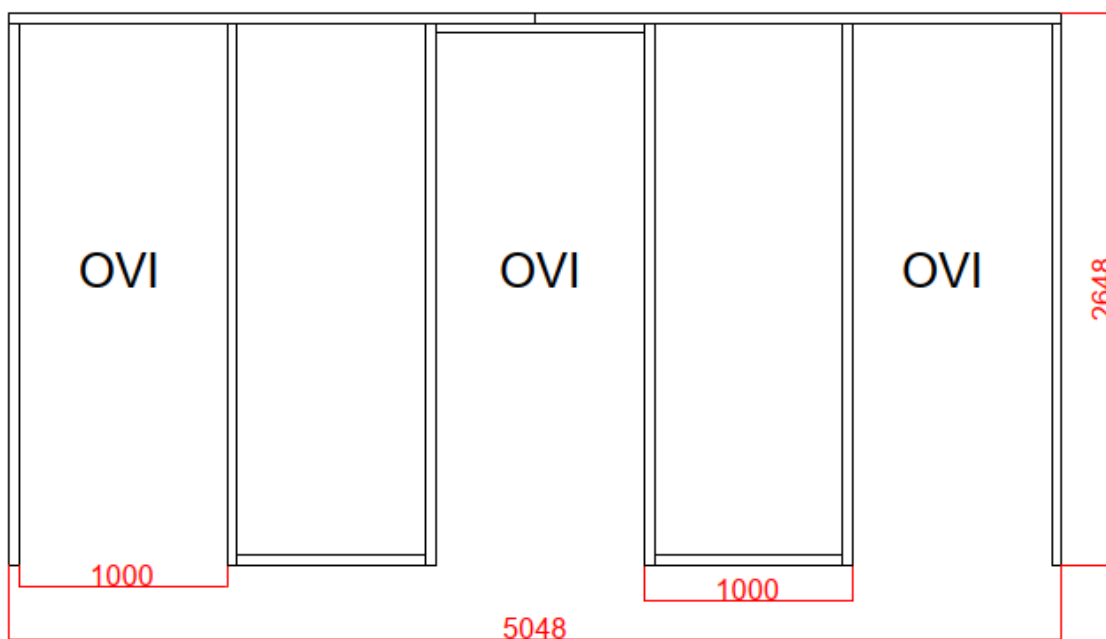
## Naamakuva osastosta



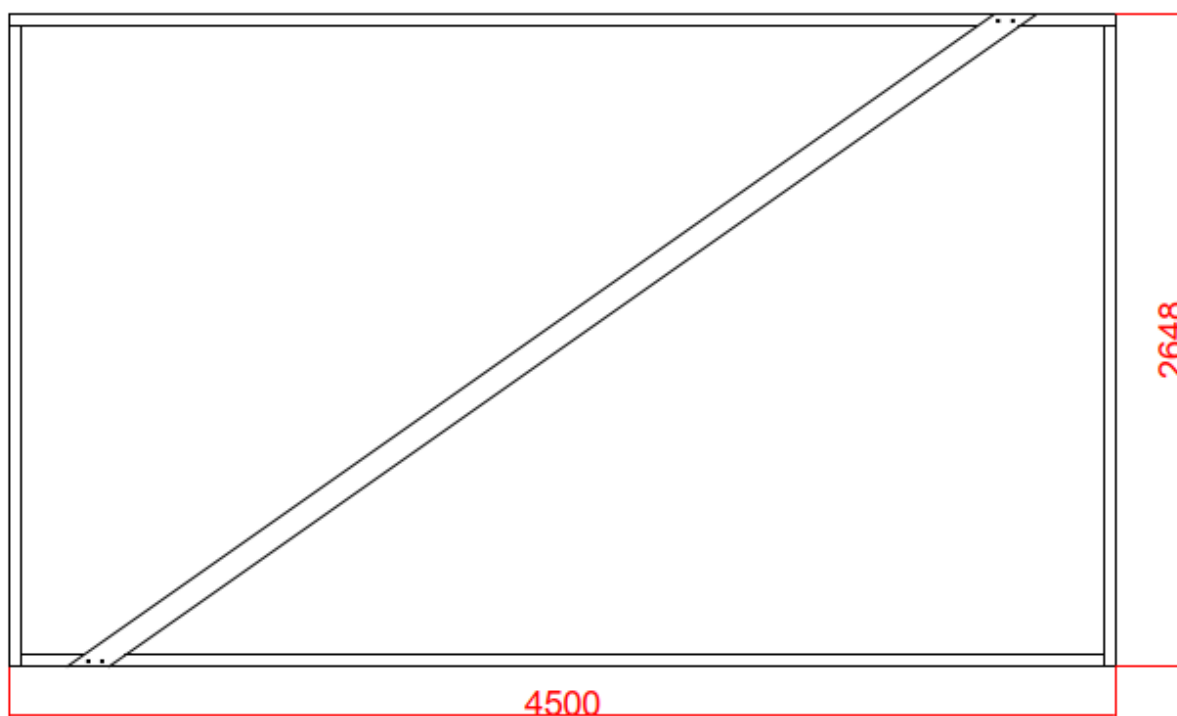
## Osasto oikealta sivulta



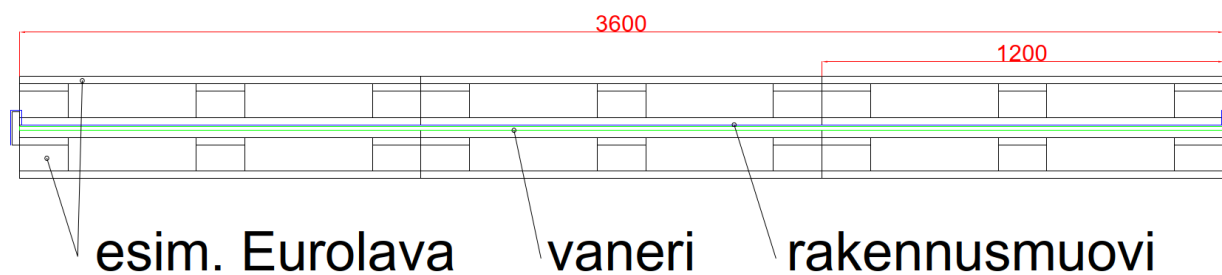
## Osaston rungon mittakuva edestä



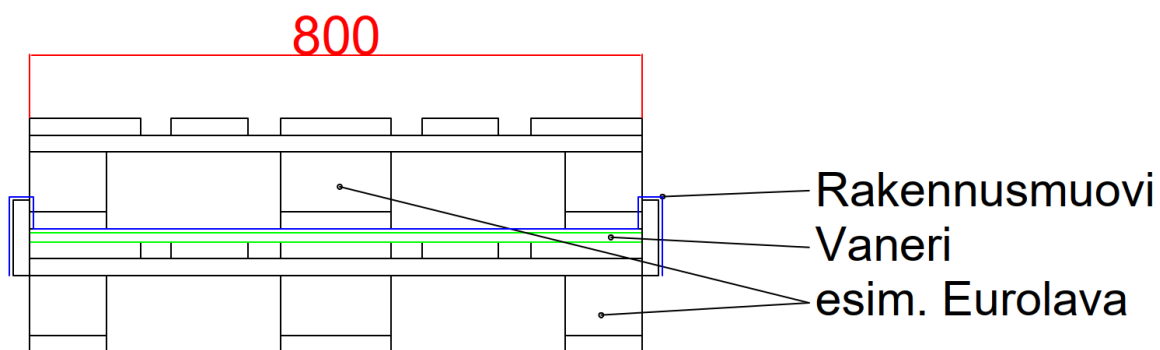
Osaston rungon mittakuva sivusta



