

JUHO PEKKALA

P1-PUHTAUSLUOKKA  
TALONRAKENTAMISESSA

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Kevät 2015



KAJAANIN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# TIIVISTELMÄ

**Tekijä:** Pekkala Juho

**Työn nimi:** P1-puhtausluokka talonrakentamisessa

**Tutkintonimike:** Insinööri (AMK), rakennustekniikka

**Asiasanat:** P1-puhtausluokka, sisäilmasto,

Opinnäytetyö on tehty Rakennusliike Halonen Oy:lle heidän tilauksestaan. Rakennusliike Halonen Oy on kainuulainen rakennusliike, joka rakentaa suuria ja keskisuuria kohteita. Varsinkin kunnallisella tasolla tulee usein vastaan P1-puhtausluokan rakentaminen. Tämä opinnäytetyö käsittelee P1-puhtausluokkaa teoreettisesta näkökulmasta ja sitä kuinka P1-puhtausluokan tavoitteisiin päästään.

Opinnäytetyötä lähdettiin tekemään teoriatasolta, jonka aikana kerättiin tietoa eri lähteistä. Työssä pyrittiin määrittelemään P1-puhtausluokka talonrakentamisessa. Seuraavaksi haettiin tietoa, mitkä kaikki asiat vaikuttavat P1-puhtausluokan rakentamiseen ja kuinka sen tavoitteisiin päästään. Lähteinä käytettiin kirjallisuutta, rakennustiedon tietopankkia ja internet-lähteitä.

Työn tavoitteena oli saada kattava paketti tietoa P1-puhtausluokan rakentamisesta itselle ja Rakennusliike Halonen Oy:lle. Tavoitteena oli tehdä työmaalla jaettava opas, josta käy ilmi tärkeimmät asiat P1-puhtausluokan rakentamisesta työvaiheittain. Tavoitteisiin päästiin teoreettisella osuudella ja rakentamisen kannalta tärkeät asiat P1-puhtausluokkaan liittyen saavutettiin.

Opinnäytetyön oppaan osuutta voidaan käyttää sellaisenaan työmaalla jaettavana tietopakettina liittyen P1-puhtausluokkaan. Opasta voidaan myös muokata helposti ja näin se saadaan soveltumaan erilaisiin kohteisiin. Työn antamat perustiedot voidaan viedä syvemmälle tasolle tutkimalla asiaa lisää joko teoreettisesti tai työmaalla havainnoita tehden. Näistä havainnoista ja tutkimuksista saaduilla tiedoilla työstä voisi tehdä kokonaan uuden työn, jossa tarkasteltaisiin vielä parempaa rakentamisaikaisen sisäilmanlaatua kuin P1-puhtausluokka määrää.

## ABSTRACT

**Author:** Juho Pekkala

**Title of the Publication:** P1 cleanliness grade in construction engineering

**Degree Title:** Engineer (University of Applied Sciences), construction engineering

**Keywords:** P1 cleanliness grade, indoor air

This thesis was made on order for Rakennusliike Halonen Oy, which is a construction company from Kainuu and builds large and medium-size construction objects. Particularly on the municipal level, P1 cleanliness grade construction is often significant. This thesis deals with P1 cleanliness grade from a theoretical point of view and with the ways in which P1 grade can be achieved.

The making of the thesis started from the theoretical level which included the gathering of data from different sources. The aim of the project was to define P1 cleanliness grade in construction. In addition, an attempt was made to find information about the factors that have an effect on P1 grade construction and how its regulations can be achieved. The sources included literature, a databank for information about construction and Internet sources.

The aim of the project was to gather an exhaustive package of knowledge about P1 cleanliness grade construction for the writer himself and for Rakennusliike Halonen Oy. The object was to make a guide that can be handed out at a construction site and which contains the most important knowledge about P1 cleanliness grade construction according to the several stages of construction. The aims were attained on the theoretical level and the most significant factors concerning P1 cleanliness grade were also discovered.

At a construction site, the guide part of the thesis can be used as such as a hand-out knowledge package about P1 cleanliness grade. The guide can also be easily revised to make it applicable to different construction objects. The basic information of the thesis can be further added to by examining the topic more closely either theoretically or empirically, observing the work at a construction site. These observations and the information gathered from them can be used to make a completely new thesis, in which the focus of attention could be an even better indoor air quality during construction than that which is instructed by P1 cleanliness grade.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 PUHTAUSLUOKKIEN MÄÄRITTELY.....	2
2.1 P1-puhtausluokka.....	2
2.2 Puhtauden arviointi.....	3
2.3 Rakennusmateriaalien suojaus ja varastointi .....	3
2.4 Osastointi toimintakoevalmiissa tiloissa .....	4
2.5 Tilojen siivous.....	4
2.6 Luokituksesta tiedottaminen ja koulutus.....	5
2.7 P1-puhtausluokka ilmanvaihtotyössä .....	5
2.8 Ilmanvaihtojärjestelmän kokoonpano (P1) .....	6
3 SISÄILMASTOLUOKKIEN MÄÄRITTELY .....	7
3.1 Sisäilmastoluokka S1 – Yksilöllinen sisäilmasto.....	8
3.2 Sisäilmastoluokka S2 – Hyvä sisäilmasto .....	8
3.3 Sisäilmastoluokka S3 – Tyydyttävä sisäilmasto .....	8
4 RAKENNUSMATERIAALIEN MÄÄRITTELY (M) .....	9
4.1 Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M).....	10
4.2 Kanavien, säätö- ja palopeltien puhtausvaatimus .....	10
4.3 Ilmansuodattimet.....	12
4.4 Äänenvaimentimet.....	13
5 P1-PUHTAUSLUOKAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	15
5.1 Puhtaus suunnitelma.....	15
5.2 Koulutus urakoitsijoille ja työntekijöille.....	16
5.3 Työnjohdon tehtävät ja vastuu.....	16
5.4 Pölynhallinta .....	17
5.4.1 Pölyn muodostumisen estäminen .....	17
5.4.2 Pölyn leviämisen estäminen.....	18
5.5 Materiaalit P1-puhtausluokan rakentamisessa .....	24
5.5.1 Kuljetus & vastaanotto.....	25
5.5.2 Varastointi .....	25
5.5.3 Suojaukset .....	25
5.5.4 Asennus .....	26

5.6 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	26
5.7 Rakennussiivous .....	27
5.7.1 Purkutyön aikainen siivous.....	27
5.7.2 Runko- ja sisärakennus aikainen siivous.....	28
5.7.3 Pintojen ja kiintokalusteiden asennusten aikainen siivous ....	28
5.7.4 Rakennusaikaisen siivouksen laadunseuranta.....	28
5.8 Loppusiivous .....	29
5.8.1 Loppusiivous ennen toimintakokeita – itselleluovutusvaihe 1	30
5.8.2 Loppusiivous ennen luovutusta – itselleluovutusvaihe 2 .....	30
6 YHTEENVETO .....	32
LÄHTEET .....	33
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

P1-puhtausluokka on rakentamisen nykyaikaa, kun rakennukseen halutaan hyvä sisäilmasto. P1-puhtausluokalla tähdätään S1 tai S2 sisäilmastoluokkaan. P1-puhtausluokka tulee ottaa huomioon jo suunnittelussa, jolloin varmistutaan, että tavoitteisiin päästään.

Sain aiheen ”P1-puhtausluokka rakentamisessa” Rakennusliike Halonen Oy:ltä. Rakennusliike Halonen Oy rakentaa mittavia julkisia ja yksityisiä kohteita, joissa nykypäivänä monessa on tullut vastaan P1-puhtausluokka. Tavoitteena oli tehdä Rakennusliike Halonen Oy:lle kattava paketti tietoa P1-puhtausluokasta uudis- ja korjausrakentamisessa.

Teoriaosiossa on käsitelty P1-puhtausluokka ja sitä koskevat kriteerit. P2-puhtausluokkaa ei ole tässä opinnäytetyössä tarkasteltu. P1-puhtausluokkaa koskevat S1 ja S2 sisäilmastoluokat on käyty teoriaosiossa läpi. Opinnäytetyössä on käyty myös läpi rakennusmateriaaliluokat ja ilmanvaihtotuotteiden materiaaliluokka.

Toiminnallinen osuus tehtiin käsikirjatyypillisesti, jota voidaan käyttää suoraan tai tiettyyn kohteeseen muuntaen työmaalla jaettavaksi oppaaksi. Käsikirja sisältää korjausrakentamiseen työmaalla tarvittavat huomiot liittyen P1-puhtausluokan rakentamiseen. Tärkeimpinä osioina ovat pölynhallinta rakentamisaikana, rakennus-  
siivous, puhtauden arviointi ja loppusiivous.

