



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Maalauksen vaikutus puulaudan sisäilmaemissioihin

*Laura Salo
Sitowise Oy*

Sisäilmastoseminaari 2018

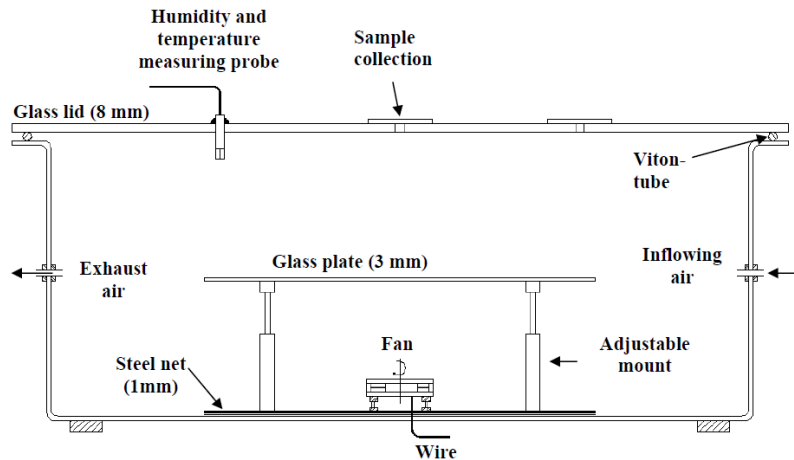
Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

- **Suuri osa sisäilman kemiallisista epäpuhtauksista on peräisin rakennusmateriaaleista**
 - Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)
- **Rakennusmateriaalien päästöluokitus **M1****
 - Terveysperusteinen EU-LCI –lista
 - Uudet raja-arvot yksittäisille VOC –yhdisteille
- **Puu luokitellaan M1-materiaaliksi, vaikka emissiot voivat varsinkin tuoreena ylittää M1 –luokan raja-arvot**
- **Puun ja maalin emissioita on tutkittu erikseen, mutta maalauksen vaikutuksesta puun emissioihin on vain vähän tutkimustietoa**
- **Työn tavoitteena oli selvittää kammiokokeilla, miten maalaus vaikuttaa mäntypuulaudan VOC- ja karbonyliemissioihin.**



Kammiokokeet

(EN ISO 16 000 9:2011)



Kammion kontrolloidut olosuhteet testien aikana

Suhteellinen kosteus	$50 \pm 5 \%$	Kammion tilavuus	0.03 m^3
Lämpötila	$21 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	Koekappaleen pinta-ala	0.03 m^2
Ilmanvaihtokerroin	0.5 h^{-1}	Tilan käyttösuhde	$1.0 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Koemateriaalien valmistelu

- **Koemateriaalit:**
 - Mäntylauta
 - Maalit (vesiohenteinen akrylaattidispersio)
- **Puulaudat stabiloitiin sääkammiossa kahteen eri kosteuteen:**
 - Sääkammio *RH 50 % ja RH 80 %*
 - Puun tasapainokosteudet 10 % ja 16 %
- **Koekappaleiden maalaus:**
 - 2 maalaus kertaa kuivumisajalla välissä
 - Punnitsemalla saman verran maalia puu- ja lasialustalle

Koekappaleet	
Puu (10%)	Puu (16%)
Maalattu Puu (10%)	Maalattu Puu (16%)
Maali lasialustalla	



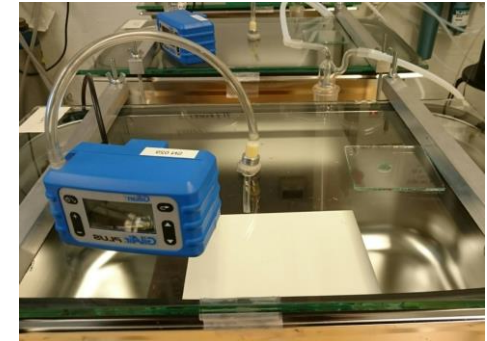
Näytteiden keräys: VOC-yhdisteet ja Karbonyyliyhdisteet

