

Jani Oksala

**P1-PUHTAUSLUOKITUS TALOTEKNISESSÄ RAKENTAMISES-  
SA**

# **P1-PUHTAUSLUOKITUS TALOTEKNISESSÄ RAKENTAMISES- SA**

Jani Oksala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä(t): Jani Oksala

Opinnäytetyön nimi: P1-puhtausluokitus taloteknisessä rakentamisessa

Työn ohjaaja(t): Pirjo Kimari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 34 + 4 liitettä

---

Työn tavoitteena on selvittää miten tilaaja, Lemminkäinen Talotekniikka Oy, pystyy tulevaisuudessa tehokkaammin käyttämään puhtausluokitusta P1 rakennusvaiheessa ja mitä haittoja ja hyötyjä puhtausluokitukselta aiheutuu työmaalle. Kohteena on Kastellin monitoimitalon työmaa Oulussa, Kontinkankaalla.

Työhön käytetty materiaali sisältää määräyksiä ja ohjeita sisäilman laatuun ja sekä puhtausluokkaan P1 liittyen, Lemminkäisen omalta verkkoasemalta kerättyä materiaalia sekä haastattelujen ja kyselyiden perusteella saatuja vastauksia ja ehdotuksia. Osittain on myös hyödynnetty työn tekijän omia näkemyksiä ja kokemuksia kohteen rakennusvaiheesta.

Kohteessa pyritään sisäilmastoluokkaan S2, joka tarkoittaa sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan hyvää sisäilmastoa. Se ei saa sisältää häiritseviä hajuja ja lämpöolojen tulee olla hyvät. Tiloissa tai rakenteissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei ole vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Kastellin monitoimitalo on jaettu 4 lohkoon ja rakennusvaiheessa nämä lohkot on jaettu 23:een P1-osastoon. Alueet on eroteltu toisistaan suojaseinillä ja kulku jo käyttöönotetuille P1-alueille tulee tapahtua ulkokautta. Vasta kun alueella otetaan käyttöön puhtausluokitus P1 voidaan tilassa alkaa suorittaa IV- ja sähköasennuksia.

Suurin puhtausluokasta P1 saatava hyöty on ehdottomasti työmaan siisteys. Useaan otteeseen työtä tehtäessä on tullut esille työmaan hyvä siisteys. Tällä on varmasti myös terveydellisiä vaikutuksia pidemmällä aikavälillä. Suurimmaksi ongelmaksi osoittautui P1-alueilla IV- ja sähköasennusten päällekkäisyys. Vasta P1-alueen tarkastuksen jälkeen voidaan kyseisellä alueella aloittaa IV- ja sähköasennustyöt. Asennustöiden päällekkäisyys voitaisiin estää hyvällä ja huolellisella asennusjärjestyksen suunnittelulla. Monitoimitalon työmaalla järjestettiin kerran viikossa palaveri, jossa käytiin läpi tulevan P1-alueen IV- ja sähköasennustyöt ja niiden päällekkäisyys. Ongelmaksi osoittautui myös talotekniikan läpivientien tekeminen. Tähän tulee kiinnittää tulevaisuudessa huomiota ja tarkistaa tulevan P1-alueen läpiviennit hyvissä ajoin ennen alueen käyttöönottoa.

---

Asiasanat: Puhtausluokitus P1, sisäilmasto, talotekniikka, rakentaminen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 SISÄILMASTOLUOKITUS JA P1-PUHTAUSLUOKKA	7
2.1 Rakennustöiden puhtausluokitukset	7
2.1.1 Puhtausluokka P1	7
2.1.2 Puhtausluokka P2	8
2.2 Puhtausluokasta P1 aiheutuvia toimenpiteitä	8
2.3 Rakennuksen puhtauden arviointi	9
3 KASTEELLIN MONITOIMITALO	11
3.1 Kastellin monitoimitalon P1-alueet	11
3.2 Talotekniset järjestelmät	14
3.2.1 Lämmitysjärjestelmä	14
3.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmä	14
4 PUHTAUSLUOKAN P1 TOTEUTUS KASTEELLIN MONITOIMITALON TYÖMAALLA	17
4.1 Puhtaudenhallintasuunnitelma	17
4.1.1 Suunnitteluvaihe	17
4.1.2 Rakennusvaihe	18
4.1.3 Luovutusvaihe	19
4.1.4 Toteutuminen	19
4.2 Pölynhallintasuunnitelma	19
4.3 Perehdytys	20
4.4 P1-tilojen osastointi	21
4.5 Materiaalien varastointi	24
4.6 Asennustyöt P1-alueilla	26
4.7 Kyselyn tulokset	27
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
6 YHTEENVETO	31

LÄHTEET	33
Liite 1 Puhtaudenhallintasuunnitelma	35
Liite 2 Pölynhallintasuunnitelma	37
Liite 3 Lämmönjakokeskusten tiedot	40
Liite 4 Kyselylomake	44

# 1 JOHDANTO

Puhtausluokitus P1 on rakennusvaiheessa käytettävä puhtausluokitus. Puhtausluokitus P1 tarkoittaa, että rakennuskohteen kaikki sisätilat täytyisi puhtausluokituksen käyttöönoton jälkeen pitää puhtaana ja pölyttömänä. Kaikki pölyävät työvaiheet tulisi suorittaa ennen puhtausluokituksen käyttöönottoa. Tämä edellyttää yhteistyöhalukkuutta ja -kykyä rakennusurakan kaikilta osapuolilta.

Tämän työn tilaajana toimii Lemminkäinen Talotekniikka Oy, joka on Lemminkäinen-konserniin kuuluva osakeyhtiö. Lemminkäinen Talotekniikka Oy on liikevaihdolla mitattuna Suomen toiseksi suurin huolto-, asennus- ja ylläpitopalveluiden toimittaja. Sen asiakkaisiin lukeutuvat muun muassa valtio, kunnat ja kaupungit, kiinteistöjen omistajat ja käyttäjät, rakennusliikkeet sekä isännöitsijät ja asunto-osakeyhtiöt. Lemminkäinen työllistää tällä hetkellä noin 8000 työntekijää, joista reilu 60 % työskentelee Suomessa, ja loput Venäjällä ja muualla Itämeren alueella. Yli puolet koko henkilöstöstä työskentelee rakennusalalla. (1.)

Työn tavoitteena oli selvittää mitkä ovat P1-osastoinnin käyttöönoton haitat taloteknisessä suunnittelussa ja rakentamisessa ja miten tilaaja voisi tulevaisuudessa tehokkaammin hyödyntää P1-puhtausluokitusta rakennusvaiheessa. Kohde on Kastellin monitoimitalo Oulussa Kontinkankaalla ja sen rakennuttajana toimii Lemminkäinen PPP Oy. Monitoimitalon rakentaminen aloitettiin kesällä 2012 ja se otetaan käyttöön elokuussa 2014. Palveluntuottajan vastuulla on myös 25 vuoden ajan rakennuksen hoito, ylläpito, käyttäjäpalvelut sekä sopimuksen aikaiset perusparannusinvestoinnit (2).

## **2 SISÄILMASTOLUOKITUS JA P1-PUHTAUSLUOKKA**

Sisäilmastoluokitus 2008:aa käytetään apuna ja ohjeistuksena suunnittelussa ja urakoinnissa, kun pyritään rakentamaan terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Pääsääntöisesti Sisäilmastoluokitusta käytetään uudisrakentamisessa, mutta sitä voidaan myös soveltaa korjausrakentamiseen. Siitä selviää sisäilmastolle asetetut tavoitearvot. Sisäilmastoluokitus 2008 on tehty täydentämään rakentamiseen liittyviä asiakirjoja, kuten yleisiä laatuvaatimuksia, Suomen rakentamismääräyskokoelman eri osia, rakennus- ja LVI-ohjeita sekä RT- ja LVI-ohjekortteja. Viranomaissäännöksiä se ei kuitenkaan kumoaa. (3, s. 3.)

### **2.1 Rakennustöiden puhtausluokitukset**

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat puhtaat kun ne luovutetaan käyttäjille ja että rakennuksen käytön aikana sisäilmaan ei kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Rakennusaikaisten epäpuhtauksien pääseminen sisäilmaan on epätodennäköistä, jos rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu Sisäilmastoluokitus 2008:n puhtausluokitus P1 mukaan. Rakennuksen puhtaus tulee kuitenkin tarkistaa ennen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeiden aloittamista. Rakennustöiden puhtausluokituksessa on esitetty tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuinrakennusten puhtaudelle. Vaatimusten taso ja puhtaus riippuvat sisäilmastoluokasta johon pyritään. (3, s. 10–11.)

#### **2.1.1 Puhtausluokka P1**

Luokkaan P1 lasketaan työ- ja asuintilat, joissa pyritään sisäilmastoluokkiin S1 tai S2. Rakennuksen tulee olla puhdas ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja toimintakokeet aloittaa. Pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa (esim. puu-, betoni- tai kipsipölyä), joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana. Tiloissa ei saa säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka estävät pintojen puhdistamista. Kun pintoja suojaavat muovit ja pahvit on poistettu, tiloissa voidaan ilman erityistoimia tehdä vain pö-

lyämättömiä töitä kuten paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä sekä loppusiivous. Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten roskia, irtolikaa, kiinnittynyttä likaa tai tahroja. (3, s. 10–11.)

### **2.1.2 Puhtausluokka P2**

Luokkaan P2 lasketaan tilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S3 mukaiseen sisäilman laatuun. Rakennustöiden puhtaudelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia. (3, s. 10–11.)

## **2.2 Puhtausluokasta P1 aiheutuvia toimenpiteitä**

### **P1-alueiden rajaus**

P1-alueet tulee ennalta rajata oikein ja suunnitelmallisesti, jotta rakennusvaiheessa osataan tehdä kulkureitit oikeaan paikkaan ja mahdolliset tulevat ovi- ja ikkuna-aukot peittää ja tiivistää. Myös talotekniikan läpiviennit täytyy sulkea kun P1-alue otetaan käyttöön jotta vältetään pölyn kertymiseltä. Suljetut läpiviennit avataan ja tiivistetään aina asennuksien edetessä.

### **Puhtaudenhallintasuunnitelma**

Kun työmaalla on käytössä puhtausluokka P1, täytyy työmaalle tehdä erillinen puhtaudenhallintasuunnitelma. Suunnitelmasta ja sen toteutumisesta vastaa pääurakoitsija. Puhtaudenhallintasuunnitelmasta täytyy tulla selville suunnittelu-, tuotanto- ja luovutusvaiheeseen liittyvät toimenpiteet, jotta työmaa pysyy siistinä ja määräysten mukaisena. Suunnitelmasta täytyy myös selvittää, kenellä on vastuu kunkin toimenpiteen toteutumisesta. (4.)

### **Pölynhallintasuunnitelma**

Työmaalle tulee tehdä myös erillinen pölynhallintasuunnitelma. Tällä pyritään siihen, että jo suunnittelu- ja aikataulutuvaiheessa pölyävät työvaiheet voitaisiin ajoittaa eri aikaan muiden työvaiheiden kanssa. Kaikissa pölyävissä töissä käytetään työkaluja ja -koneita, joissa on kohdepoisto. (5.)