Rakennusliike Halonen Oy:lle tuleva käsikirja on määritelty salassa pidettäväksi.

## 2 PUHTAUSLUOKKIEN MÄÄRITTELY

Rakennustöiden puhtausluokituksen tehtävänä on varmistaa, että käyttöönotettavat tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan käyttäjälle. Puhtausluokituksen tavoitteena on puhdas sisäilma, johon ei kulkeudu käytön aikana rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Luovutettavat tilat tulee olla niin puhtaita, että ne voidaan ottaa käyttöön välittömästi vastaanoton jälkeen.[1.]

Rakennustöiden puhtausluokituksessa on määritelty tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtaudelle. Puhtausluokan laajuuteen ja tasoon vaikuttaa valittu sisäilmastoluokka. Rakennushankkeeseen voidaan suunnitteluvaiheessa valita tarvittaessa vaatimuksia eri puhtausluokista. Rakennushankkeen suunnittelussa voidaan jättää jokin puhtausluokan kohta määrittelemättä. Rakennuksen saman vyöhykkeen samankaltaisille tiloille on syytä määrittää sama puhtausluokka.[1.]

### 2.1 P1-puhtausluokka

P1-puhtausluokka valitaan, kun hankkeeseen valitaan sisäilmastoluokaksi S1– tai S2–sisäilmastoluokka. Hankkeessa tähdätään hyvään sisäilman laatuun. Tilojen tulee olla puhtaat ennen toimintakokeiden aloitusta. Ilmanvaihtolaitteiden suojaukset poistetaan vasta ennen ilmanvaihtokoneiden toimintakokeita. Rakennuksen sisäpinnoilla ei saa olla pölyä, joka voi lähteä liikkeelle ilmanvaihdon käynnistämisen tai kosketuksen vaikutuksesta. Tiloissa ei saa olla rakennusmateriaaleja tai roskia, jotka estävät pintojen puhdistuksen. Rakennusaikaiset suojat poistetaan ennen toimintakokeen aloitusta. Pintojen suojaamat pahvit ja muovit poistetaan. Tämän jälkeen tiloissa voidaan tehdä vain pölyämättömiä töitä, esimerkiksi alakattojen asennusta, paikkamaalauksia, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä ja viritystä sekä loppusiivous. Erityistoimilla tästä voidaan poiketa. Luovutusvaiheessa tilojen pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa. Pinnoilla ei saa olla roskia, irtolikaa, hienoja-koista irtolikaa, pölyä, pinttynyttä likaa tai tahroja.[1.]

## 2.2 Puhtauden arviointi

Ennen toimintakokeiden aloitusta arvioidaan silmämääräisesti kaikkien tilojen pinnat. Tärkeää on tarkastaa myös piiloon jäävien pintojen puhtaus. Arviointi sisältää seinä-, lattia- ja kattopinnat sekä alakattojen yläpuolella sijaitsevat pinnat.

Ennen kuin rakennus luovutetaan, arvioidaan kaikki näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat. Arviointi sisältää seinä-, katto-, kaluste- ja lattiapinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. [1.]

Puhtauden perustasot tarkastetaan silmämääräisesti. Jokainen tila arvioidaan. Tarvittaessa pintojen pölymäärä voidaan tarkastaa geeliteippimenetelmällä INSTA 800–standardin mukaisesti. Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on määritelty sallitut pölykertymät. Pölymittaukset suoritetaan vähintään 2 tuntia siivouksen jälkeen, jotta mahdollinen sisäilmassa leijaileva pöly kerkeää laskeutua. [1.]

Taulukko 1. Puhtausluokan P1 sallitut pölykertymät. [1.]

Tarkastusajan-kohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä %
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alakaton yläpuoli</li> <li>Pinnat yli 180 cm korkeudella</li> <li>Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat)</li> </ul>	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pinnat yli 180 cm korkeudella</li> <li>Pinnat alle 180 cm korkeudella</li> </ul>	1,0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lattiapinnat</li> </ul>	3,0

## 2.3 Rakennusmateriaalien suojaus ja varastointi

Kaikki materiaalit suojataan likaantumiselta ja kastumiselta kaikissa työvaiheissa. Materiaalit peitellään tai suojataan muulla tavoin. Ulkovaraston on oltava irti



maasta, ettei rakennusmateriaaleihin pääse maasta likaa tai nousevaa kosteutta. Ulkovarasto on suojattu niin hyvin, että materiaalit eivät pääse kastumaan tai likaantumaan missään vaiheessa. Ilman pitää päästä kiertämään suojauksissa, ettei lämpötilan ja kosteuden vaihteluista johtuva kondenssivesi pääse tiivistymään pintoihin. Rikkoutuneet suojaukset tulee korjata välittömästi. Suojauksissa ja varastoinnissa noudatetaan valmistajan yleisiä ohjeita. [1.]

Valmiit rakennusosat ja tuotteet suojataan, niin ettei niihin pääse pölyä, likaa tai kosteutta. Tuotteiden asennusvaiheessa ilman tulee olla puhdasta sekä kuivaa, eikä pölyäviä rakennusvaiheita saa suorittaa samassa tilassa tai sen välittömässä läheisyydessä. Ennen asennusten aloittamista ja niiden aikana varmistetaan, että olosuhteet sekä alustan suhteellinen kosteus vastaavat suunnitelmien ja tarvikevalmistajan asettamia suosituksia. [1.]

#### 2.4 Osastointi toimintakoevalmiissa tiloissa

Toimintakoevalmiudessa olevat tilat osastoidaan muista tiloista, kun puhtauden arviointi on suoritettu, jos muissa tiloissa on käynnissä vielä pölyä aiheuttavia työvaiheita. Jos osastoitavan tilan sisällä tarvitsee tehdä pölyä synnyttäviä töitä, asennuksissa käytetään kohdepoistoa. Myös ilmanvaihdosta tulee huolehtia osaston sisällä. Osastoituja toimintakoevalmiudessa olevia tiloja ei saa käyttää säännölliseen läpikulkuun, jos osaston viereiset tilat eivät ole samassa puhtausluokassa. Siivotut ja puhtausarvioidut tilat tulee merkitä selvästi näkyvällä ”P1-puhtausluokan P1 tila” merkinnällä. [1.]

#### 2.5 Tilojen siivous

Rakentamisvaiheessa käytetään karkean jätteen poistoon suurtehoimuria, lastaa ja lapiota. Hienojakoiseen jätteeseen ja pölyyn käytetään keskuspölyimuria tai hienopölysuodattimella (vähintään 98 % suodatus 3 µm hiukkasille.) varustettua imuria. Imurin suodatin vaihdetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.[1.]

Loppusiivouksessa käytetään keskuspölyimuria tai hienopölysuodattimella (vähintään 98 % suodatus 3 µm hiukkasille.) varustettua imuria. Kovat ja sileät pinnat lisäksi pyyhitään nukattomalla nihkeällä liinalla tai luutulla. Pinnat puhdistetaan valmistajan ilmoittaman menetelmän mukaan. Puhdistus- ja käsittelyaineiden tulee olla vähäpäästöisiä ja hajusteettomia. [2.]

## 2.6 Luokituksesta tiedottaminen ja koulutus

Rakennuttajan asetettua sisäilmastotavoitteet, puhtausluokitukset sekä materiaaliuokat esitetään luokitukset työmaan aloituskokouksissa. Tärkeimmät asiat kirjataan urakoitsijoiden laatusuunnitelmiin ja niiden toteutumista seurataan työmaakokouksissa.[1]

P1-puhtausluokan kannalta tärkeimmille urakoitsijoille ja työntekijöille pidetään ennen töiden aloittamista P1-puhtausluokkaa koskeva koulutus. Koulutuksessa käydään läpi kuinka puhtausluokka vaikuttaa kyseisten urakoitsijoiden ja työntekijöiden töihin. Koulutus antaa ohjeet, joita noudatetaan P1-puhtausluokan rakentamisessa. Urakkarajaliitteessä täytyy olla sovittu koulutuksesta. Rakennuttaja järjestää koulutuksen. Myös hankkeen kesken on järjestettävä uusia koulutuksia, jotta myöhemmin tulleet urakoitsijat ja työntekijät saavat koulutuksen.[1]

## 2.7 P1-puhtausluokka ilmanvaihtotyössä

P1-puhtausluokan tarkoitus ilmanvaihtojärjestelmässä on varmistaa, että uuden ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaava ilma on puhdasta. Tuloilma on hyvälaatuista. Tuloilmassa ei saa olla ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevia epäpuhtauksia tai hajuja, jotka ovat haitallisia terveydelle tai viihtyisyydelle. Esimerkiksi tuloilmassa ei saa olla mikrobeja, hiukkasia tai kuituja, jotka ovat peräisin ilmanvaihtojärjestelmästä. [1.]