➤ VOC-näytteet

- VRK: 1, 3, 7, 14 ja 28
- TENAX TA –menetelmä

➤ Karbonyyli-näytteet

- VRK: 1, 3, ja 28
- DNPH -menetelmä



Analysointi kromatografisin menetelmin

TD-GC-MS –laitteisto

Yksittäiset **VOC-yhdisteet**

TVOC –arvot laskettuna
kaikki havaitut yhdisteet
(ei standardimenetelmä)

HPLC –laitteisto

Karbonyylit:
Formaldehydi
Asetaldehydi
Asetoni

Yleisimmät havaitut VOC -yhdisteet

➤ Puusta havaitut yleisimmät yhdisteet:

- Terpeenit (mono): α -pineeni, β -pineeni ja 3-kareeni
- Aldehydit: heksanaali ja pentanaali
- Monatomiset alkoholit: 1-pentanoli

➤ Maalista havaitut yleisimmät yhdisteet:

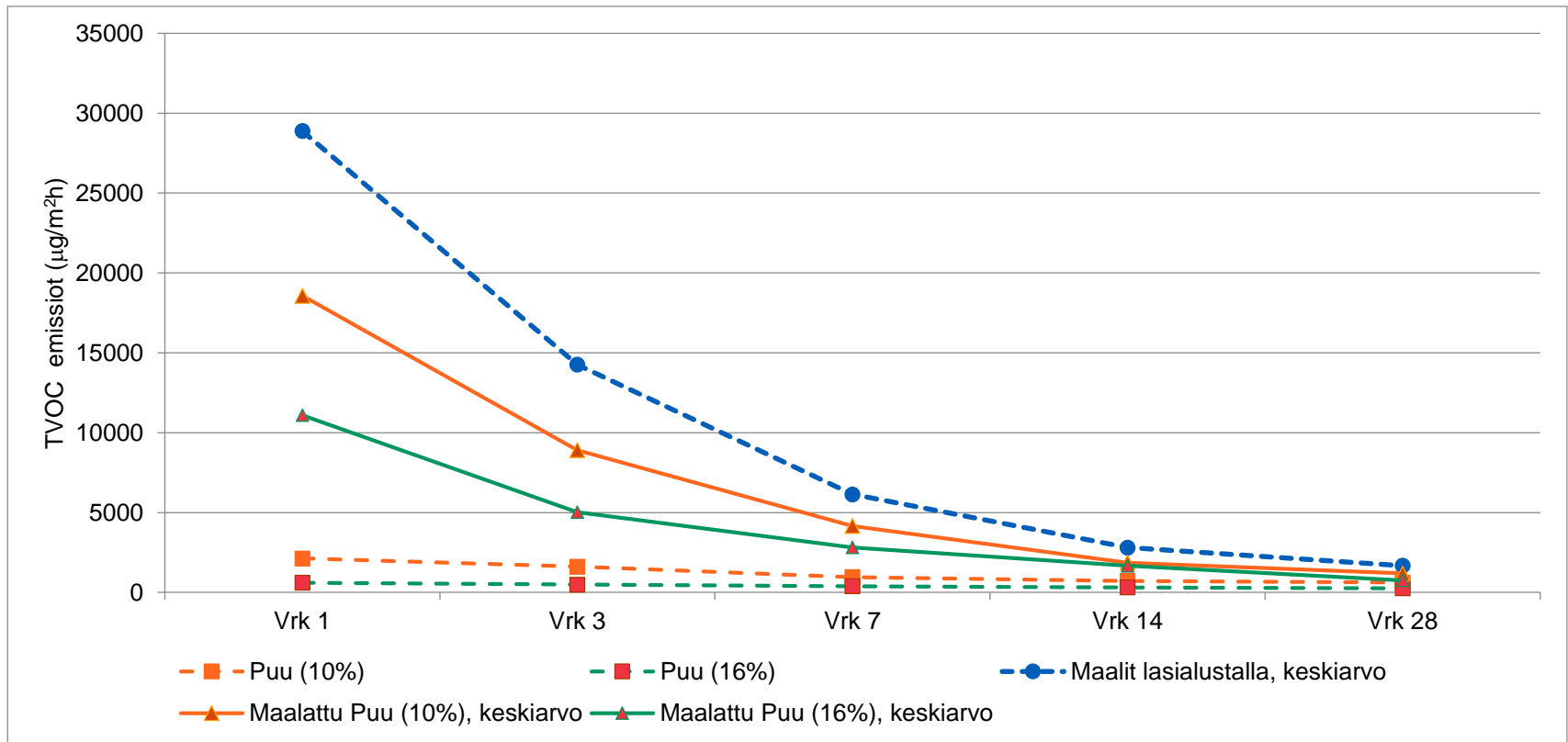
- Esterit ja glykolieetterit

➤ Maalatusta puusta havaitut yhdisteet:

