

Tilaja Rakennusteollisuus RT ry
Arto Suikka
PL 381
00131 Helsinki

Tilaus Arto Suikka 3.11.2011, VTT-O-123071-11

Yhteyshenkilö VTT Expert Services Oy
Asiantuntija Petra Arohonka
PL 1001, 02044 VTT
Puh. 020 722 7050
Sähköposti: petra.arohonka@vtt.fi

Tehtävä **Betoninäytteiden Rakennusmateriaaliluokituksen mukaiset emissiomittaukset**

Emissiomittaukset, sisältäen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC, TVOC), ammoniakkin ja formaldehydin emissiokertoimien määrittämisen sekä tuotteen aistinvaraisen arvioinnin, suoritettiin neljä viikkoa vakio-olosuhteissa vanhenneille koekappaleille /1/.

Tuotetiedot

Tuotetyyppi	Paikallavalubetoni A	Paikallavalubetoni B	Lattiaabetoni	A-kuorilaatta
Sementti	CEM IIB-M	CEM II/A-LL	CEM IIB-M ja CEMI 52.5 R	CEM I 52.5 R
Seosaineet	-	lentotuhka	-	lentotuhka
Lisäaineet	-	-	notkistin	-
Valmistuspäivä	15.11.2011	15.11.2011	15.11.2011	28.11.2011
Näyte vastaanotettu, pvm	18.11.2011	18.11.2011	18.11.2011	30.11.2011
Pakkaus / toimitustapa	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	lavalla (ei peitetty) / kuljetusyhtiö
Koekappaleiden valmistus	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet
Mittausjakso aloitettu, pvm	24.11.2011	24.11.2011	1.12.2011	30.11.2011
Ilmastointi ennen mittauksia	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %
Emissiomittaukset, pvm	21.12.2011	21.12.2011	29.12.2011	29.12.2011
Aistinvarainen arviointi, pvm	22.12.2011	22.12.2011	30.12.2011	30.12.2011

Tuotetyyppi	B-ontelolaatta	C-ontelolaatta	Runkoelementti A	Runkoelementti B
Sementti	CEM I 52,5 R	CEM I 52,5 R	CEM I 52,5 N	CEM I 52,5 N
Seosaineet	lentotuhka	-	-	-
Lisäaineet	notkistin	-	nesteytin	notkistin
Valmistuspäivä	28.11.2011	30.11.2011	2.12.2011	2.12.2011
Näyte vastaanotettu, pvm	30.11.2011	5.12.2011	8.12.2011	8.12.2011
Pakkaus / toimitustapa	lavalla (ei peitetty) / kuljetusyhtiö	muovitettu / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö
Koekappaleiden valmistus	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet
Mittausjakso aloitettu, pvm	5.12.2011	5.12.2011	12.12.2011	12.12.2011
Ilmastointi ennen mittauksia	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %
Emissiomittaukset, pvm	4.1.2012	4.1.2012	9.1.2012	9.1.2012
Aistinvarainen arviointi, pvm	3.1.2012	3.1.2012	10.1.2012	10.1.2012

Tuotetyyppi	Seinäelementti A	Seinäelementti B	Seinäelementti C	Seinäelementti D
Sementti	CEM II/A-LL	CEM I 42,5 R	CEM I 52,5 R	valkosementti
Seosaineet	-	lentotuhka	-	-
Lisäaineet	notkistin	notkistin	notkistin ja lisähuokostin	-
Valmistuspäivä	7.12.2011	7.12.2011	7.12.2011	7.12.2011
Näyte vastaanotettu, pvm	16.12.2011	16.12.2011	19.12.2011	19.12.2011
Pakkaus / toimitustapa	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö	muovitetut teräsvuoat / kuljetusyhtiö
Koekappaleiden valmistus	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet	valmistajan tekemät kappaleet
Mittausjakso aloitettu, pvm	13.1.2012	13.1.2012	16.1.2012	16.1.2012
Ilmastointi ennen mittauksia	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %	lt (23±1) °C, RH (50±5) %
Emissiomittaukset, pvm	12.1.2012	12.1.2012	18.1.2012	18.1.2012
Aistinvarainen arviointi, pvm	13.1.2012	13.1.2012	19.1.2012	19.1.2012

Kammiotekniikka

Kemialliset mittaukset	Kammio	Ilmanvaihto	Lämpötila	RH	Näytteen pinta-ala	Ilmavirta/pinta-ala
Paikallavalubetoni A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Paikallavalubetoni B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Lattiabetoni	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,30 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
A-kuorilaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
B-kuorilaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,39 m ²	0,39 m ³ /(m ² h)
C-ontelolaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,37 m ²	0,37 m ³ /(m ² h)
Runkoelementti A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,30 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
Runkoelementti B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,30 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti C	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti D	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)

Aistinvarainen arviointi	Kammio	Ilmanvaihto	Lämpötila	RH	Näytteen pinta-ala	Ilmavirta/pinta-ala
Paikallavalubetoni A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Paikallavalubetoni B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Lattiabetoni	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
A-kuorilaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
B-kuorilaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,54 m ²	0,39 m ³ /(m ² h)
C-ontelolaatta	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,47 m ²	0,37 m ³ /(m ² h)
Runkoelementti A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
Runkoelementti B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,84 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti A	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti B	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti C	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)
Seinäelementti D	0,5 m ³	0,5 h ⁻¹	(23±1) °C	(50±5) %	0,75 m ²	0,34 m ³ /(m ² h)