Ilmanvaihtojärjestelmän tuotteiden testaus ja luokittelu tehdään laboratoriomittauksin ja valvontasopimuksiin perustuvilla mittauksilla. Rakennustyömaalla ei tehdä tuotteille emissio- tai hajumittauksia. Työmaalla tuotteista varmistetaan, että

niistä löytyvät testaus- ja luokittelumerkinnot, ja ne ovat kunnossa. Ilmanvaihtojärjestelmän määritelty puhtausluokka esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. [1.]

## 2.8 Ilmanvaihtojärjestelmän kokoonpano (P1)

Uudelle ilmanvaihtojärjestelmälle voidaan valita puhtausluokka kahdesta eri puhtausluokasta. P1- tai P2-puhtausluokka. P1-puhtausluokka on järkevämpi valinta sen tarkempien kriteerien ja parempaan puhtauteen pääsemisen takia. Puhtausluokka valitaan ilmanvaihtojärjestelmän suunnitteluvaiheessa. [1.]

P1-puhtausluokassa ilmanvaihtojärjestelmän suodattimien tulee täyttää M1-puhtausluokka. Tilakohtaisilla ilmanpuhdistajilla voidaan korvata tuloilman suodattimet, jos ilmanpuhdistajien puhdistustaso vastaa valitun laatuluokan mukaista tuloilmasuodattimien suodatustehoa mitoitusilmavirralla. Kuvassa (kuva 1) on määritelty Ilmanvaihtojärjestelmän P1-puhtausluokan vaatimukset. [1.]

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 tai M2 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään  $0,7 \text{ g/m}^2$  suodatinmenetelmällä (Pasanen et. al. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001).
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan kaksiportainen suodatus, jonka erotusaste vastaa taulukon 2.4.5 vaatimuksia.

Kuva 1. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P1 vaatimukset. [1.]

### 3 SISÄILMASTOLUOKKIEN MÄÄRITTELY

Sisäilmastoluokkien määrittely on tehty sisäilmastoluokitus 2008 –teoksen pohjalta. Sisäilmastoluokkien määrittely on tehty vain ja ainoastaan kyseisessä teoksessa. Teoksessa on myös määritelty puhtausluokat ja materiaaliluokat, joita on käsitelty tässä insinööriyössä.

Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu käytettäväksi asetettaessa sisäilmastotavoitteita. Sisäilmastoluokitusta käytetään työ- ja asuintiloihin. Työ- ja asuintiloihin kuuluvat; julkiset rakennukset, toimistorakennukset, koulu- ja päiväkotirakennukset, asuinrakennukset sekä muut vastaavat rakennukset. Huoneiden ja tilojen erityiset sisäilmastotavoitteet määritellään aina erikseen, niitä ei ole erikseen luokiteltu. [1.]

Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu apuvälineeksi määrittämään rakennuskohteen sisäilmaston tavoitetasot käyttäjälle, omistajalle, rakennuttajalle ja urakoitsijalle. Luokituksessa määritellyt tavoitteiden tasot ovat nykytiedon mukaan terveyden ja viihtyvyyden kannalta turvallisia. Nykytiedon mukaan luokituksissa sisäilmasto-olosuhteet ovat viranomaisvaatimuksia korkeampia. [1.]

Tavanomaisessa rakennushankkeessa sisäilmastoasiat otetaan samalla tavalla huomioon kuin muutkin toiminnalliset vaatimukset. Rakennuttajan tehtävä on valita sopiva tavoitetaso kohteen kannalta. Suunnittelija laatii ratkaisun, jolla valittu taso saavutetaan. Valvonnalla varmistetaan tavoitetasojen toteutuminen, jotta hankkeen toteutus vastaa suunnitelmaratkaisuja. [1.]

Sisäilmastoluokkien arvoja ja suureita voidaan soveltaa eri laatuluokkiin. Suureiden arvot voidaan määritellä tapauskohtaisesti. Yleensä rakennusprojekteissa valitaan arvoja ja suureita eri luokista tai jopa kovempia kriteerejä kohteen mukaan. [1.]

### 3.1 Sisäilmastoluokka S1 – Yksilöllinen sisäilmasto

Sisäilmaluokka S1 on paras sisäilmastoluokista. Tilojen sisäilma on erinomainen ja tilat ovat hajuttomia. Sisäilman tiloissa ei esiinny sellaisia materiaaleja tai vaurioita, jotka voivat aiheuttaa sisäilman heikkenemistä. Lämpöolot pysyvät lähes vakioina, eikä tiloissa esiinny vetoa, kylmyyden tunnetta tai yllämpenemistä. Jokainen tilojen käyttäjä pystyy säätämään lämpötilaa. Ääni- ja valo-olosuhteet ovat erittäin hyviä niiden käyttötarkoitukseen. Jokaisen tilan valaistusta pystyy säätämään yksilöllisesti.[1.]

### 3.2 Sisäilmastoluokka S2 – Hyvä sisäilmasto

Sisäilmaluokka S2 on toiseksi korkein sisäilmastoluokka. Sisäilmanlaatu tilassa on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Tiloissa ei esiinny sellaisia materiaaleja tai vaurioita, jotka voivat aiheuttaa sisäilman heikkenemistä. Tilassa on hyvät lämpöolosuhteet. Tiloissa ei yleensä esiinny vetoa, mutta kuumina kesäpäivinä tila voi yllämmetä. Ääni- ja valaistusolosuhteet tiloissa ovat hyvät. [1.]

### 3.3 Sisäilmastoluokka S3 – Tyydyttävä sisäilmasto

Sisäilmaluokka S3 on heikoin kolmesta sisäilmastoluokasta. Tilan sisäilmanlaatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäismääräykset. [1.] S3-sisäilmastoluokan rakentaminen ei ole suotavaa, jos halutaan hyvä sisäilman laatu valmiille rakennukselle.

#### 4 RAKENNUSMATERIAALIEN MÄÄRITTELY (M)

Rakennusmateriaaleille on määritelty kolme päästöluokkaa M1, M2 ja M3. Puh- taaseen sisäilmastoluokkaan S1 tai S2 tähdättäessä käytetään M1-luokan materi- aaleja, jotka synnyttävät vähiten päästöjä sisäilmaan. Rakennusmateriaaleista va- pautuu ilmaan kemikaaleja. Vapautuneet kemikaalit voivat johtua käytetyistä raaka-aineista, materiaalien vanhenemisesta, valmistusprosessin virheistä tai väärästä käyttötarkoituksesta. Monet materiaalit eivät kestä kosteutta tai kiinnittä- mistä kosteaan alustaan. Materiaalien tulee olla helposti puhdistettavissa. Kuvissa (kuva 2 ja kuva 3, sivu 10) on esitetty M1- ja M2-luokkien vaatimukset rakennus- materiaaleille, jotka on testattu emissiomenetelmin. [1.]

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) on alle 0,2 mg/m<sup>2</sup>h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
- Formaldehydin (H<sub>2</sub>CO) emissio on alle 0,05 mg/m<sup>2</sup>h.
- Ammoniakin (NH<sub>3</sub>) emissio on alle 0,03 mg/m<sup>2</sup>h.
- IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogee- nisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m<sup>2</sup>h (ei koske formaldehydiä, sen kriteeri on annettu edellä).
- Materiaali ei haise, hajun hyväksyttävyys kouluttamattomalla paneelilla arvioituna on >0,1.
- Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.

Kuva 2. M1-materiaaliluokan vaatimukset rakennustuotteille. [1.]

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) on alle 0,4 mg/m<sup>2</sup>h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
- Formaldehydin (H<sub>2</sub>CO) emissio on alle 0,125 mg/m<sup>2</sup>h.
- Ammoniakin (NH<sub>3</sub>) emissio on alle 0,06 mg/m<sup>2</sup>h.
- IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden (WHO 1987) emissio on alle 0,005 mg/m<sup>2</sup>h (ei koske formaldehydiä, sen kriteeri on annettu edellä).
- Materiaali ei haise hajun hyväksyttävyyden kouluttamattomalla paneelilla arvioituna on 0,1.
- Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.

Kuva 3. M2-materiaaliluokan vaatimukset rakennusmateriaaleille. [1.]

#### 4.1 Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M)

Ilmanvaihtotuotteille on määritelty yksi puhtausluokka M. Ilmanvaihtojärjestelmän osat on joko luokiteltu tai ei ole. Puhtausluokitellut tuotteet eivät saa nostaa tuloilman haitallisten epäpuhtauksien määrää. Tuotteet eivät saa lisätä tuloilmaa huonontavia kaasuja, hajuja tai muita epäpuhtauksia. Käytettävien tuotteiden täytyy olla helposti puhdistettavia. [1.]