## **Perehdytys**

Koko työmaalla työskentelevä henkilöstö tulisi perehdyttää puhtausluokituksen vaatimiin toimenpiteisiin ja lisätöihin. Tällä varmistetaan, että kaikki työmaalla työskentelevät tietävät miten P1-osastoilla työskennellään ja mitä toimenpiteitä täytyy suorittaa ennen töiden aloitusta ja töiden suorittamisen jälkeen.

## **P1-tilojen osastointi ja ylipaineistus**

Jo käytössä olevat P1-tilat täytyy eristää muista tiloista pölyntymisen estämiseksi. Näihin tiloihin täytyy kuitenkin ensin suorittaa puhtaustarkastus. Käytössä olevat P1-tilat täytyy merkitä selvästi ja näihin tiloihin kuljetaan, mikäli mahdollista, vain ulkokautta. Näissä tiloissa vältetään pölyäviä töitä, mutta mikäli tällaisia töitä täytyy tehdä, ne suoritetaan kohdepoistoilla varustetuilla työkaluilla ja -koneilla. P1-tilat täytyy ylipaineistaa jotta tilaan ei pääse tunkeutumaan ulkopuolista pölyä muista likaisista tiloista.

## **Materiaalien säilytys**

P1-osastoille tulevat materiaalit täytyy suojata pölyltä, lialta ja kosteudelta. Tämä täytyy huomioida jo tavaroiden kuljetus- ja välivarastointivaiheessa. Suojauksen saa poistaa vasta asennustöiden alkaessa. Asennustöiden vieressä ei tulisi suorittaa pölyäviä työvaiheita.

## **2.3 Rakennuksen puhtauden arviointi**

Ennen toimintakokeita arvioidaan silmämääräisesti katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä alakattojen yläpuolella olevat pinnat. Ennen rakennuksen luovutusta arvioidaan kaikki näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat. Alakattojen yläpuolisten pintojen puhtautta ei arvioida alakattosettien ollessa suljettuina. Puhtauden arvioinnissa tarkastetaan silmämääräisesti, että kyseisen luokan puhtausvaatimus täyttyy. Pintojen pölykertymä mitataan tarvittaessa geeliteippimenetelmällä INSTA 800-standardin liitteen D.1 mukaisesti. Taulukossa 1 on esitetty puhtausluokan P1 sallimat pölykertymät. (3, s. 11.)

TAULUKKO 1 Puhtausluokan P1 sallitut pölymäärät (3, s. 11)

Tarkastusajan- kohta	Arvioitavat pinnat	Pöly- kertymä %
Ennen ilman- vaihdon toiminta- kokeita	<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

### **3 KASTELLIN MONITOIMITALO**

Kastellin monitoimitalo on oppimis-, harrastus- ja kulttuurikeskus Oulun alueen asukkaille. Se sijaitsee Oulussa, Kontinkankaalla. Rakennusurakkaan sisältyy suunnittelu, paikalla olevien rakennusten purkaminen sekä monitoimitalon rakentaminen. Hankkeen tilaajana toimii Oulun kaupunki, rakennuttajana Lemminkäinen PPP Oy ja pääurakoitsijoina Lemminkäinen Talo Oy sekä Lemminkäinen Talotekniikka Oy. palveluntuottajan vastuulla on myös 25 vuoden ajan rakennuksen hoito, ylläpito, käyttäjäpalvelut sekä sopimuksen aikaiset perusrannusinvestoinnit. (2.)

Kohteen rakentaminen aloitettiin kesällä 2012 ja se on tarkoitus ottaa käyttöön elokuussa 2014. Monitoimitalon noin 23 000 m<sup>2</sup>:iin tulee tilat peruskoululle, lukiolle, päiväkodille, kirjastolle, auditoriolle, nuorisotoiminnalle ja usealle liikuntasalille eli noin 1500 lapselle ja nuorelle. (2.)

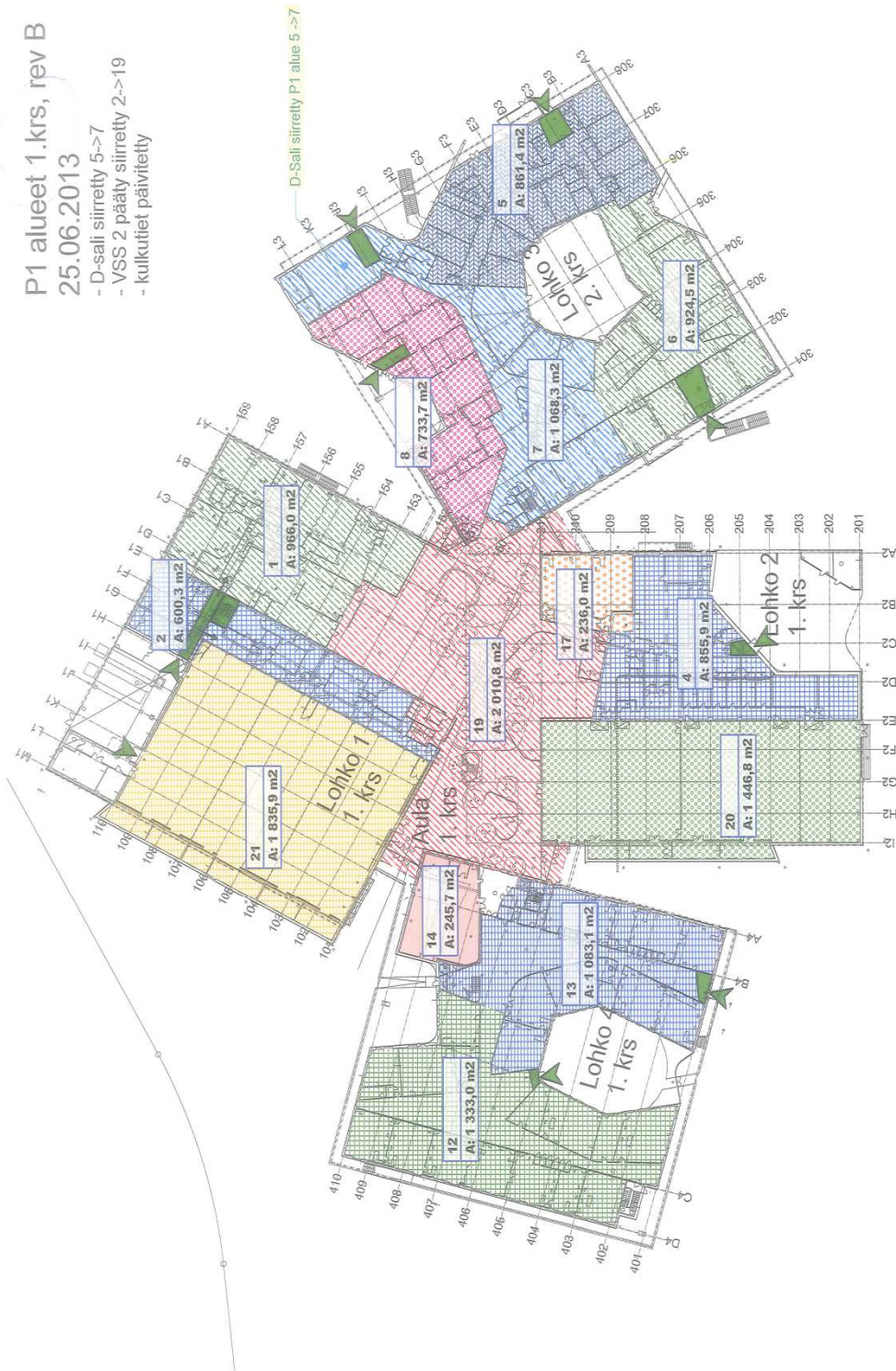
#### **3.1 Kastellin monitoimitalon P1-alueet**

Monitoimitalo on jaettu neljään eri lohkoon jotka on jaettu 23:een P1-alueeseen rakennusvaiheessa ilmastointikoneiden vaikutusalueiden mukaan (6). Kulku P1-alueille on pyritty järjestämään ulkokautta. P1-alueet näkyvät kuvissa 1 ja 2. Kuviin on vihreillä nuolilla merkitty uloskäynnit. Kuvissa ei näy alueita 22 ja 23, jotka ovat 1. ja 4. lohkon IV-konehuoneet.