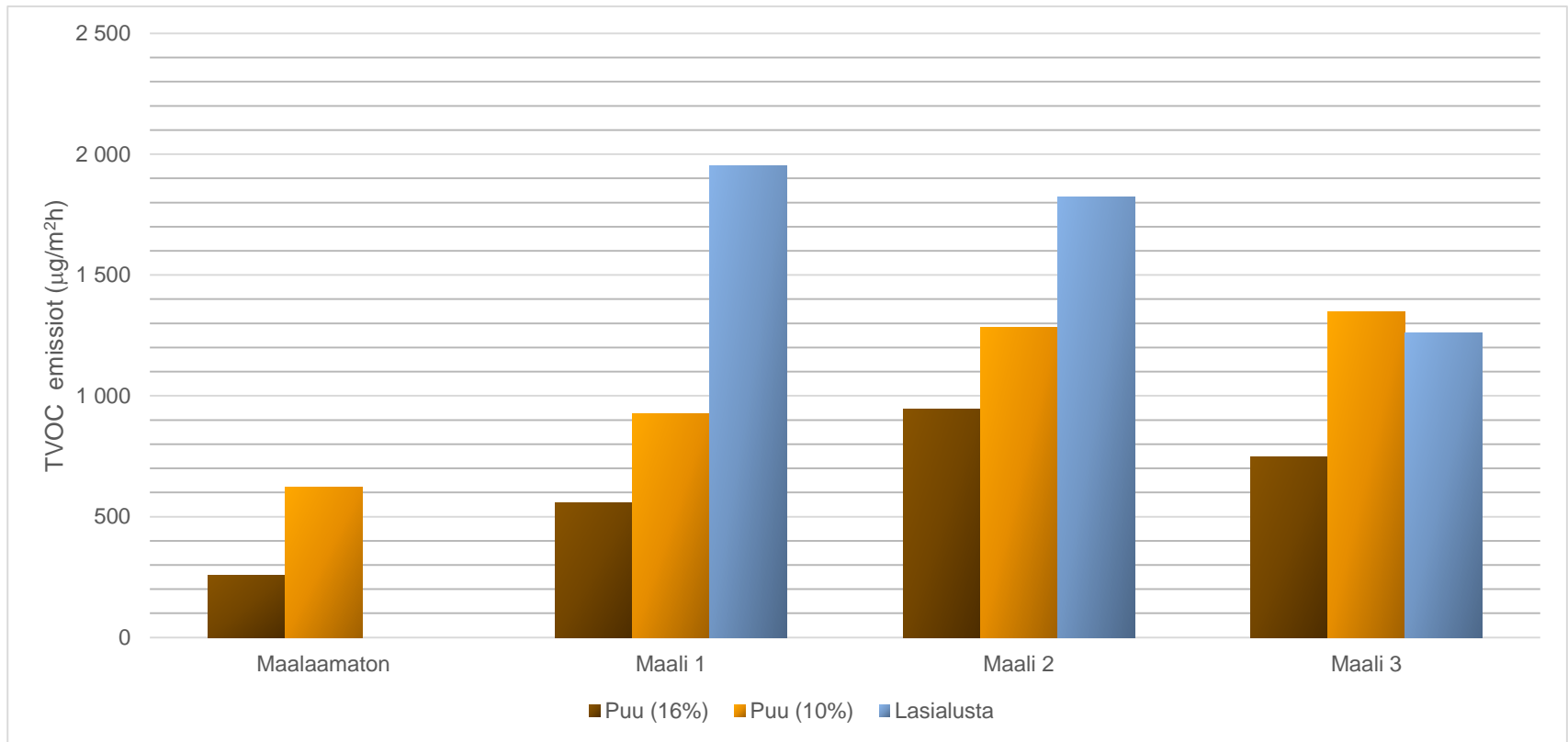
- Lähinnä maalista haihtuvia yhdisteitä
- Puun yhdisteitä havaittiin viimeisinä testipäivinä 14 ja 28.
- Uusia yhdisteitä, joita ei havaittu puusta tai maalista erikseen