#### 4.2 Kanavien, säätö- ja palopeltien puhtausvaatimus

Puhtausluokitellun kanavan tai sen osan sisäpintojen tulee täyttää taulukon (taulukko 2) mukaiset vaatimukset. Luokituskriteereitä kanavien, säätö- ja palopeltien puhtausvaatimuksille ovat kanavien öljyisyys, kanavaosien, päätelaitteiden, säätö- ja palopeltien öljyisyys, ilmavirtaan irtoavat mineraalikuidut ja pintapölyn määrä.

Taulukko 2. Puhtausluokitellun kanavan tai –osan sisäpinnan vaatimukset.

Epäpuhtaus	Luokituskriteeri
Kanavien öljyisyys <sup>1)</sup>	0,05 g/m <sup>2</sup>
Kanavaosien, päätelaitteiden, säätö- ja palopeltien öljyisyys <sup>1)</sup>	
• Leikkaamalla, tavuttamalla tai liittämällä valmistetut osat	0,05 g/m <sup>2</sup>
• Syvävedetyt osat, öljyä vaativat prosessi	0,3 g/m <sup>2</sup>
Ilmavirtaan irtoavat mineraalikuidut (MMVF) <sup>2)</sup>	<0,1 kpl/m <sup>3</sup>
Pintapölyn määrä	<0,5 g/m <sup>2</sup>

Vaihtoehtona kyseiselle taulukolle voidaan käyttää hajukriteerejä. Hajukriteerejä voidaan käyttää, jos kanavat tai sen osat on valmistettu muusta materiaalista kuin pellistä. Käytettäessä koulutettua hajupaneelia tulee hajun intensiteetin olla asteikolla 0-20 <4. Jos käytetään kouluttamatonta hajupaneelia, tuotteen tai tuoteyhdistelmän läpi kulkeneen ilman hyväksyttävyyssarvon tulee olla >0,1. [1.]

Hajupaneeli on joukko ihmisiä, jotka on valittu kohteelle tarkastamaan hajukriteereitä. Koulutettu hajupaneeli koostuu koulutetuista henkilöistä. Kouluttamaton hajupaneeli koostuu kouluttamattomista henkilöistä.

Metallista rakennetuille kanaville ei suoriteta emissiokokeita. Metallirakenteisten kanavien haitattomuus todetaan öljyjäämien määrittämisellä. Jos käytetään muista materiaaleista valmistettuja kanavan sisäpintoja, tulee niiden täyttää rakennusmateriaalien päästöluokan M1 ammoniakki-, formaldehydi, TVOC ja hajuvaatimukset. [1.]



### 4.3 Ilmansuodattimet

P1-puhtausluokan rakentamisessa käytetään puhtausluokiteltuja M1-tason suodattimia. Suodattimet on lisäksi jaettu hiukkaserottuvuuden perusteella eri luokkiin. Taulukossa (taulukko 3) on esitetty ilmansuodattimien luokat suodattavuuden perusteella. Uusien käyttämättömien suodattimien läpivirtaavan ilman on oltava hajuintensiteetiltään <4, kun käytetään koulutettua hajupaneelia. [1.]

Taulukko 3. Suodattimien suodattavuusluokat

Siitepöly-suodattimet	F5 + M1 / F6 + M1	Hienosuodatin, joka erottaa vähintään 20 % yli 1,0 µm hiukkasista
Kaupunkipöly-suodattimet	F7 + M1	Hienosuodatin, joka erottaa vähintään 80 % yli 1,0 µm hiukkasista ja vähintään 50 % yli 0,4 µm hiukkasista
Pienhiukkas-suodattimet	F8 + M1 / F9 + M1	Hienosuodatin, joka erottaa vähintään 90 % yli 1,0 µm hiukkasista ja vähintään 70 % yli 0,4 µm hiukkasista

Rakennuksen ollessa käytössä, suodattimista ei saa irrota mineraalikuituja tuuloilmaan. Suodattimesta irtoavien kuitujen kokonaispitoisuuden täytyy olla alle 0,1 kpl/m<sup>2</sup>. Suodattimen puhdistuksessa, huollossa tai valmistuksessa ei saa käyttää terveydelle haitallisia öljyjä tai torjunta-aineita. Ilmansuodattimen ja ilmanvaihtokoneen alipaineisen osan kokonaisvuoto ei saa ylittää taulukon (taulukko 4) mukaisia arvoja. Taulukossa on esitetty suodatinluokka, paine-ero Pascaleina sekä maksimiarvo kokonaisvuodolle prosentteina. [1.]

Taulukko 4. Suodattimen ja ilmanvaihtokoneen ohivuototaulukko.

Suodatinluokka	Paine-ero Pa	Kokonaisvuoto %
Huonompi kuin F5/EU5	200	6
F5/EU5	400	6
F6/EU6	400	4
F7/EU7	400	2
F8/EU8	400	1
F9/EU9	400	0,5

Suodattimien ja sen osien tulee kestää 3 kertaa suurempi paine-ero kuin niiden mitoituspaine on. Suodattimet on helposti vaihdettavia. Suodatin ei saa olla kosketuksissa mihinkään kosteaan tai märkään. Valmistaja määrittää suodattimelle vaihtovälin ja sitä on noudatettava. Sähkösuodattimia käytettäessä valmistaja on määrittänyt niille puhdistusohjeet. [1.]

#### 4.4 Äänenvaimentimet

Äänenvaimentimesta ei saa päästä tuloilmaan kuituja, hiukkasia tai haitallisia epäpuhtauksia. Tärityskokeissa äänenvaimentimesta ei saa irrota kuituja enempää kuin 10kpl/m<sup>2</sup>. Äänenvaimentimet tulee olla puhdistettavissa ja niiden tulee kestää vähintään 10 puhdistuskertaa ilman rakenteellisia muutoksia vaimentimessa. Puhdistuksen jälkeen äänenvaimentimesta ei saa irrota kuituja enempää kuin 0,1kpl/m<sup>2</sup>. Jos äänenvaimennin on mahdollista ottaa irti ja puhdistaa irrallisena, näistä vaatimuksista voidaan poiketa. Äänenvaimentimen läpivirtaava tuloilma on

ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen mukaista. Ilmanvaihtokoneen muiden osien vaatimukset ovat sovellettavissa samojen kemiallisten ja hiukkasmaisten epäpuhtauksien sekä hajujen intensiteetin ja hyväksyttävyyden rajoissa. [1.]

## 5 P1-PUHTAUSLUOKAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

P1-puhtausluokan suunnittelulla ja toteutuksella haetaan rakennuskohteelle hyvää sisäilmastoa. P1-puhtausluokka tähtää S1-tai S2-sisäilmastoluokkaan. Tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen ovat: Puhtaanapitosuunnitelma, puhtaustasoa koskeva koulutus ja tiedottaminen, tavoitteiden sisäistäminen ja niistä kiinnipitäminen, pölynhallinta, rakennusaikainen siivous ja loppusiivous.

### 5.1 Puhtaussuunnitelma

Pääurakoitsija laatii kohteelle rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtaussuunnitelman. Puhtaudelle asetetut vaatimukset (P1) esitetään kirjallisesti ja liitetään rakennushankkeen urakka-asiakirjoihin. Puhtaussuunnitelmassa määritellään rakennustarvikkeiden ja materiaalien kuljetus ja varastointi. Suunnitelmassa määritellään myös työnaikainen osastointi ja siivous tiloissa. Suunnitelmassa esitetään ilmanvaihtolaitteiden ja -kanavien puhtaat asennustavat sekä suojaukset työvaiheiden välissä ja aikana. Puhtaussuunnitelma ohjaa rakentamaan niin, että työvaiheet voidaan suorittaa puhtaasti ennen ilmanvaihdon toimintakokeita ja säätöjä. [3.]

Puhtaussuunnitelmalla on tärkeä osa P1-puhtausluokan rakentamisessa. Jos suunnitelmat on tehty kunnolla ja niistä pidetään kiinni, pysyy myös työmaa siistinä ja P1-puhtausluokkaan päästään helpommin. Suunnitelman laadinnassa on hyvä olla paikalla kaikki projektiin osallistuvat osapuolet. Suunnitelmassa sovitaan yhdessä kuinka tavoitteisiin päästään.