## P1 alueet 1.krs, rev B

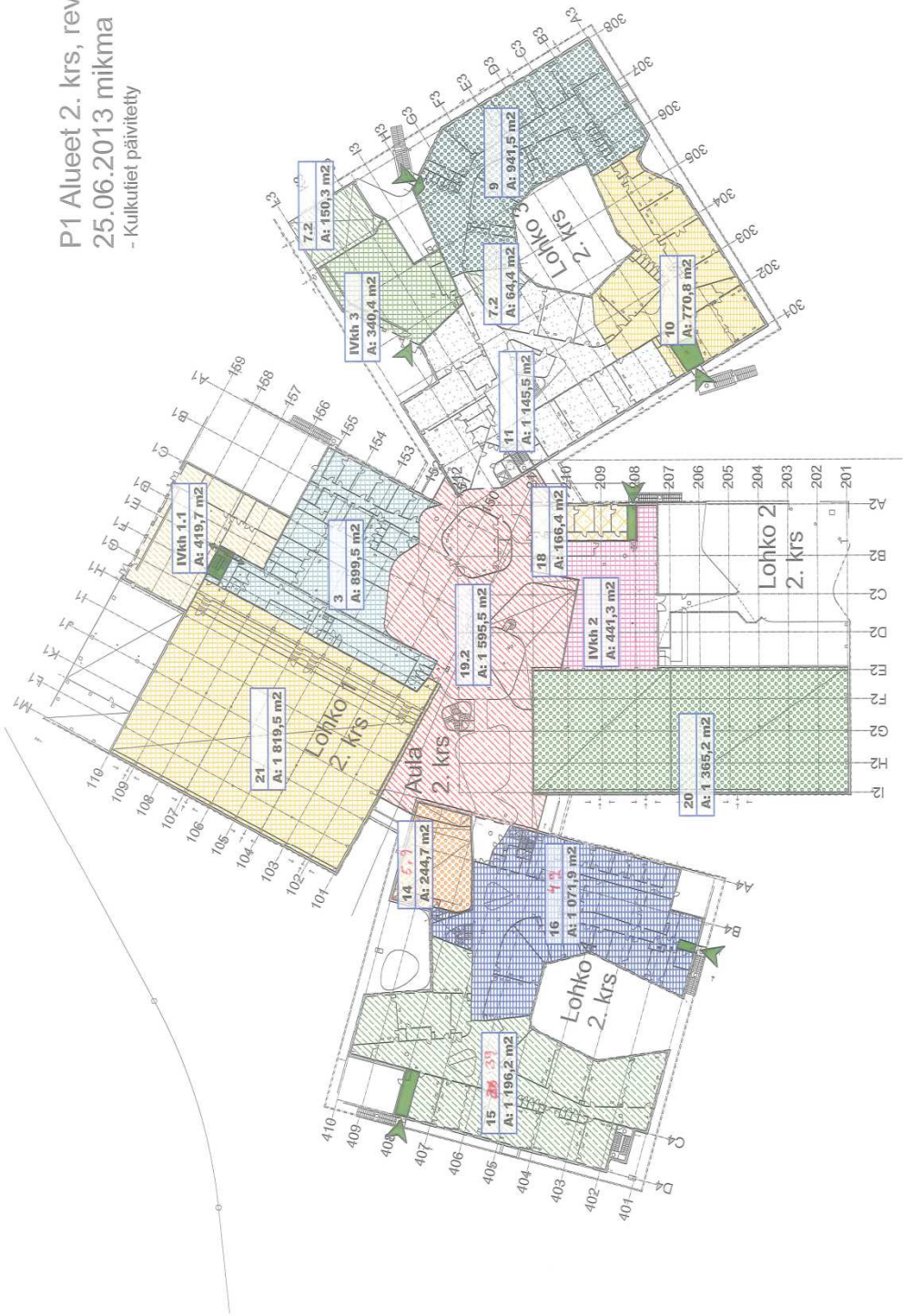
25.06.2013

- D-sali siirretty 5->7
- VSS 2 pääty siirretty 2->19
- kulkitet päivitetty



KUVA 1 Ensimmäisen kerroksen P1-alueet

P1 Alueet 2. krs, rev A  
 25.06.2013 mikma  
 - Kulutiet päivitetty



KUVA 2 Toisen kerroksen P1-alueet

## 3.2 Talotekniset järjestelmät

### 3.2.1 Lämmitysjärjestelmä

Kastellin monitoimitalon lämmitysmuotona on kaukolämpö ja lämmönluovutus-  
tavaksi on valittu vesikiertoinen lattialämmitys. Jokaisella neljällä loholla on  
oma lämmönjakohuoneensa ja lämmönjakokeskuksensa. Näissä keskuksissa  
on yhteensä 13 lämmönsiirintä. Monitoimitalon kaukolämpö- ja vesijohtoliitän-  
nät sijaitsevat loholla 1, josta ne jaetaan kaikkiin neljään lämmönjakokeskuk-  
seen. Lämmitystehoa kaikissa neljässä lämmönjakokeskuksessa on yhteensä  
4466 kW josta käyttöveden osuus on 935 kW, lämmityksen osuus 2480 kW ja  
ilmanvaihdon lämmityksen osuus 1051 kW. Kokonaisvirtaama ensiöpuolella on  
16,62 l/s eli 59,8 m<sup>3</sup>/h. Lämmönjakokeskuksien tiedot on esitetty liitteessä 2.  
(7.)

### 3.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Jokaisessa neljässä lohossa on oma IV-konehuoneensa, joissa sijaitsee 26  
ilmanvaihtokonetta. Poikkeuksena on 1. lohko, jossa sijaitsee kaksi IV-  
konehuonetta. Näiden lisäksi monitoimitalossa on huippuimureita ja erillisiä  
kohdepoistoja muun muassa alapohjan tuuletusta varten. Näiden 26 ilmanvaihtokoneen kokonaisilmavirrat ovat tuloilmaa 87,55 m<sup>3</sup>/s ja poistoilmaa 85,25 m<sup>3</sup>/s. Kastellin monitoimitalon ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden kokonaislämmitysteho on 2115,1 kW. Tällä teholla ja lämpötiloilla 60 °C/30 °C, saadaan vesivirraksi n. 0,017 m<sup>3</sup>/s. Kokonaispaino monitoimitalon IV-koneilla on n. 68 000 kg. (8; 9; 10.)

Kastellin monitoimitalossa on pyritty sisäilmastoluokkaan S2. Kaikissa tuloilma-  
koneissa on F7-luokan suodattimet ja suurimassa koneessa niitä on yhdeksän  
ja pienimmässä kaksi. Suurimassa osassa poistokoneista on F6-luokan suo-  
dattimet, muutamissa on F7. Tämän lisäksi osaan koneista on laitettu G4-  
luokan perussuodattimet (9; 10; 11). Kuvasta 3 selviää suodatinten luokittelu  
(12).



Ilmansuodatinten luokittelu 1)					
Ryhmä	Luokka	Loppupainehäviö (testaus) Pa	Synteettisen pölyn keskim. erotuskyky (Am) %	Keskimääräinen erotusaste (Em) 0,4 µm:n hiukkasille %	Minimerotusastevaatimus <sup>2)</sup> 0,4 µm:n hiukkasille %
Karkea-suodattimet	G1	250	$50 \leq Am < 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq Am < 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq Am < 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq Am$	-	-
Perus-suodattimet	M5	450	-	$40 \leq Em < 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq Em < 80$	-
Hieno-suodattimet	F7	450	-	$80 \leq Em < 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq Em < 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq Em$	70

KUVA 3 Ilmansuodatinten luokittelu

Monitoimitalon 26 IV-koneesta kuudessa on levylämmöntalteenotto, loppuissa on pyörivä lämmöntalteenotto. Kaikissa koneissa on varaus jäähdytystoiminnolle, mutta vain yhteen koneeseen on mitoitettu jäähdytyspatteri. Sen teho on 67,6 kW ja virtaama 3,22 l/s lämpötiloilla 7 °C/12 °C. (9; 10; 11.)

Kastellin monitoimitalossa käytetään sekoittavaa ilmanvaihtoa. Sekoittavan ilmanvaihdon tarkoituksena on, että ilmavirta pystytään johtamaan huonetilaan vedottomasti. Sekoittava ilmanvaihto auttaa myös termisten olosuhteiden säävuttamisessä ja ilman mahdollisten epäpuhtauksien jakautumisessa tasaisesti (13). Päätelaitteina on käytetty Haltonin katto- tai seinähajottajia. Auditoriossa on käytetty lattiahajottimia.

IV-kanavat ovat normaalia sinkittyä kierresaumakanavaa. Kaikki haarat on tehty valmiilla tehdasosilla tiiveyden varmistamiseksi. Yhtään lähtökaulusta ei ole käytetty IV-asennuksiin.



## **4 PUHTAUSLUOKAN P1 TOTEUTUS KASTELLIN MONITOIMITALON TYÖMAALLA**

### **4.1 Puhtaudenhallintasuunnitelma**

Rakennusvaiheen alussa jo ennen työmaan suunnitelmien tekoa, on monitoimitalon työmaalle tehty puhtaudenhallintasuunnitelma. Suunnitelman teosta vastaa pääurakoitsija, Lemminkäinen Talo Oy. Puhtaudenhallintasuunnitelmaan on kirjattu suunnittelu-, tuotanto- eli rakennusvaiheeseen ja luovutusvaiheeseen kuuluvat toimenpiteet. Siihen on kirjattu myös kenellä on vastuu mistäkin työtehävistä. Puhtaudenhallintasuunnitelma Kastellin monitoimitalon työmaalle on liitteenä 1. (6.)

#### **4.1.1 Suunnitteluvaihe**

Jokainen suunnittelija vastaa omien suunnitelmiansa sopivuudesta puhtaudenhallintasuunnitelmaan. Suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- Sisäilmaston tavoitteiden valitseminen
  - o Nämä tiedot saatettava kaikkien suunnittelijoiden tietoon
- Toiminnoltaan ja sisäilmastoltaan samankaltaiset tilat sijoitettava lähellä
- Työmenetelmien suunnittelu
  - o Suunniteltava työturvallisuutta koskevien vaatimusten pohjalta
- Tarvittavat puhtaudenhallintalaitteet
  - o Kohdepoistot, alipaineistuslaitteet, imurit
- Pölyävien ja "puhtaiden asennustöiden" erottelu toisistaan
  - o Pölyäviä työvaiheita ei saa tehdä samaan aikaan puhtaita asennusolosuhteita vaativien töiden kanssa
- Materiaalivarastojen ja työpisteiden sijoittelu
  - o P1-alueille tulevat talotekniikan materiaalit esim. kanavat ja pääte-laitteet, säilytettävä pölyltä ja lialta suojattuina.

#### 4.1.2 Rakennusvaihe

Puhtaudenhallintasuunnitelmasta käyvät ilmi myös rakennusvaiheen toimenpiteet tarvittavan puhtaustason saavuttamiseksi. Tärkein toimenpide on perehdyttää kaikki työmaa-alueelle tulevat, pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan, työntekijät P1-työmaan käytäntöihin. Tällä voidaan ehkäistä monia haittaa aiheuttavia tekijöitä puhtausluokan kannalta. Rakennusvaiheessa toteutetaan seuraavat toimenpiteet:

- Työntekijöiden perehdyttäminen
  - o Jokainen työmaalla työskentelevä perehdytetään
  - o Vastuu on jokaisen alan työnjohtajilla
- Omien karkeiden jätteiden siivous
  - o Tämä vähentää pölyn ja lian määrää tulevilla P1-alueilla
  - o Lasta- tai imurisiivous työsuorituksen jälkeen
- Jätteiden asianmukainen lajittelu
  - o Jätelavojen tyhjennys
  - o Riittävästi kannellisia jäteastioita joka puolelle työmaata
- Yleisilmanvaihto painovoimainen
  - o P1-alueilla erilliset, suodattimilla varustetut puhaltimet
  - o Lopullista ilmanvaihtojärjestelmää, tai edes sen osia, ei voida ottaa käyttöön rakennusaikana
- Betonirakennetöitä kuten piikkaus ja timanttiporaus pyrittävä välttämään
  - o Tarvittaessa pölynpoisto suunnitellaan tapauskohtaisesti
  - o Kaikki talotekniikan läpivientien poraukset pyrittävä tekemään ennen puhtausluokituksen voimaan astumista.

Jokainen P1-työmaalla työskentelevä vastaa henkilökohtaisesti oman työnsä jälkien siivouksesta, sekä tarvittaessa kohdepoistoista ja muista toimenpiteistä.

(6.)

### 4.1.3 Luovutusvaihe

Kun rakennusvaihe on saatettu loppuun, alkavat työmaalla luovutusvaiheen toimenpiteet puhtauden varmistamiseksi. Tähän sisältyvät seuraavat asiat:

- Pintoja suojaavat muovit ja pahvit poistetaan
  - o Loppusiivouksen 1. vaiheen yhteydessä
  - o Ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojauksen poistamista
- Todennetaan pölyn määrä pistokokein, kuten luvussa 2.3 on kerrottu
- Suoritetaan ilmanvaihtokoneiden toimintakokeet
  - o Lupa saatava loppusiivouksen suorittajalta
- Irtolika ja pöly poistetaan näkyviltä ja ei-näkyviltä pinnoilta
- Tarkistetaan tilojen puhtaus itselleluovutuksen yhteydessä. (6.)

### 4.1.4 Toteutuminen

Jo suunnitteluvaiheesta alkaen monitoimitalon työmaalla on valmistauduttu rakentamaan puhtausluokassa P1. Rakennusvaiheen alussa kaikille suunnittelijoille on saatettu tiedoksi, että työmaalla noudatetaan puhtausluokan P1 vaatimuksia puhtauden ja pölyn suhteen. Tilojen sijoittelussa on onnistuttu luvussa 4.1.1 mainittujen kriteerien perusteella säilyttäen kuitenkin samalla rakennuksen helppokäyttöisyys.