➤ Yhdisteiden pitoisuudet alle EU-LCI -arvojen

TVOC emissioprofiilit

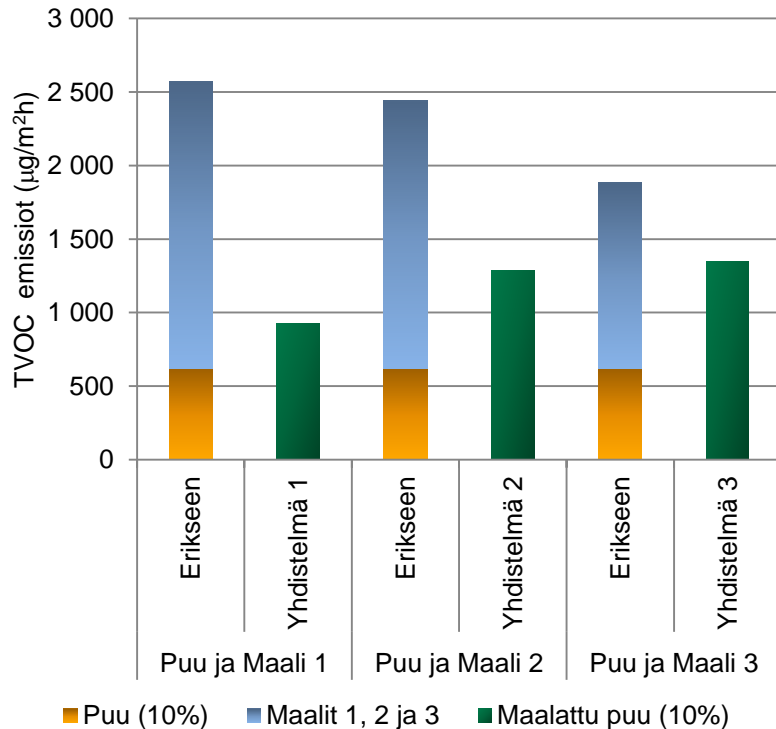


TVOC: testipäivä 28.

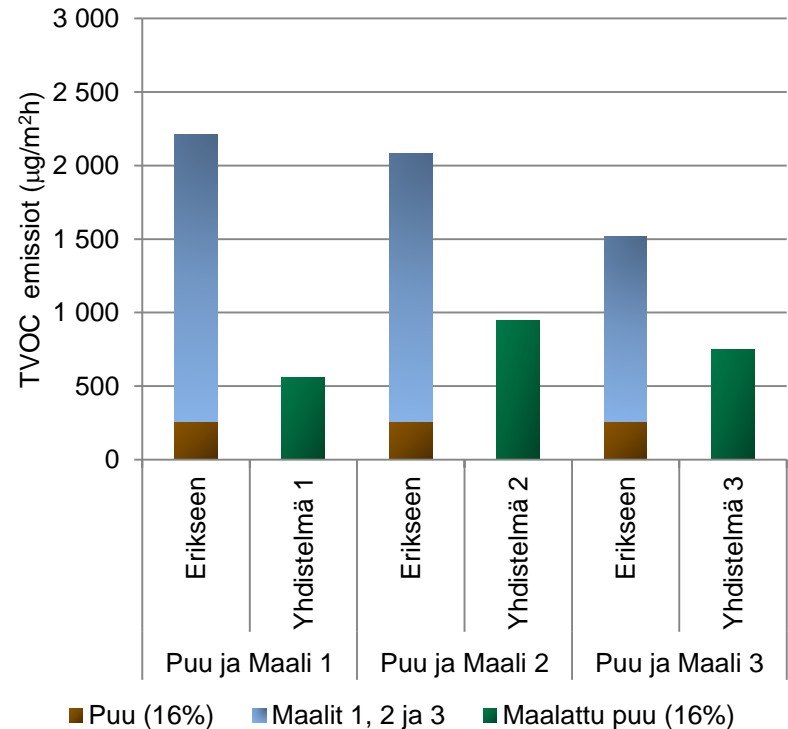


TVOC erillisistä maali- ja puunäytteistä verrattuna maalattuun puuhun vrk 28.