## 5.2 Koulutus urakoitsijoille ja työntekijöille

Ennen rakennustöiden aloitusta järjestetään urakoitsijoille ja työntekijöille P1-puh-  
tausluokkakoulutus. Rakennuttaja vastaa koulutuksen järjestämisestä[2]. Jokai-  
sen työmaalla työskentelevän henkilön on käytävä koulutus ennen töiden aloitta-  
mista. Jos erillistä koulutusta ei ole järjestettävissä, työnjohto pitää huolen, että  
jokainen työmaalla työskentelevä tietää kohteen puhtausluokan ja toimintatavat,  
joita puhtausluokka edellyttää [2.].

Koulutuksessa käydään läpi kohteen sisäilmastoluokka, puhtausluokka, ja näiden  
tavoitteisiin pääseminen. Koulutuksessa kerrotaan työmaan asetettu puhtaustaso,  
työmaan siivouksesta sekä laadunseurannan toteuttamisesta. Koulutuksen aikana  
on hyvä käydä myös työmaan yleiseen siisteyteen ja turvallisuuteen liittyvät ohjeet.

## 5.3 Työnjohdon tehtävät ja vastuu

Työnjohdolla on vastuu työmaalla työskentelevistä henkilöistä. Työnjohdon tehtä-  
vänä on varmistaa jokaisen työmaalla työskentelevän henkilön tietoisuus P1-puh-  
tausluokasta. Työnjohto valvoo työmaalla P1-puhtausluokan tavoitteiden toteutu-  
mista. Työnjohto näyttää työntekijöille omalla esimerkillään kuinka tulee toimia P1-  
kohteessa. Esimerkki on tärkeä osa motivaatiota, jota tarvitaan, että P1-puhtaus-  
luokka saavutetaan. Motivoituneet työntekijät tuntevat projektin omakseen ja teke-  
vät yhteistyötä tavoitteiden saavuttamiseksi.

Työnjohto määrää tarvittaessa työntekijöistä kohteelle P1-vastaavan, jonka tehtä-  
vänä on huolehtia kaikkien työmaalla meneillään olevien tilojen P1-taso. Työnte-  
kijän on oltava hyvin perillä P1-puhtausluokasta ja siitä kuinka siihen pääseminen  
on toteutettu kyseisellä työmaalla. Määrätty työntekijä ilmoittaa ja korjaa havaitut  
puutteet välittömästi. Esimerkkejä korjausta vaativista toimista; vaillinaiset suo-  
jaukset tiloissa, puutteellinen puhtauden taso, rikkoutuneet osastointiseinät/-o-  
vet, poissa käytöstä olevat alipainekoneet tai liian alhainen alipaine työskentelytiloissa.  
Lopullinen vastuu on työnjohdolla varmistaa puhtaustaso ja siihen pääsemiseen  
vaikuttavat tekijät.

## 5.4 Pölynhallinta

Pölynhallinnassa on tärkeää tunnistaa eriaisteiset pölyt ja tietää niiden käyttäytyminen rakennuskohteissa. Tärkein pölynhallintaan vaikuttava tekijä on pölyn muodostumisen estäminen. Jos pölyä ei synny, ei sitä ole silloin työmaallakaan. Täysin pölytön työskentely ei ole kuitenkaan mahdollista. Pölynhallinnassa pöly pyritään hallitsemaan erilaisin menetelmin, jotka estävät pölyn leviämisen. Tällaisia menetelmiä ovat mm: yleispoisto, kohdepoisto, osastointi, alipaineistus ja siivous.

### 5.4.1 Pölyn muodostumisen estäminen

Työmaalla käytetään pölyttömiä tai vähän pölyä synnyttäviä työmenetelmiä. Pölyttömiä työmenetelmiä käytetään aina, kun on mahdollista. Pölyävien materiaalien, esimerkiksi kivi- ja betonipölyä aiheuttavien, leikkaukseen ja katkaisuun käytetään menetelmiä, jotka synnyttävät pölyä vähän tai ei ollenkaan. Tällaisia menetelmiä ovat muun muassa hydraulisen puristimen käyttö harkkojen katkaisussa kivileikkurin sijaan. Eristetuotteet tuodaan työpisteelle valmiiksi oikeaan mittaan leikattuna tai tilattuna. Mahdolliset työstöt ja leikkaukset eristetuotteisiin tehdään tilassa, jossa pölystä ei ole haittaa tai se ei pääse leviämään. Puutavara tilataan työmaalle valmiiksi oikeaan mittaan leikattuna, joten työstöjä ei tarvitse tehdä. [4.]

Jos ei ole mahdollista käyttää pölyttömiä työmenetelmiä, pölyä synnyttävät työvaiheet suoritetaan ulkona tai sille erikseen merkityllä osastoidulla alueella. Tilat ovat etukäteen määrättyjä. Työstetyt materiaalit puhdistetaan epäpuhtauksista ennen kuin ne tuodaan P1-tiloihin. [4.]

*Käytännön esimerkki: Rakennustyömaalla sisätiloissa on käynnissä väliseinän harkkomuuraus. Harkot ovat standardimittaisia, joten niitä on työstettävä oikeisiin mittoihin ja kulmapaloiksi. Harkkojen katkaisuun ja halkaisuun käytetään esimerkiksi tiilileikkuria sirkkelin sijaan (Kuva 4., sivu 18) Harkot voidaan työstää ulkotiloissa, jos käytössä ei ole pölyttömiä työmenetelmiä. Sisätiloihin voidaan myös rakentaa pölytiivis osastoitu leikkausalue, joka on alipaineistettu ja jonka sisällä*

*käytetään kohdepoistoa. Alueen sisällä tulee olla hyvä ilmanvaihto. Harkot puhdistetaan kiviölystä ennen kuin ne tuodaan P1-tiloihin. Näin on estetty tarpeettoman kiviölyn pääseminen P1-tiloihin.*



Kuva 4. Harkon katkaisu tiilileikkurilla.[5.]

#### 5.4.2 Pölyn leviämisen estäminen

Mikäli pölyn muodostumisen estäminen ei ole mahdollista, joten P1-puhtaustason rakentamiseen käytetään pölyn leviämisen estämistä. Pölyn leviämistä voidaan hallita monin tavoin. Pölyn leviämisen estämisen keinot yhdistettynä toimivat paremmin kuin vain yhtä tapaa kerralla käyttäen. Kun yleispoisto, kohdepoisto, osastointi, alipaineistus ja siivous yhdistetään, saadaan pölyn leviäminen minimoitua.

### *Yleispoisto*

Yleispoistossa lisätään työ- tai purkukohteen yleisilmanvaihtoa pölyn vähentämiseksi. Ilmanvaihtolaitteet varustetaan suodattimin, jos käytetään kohteen pysyvää ilmanvaihtojärjestelmää yleispoistossa [1.]. Purkukohteissa ilmaa imetään ilmanpuhdistajilla, jotka on varustettu pölysuodattimilla. Imetty poistoilma puhalletaan muovisukkaa tai –putkea pitkin ulkoilmaan. Yleispoisto voidaan järjestää myös ristivedolla. [4.]

### *Kohdepoisto*

Kohdepoistolla tarkoitetaan pölyä synnyttävän työvaiheen aiheuttaman pölyn poistamista välittömästi. Käytettävään työkoneeseen, -laitteeseen tai välittömään läheisyyteen asennetaan kohdepoistolaite, jotta työskentelystä syntyvä pöly ei pääse leviämään ympäröiviin tiloihin. Kohdepoistolaite voi olla korkeapaineinen tai matalapaineinen. [4.]

Korkeapaineinen kohdepoistaja voi olla laitteeseen valmiiksi integroitu tai erikseen kiinnitettävä työmaaimuri tai keskuspölyimuri. P1-kohteessa imuri on varustettava hiukkaspölysuodattimilla, joiden suodatustaso on vähintään 98% 3µm hiukkasille. Matalapaineinen kohdepoistaja on yleensä ilmanpuhdistaja, joka on varustettu HEPA H13-suodattimilla ja pölynkerääjällä, jossa on karkeasuodatin. Matalapaineinen kohdepoistaja sijoitetaan työskentelykohteen välittömään läheisyyteen. Poistoilma puhalletaan työskentelytilan ulkopuolelle muovisukan tai poistoputken kautta. [4.]



*Käytännön esimerkki: Saneerauskohteessa on menossa betonilattioiden purkutyö. Purkumies käyttää lattian purkamiseen piikkauskonetta, jonka käyttö synnyttää paljon betonipölyä sekä karkeaa ja hienoa purkujätettä. Ennen työn aloittamista paikalle on järjestetty riittävä ilmanvaihto, korkeapaineinen kohdepoisto (kuva 5.) ja matalapaineinen kohdepoisto (kuva 6., sivu 21). Lisäksi purkutila on osastoitu muista tiloista. Ilmanvaihto takaa riittävän korvausilman tilaan. Korkeapaineinen kohdepoisto poistaa suurimman osan työstä tulevasta liasta ja pölystä. Matalapaineinen kohdepoisto poistaa hienojakoista pölyä vielä työnsuorittamisen jälkeenkin ja toimii samalla tilan alipaineistajana. Työnsuorittamisen jälkeen työntekijä voi käyttää korkeapaineista kohdepoistajaa (imuria) myös siivoukseen.*



Kuva 5. Korkeapaineinen kohdepoisto piikkauskoneessa. [6.]