Rakennusvaiheessa pölyävät ja pölyttömät työt pystyttiin pitämään erillään hyvän valmistautumisen ansiosta. Muutamia läpivientejä oli jäänyt tekemättä mikä aiheutti osilla alueista pientä viivästystä töiden aloittamisessa. Tulevaisuudessa olisi syytä kiinnittää huomiota, että kaikki P1-alueen läpiviennit tarkastetaan huolella ja hyvissä ajoin ennen alueen käyttöönottoa.

## 4.2 Pölynhallintasuunnitelma

Rakennusurakan alkuvaiheessa on tehty myös pölynhallintasuunnitelma. Tämän suunnitelman teosta vastaa pääurakoitsija. Pölynhallintasuunnitelma on

tarkoitettu rakennusvaiheen pölyntorjuntaa varten. Suunnitelmaan on kirjattu monitoimitalon P1-osastointi, lohkoille nimetyt siivousvastaavat, puhtaiden tilojen eristäminen pölyisistä tiloista, resurssien varaaminen pölyntorjuntaa varten sekä pölyä aiheuttavat työvaiheet, työssä käytettävät suojaimet, mahdollinen osastointi sekä siivoustoimenpiteet työn aikana ja sen jälkeen. Tämä suunnitelma on tarkoitettu lähinnä pääurakoitsijan työvaiheisiin, mutta sitä täytyy noudattaa myös talotekniikan pölyä aiheuttavissa töissä. (5.)

Pölynhallintasuunnitelmaa noudatettiin hyvin rakennusvaiheen aikana. Lukuisaan otteeseen tätä työtä tehtäessä sekä koko rakennusvaiheen aikana tuli erityiskiitosta ja -mainintaa työmaan siisteydestä. Tulevaisuudessa voisi olla hyvä tehdä myös talotekniikalle oma puhtauden- tai pölynhallintasuunnitelma. Sen ei tarvitse olla yhtä laaja kuin tässä työssä käytetty esimerkki, mutta siitä olisi hyvä ilmetä talotekniikan pölyävät työvaiheet ja niihin varautuminen. Kastellin työmaalle ei ole tehty erillistä suunnitelmaa talotekniikan pölyäviä työvaiheita varten.

### **4.3 Perehdytys**

Jokainen työmaalle tuleva uusi työntekijä tai työnjohtaja perehdytetään työmaahan sekä puhtausluokitukseen P1. Perehdytyksessä selvitetään kohteen tilaaja, rakennuttaja, urakoitsijat, kohteen laajuus, käyttötarkoitus ja aloitus- ja luovutusajankohta. Perehdytyksessä kerrotaan myös yksityiskohtaisesti P1-osastoinnin asettamat vaatimukset esim. materiaalien varastointiin, työskentelytapoihin ja -koneisiin P1-osastoilla ja jätteiden lajitteluun. Perehdytyksen jälkeen työntekijä tulisi osata työskennellä oikein P1-osastoilla sekä osata varautua ennalta puhtausluokan P1 aiheuttamiin lisätöihin.

Kastellin monitoimitalon perehdytysmateriaali on sama kaikille työntekijöille, sekä pää- että aliurakoitsijoille. Se on noin 20 minuuttia kestävä PowerPointesitys, josta selviää mitä asioita täytyy ottaa huomioon P1-työmaalla. Perehdytysmateriaalin on tehnyt Kastellin monitoimitalon turvallisuuskoordinaattori Pertti Korhonen Turvapaja Oy:stä. Materiaali sisältää olennaisimmat tiedot monitoimi-

talon työmaasta sekä P1-osastoinnista kyseissä kohteessa. Perehdytyksen jälkeen työmaalle tuleva työntekijä valokuvataan ja hänelle tehdään henkilökortti. Tämä henkilökortti on pidettävä aina esillä sillä se toimii myös todisteena siitä, että työntekijä on suorittanut asianmukaisen perehdytyksen. Työntekijän perehdyttämisestä vastaavat kunkin alan työnjohtajat.

Työtä tehtäessä on tullut esille ehdotuksia, että olisi hyvä järjestää lisäkoulutusta rakennusvaiheen aikana eli "muistutustilaisuuksia". Näitä järjestivät ainakin talotekniikan työnjohtajat muutamaan otteeseen. Tilaisuudet pidettiin neuvotteluhuoneessa ja paikalle kutsuttiin kaikki talotekniikan työnjohtajat ja työntekijät. Tilaisuudessa katsottiin P1-perehdytysmateriaali uudestaan ja keskusteltiin P1-alueen haitoista ja hyödyistä sekä vaikeimmista työvaiheista. Tämä oli hyvä käytäntö ja tällä tavoin voitiin muistuttaa kaikkia työmaalla työskenteleviä P1-alueen toimintatavoista. Tällä tavoin saatiin myös selville, mikäli P1-alueilla oli joitain epäkohtia, jotka vaativat toimenpiteitä.

#### **4.4 P1-tilojen osastointi**

Kastellin monitoimitalo on jaettu 23 P1-alueeseen. Näistä alueista lohkolla 1 sijaitsevat 1, 2, 3, 21 sekä IV-konehuoneet 1.1 ja 1.2. Lohkolla 2 sijaitsevat 4, 17, 18, 20 sekä IV-konehuone 2. Lohkolla 3 sijaitsevat P1-alueet 5–11 sekä IV-konehuone 3. P1-alueet 12–16 ovat lohkolla 4 ja aulassa on P1-alue nro 19. (7.) Nämä alueet on pyritty ottamaan käyttöön numerojärjestyksessä lukuun ottamatta pieniä muutoksia, jotka johtuivat vesikatolla olleista vuodoista.

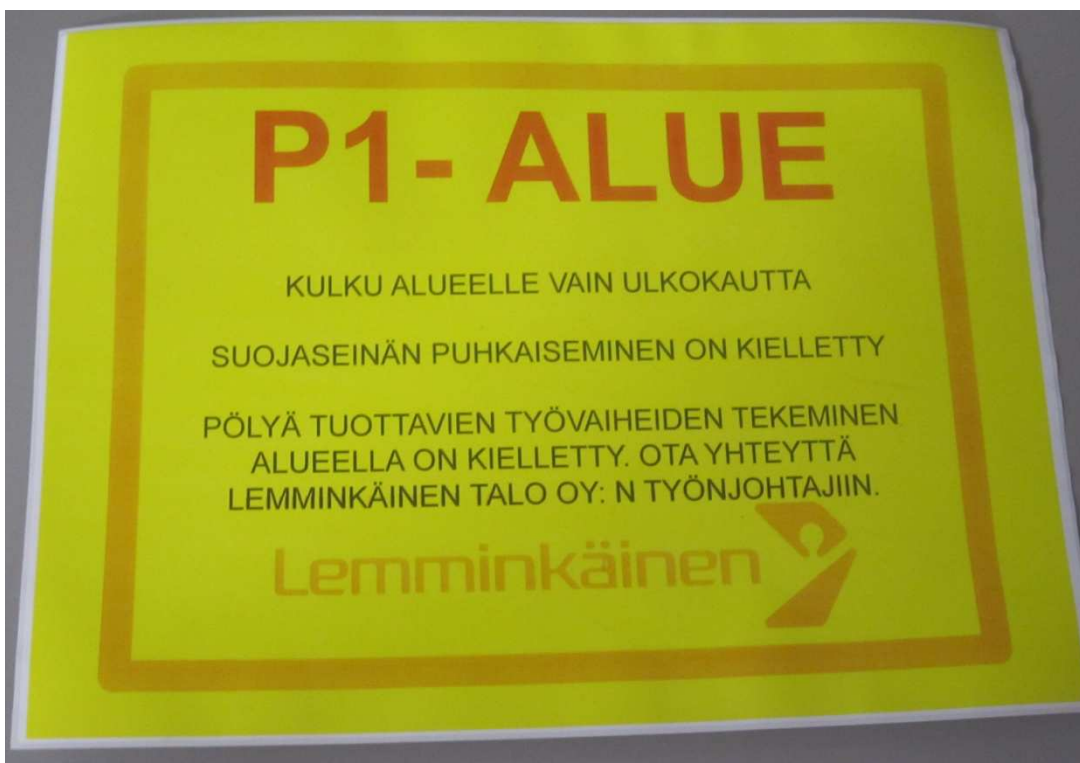
Jokainen P1-luokitukseen siirtyvä tila erotetaan muista tiloista. Ennen puhtausluokituksen käyttöönottoa tilan tarkistavat yhdessä rakennus- tai lvi-valvoja, Lemminkäinen Talo Oy sekä Lemminkäinen Talotekniikka Oy. Suurimmaksi puutteeksi tarkastuksissa osoittautui, että kaikkia tarvittavia läpivientejä talotekniikan asennuksia varten ei ollut tehty. Tämä viivästyttää asennustöitä sekä vaikeuttaa aikataulussa pysymistä, koska puhtausluokassa P1 olevassa tilassa ei saa suorittaa pölyviä töitä puhtaita olosuhteita vaativien asennusten kanssa.

Vasta P1-alueen tarkastuksen jälkeen, Lemminkäinen Talotekniikka Oy sai alkaa suorittaa kyseissä tilassa ilmanvaihto- ja sähköasennustöitä. Ennen P1-alueen tarkastusta, talotekniikan asennuksia alueella oli ainoastaan lämpö- ja käyttövesirungot sekä lattialämmitysputket. Kun kaksi vierekkäistä aluetta on saatettu puhtausluokkaan P1, voidaan tilat yhdistää kulkemisen ja asennustöiden helpottamiseksi. Kuvassa 4 on esimerkki P1-alueen tarkastuksesta tehtävästä pöytäkirjasta.

Työmaa Kastellin monitoimitalo	Työnumero 4144	Tarkastuksen ajankohta 06.08.2013
Tarkistettava kohde P1 alueen tarkastus: Alue 8, 3-lohko.	Tarkastuksen muoto on <input type="checkbox"/> Mallin tarkistaminen <input checked="" type="checkbox"/> Välitarkistus	
Lisätiedot tarkastettavasta kohteesta/työvaiheesta P1 alueen nro. 8 (3-lohko) tarkastus ennen talotekniikka asennuksia.		
Tarkastuksessa läsnäolevat henkilöt		
Nimi Ismo Hyry Jani Oksala Rauno Pakanen	Yritys Lemminkäinen Talo Oy Lemminkäinen Talotekniikka Oy Prodeco Oy	
<b>Puutteet ja huomautukset</b>	<b>Korjattu</b>	<b>Kuittaus</b>
2-putkikoteloita tekemättä ja yksi putkikotelo kittaus ja maalaus kesken.		
Sähköhyllyn läpivienti puuttuu (keksustilasta).		
Lattiassa osittaisia alueita joista puuttuu primerointi.		
Kaapeliläpivienti 2krs. osittain auki, tukittava.		
Työmaasähkön läpivienti alapohjan läpi 1.krs osittain auki.		
Aulan puoleisesta "syvennyksestä" kipsilevyपालasien siivous.	Ok 6.8.-13	
Muurattujen ikkunapenkkiön yläosien tasoitus tekemättä.		
Tarkastuksen hyväksyminen <input checked="" type="checkbox"/> Tarkastus on hyväksytty yllämainituin puutein ja huomautuksin. Töitä voi jatkaa. <input type="checkbox"/> Tarkastus on hylätty. Yllämainitut puutteet ja huomautukset on korjattava ennen uusintatarkastusta. Uusintatarkastuksen ajankohta on:		
Pöytäkirjan hyväksyminen (allekirjoitus, nimenselvennys ja päivämäärä)		
Pääuraakoitsijan / työn tilaajan edustaja Ismo Hyry Lemminkäinen Talo Oy	Urakoitsijan / työn suorittajan edustaja Jani Oksala Lemminkäinen Talotekniikka Oy	

KUVA 4 P1-alueen tarkastuksesta tehtävä pöytäkirja.