10%



16%

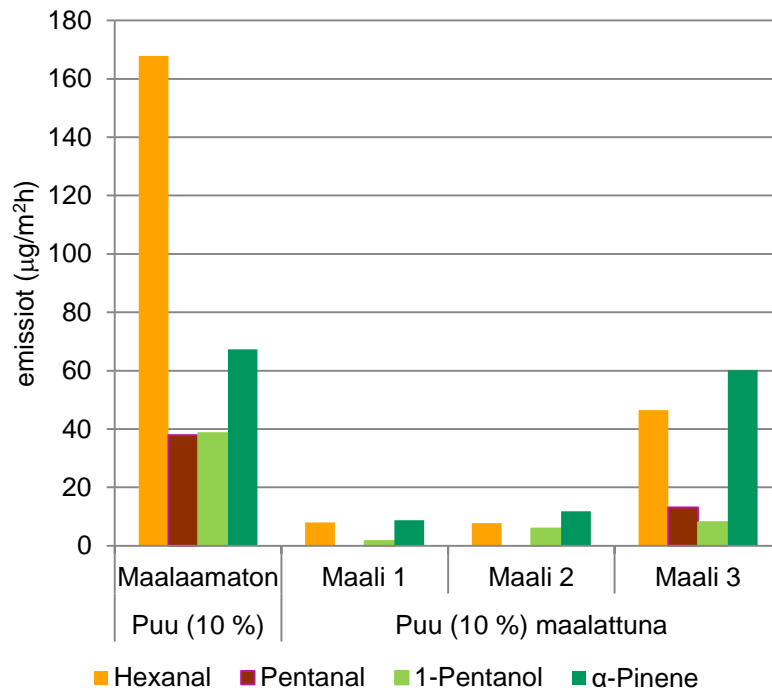


Maalien vaikutus puun emissioihin vrk 28.

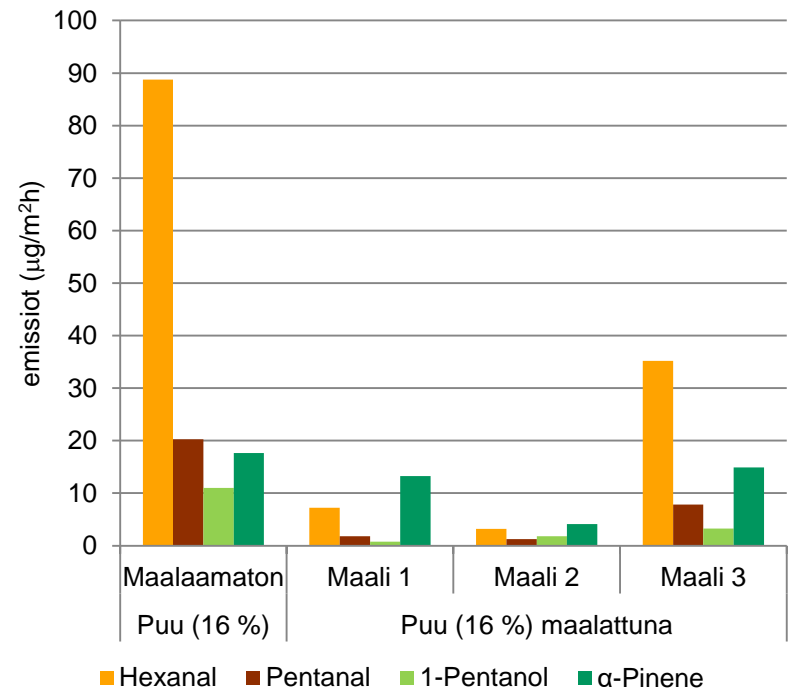
Emissiot ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)	Puu (10%)	Maalattu Puu (10%)		
	Ilman maalia	Maali 1	Maali 2	Maali 3
Terpeenit	211	20	32	159
Aldehydit	463	16	15	136
Muut	205	7	32	36
Yhteensä	879	43	79	331
	Puu (16%)	Maalattu Puu (16%)		
	Ilman maalia	Maali 1	Maali 2	Maali 3
Terpeenit	48	31	8	34
Aldehydit	251	23	8	96
Muut	61	4	11	15
Yhteensä	360	58	27	145

Maalin vaikutus puun VOC-yhdisteisiin, vrk 28.