Kuva 6. Korkea- ja matalapaineinen kohdepoisto lattiahiontatyössä. [9.]

### *Osastointi*

Osastoinnilla erotetaan puhtaat ja likaiset tilat toisistaan. Osastoiduissa tiloissa suojaukset tarkastetaan päivittäin. Ilmanvaihto osastoidussa tilassa tulee olla hallittua ja tuloilma puhdistettua. Tarpeen vaatiessa osastoitaviin tiloihin voidaan järjestää alipaineistus. Osastointi voidaan toteuttaa olemassa olevilla rakenteilla tai rakentaa uusia suojaseiniä. Suojaseinän materiaalit määräytyvät käytetyn suojaseinän käyttötarkoituksen mukaan. [4.]

Korjausrakentamisen kohteissa, joissa seinät ovat osastoivia ja pitkään samoilla paikoillaan, rakennetaan rungollinen ja eristetty levyseinä, joka täyttää sille asetetut palo- ja muut viranomaismääräykset. Työmaa-alue ja käytössä olevat tilat tulee erottaa toisistaan osastoivalla seinällä. Suojaseinän tulee olla tiivis. Saumaukset teipataan ja kaikki mahdolliset vuotopaikat tarkastetaan. Rakennusaikainen pöly ei saa päästä käytössä oleviin tai valmiisiin tiloihin.

Lähes valmiissa kohteissa pölynhallinnan vuoksi tehdyt suojaseinät voidaan tehdä kevytrakenteisesti. Tässä vaiheessa suojaseinien päätarkoitus on estää pölyn leviäminen puhtaisiin tiloihin. Suojaseinät tulee olla helposti purettavat. Suojaseinän

purkamisesta ei saa syntyä enää pölyä tai likaa valmiisiin tiloihin. Suojaseinät tehdään esimerkiksi kevyellä puu- tai alumiinirungolla ja rakennusmuovista.

*Käytännön esimerkki: Uudisrakentamisen kohde on loppusuoralla ja loppusiivous on jo käynnissä. Osaan tiloista on tehty loppusiivous. Osassa tiloissa on vielä käynnissä kaluste- ja sähköasennuksia. Loppusiivottujen ja asennusvaiheessa olevien tilojen välille rakennetaan kevyt pölytiivis suojaseinä. Suojaseinä rakennetaan mahdollisimman pölyttömistä materiaaleista. Esimerkiksi rakennetaan muovinen suojaseinä kevyellä puu- tai metallirungolla (kuva 7.). Jos mahdollista käytetään pysyviä rakenteita, jotka muovitetaan ja teipataan tiiviiksi. Kulku puhtaisiin tiloihin kielletään. Puhtaat tilat merkitään ”P1-puhtausluokan P1-tila”. Kun kaikki tilat ovat samassa P1-puhtausluokassa, voidaan osastoinnit purkaa. Suojaseinien ja osastointien purussa käytetään kohdepoistoa. Purusta ei saa aiheutua pölyä tai likaa valmiisiin tiloihin.*



Kuva 7. Kevyt suojaseinä. Läpikulku toteutettu vetoketjuovella. [8.]

### *Alipaineistus*

Rakennusvaiheessa olevat tilat voidaan alipaineistaa, jolloin työvaiheiden epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan puhtaisiin valmiisiin tai käytössä oleviin tiloihin. Osastoidussa puhtaassa tilassa pidetään aina suurempi paine kuin keskeneräisessä tilassa. Mitkään tekijät eivät saa päästää paine-eroa tipahtamaan. Ilmaa imetään aina puhtaasta likaiseen päin. Näin varmistetaan, ettei epäpuhtauksia kulje työmaa-alueelta puhtaisiin tiloihin. [4.]

Alipaineistusta valvotaan painemittareiden avulla ja silmämääräisesti. Alipainetta voidaan seurata myös jatkuvalla muistilla varustetuilla mittareilla, joita voidaan lukea etäkäyttöisesti tietokoneelta. Osastoidun alipaineistetun tilan muovisuojaseinät tulee olla painautuneena alipaineistettuun tilaan päin. [4.]

*Käytännön esimerkki: Saneerauskohde tehdään kahdessa osassa. Toisen osan ollessa työn alla, toinen osa on koko ajan käytössä. Alueiden välille rakennetaan suojaseinä. Työmaa-alueen puoli alipaineistetaan alipainekoneilla. Alipainekoneiden poistoilma ohjataan ulkoilmaan (kuva 8., sivu 24). Jos mahdollista, sijoitetaan alipainekoneet ulkotiloihin, näin ollen koneet eivät ole sisätiloissa esteenä ja eivät ole keräämässä ylimääräisiä epäpuhtauksia. Tämä ei kuitenkaan ole monesti mahdollista talviaikaan, kun laitteet jäätyvät ulkoilmassa. Käytössä olevalla puolella on ylipaine, eikä rakennusaikainen pöly pääse käytössä olevalle puolelle. Paine-eron on oltava riittävä siihen asti, että tilat ovat yhtä puhtaat suojaseinän molemmin puolin. Ovien aikominen tai muut tekijät eivät saa pudottaa paine-eroa. Jos ovista joudutaan kulkemaan jatkuvasti, rakennetaan sulkutila käyntiovien kohdalle. Näin ollen paine ei pääse karkaamaan missään vaiheessa. Paine-eroa tarkkaillaan sitä varten asennetuista mittareista. Mittareita seurataan päivittäin, ja jos poikkeuksia paine-erossa havaitaan, syyt paine-eron vaihteluihin selvitetään. Paine-ero voidaan todeta myös muovisista suojaseinistä. Kun muovi on painautuneena alipaineistettuun tilaan, on paine-ero oikeaan suuntaan. Ilmanvaihto paineistetulla alueella pidetään hallittuna.*



Kuva 8. Esimerkkitalanne alipaineistetusta tilasta. [8.]

### *Keskuspölyimurijärjestelmä*

Keskuspölyimuria tulisi käyttää aina kuin mahdollista. Keskuspölyimurin imuyksikkö sijoitetaan ulkotiloihin, jolloin epäpuhtaudet eivät pääse sisätiloihin, jos esimerkiksi suodattimet ovat tukossa tai rikki. Imetty ilma johdetaan suodattimien kautta suoraan ulkoilmaan. Imurin letkut tarkastetaan ja korjataan välittömästi, jos letkuissa on vuotokohtia.

### 5.5 Materiaalit P1-puhtausluokan rakentamisessa

Materiaaleihin ei saa päästä likaa tai kosteutta kuljetuksen, varastoinnin tai välivarastoinnin aikana. Materiaaleja ei varastoida tarpeettomasti työmaalle. Tilaukset ja materiaalityöt tehdään sellaisella aikataululla, että ne päästään asentamaan nopeasti. Materiaalien puhtauteen ja eheyteen vaikuttavat monet asiat, joita on käsitelty seuraavaksi.

### 5.5.1 Kuljetus & vastaanotto

Tavaran vastaanotossa varmistetaan, että pakkaus on ehjä, eikä suojauksissa ole puutteita. Materiaalien on oltava puhtaat ja kuivat. Jos havaitaan kuljetus- tai pakkausmateriaaleissa puutteita, eikä tavara ole laadultaan sovittua, tehdään vastaanotetusta tuotteesta reklamaatio.

### 5.5.2 Varastointi

Materiaalit pyritään varastoimaan sisätiloihin. Sisätiloissa varastotilat tulee olla puhtaat. Sisätyövaiheista syntyneet tai muut epäpuhtaudet eivät saa liata tai kastella materiaaleja. Tarvittaessa myös sisätiloissa materiaalit voidaan suojata vielä erikseen, joko peittämällä tai muulla tavoin. [1.][9.]

Materiaalit voidaan varastoida myös ulkotiloihin. Ulkotiloihin varastoitaessa materiaaleille rakennetaan erillinen varasto. Varasto suojaa ilman epäpuhtauksilta ja vesisateelta. Varasto on nostettu irti maasta, ettei maasta peräisin oleva lika tai kosteus pääse materiaaleihin. Varaston ilmanvaihto on järjestettävä niin, että kosteus ei pääse tiivistymään pintoihin. Materiaalien suojaukset ja pakkaukset tarkistetaan ennen varastointia. [9.] [10.]