Kuvassa 5 on P1-alueen ulko-oveen asetettava kyltti, joka tiedottaa puhtaasta tilasta.



*KUVA 5 P1-alueen osoittava kyltti*

#### **4.5 Materiaalien varastointi**

P1-alueelle asennettavat LVI-tekniset laitteet tulisi säilyttää pölyltä ja lialta suojattuna, erityisesti IV-kanavat, -koneet ja päätelaitteet. Tämä voidaan toteuttaa siten, että kanavien päät pidetään tulpattuna asennukseen asti, IV-kanavien osat kuten kulmat ja t-haarat pidetään suojamuoveissa sekä muovitetuissa kehikoissa asennukseen asti. Myös IV-koneiden suojamuovit pidetään paikallaan niin pitkään kuin mahdollista.

Ennen P1-alueen IV-asennuksia, tarkastuksen jälkeen, kyseisen P1-alueen IV-kanavat ja osat voidaan tuoda P1-alueelle asennuksia varten. P1-alueelle tuodaan kuitenkin vain tarvittava määrä osia ja kanavaa, koska puhtausluokassa P1 olevaa tilaa ei käytetä varastointiin. Myös sähköasennuksia varten tarvittavat



osat tulee säilyttää pölyltä ja lialta suojattuna ja tarvikkeet tuodaan P1-alueelle vasta tarkastuksen jälkeen asennustöiden alkaessa.

Materiaalien varastointi on onnistunut pääasiassa hyvin, toisaalta taas muutamia virheitä on sattunut. Puhtausluokassa P1 rakennettaessa tulisi muistaa, että erityisesti P1-alueelle tulevat IV-kanavat ja -laitteet tulisi säilyttää pölyltä ja lialta suojattuna. Kuvassa 6 on esimerkki IV-osien väärästä varastointitavasta. Kuvan osat eivät ole mitenkään pölyltä tai lialta suojattuna.



*KUVA 6 IV-osien väärä varastointitapa*

Kuvassa 7 taas on esitetty asianmukainen varastointitapa. Osien päät on tulpatu tai peitetty muovikelmulla ja osat on pakattu päällekkäin muovikelmun sisään.



*KUVA 7 Asianmukainen IV-osien varastointi*

#### **4.6 Asennustyöt P1-alueilla**

Asennustöiden alettua jokainen P1-alueella työskentelevä on velvollinen siivoamaan oman työnsä jäljet heti työn suorituksen jälkeen. Tällä varmistetaan se, että P1-alue pysyy pölyttömänä ja puhtaana. Ennen P1-alueen käyttöönottoa, alueelle oli asennettu talotekniikan asennuksista ainoastaan lattialämmitysputket sekä lämmitys- ja vesijohtorungot. Osalle alueista oli saatu jo valmiiksi asentaa myös sähköhylyjä ja P1-alueen tarkastuksen jälkeen voitiin alueilla aloittaa myös sähkö- ja IV-asennustyöt. Vaikeudeksi tässä järjestelyssä osoit-

tautui tilan puute ja osittain väärä asennusjärjestys. Sähköasennustyöt olivat jo valmiiksi aikataulusta jäljessä ja asennustyöt täytyisi suorittaa IV-asennusten kanssa samaan aikaan. Sopiva asennusjärjestys olisi ollut, että talotekniset järjestelmät asennetaan katosta lähtien ylhäältä alaspäin, eli ensin olisi asennettu IV-kanavat niille osille joihin tulee sähköhylyjä tai valaisimia. Tämän jälkeen olisi alettu suorittaa sähköasennuksia. Tulevaisuudessa tämä tulisi ottaa huomioon töiden aikataulutuksessa.

#### **4.7 Kyselyn tulokset**

Työn aikana tehtiin kysely talotekniikan asentajille sekä työnjohtajille. Kyselyn tarkoituksena oli saada selville tilaajan omien työntekijöiden mielteitä ja mielipiteitä puhtausluokituksista. Kysely suoritettiin paperisena ja se jaettiin taukotupaan vastaajien täytettäväksi. Kyselyyn vastasi seitsemän henkilöä kolmestakymmenestä. Kyselyn lisäksi työnjohtajille suoritettiin pikainen haastattelu kyselylomakkeen kysymyksen pohjalta. Kyselylomake on liitteenä 4.

Positiivisimmaksi asiaksi kyselyn perusteella osoittautui työmaan yleinen siisteys. Kaikissa kyselylomakkeissa oli vastaaja tuonut esille työmaan siisteyden positiivisessa sävyssä. Myös tilaajan vastuuhenkilöt ja muut ihmiset jotka ovat vierailleet työmaalla, ovat antaneet positiivista palautetta työmaan siisteydestä. Tällä osa-alueella urakoitsija on onnistunut erityisen hyvin. Myös sisäilman hyvä laatu mainittiin yhdessä kyselylomakkeessa.

Kompastuskiveksi työntekijöiden mielestä osoittautui aikataulutus ja kulkureitit P1-alueille sekä osittain myös P1-alueiden materiaalien varastointi. Kuten luvussa 2.2 on mainittu, tulisi kulku P1-alueille tapahtua ulkokautta mikäli mahdollista. Kastellin monitoimitalon perehdytystä keuhuttiin, mutta kyselystä selvisi myös, että "muistutustilaisuuksia" olisi hyvä järjestää tietyin väliajoin työmaalla työskenteleville. Jokaisen työnjohtajan vastuulla on huolehtia P1-alueilla työskentelevien henkilöiden oikeista työskentelymenetelmistä. Jos huomataan puutteita, kunkin alan työnjohtaja voisi järjestää lisäkoulutusta työntekijöilleen ja varmistaa, että kaikki muistavat P1-alueen pelisäännöt. Aikataulutukseen liitty-

vät ongelmat voitaisiin ratkaista esimerkiksi luvussa 4.6 annettujen ohjeiden mukaan.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kastellin monitoimitalon työmaa on työn tilaajalle, Lemminkäinen Talotekniikka Oy:lle ensimmäisiä puhtausluokassa P1 rakennettavia kohteita Oulussa. Pudasjärvelle aletaan näillä näkymin syksyllä 2014 rakentamaan samantyylistä, puolet pienempää monitoimitaloa. Tällä työmaalla tulee myös olemaan käytössä puhtausluokka P1 rakennusaikana.

Päällimmäisenä hyvänä asiana esiin tulee työmaan siisteys. Useaan kertaan työtä tehtäessä on tullut esille sekä Lemminkäisen omalta henkilöstöltä että työmaalla vierailleilta ihmisiltä työmaan erityisen hyvä siisteys ja puhdas sisäilma. Tämä helpottaa myös loppusiivousta sekä luovutusvaiheen jälkeisiä toimenpiteitä, koska ilmanvaihtojärjestelmässä ei pitäisi olla pölyä käytännössä ollenkaan. Myös työn aikana tehdyssä kyselyssä siisteys sai erityiskehuja.

Monitoimitalon työmaalla oli sekä Lemminkäinen Talo Oy:llä että Talotekniikka Oy:llä samat puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelmat. Tulevilla puhtausluokassa P1 tehtävillä työmailla olisi tarpeellista myös talotekniikalle tehdä omat puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelmat. Tämä voisi myös vähentää kyselyssä esille tulleen lisäkoulutuksen tarvetta rakennusvaiheen aikana. Kummassakaan Kastellin monitoimitalon suunnitelmissa ei ole eritelty talotekniikan pölyviä työvaiheita.

P1-alueilla talotekniikan asennuksien kohdalla ongelmaksi osoittautui IV- ja sähköasennusten päällekkäisyys. Nykyisten 3D-mallinnusohjelmien avulla voisi helposti suunnitella oikean asennusjärjestyksen P1-alueille valmiiksi. Näin välttäisiin työn aikana tehtävistä muutoksista asennusjärjestyksessä ja mahdollisilta muutostöiltä. Apuna voisi käyttää esimerkiksi Heikki Penninkankaan opinnäytetyötä Talotekniikan tietomallinnuksen käyttö rakennushankkeissa. Tuon työn tilaajana on myös toiminut Lemminkäinen Talotekniikka Oy. Kun P1-alueita alettiin ottaa käyttöön ja havaittiin asennustöiden päällekkäisyyttä, talotekniikka järjesti kerran viikossa palaverin jossa käytiin läpi seuraava P1-alue ja sen mahdolliset päällekkäisyydet IV- ja sähköasennustöiden suhteen. Tämä on toi-

miva järjestely ja tulevilla työmailla kannattaa jatkaa samaa periaatetta. Osittain asennustöitä viivästytti myös talotekniikan läpivientien tekemättä jättäminen ennen P1-alueen käyttöönottoa. Näiltä välttyttiin sillä, että Lemminkäinen Talo Oy:n ja Lemminkäinen Talotekniikka Oy:n työnjohtajat kävivät yhdessä tarkastamassa tulevan P1-alueen läpiviennit.

Työntekijöiden mielestä materiaalien varastointi sekä kulku P1-alueille oli monitoimitalon työmaalla vaikeaa. Kulku P1-alueille tulee suorittaa ulkokautta mikäli mahdollista. Tämän kokoluokan rakennustyömaalla jossa on 23 000 m<sup>2</sup>, kulku-  
reittejä on vaikeaa, jopa mahdotonta suunnitella lähelle toisiaan. Materiaalin tuonti P1-alueille onnistui siten, että Lemminkäinen Talo Oy purki väliaikaisesti yhden väliseinän jonka kautta saatiin tuotua talotekniikan tarvikkeet kyseiselle P1-alueelle. Tämä oli hyvä ja toimiva ratkaisu. P1-aluetta ei ole tarkoitettu varastointia varten, ja tällä keinolla saatiin kaikki tarvittavat osat, kanavat ja sähkökaapelit kerralla tuotua alueelle.

Työskentelyyn P1-alueella tulee jatkossakin kiinnittää erityisen tarkkaa huomiota, niin työnjohdon kuin asentajienkin. P1-alueen käyttöönoton jälkeen alueella ei saa tehdä pölyäviä töitä ilman erityistoimenpiteitä. P1-alueella suoritettavaan pölyävään työvaiheeseen tulee joka kerta saada lupa työnjohdolta. Näin P1-alueet pyritään pitämään siisteinä ja pölyttöminä. Jos kuitenkin jo käyttöönotetulla P1-alueella täytyy suorittaa pölyäviä töitä, tulee työ suorittaa asianmukaisilla työkaluilla ja -koneilla. Esimerkiksi väliseiniin tehtävät reiät talotekniikan asennuksia varten tulee tehdä kohdepoistolla varustetuilla työkoneilla.