10 %

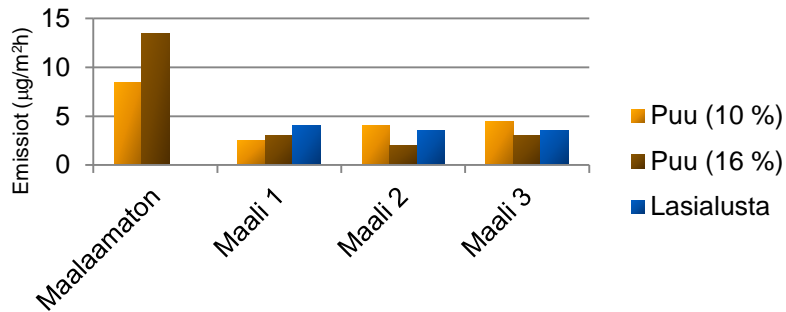


16 %

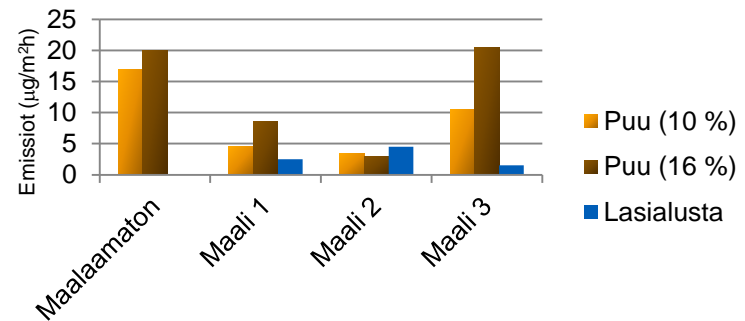


Maalien vaikutus puun emissioihin: 28. testipäivä, Karbonyylit

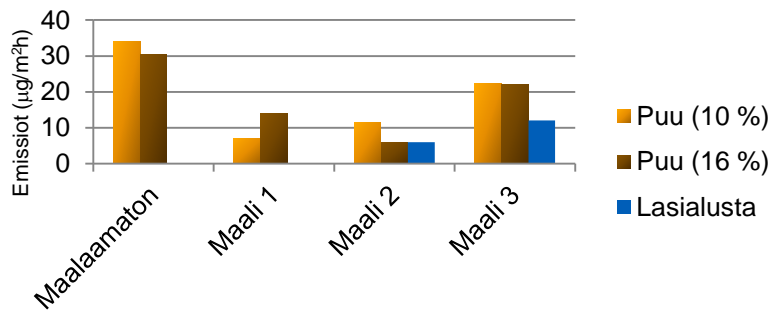
Formaldehydi



Asetaldehydi



Asetoni



Yhdiste	Raja-arvo
Formaldehydi	50 µg/m²h (EU-LCI)
Asetaldehydi	600 µg/m²h (EU-LCI)
Asetoni	600 µg/m²h (AgBB-LCI)

Johtopäätökset

- **Maalatun puun emissioita ei voi arvioida maalin ja puun erillisistä emissiokokeista**
 - Huokoinen puualusta pitkitti maalin emissioprosessia
 - Maalin muodostama kalvo esti puun yhdisteiden haihtumista
- **Puun kosteuspitoisuuden vaikutus riippui yhdisteestä**
- **Maalatun puun emissiot pääosin lähtöisin maalista**
 - Maalin yhdisteiden haihtuminen nopeaa, mutta pitoisuudet korkeat 28. vrk
 - Puun monoterpeenien pitoisuudet nousivat hieman ajan kuluessa
- **Maalaus vähentää puun emissioita huomattavasti**
 - Heterogeenisen puun ja puutuotteiden emissiot ja niiden vaikutukset riippuvat monesta tekijästä
 - Puulla ja puun emissioilla on havaittu myös positiivisia terveysvaikutuksia (monoterpeenit)
 - Huomioitava materiaaliyhdistelmän kokonaisemissiot