### 5.5.3 Suojaukset

Suojaukset poistetaan materiaaleista juuri ennen asennusta tai vasta asennuksen jälkeen, jos asentaminen on mahdollista suojaukset paikoillaan. Jos suojaukset poistetaan, mutta materiaaleja ei päästä heti asentamaan, ne suojataan uudelleen. Tehdaspakkaukset ja suojaukset eivät ole riittäviä, joten materiaalit suojataan vielä erikseen työmaalla. [10.]

#### 5.5.4 Asennus

Materiaalien asennuksessa huolehditaan, että materiaalit eivät pääse kastumaan tai likaantumaan. Asennuksessa käytetään vähän pölyä synnyttäviä työmenetelmiä. Asennuksen jälkeen suojataan valmiit rakenteet, jos jäljellä on vielä työvaiheita, jotka saattavat liata tai kastella materiaalit. [10.]

#### 5.6 Ilmanvaihtojärjestelmä

P1-puhtausluokan rakentamisessa on hyvä asettaa ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus P1. Puhtausluokiteltu ilmanvaihtojärjestelmä on puhdas, eikä sen osissa esiinny epäpuhtauksia. Puhtausluokitellulla ilmanvaihtojärjestelmällä päästään parempaan sisäilman laatuun. P1-puhtausluokan ilmanvaihtojärjestelmälle määritetään ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus M1, jonka tuotteet on testattu. M1-tuotteiden päästöluokitus on matalin, eikä niistä irtoa epäpuhtauksia sisäilmaan.

##### *Varastointi*

Ilmanvaihtojärjestelmän osat suojataan työmaalla sisäpuolelta liialta ja kosteudelta. Huolehditaan, että tuotteet ovat ehjiä ja niiden suojauksissa tai pakkauksissa ei ole puutteita. Pakkauksia ei saa poistaa tuotteista ennen kuin ne asennetaan. Jos pakkaus on rikkoutunut, se korjataan välittömästi. [1.]

##### *Asennus*

Asennuksen aikana kanaviin tai ilmanvaihtojärjestelmän osiin ei saa päästä epäpuhtauksia tai kosteutta. Kanavien tulee olla tasaisia pinnoiltaan eikä niiden sisäpinnoilla saa esiintyä puhdistusta vaikeuttavia esteitä. Järjestelmän osiin käytetään mahdollisimman vähän kittiä, koska se lisää tuloilman päästöjä. Kaikki kanaviston avonaiset osat suljetaan asennuksen päätyttyä tai taukojen ajaksi. Aukot on suljettuna aina käyttöönottoon asti.[1]

## 5.7 Rakennussiivous

Hyvällä rakennusaikaisella siivouksella luodaan pohja kohti lopullista puhtaustasoa (P1). Rakennuksen tilojen ollessa puhtaat lika ei pääse leviämään tilasta toiseen. Rakennussiivous on pääurakoitsijan vastuulla. Pääurakoitsija hoitaa siivouksen tai hankkii erillisen siivousurakoitsijan [11.].

Jokainen urakoitsija huolehtii omasta työpisteen järjestyksestä ja siisteydestä. Työn päätyttyä työnsuorittaja siivoaa työpisteen. Työpisteeltä kerätään työstä aiheutunut rakennusjäte sekä poistetaan karkea ja hieno irtolika. Omien töiden siisteydestä huolehtiminen on määritelty urakka-asiakirjoissa.

P1-puhtausluokan pölynhallintaan kuuluva rakennussiivous luo hyvän pohjan turvallisuudelle työmaalla. Tilat pidetään siistinä ja tavarat järjestyksessä, eikä tiloissa ole ylimääräistä tavaraa siivouksen tiellä. Vapaat kulkutiet ja työskentelytilat lisäävät turvallisuutta, koska tavarat eivät ole tiellä. Puhtaat ja esteettömät tilat lisäävät myös työtahtia, joka puolestaan lisää työmaan etenemistä. Kaiken kaikkiaan P1-puhtausluokan rakennussiivous on kaikkien osapuolten kannalta tärkeä asia.

### 5.7.1 Purkutyön aikainen siivous

Purkutyön keskeiset tilat siivotaan tarvittaessa päivittäin. Purkutyöstä aiheutuva jäte ja lika poistetaan käyttämällä vähän pölyä nostattavia työmenetelmillä. Poistamiseen käytetään lapiota, lattiakuivainta ja imuria. Lakaisuharjan käyttö on kielletty. Purkutöiden ollessa käynnissä, lattioilla saa olla hieman karkeaa likaa ja pölyä. Purkutöiden päätyttyä tilat siivotaan. Tiloista poistetaan irtolika ja lattiat imuroidaan. Siivouksen jälkeen tilojen lattiapinnoilla ei ole irtolikkaa tai pölyä. [2.]

Purkujätteet poistetaan tiloista mahdollisimman pian työn lopettamisen jälkeen. Pitkään kestävä purkutyön aikana tilat siivotaan pitkin päivää. Jätteet lajitellaan niille tarkoitettuihin jätteenkeräyspisteisiin. Jätteet kuljetetaan sellaisilla menetelmillä, ettei niistä aiheudu pölyhaittoja tiloihin tai ympäristölle.



### 5.7.2 Runko- ja sisärakennus aikainen siivous

Työmaa siivotaan tarvittaessa päivittäin. Rakennusjäte ja lika poistetaan käyttämällä vähän pölyä nostattavilla työmenetelmillä. Poistamiseen käytetään puhdistettavista pinnoista riippuen lapiota, lattiakuivainta tai imuria. Lakaisuharjan käyttö on kielletty. Runko- ja sisärakennusvaiheessa lattioilla saa olla hieman karkeaa likaa ja pölyä. [2.]

Työkohteen välittömään läheisyyteen sijoitetaan jäteastioita. Huolehditaan, että jäteastioita on riittävästi ja ne tyhjennetään tarvittavan usein. Rakennusjäte poistetaan päivittäin ja viedään sille tarkoitettuihin jätteenkeräyspisteeseen. Jätteenkeräyspisteet tyhjennetään tarpeen mukaan. [2.]

### 5.7.3 Pintojen ja kiintokalusteiden asennusten aikainen siivous

Työmaa siivotaan tarvittaessa päivittäin. Lattiapinnat siivotaan lattiakuivaimella ja kerätään jäteastioihin. Lopuksi poistetaan hieno irtolika imurilla. Siivouksen jälkeen tiloissa ei saa olla karkeaa tai hienoa likaa. Lattiapinnoilla voi olla hieman rakennustöistä aiheutuvaa pölyä. [2.]

Alakaton yläpuoliset tilat siivotaan ennen alakattojen sulkemista. Alakaton yläpuoliset osat imuroidaan ja pyyhitään tarvittaessa nihkeällä liinalla. Alakattojen yläpuoliset tilat tulee olla pölyttömät. Alakattojen yläpuoliset tilat tarkastetaan ja hyväksytään ennen alakattojen sulkemista.

### 5.7.4 Rakennusaikaisen siivouksen laadunseuranta

Rakennusaikaisen siivouksen laatua seurataan jatkuvasti. Viikoittain tehdään työmaakierroksia, joissa tarkastellaan P1-puhtausluokan toteutumista kohteessa. Laadunvarmistuskierrokset dokumentoidaan. Kierrosten raportteja käsitellään vii-

koittaisissa työmaan urakoitsijapalavereissa ja-kokouksissa. Jos työmaalla on erillinen siivousurakoitsija, tulee siivousurakoitsijan osallistua palavereihin ja kokouksiin. [2.]

## 5.8 Loppusiivous

Loppusiivoukseen kuuluvat tehtävät ja siivouksen jälkeinen puhtaustaso (P1) määritellään aina rakennushankekohtaisesti. P1-puhtausluokan rakentamisessa loppusiivous hoidetaan kahdessa osassa; ennen toimintakokeita tehtävään siivoukseen ja ennen luovutusta tehtävään siivoukseen. [2.]

Loppusiivous on tarkoitus tehdä rakennustöiden päätyttyä. Loppusiivouksen aikana samanaikaisesti ei tehdä rakennus- tai asennustöitä. Jos kuitenkin loppusiivouksen jälkeen tiloissa tehdään rakennus- tai asennustöitä, käytetään aina kohdepoistoa. Tilat siivotaan välittömästi työn päätyttyä. [2.][1.]

Loppusiivoukseen kuuluvat tilat erotetaan pölytiivillä suojaseinillä ja-ovilla pölyävistä tiloista. Siivouksen edetessä saman puhtaustuokan omaavien tilojen väliltä voidaan poistaa suojaseiniä. Yleinen kulku likaisista tiloista tulee estää osastoituihin P1-tiloihin. Kulkuaukkojen ja-ovien eteen sijoitetaan vaihdettavia mattoja, jotka vähentävät puhtaisiin tiloihin kulkeutuvaa pölyä ja likaa. [2.]