Sahausalustan leikkauskuva pitkittäin



### Sahausalustan leikkauskuva poikittain



## Esimerkkikuvia osastosta







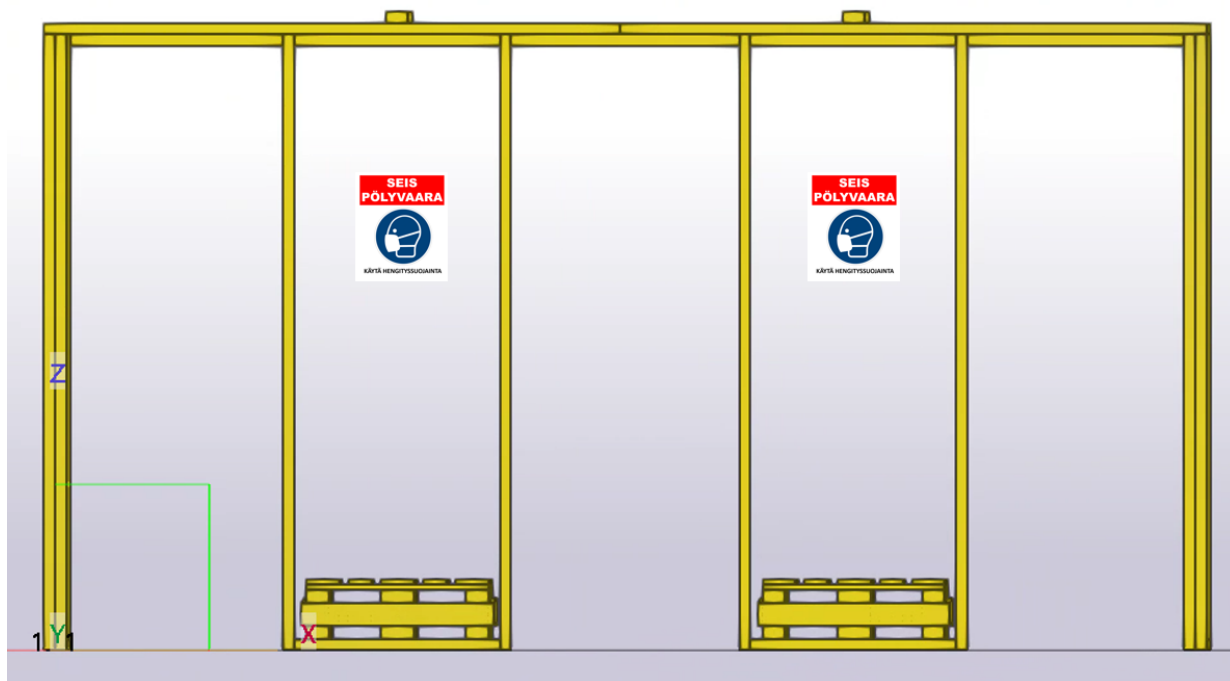
## Esimerkkikuvia sahausalustasta







## Osastoon asennettavat varoitusmerkit



# **SEIS PÖLYVAARA**



**KÄYTÄ HENGITYSSUOJAINTA**