Työturvallisuuden kannalta P1-alueilla riskitekijäksi osoittautui henkilökohtaisten suojavälineiden käyttämättä jättäminen. Tähän tulee tulevaisuudessa kiinnittää tiukemmin huomiota. P1-alue ei poista suojavälineiden käyttöpakkoa. Kypärän ja suojalasit voi hetkellisesti poistaa esimerkiksi kanavaa asennettaessa sellaiseen väliin johon ei kypärän kanssa mahdu. Jokaisen työnjohtajan tulee huolehtia, että kaikki työmaalla olevat käyttävät asiaankuuluvaa suojavarustusta.

## 6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää miten tilaaja, Lemminkäinen Talotekniikka Oy, pystyisi tehokkaammin hyödyntämään P1-puhtausluokitusta rakennusvaiheessa. Tämä opinnäytetyö on tyypiltään tutkimustyö, koska siinä selvitettiin eri mahdollisuuksia tilaajalle hyödyntää puhtausluokitusta taloteknisessä rakentamisessa. Puhtausluokka P1 on rakennusvaiheessa käytettävä puhtausluokitus. Tähän luokkaan lasketaan työ- ja asuintilat, joissa pyritään sisäilmastoluokkiin S1 tai S2. Rakennuksen tulee olla puhdas ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja toimintakokeet aloittaa. Pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana. Puhtausluokassa P1 olevia tiloja ei saa käyttää varastointiin. Ainoastaan alueelle tulevat materiaalit ja laitteet voidaan säilyttää alueella tulevia asennuksia varten.

Kohteena oli Kastellin monitoimitalo Oulussa. Kohteessa on 23 000 m<sup>2</sup> ja se pitää sisällään tilat päiväkodille, peruskoululle, lukiolle, kirjastolle sekä nuorisotoimelle. Monitoimitalossa on myös useampi liikuntasali joiden käyttö on sallittu myös ulkopuolisille. Lemminkäinen Talotekniikka Oy:llä on myös 25 vuoden hoito- ja ylläpitovelvollisuus kohteesta. Kohde on tilaajalle ensimmäisiä P1-puhtausluokassa rakennettavia kohteita Oulussa.

Työn aikana suoritettiin kysely talotekniikan asentajille sekä työnjohtajille. Kyselystä selvisi muutamia parannusehdotuksia tulevia rakennusurakoita varten. Muut parannusehdotukset ovat tämän työn tekijän omia tai Lemminkäisen oman henkilöstön esille ottamia ehdotuksia. Suurimpia ongelmia, jotka tulivat esille kyselyssä, olivat aikataulutusta ja kulku P1-alueille.

Suurin puhtausluokasta saatava höyry on ehdottomasti siisteys. Työmaan yleinen siisteys otettiin esille useaan kertaan työn aikana, sekä Lemminkäisen omien työntekijöiden että myös ulkopuolisten vierailijoiden toimesta. Suurimmaksi haittatekijäksi monitoimitalon työmaalla osoittautui IV- ja sähköasennusten päällekkäisyys. Ennalta hyvin suunniteltu ja aikataulutettu asennusjärjestys olisi eh-

käissyt kyseisen ongelman. Tulevaisuudessa kannattaa siis varautua hyvissä ajoin ja organisoida oikea asennusjärjestys ennen P1-alueen käyttöönottoa. Kastellin työmaalla järjestettiin kerran viikossa palaveri jossa käytiin läpi tuleva/tulevat P1-alueet ja sovittiin sopiva asennusjärjestys. Tämä oli toimiva ratkaisu ja sillä välttyttiin turhilta jo tehtyjen asennusten purkamisilta sekä mahdollisilta viivästyksiltä.

Kokonaisuudessa tilaaja on onnistunut rakentamaan P1-puhtausluokassa hyvin. Rakennus valmistuu ajallaan ja oppilaat pääsevät uusiin tiloihin elokuussa 2014. Muutamia kömmähdyksiä sattui rakennusvaiheen aikana, mutta niistä otettiin opiksi ja tulevaisuudessa osataan varautua paremmin puhtausluokitukseen.



## LÄHTEET

1. Talotekniikka. 2014. Lemminkäinen. Saatavissa:  
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/Liiketoiminta/Talotekniikka/>  
Hakupäivä: 1.2.2014
2. Oulun Kastellin monitoimitalo. 2013. Lemminkäinen. Saatavissa:  
<http://www.lemminkainen.fi/PPP/Kohteet/Oulu/Kastellin-monitoimitalo/>.  
Hakupäivä: 1.2.2014.
3. Sisäilmastoluokitus 2008. 2009. Rakennustieto. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10946>. Hakupäivä: 1.2.2014.
4. Korhonen, Markku - Korhonen, Pertti. 2013. Puhtaudenhallintasuunnitelma.
5. Korhonen, Markku - Korhonen, Pertti. 2013. Pölynhallintasuunnitelma.
6. Mäläskä, Mikko 2013. P1 alueet.
7. Kotajärvi, Rauno. 2013. Lämmönjakokeskusten tekninen erittely. Alfa Laval Nordic Oy.
8. Suolahti, Marko. 2013. IV-koneiden mitoitus tiedot. Koja Oy.
9. IV-koneiden konekortit. 2013. Koja Oy.
10. IV-koneiden konekortit. 2013. KAIR.
11. LVI NET. 2014. Rakennustieto. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lvi>.  
Hakupäivä: 1.2.2014.
12. SFS-EN 779:2012-standardi. 2012. Camfil. Saatavissa:  
<http://www.camfil.fi/Suodatintekniikkaa/Standardeja-ja-asetuksia/EN-7792002/>. Hakupäivä: 20.3.2014.

13. Sekoittava ilmanvaihto. 2014. Halton. Saatavissa.

[http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/8F8EB8A6BC8104F2C2257290004B6C7B/\\$file/AD%20design%20guide%20fi.pdf](http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/8F8EB8A6BC8104F2C2257290004B6C7B/$file/AD%20design%20guide%20fi.pdf). Hakupäivä: 31.3.2014.

**PUHTAUDENHALLINTASUUNNITELMA Kastellin monitoimitalo, työ YA-046004144**

V 1 (120313)

Laatijat

Markku Korhonen, Pertti Korhonen

Tj7.3\_M07.1

TYÖTEHTÄVÄ	PUHTAUDEN HALLINTA TOIMENPIDE	MILLÄ KONELLA, LAITTEILLA SUOJAUKSILLA HOITETAAN?	VASTUU	LISÄTIETOJA
------------	----------------------------------	--	--------	-------------

**SUUNNITTELU**

Esiselvitykset				
	Esiselvitykset suunnittelun lähtötiedoiksi.		Rakennuttaja: Lemminkäinen PPP Oy	
	Kirjalliset suunnitelmat työturvallisuudesta, vaarallisista työvaiheista ja erityiset suunnitelmat esim. pölyntorjunta.		Pääurakoitsija: Lemminkäisen Talo Oy Oulu	
Turvallisuusasiakirja				
	Tunnistetaan haitta- ja vaaratekijät > kirjataan turvallisuusasiakirjaan		Rakennuttaja yhdessä asiantuntijoiden kanssa.	
	Menettelyohjeet, miten työhygieenisiä mittauksia suoritetaan		Rakennuttaja määrittelee turvallisuusasiakirjassa.	
	Laadittu turvallisuusasiakirja toimitetaan kaikille urakoitsijoille		Rakennuttaja	
Sisäilmaston tavoitteet				
	Sisäilmaston tavoitteiden valitseminen		Rakennuttaja ja suunnittelija yhteistyössä	Kohteen puhtausluokka rakentamisen aikana P1 sovitussa laajuudessa.
	Sisäilmaston tavoitteet kaikkien suunnittelijoiden tietoon		Rakennuttaja	
	Valitut sisäilmaston tavoitteet huomioidaan piirustuksissa, työselostuksissa, laatusuunnitelmassa ja urakkarajaliitteessä.		Suunnittelijat, Hankinta	
	Laaditut asiakirjat eivät ole ristiriidassasisäilmaston tavoitteiden osalta		Pääsuunnittelija	
Rakennussuunnittelu				
	Toiminnoiltaan ja sisäilmastotavoitteiltaan samanlaiset tilat pyritään sijoittamaan lähemmäksi.		Suunnittelija	

	Akustiikan ja valaistuksen tavoitteet huomioidaan.		Suunnittelija	
	Tilaa imurikanavistoille, alipaineistuslaitteistoille ja poistoilmareiteille.		Suunnittelija	
	Puhtautta edistävät materiaalivalinnat		Suunnittelija	Pyrittäessä sisäilmastoluokkiin S1 ja S2 on käytettävä M1-luokan tuotteita.
Työmaasuunnittelu				
	Työmenetelmät suunnitellaan työturvallisuutta koskevien vaatimusten pohjalta.		Pääurakoitsija	
	Tarvittavat puhtauden hallinta laitteet	Kohdepoistolaitteet, alipaineistuslaitteet, imurit	Pääurakoitsija	
	Pölyäviä työvaiheita ei tehdä samaan aikaan puhtaita asennusolosuhteita vaativien töiden kanssa.	Tilojen osastointi puhtaisiin ja "likaisiin" alipaineistetulla suojavyöhykkeellä	Aikataulun suunnittelija	
	Järjestyksen ja jätehuollon suunnittelu ja taukotilat sopiviin paikkoihin.		Pääurakoitsija	
	Materiaalivarastot, työskentelypisteet		Pääurakoitsija	
	Laastin valmistuksen, hiontatöiden ym. Pölyävien työvaiheiden sijoitus oikeaoppisesti.	Kaikissa hiontatöissä pölynpoistolla varustetut laitteet. Laastien valmistus viedään mahdollisuuksien mukaan sulkutiloihin.		
	Tilataan valmiiksi määrämittäisiä tuotteita			