Pääurakoitsijan vastuulla on järjestää tila siivousvälineiden, siivouskoneiden ja siivoustekstiilien huoltoon ja säilytykseen. Tilassa on lukitusmahdollisuus. P1-puhtausluokan kohteen tiloissa käytetään hajusteettomia pesu-, suoja- ja hoitoaineita. Pintojen ja materiaalien puhdistuksessa käytetään aina tuotevalmistajan antamia ohjeita. [2.]

Pääurakoitsija toimittaa rakennuttajalle käyttöturvallisuusohjeet käytetyistä pesu-, hoito- ja suoja-aineista. Pääurakoitsija toimittaa rakennuttajalle myös lattiapintamateriaalien käyttöönottopuhdistuksen asiakirjat. [2.]

### 5.8.1 Loppusiivous ennen toimintakokeita – itselleluovutusvaihe 1

Ensimmäisen vaiheen loppusiivous tehdään ennen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeiden aloittamista. Ennen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeiden aloittamista kaikilta lattiapinnoilta, tasoilta ja pystypinnoilta poistetaan irtolika. Irtolian poistolla estetään lian kulkeutuminen ilmanvaihtolaitteisiin toimintakokeen aikana. [2.]

Rakennustyöt tulee lopettaa 8 tuntia ennen kuin loppusiivous aloitetaan. Näin varmistetaan, että rakennustöistä aiheutunut pölyhiukkaset kerkeävät laskeutua pinnoille. [2.] Tilat ovat imuripuhdattavat kaikilta pinnoilta ennen toimintakokeiden aloittamista[1.].

Laitteiden suojaukset ja muovit poistetaan ennen siivousta. Työ aloitetaan yläpinnoilta edeten kalustepinnoille ja lopuksi lattiaan. Lattian pahvit ja suojaukset poistetaan lopuksi. Poisto tehdään pölyttömästi ja varmistetaan, että lika ja pöly eivät pääse leviämään. Pahvi- ja muovijäte kuljetetaan välittömästi pois jätteenkeräyspisteeseen. [2.]

Siivous aloitetaan ikkunoista ja lasipinnoista. Kalusteasennusten jätteet imuroidaan kalusteiden sisä- ja ulkopinnoilta. Lattia- ja tasopinnot voidaan imuroida. Jos tasopinnoilla on vähäistä irtolikaa, se poistetaan nihkeäpyyhinnällä. [2.]

Lattiasuojausten poiston jälkeen roskat ja karkea irtolika poistetaan lattiankuivaimella. Lopuksi pinnoille tehdään loppuimurointi. Imuripuhdattavat pinnat ovat riittävät ennen toimintakokeiden aloitusta. [2.]

Siivousvälineiden ja menetelmien valinnassa käytetään kriteereinä vähäistä hiukkasten nostattamista sisäilmaan. P1-tiloissa käytettävissä imureissa tulee olla vähintään 98 % suodatus 3m hiukkasille. Siivousvälineiden huollossa kiinnitetään huomiota pölyn leviämisen estämiseen. [2.]

### 5.8.2 Loppusiivous ennen luovutusta – itselleluovutusvaihe 2

Ennen rakennuksen luovutusta ja vastaanottoa tilat tarkistussiivotaan ja lattiapintamateriaaleille tehdään käyttöönottopuhdistus. Tilat tulee olla niin puhtaat, että

ne voidaan ottaa käyttöön heti vastaanoton jälkeen. Viimeistely- ja asennustyöt lopetetaan 8 tuntia ennen loppusiivouksen 2.vaiheen aloittamista. Näin ollen työkentelystä ilmaan nousseet epäpuhtaudet kerkeää laskeutua pinnoille. [2.]

Toimintakokeiden jälkeen poistetaan pinnoilla laskeutunut pöly. Lika ja tahrat poistetaan nihkeä- tai kosteapyyhinnällä. Tahrojen poistossa otetaan huomioon pintojen ja rakenteiden materiaalivalmistajan ohjeet. Lattiamateriaalien suojauksessa huomioidaan tilan käyttäjien tarpeet ja toivomukset. [2.]

## 6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rakennusliike Halonen Oy:n pyynnöstä. P1-puhtausluokan rakentaminen on nykyaikaa ja Rakennusliike Halonen Oy haluaa pysyä mukana kilpailijoiden tahdissa. Työn tarkoitus oli saada riittävä määrä tietoa koskien P1-puhtausluokkaa ja sen tavoitteisiin pääsystä. Sisäilmastoluokitus 2008 toimi P1-puhtausluokan kriteerien määrittäjänä. Rakennusliike Halonen Oy:lle tehtiin käsikirjatyyppinen opas jaettavaksi työmaalle, jota voidaan käyttää yleisesti tulevissa rakennuskohteissa.

Tavoitteisiin päästiin kohtalaisen hyvin ja saatiin kasaan kattava paketti tietoa P1-puhtausluokan rakentamisesta sekä sen toteuttamisesta. Työn aihe oli itselle helppo valinta aiemman työkohteen ansiosta, joka oli P1-puhtausluokan työmaa. Tietoa ja ideoita opinnäytetyötä varten oli valmiiksi ennen työn aloitusta, jonka ansiosta lähteiden etsiminen ja työn kirjoittaminen oli vaivatonta.

P1-puhtausluokan rakentamisella saavutetaan parempi sisäilman laatu tiloihin. Tästä syystä ei ole järkevää rakentaa vain viranomais määräyksiä noudattaen. Asettamalla kohteelle P1-puhtausluokitus saadaan rakentamisaikana työntekijöille puhtaammat tilat työskennellä, joka puolestaan lisää turvallisuutta, vähentää terveysriskejä ja nopeuttaa töiden valmistumista. Hankkeen valmistuttua tilojen käyttäjät saavat paremman sisäilman laadun, joka vähentää allergioita ja muita sairauksia. Tutkimuksin on osoitettu, että hyvä sisäilman laatu parantaa viihtyvyyttä ja vähentää sairauksia.

Itse rakennustyön tilaajana vaatisin kohteelle P1-puhtausluokan rakentamista. P1-rakentamisen hyödyt ovat paljon haittoja suuremmat. Jos P1-puhtausluokan työmaan valvonnasta ja ylläpidosta tulee hieman lisäkuluja, maksaa se varmasti itsensä takaisin hankkeen aikana tai viimeistään käyttövaiheessa. Terveys ja turvallisuus huomioon ottaen voidaan todeta, että P1-puhtausluokan rakentamisessa on vain hyviä puolia. Rakennustyömaalla työskentelevät henkilöt täytyy saada ymmärtämään tämä, jotta rakentaminen P1-puhtausluokan kriteerien mukaan saadaan toteutettua.

## LÄHTEET

1. Rakennustieto Oy, Ratu T-437, Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
2. Andersson T, Peteri S. Rakennussiivous : työn aikainen siivous ja loppusiivous osana rakentamisen puhtauden hallintaa. Helsinki: Siivoussektori; 2004.
3. Rakennustieto Oy, RT 07-10805, Terveen talon toteutuksen kriteerit.
4. Rakennustieto Oy, Ratu S-1225, Pölyntorjunta rakennustyössä.
5. Harkkojen leikkaus muuraustyössä. Haettu lähteestä: [http://www.rakentaja.fi/artikkelit/12538/palamaton\\_valiseina\\_nopeasti\\_kahi\\_saint\\_gobain\\_weber.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/12538/palamaton_valiseina_nopeasti_kahi_saint_gobain_weber.htm)
6. Pölyn ja jätteen kohdepoisto. Haettu lähteestä: <http://www.rakennuskone.fi/kohdepoisto/>
7. Pölytön lattiahionta. Haettu lähteestä: <http://www.imu-tec.fi/ajankoh-taista/lahes-polytonta-hiontaa-hepa-h13-imureilla>
8. Työmaalla toteutettu osastointi ja alipaineistus. Haettu lähteestä: <http://www.rakennuskone.fi/osastointi-ja-alipaineistus/>
9. Työmaa-aikainen suojaus. Haettu lähteestä: <http://www.rakennuskone.fi/suojaus-tyomaalla/>
10. P1-puhtausluokkaa koskevia ohjeita. Haettu lähteestä: <http://www.rakennuskone.fi/p1-koskevat-ohjeet/>
11. YSE 1998, Rakennusalan yleiset sopimusehdot

## LIITTEET

Liite 1. P1-puhtausluokka korjausrakentamisessa (salassa pidettävä materiaali)