TYÖMAA/ALUE: Kastellin mnt, YA-046004144		TYÖNJOHTAJAT: MK, KS, TP, MD, JM, MK		LAATIJAT: P. KORHONEN, M. KORHONEN		
<p>Työkohteen osittelu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Työmaa jaettu 21 osastoon ilmanvaihtokoneiden palvelualueiden mukaan. Lohkojako suunnitelman liitteenä.</li> <li>- Lohkoilla nimetyt siivous vastaavat.</li> </ul> <p>Puhtaiden tilojen eristäminen pölyisistä tiloista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tilat puhdistetaan aina ennen seuraavan työvaiheen aloittamista</li> <li>- Puhtaat tilat eristetään edellä mainitun osastoinnin mukaan alipaineistetulla suojavyöhykkeellä. Suojavyöhykkeen toteutustapa, aikataulus ja tarvittava kalusto suunnitellaan sisävalmistusvaiheen aikataulun valmistuttua.</li> <li>- P1-puhtausluokka alueilla rakennuksen vaippa pidettävä suljettuna.</li> </ul> <p>Resurssien varaaminen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sisävalmistusvaiheen aikatauluun lisätään tai puhtaan rakentamisen vaatimat toimenpiteet aikataulutetaan erikseen osastoittain riittävien resurssien varaamiseksi.</li> </ul> <p>Seuraavassa selostuksessa on eritelty pölyä aiheuttavat työvaiheet, työntekijöiden suojautuminen pölyn aiheuttamalta terveysvaaralta, sekä periaatteet pölyn leviämisen estämisestä.</p>						
Ajoitus Vko	Pölyävä työvaihe tai menetelmä	ALISTUVIEN TYÖNTEKIJÖIDEN LKM	SUOJAIN	KÄYTTÖRAJOITUKSET / TOIMENPITEET	OSASTOINTI	SIIVOUS
ks. aikataulu	Betoniliiman poisto	2-4	P2 tai tarpeen mukainen	Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erillisaikataulun mukaan	Kohdepoisto hionnan aikana. Lastasiivous ja imurointi heti hionnan päätyttyä huonetilassa
	"Etuputsityöt" piikkaus ym. betonin työstöt	2-4	P2 tai tarpeen mukainen	Vältetään työstötarvetta tarkkuudella ja suunnitelmallisuudella runkovaiheessa.	Tarvittaessa erillisaikataulun mukaan	Hionta- ja leikkaustöissä kohdepoisto ja/tai kastelu työn aikana. Lastasiivous ja imurointi heti työstön päätyttyä huonetilassa
	Etuputsityöt" betonin hionta	2-4	P2 tai tarpeen mukainen	Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erillisaikataulun mukaan	Kohdepoisto hionnan aikana. Lastasiivous ja imurointi heti hionnan päätyttyä huonetilassa
	"Jälkiputsityöt" betonipintojen oikaisu laastilla ja hionta	1-6	P2 tai tarpeen mukainen	Laastin valmistus suojatilassa / ulkona. Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erillisaikataulun mukaan	Kohdepoisto hionnan aikana. Lastasiivous ja imurointi heti hionnan päätyttyä huonetilassa

						lassa.
	Väliseinien- ja alakatto-otsien asennustyöt	2-5	P2 tai tarpeen mukainen	Levyjen työstössä suositaan leikkaamista / murtamista sahauksen sijaan.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Välittömästi huonetilan valmistuttua.
	Ulkoseinien eristys- ja elementtisauman levytystyöt	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Levyjen työstössä suositaan leikkaamista / murtamista sahauksen sijaan.	Ei osastointitarvetta.	Välittömästi huonetilan valmistuttua.
	Seinä- ja kattotasoiheen levitystyö	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Tasoiheen valmistus suojatilassa / ulkona.	Valmistus lähimässä suojatilassa.	Välittömästi huonetilan valmistuttua.
	Seinä- ja kattotasoiheen hionta	1-5	P2 tai tarpeen mukainen	Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Kohdepoisto hionnan aikana. Lastasiivous ja imurointi heti hionnan päätyttyä huonetilassa.
	Maalaustyöt	1-5	P2 tai tarpeen mukainen	Kohteen maalit M1 - päästöluokiteltuja. Ei hiontarvetta, ei suojaintarvetta	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Tilojen siivous imuripuhtaiksi ennen maalaustyön aloittamista.
	Lattiatasoiheen valmistus	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Tasoiheen valmistus suojatilassa / ulkona.	Valmistus lähimässä suojatilassa.	Tilojen siivous imuripuhtaiksi ennen tasoihtotyön aloittamista.
	Lattiatasoiheen hionta	1-4	P2 tai tarpeen mukainen	Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Kohdepoisto hionnan aikana. Lastasiivous ja imurointi heti hionnan päätyttyä huonetilassa.
	Vesieristettävien pintojen tasoitus	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Tasoiheen valmistus suojatilassa / ulkona.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Tilojen siivous imuripuhtaiksi ennen tasoihtotyön aloittamista.
	Vesieristettävien pintojen tasoihteiden hionta	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Hiontaan käytetään kohdepoistolla varustettuja laitteita. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Välittömästi huonetilan valmistuttua.
	Kiinnitys- ja saumaustaustien valmistus	1-2	P2 tai tarpeen mukainen	Laastin valmistus suojatilassa / ulkona.	Valmistus lähimässä suojatilassa.	Tarpeen mukaan.
	Laatoitustyöt	1-4	P2 tai tarpeen mukainen	Leikkaukseen käytetään laattaleikkuria laikkauksen sijaan. Mahdollinen laikkaleikkaus suojatilassa / ulkona.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Välittömästi huonetilan valmistuttua.
	Puun työstö	2-4	P2 tai tarpeen mukainen	Pyritään käyttämään määrämittäisiä ja / tai esivalmistettuja tuotteita ja tarvikkeita työstötarpeen minimoimiseksi. Tarvittaessa tilat eristetään.	Tarvittaessa erilisaikataulun mukaan	Välittömästi huonetilan valmistuttua.

	Rakennussiivous	4-8	P2 tai tarpeen mukainen	Ei harjapuhdistusta, P1 - puhtausluokan kohde. Karkeasiivouksen yhteydessä lastasiivous, jonka jälkeen imurointi. Imuri pyritään sijoittamaan joko ulos (keskuspölynimuri) tai seuraavaan siivottavaan tilaan pölyn ilmaan nousemisen estämiseksi.	Siivous tapahtuu osastoissa.	Tarpeen mukaisesti. Lohkoilla nimetyt siivous vastaavat.
--	-----------------	-----	-------------------------	--	------------------------------	--

P1 = suojaa karkealta pölyltä

P2 = suojaa hienopölyltä

P3 = suojaa hyvin hienolta pölyltä

Maxi CeteCon4 230/820  
Objekti 63070 Lohko 1

Ref:

## LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN TEKNINEN ERITTELY

LÄMMÖNSIIRTIMET		Käyttövesi LS1		Lämmitys LS2	
Valmistaja		Alfa Laval		Alfa Laval	
Tyyppi		CB60-80H 5C-HES		CB112-120L 4C-HES	
Teho	kW	230		820	
		Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio
Lämpötilat	°C	70-23.5	10-58	115-43.5	40-70
Virtaus	l/s	1.21	1.15	2.89	6.61
Painehäviö	kPa	9	8	3	17
PED – categorointi		Cat 1		Cat 1	
Materiaali		AISI 316		AISI 316	
SAATOLAITTEET		Käyttövesi TV1		Lämmitys TV2	
Valmistaja					
Saatokeskus		Ei sisälly toimitukseen			
Saatventtiili 1		Vain asennus		Vain asennus	
Saatventtiili 2				Vain asennus	
Virtaus	l/s	-		-	
Painehäviö	kPa	-		-	
DN-koko/kvs-arvo TV 1	DN/kvs	-		-	
DN-koko/kvs-arvo TV 2	DN/kvs	-		-	
Saatomoottori TV 1		-		-	
Saatomoottori TV 2		-		-	
Saatoviesti/Jännite	V	24V / 0-10V		24V / 0-10V	
		Jousipalautus			
PUMPUT		Käyttövesi P1		Lämmitys P2	
Valmistaja		Wilo		Wilo	
Tyyppi		TOP-Z 25/6		2X IP-E50/115-0,75/2	
Virtaus	l/s	0.23		6.61	
Nostokorkeus	kPa	47		68	
Teho / Virta	W/A	100/1.0		750/3.20	
Jännite	V	230, 1 vaihe		400, 3 vaihe	
PUMPPUJEN OHJAUSKESKUS		sisältäen			
Ohjauskytkin		0-1-A			
PAINE-EROSÄÄDIN					
Valmistaja/tyyppi		TA/DA 516			
Kokon.virtaus/min. Käytett. oleva paine-ero	l/s /kPa	3.29/22			
DN-koko/kvs-arvo/painehäviö	//kPa	40/30.00/16			
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET		Lämmitysverkosto			
Verkoston tilavuus/verkoston painehäviö	l/kPa	/47			
Paisunta-astian tilavuus/esipaine	l/kPa	/			
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/bar	/			
TOISIOPUOLEN PUTKISTOVARUSTEET		Lämmitysverkosto			
Painehäviö	kPa				
PUTKIKOOT					
Kaukolämpö, tulo/paluu		DN65			
Kylmä vesi/Lämmin vesi		DN32			
Lämpimän käyttöveden kierto		DN25			
Lämmitys meno-paluu		DN80			
VARUSTEIDEN TIEDOT:		Mitat ja mitoitusarvot			
Linjasäätöventtiili lämpimän käyttöveden kiertoon		STAD DN25			
Linjasäätöventtiili lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)		Navaltrim DN80/ 0.5			
Automaattinen ilmaneroitin lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)		LIFAIR STD DN80 2.6			
Painemittarimoduli lämmityksen toisiopuolelle		1 piste, 0-6bar			
Täyttölinja, läm.		Type 4 EN-1717 EA DN20			



Maxi CeteCon2 190/570/180  
Objekti 63071 Lohko 2

Ref:

## LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN TEKNINEN ERITTELY

LÄMMÖNSIIRTIMET	Yksikkö	Käyttövesi LS1	IlmanvaihtoLS2	Lämmitys LS3
Valmistaja		Alfa Laval	Alfa Laval	Alfa Laval
Tyyppi		CB60-80L 2	CB112-80L 6C-HES	CB110-50M 6C-HES
Teho	kW	190	570	180
		Ensiö Toisio	Ensiö Toisio	Ensiö Toisio
Lämpötilat	°C	70-18.9 10-58	115-43.7 40-70	115-30.9 30-40
Virtaus	l/s	0.91 0.95	2.01 4.59	0.54 4.33
Painehäviö	kPa	12 14	3 16	0 17
PED – categorointi		Cat 1	Cat 1	Cat 1
Materiaali		AISI 316	AISI 316	AISI 316
<b>SAÄTÖLAITTEET</b>		<b>Käyttövesi TV1</b>	<b>Lämmitys TV2</b>	<b>Ilmanvaihto TV3</b>
Valmistaja		-		
Säätökeskus		Ei sisälly toimitukseemme		
Säätöventtiili 1		Vain asennus	Vain asennus	Vain asennus
Säätöventtiili 2			Vain asennus	
Virtaus	l/s	-	-	-
Painehäviö	kPa	-	CV1 470CV2 8	-
DN-koko/kvs-arvo TV 1	DN/kvs	-	-	-
DN-koko/kvs-arvo TV 2	DN/kvs	-	-	-
Säätömoottori TV 1		-	-	-
Säätömoottori TV 2		-	-	-
Säätöviesti/Jännite	V	24V / 0-10V	24V / 0-10V	24V / 0-10V
		Jousipalautus		
<b>PUMPUT</b>		<b>Käyttövesi P1</b>	<b>Lämmitys P2</b>	<b>Ilmanvaihto P3</b>
Valmistaja		Wilo	Wilo	Wilo
Tyyppi		TOP-Z 25/6	2XSTRATOS 50/1-12	2XSTRATOS 50/1-12
Virtaus	l/s	0.20	4.59	4.33
Nostokorkeus	kPa	51	75	75
Teho / Virta	W/A	100/1.0	500/2.60	500/2.60
Jännite	V	230, 1 vaihe	230, 1 vaihe	230, 1 vaihe
<b>PUMPPUJEN OHJAUSKESKUS</b>		sisältyen		
Ohjauskytkin			0-1-A	0-1-A
<b>PAINE-EROSÄÄDIN</b>				
Valmistaja/tyyppi			Siemens/VHG519L	
Kokon.virtaus/min. Käytt. oleva paine-ero	l/s /kPa		2.85/-19	
DN-koko/kvs-arvo/painehäviö	//kPa		32/15.00/47	
<b>VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET</b>			<b>Lämmitysverkosto</b>	<b>Ilmanvaihtoverkosto</b>
Verkon tilavuus/verkon painehäviö	l/kPa		/55	/55
Paisunta-astian tilavuus/esipaine	l/kPa		/	/
Varoventtiilin koko/avautumis-paine	DN/bar		/	/
<b>TOISIOPUOLEN PUTKISTOVARUSTEET</b>			<b>Lämmitysverkosto</b>	<b>Ilmanvaihtoverkosto</b>
Painehäviö	kPa			
<b>PUTKIKOOT</b>				
Kaukolämpö, tulo/paluu			DN50	
Kylmä vesi/Lämmin vesi			DN32	
Lämpimän käyttöveden kierto			DN25	
Lämmitys meno-paluu			DN80	
Ilmanvaihto meno-paluu			DN80	
<b>VARUSTEIDEN TIEDOT:</b>			<b>Mitat ja mitoitusarvot</b>	
Linjasäätöventtiili lämpimän käyttöveden kiertoon			STAD DN25	
Linjasäätöventtiili lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN65/ 2.3	
Automaattinen ilmanerotin lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN80, 1.2	
Painemittarimoduli lämmityksen toisipuolelle			1 piste, 0-6bar	
Linjasäätöventtiili ilmanvaihtomenoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN65, 2.0	
Automaattinen ilmanerotin ilmanvaihtomenoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN65, 2.4	

Maxi CeteCon4 190/840/240  
 Objekti 63072 Lohko 3

Ref:

## LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN TEKNINEN ERITTELY

LÄMMÖNSIIRTIMET	Yksikkö	Käyttövesi LS1	Lämmitys LS2	Ilmanvaihto LS3			
Valmistaja		Alfa Laval	Alfa Laval	Alfa Laval			
Tyyppi		CB60-80L 2	CB112-120L 4C-HES	CB76-60M 6C-HES			
Teho	kW	190	840	240			
		Ensiö	Toisio	Ensiö	Toisio		
Lämpötilat	°C	70-18.9	10-58	115-43.6	40-70	115-32.0	30-40
Virtaus	l/s	0.91	0.95	2.96	6.77	0.73	5.77
Painehäviö	kPa	12	14	3	17	0	21
PED – categorointi		Cat 1	Cat 1	Cat 1	Cat 1		
Materiaali		AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 316		
SAÄTÖLAITTEET		Käyttövesi TV1	Lämmitys TV2	Ilmanvaihto TV3			
Valmistaja		-	-	-			
Säätökeskus		Ei sisälly toimitukseemme					
Säätöventtiili 1		Vain asennus	Vain asennus	Vain asennus			
Säätöventtiili 2			Vain asennus				
Virtaus	l/s	-	-	-			
Painehäviö	kPa	-	CV1 184CV2 27	-			
DN-koko/kvs-arvo TV 1	DN/kvs	-	-	-			
DN-koko/kvs-arvo TV 2	DN/kvs	-	-	-			
Säätömoottori TV 1		-	-	-			
Säätömoottori TV 2		-	-	-			
Säätöviesti/Jännite	V	24V / 0-10V	24V / 0-10V	24V / 0-10V			
		Jousipalautus					
PUMPUT		Käyttövesi P1	Lämmitys P2	Ilmanvaihto P3			
Valmistaja		Wilo	Wilo	Wilo			
Tyyppi		TOP-Z 25/6	2X IP-E50/115-0,75/2	2XSTRATOS 50/1-12			
Virtaus	l/s	0.19	6.77	5.77			
Nostokorkeus	kPa	56	74	58			
Teho / Virta	W/A	100/1.0	750/3.20	500/2.60			
Jännite	V	230, 1 vaihe	400, 3 vaihe	230, 1 vaihe			
PUMPPUJEN OHJAUSKESKUS		sisältäen					
Ohjauskytkin			0-1-A	0-1-A			
PAINE-EROSAADIN							
Valmistaja/tyyppi			Siemens/VHG519L				
Kokon.virtaus/min. Käytt. oleva paine-ero	l/s /kPa		3.99/17				
DN-koko/kvs-arvo/painehäviö	//kPa		40/21.00/47				
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET			Lämmitysverkosto	Ilmanvaihtoverkosto			
Verkoston tilavuus/verkoston painehäviö	l/kPa		/52	/30			
Paisunta-astian tilavuus/esipaine	l/kPa		/	/			
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/bar		/	/			
TOISIOPUOLEN PUTKISTOVARUSTEET			Lämmitysverkosto	Ilmanvaihtoverkosto			
Painehäviö	kPa						
PUTKIKOOT							
Kaukolämpö, tulo/paluu			DN65				
Kylmä vesi/Lämmin vesi			DN32				
Lämpimän käyttöveden kierto			DN25				
Lämmitys meno-paluu			DN80				
Ilmanvaihto meno-paluu			DN80				
VARUSTEIDEN TIEDOT:			Mitat ja mitoitusarvot				
Linjasäätöventtiili lämpimän käyttöveden kiertoon			STAD DN25				
Linjasäätöventtiili lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN80/ 1.1				
Automaattinen ilmaneroitin lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN 80, 2.0				
Painemittarimoduli lämmityksen toisiopuolelle			1 piste, 0-6bar				
Linjasäätöventtiili ilmanvaihdon menoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN80, 0.8				
Automaattinen ilmaneroitin ilmanvaihdon menoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN80, 2.0				

Maxi CeteCon2 175/520/240  
 Objekti 63073 Lohko 4

Ref:

## LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN TEKNINEN ERITTELY

LÄMMÖNSIIRTIMET	Yksikkö	Käyttövesi LS1	Lämmitys LS2	Ilmanvaihto LS3
Valmistaja		Alfa Laval	Alfa Laval	Alfa Laval
Tyyppi		CB60-80L 2	CB112-80L 6C-HES	CB76-60M 6C-HES
Teho	kW	175	520	240
		Ensiö	Toisio	Ensiö
Lämpötilat	°C	70-18.5	10-58	115-43.4
Virtaus	l/s	0.83	0.87	1.83
Painehäviö	kPa	10	12	3
PED – categorointi		Cat 1	Cat 1	Cat 1
Materiaali		AISI 316	AISI 316	AISI 316
SAÄTÖLAITTEET		Käyttövesi TV1	Lämmitys TV2	Ilmanvaihto TV3
Valmistaja		-	-	-
Säätökeskus		Ei sisälly toimitukseemme		
Säätöventtiili 1		Vain asennus	Vain asennus	Vain asennus
Säätöventtiili 2			Vain asennus	
Virtaus	l/s	-	-	-
Painehäviö	kPa	-	CV1 470CV2 3	-
DN-koko/kvs-arvo TV 1	DN/kvs	-	-	-
DN-koko/kvs-arvo TV 2	DN/kvs	-	-	-
Säätömoottori TV 1		-	-	-
Säätömoottori TV 2		-	-	-
Säätöviesti/Jännite	V	24V / 0-10V	24V / 0-10V	24V / 0-10V
		Jousipalautus		
PUMPUT		Käyttövesi P1	Lämmitys P2	Ilmanvaihto P3
Valmistaja		Wilo	Wilo	Wilo
Tyyppi		TOP-Z 25/6	2XSTRATOS 50/1-12	2X IP-E50/115-0,75/2
Virtaus	l/s	0.19	4.19	5.78
Nostokorkeus	kPa	46	72	67
Teho / Virta	W/A	100/1.0	500/2.60	750/3.20
Jännite	V	230, 1 vaihe	230, 1 vaihe	400, 3 vaihe
PUMPPUJEN OHJAUSKESKUS		sisältäen		
Ohjauskytkin			0-1-A	0-1-A
PAINE-EROSAADIN				
Valmistaja/tyyppi			Siemens/VHG519L	
Kokon.virtaus/min. Käytt. oleva paine-ero	l/s /kPa		2.83/-6	
DN-koko/kvs-arvo/painehäviö	//kPa		32/15.00/46	
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET			Lämmitysverkosto	Ilmanvaihtoverkosto
Verkoston tilavuus/verkoston painehäviö	l/kPa		/55	/39
Paisunta-astian tilavuus/esipaine	l/kPa		/	/
Varoventtiilin koko/avautumispaine	DN/bar		/	/
TOISIOPUOLEN PUTKISTOVARUSTEET			Lämmitysverkosto	Ilmanvaihtoverkosto
Painehäviö	kPa			
PUTKIKOOT				
Kaukolämpö, tulo/paluu			DN50	
Kylmä vesi/Lämmin vesi			DN32	
Lämpimän käyttöveden kiertö			DN25	
Lämmitys meno-paluu			DN65	
Ilmanvaihto meno-paluu			DN80	
VARUSTEIDEN TIEDOT:			Mitat ja mitoitusarvot	
Linjasäätöventtiili lämpimän käyttöveden kiertoon			STAD DN25	
Linjasäätöventtiili lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN65/ 1.9	
Automaattinen ilmaneroitin lämmityksen menoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN65, 2.2	
Painemittarimoduli lämmityksen toisiopuolelle			1 piste, 0-6bar	
Linjasäätöventtiili ilmanvaihdon menoputkessa/Painehäviö (kPa)			Navaltrim DN80, 0.8	
Automaattinen ilmaneroitin ilmanvaihdon menoputkessa/Painehäviö (kPa)			LIFAIR STD DN80, 2.0	

**P1-PUHTAUSLUOKITUS TALOTEKNISESSÄ RAKENTAMISESSA**

Työn tekijä: Jani Oksala

Vastaajan ammatti:

1. Onko P1-puhtausluokitus vaikuttanut työskentelyysi, ja jos on, millä tavalla?

2. Mikä työvaihe on mielestäsi toiminut parhaiten P1-alueella, ja mikä huonoiten?

3. Onko puhtausluokitus mielestäsi otettu huomioon suunnitteluvaiheessa tarpeeksi hyvin?

4. Onko P1-puhtausluokituksen aikataulutusta vaikuttanut oman työsi aikatauluun?

5. Miten työhön opastus ja asennusjärjestys tulisi mielestäsi toteuttaa P1-alueilla?

6. Miten varastointitilat olisi mielestäsi tehokkainta toteuttaa P1-alueilla?

**Kysymyksiä myös toisella puolella**

7. Miten tulevaisuudessa voisit tehostaa omaasi (ja muiden) työskentelyä P1-alueilla?

8. Kerro vapaasti parannusehdotuksia P1-puhtausluokituksen toteutukseen.