Näytteenotto- ja analyysimenetelmät

	Menetelmä	Adsorbentti/ Absorbentti	Näyteko- koko, litraa	Kvantitointi/ Analyysimenetelmä	Alin määrittäysraja
TVOC	RTESIS495* RTESIS995*	Tenax TA 60/80 mesh	2,4-4,9	FID-kromatogrammista tolueeniekvivalenteina. Kolonnei HP-5MS 50 m x 0,2 mm x 0,33 µm	1 µg/m ³
Formaldehydi	RTESIS101 EN 717-1	Laimea rikkihappo	244-370	Spektrofotometrisesti ase- tyyliasetonimenetelmällä	0,005 mg/m ³
Ammoniakki	RTESIS295*	Laimea rikkihappo		Ioniselektiivinen elektrodi	0,005 mg/m ³
Aistinvarainen arviointi	15 hengen kouluttamaton paneeli				

*) Menetelmä on akkreditoitu

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet adsorboitiin Tenax TA adsorbenttiin /2/. Näytteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen näytteensyöttöön termodesorptiotekniikkaa /3/.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä, TVOC, on laskettu liekki-ionisaatioteknikan (FID) kromatogrammin kokonaispinta-alasta väliltä heksaani – heksadekaani toluenin vastetekijän avulla. Emissioissa esiintyneet yksittäiset VOC-yhdisteet tunnistettiin massaselektiivisen detektorin kokonais-ionikromatogrammista spektrikirjaston (Wiley 275) perusteella. Tunnistuksia ei ole varmennettu malliaineilla. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on laskettu yhdisteen FID-grammista piikin pinta-alan ja toluenin vastetekijän perusteella. Analyysimenetelmän alin määrittäysraja yksittäisille VOC-yhdisteille on 1 µg/m³.

Formaldehydi ja ammoniakki absorboitiin laimeaan rikkihappoon kuplitusmenetelmää käyttäen. Formaldehydi analysoitiin näytteistä spektrofotometrisesti asetyyliasetonimenetelmällä /4, 5/. Ammoniakki analysoitiin potentiometrisesti ammoniakkielektrodilla /6/.

Emissioiden aistinvarainen arviointi suoritettiin 0,5 m³ kammiossa /1/ käyttäen 15 henkilön kouluttamatonta paneelia. Paneeli arvioi kammioilman hyväksyttävyyttä asteikoilla -1...-0,1 (täysin ei hyväksyttävä - juuri ei hyväksyttävä) ja +0,1...+1 (juuri hyväksyttävä - täysin hyväksyttävä).

Tulokset

Tulokset on esitetty taulukoissa 1 - 3.

Taulukko 1. Emissiomittausten tulokset.

	TVOC	Formaldehydi	Ammoniakki	Karsinogeenit	Aistinvarainen arviointi
	mg/(m ² h) ¹⁾	mg/(m ² h)	mg/(m ² h)	mg/(m ² h) ¹⁾	Hyväksyttävyyden arvioiden ka
Paikallavalubetoni A	<0,010	0,010	0,025	<0,005	+0,6
Paikallavalubetoni B	<0,010	<0,005	0,005	<0,005	+0,6
Lattiabetoni	<0,010	<0,005	0,039	<0,005	+0,5
A-kuorilaatta	<0,010	<0,005	0,007	<0,005	+0,6
B-ontelolaatta	<0,010	<0,005	0,013	<0,005	+0,8
C-ontelolaatta	<0,010	0,008	0,015	<0,005	+0,7
Runkoelementti A	<0,010	<0,005	0,005	<0,005	+0,5
Runkoelementti B	<0,010	<0,005	0,009	<0,005	+0,4
Seinäelementti A	<0,010	<0,005	0,034	<0,005	+0,6
Seinäelementti B	<0,010	<0,005	0,015	<0,005	+0,9
Seinäelementti C	<0,010	<0,005	0,011	<0,005	+0,6
Seinäelementti D	<0,010	<0,005	0,005	<0,005	+0,8
M1-luokitusrajat	<0,2	<0,05	<0,03	<0,005	> +0,1

1) Toluenekiekvalentteina

Taulukko 2. Yksittäisten VOC-yhdisteiden emissiokertoimet tolueeniekvivalentteina alueella C₆-C₁₆, emissiokerroin SER > 0,002 mg/(m² h).

RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			Paikallavalu- betoni A	Paikallavalu- betoni B	Lattiabetoni	A-kuorilaatta
22.47	2-etyyli-1-heksanoli	104-76-7	-	-	-	-
	TVOC		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			B-ontelolaatta	C-ontelolaatta	Runkoelementti A	Runkoelementti B
22.47	2-etyyli-1-heksanoli	104-76-7	-	0,002	-	-
	TVOC		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			Seinäelementti A	Seinäelementti B	Seinäelementti C	Seinäelementti D
22.47	2-etyyli-1-heksanoli	104-76-7	-	-	-	-
	TVOC		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Taulukko 3. Yksittäisten VOC-yhdisteiden emissiokertoimet tolueeniekvivalentteina alueen C₆-C₁₆ ulkopuolella, emissiokerroin SER > 0,005 mg/(m² h).

RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			Paikallavalu- betoni A	Paikallavalu- betoni B	Lattiabetoni	A-kuorilaatta
-	-	-	-	-	-	-
RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			B-ontelolaatta	C-ontelolaatta	Runkoelementti A	Runkoelementti B
-	-	-	-	-	-	-
RT, min	Yhdiste	CAS	SER, mg/(m ² h)			
			Seinäelementti A	Seinäelementti B	Seinäelementti C	Seinäelementti D
-	-	-	-	-	-	-

Epävarmuusarvio	TVOC, VOC emissionopeus	±25 %
	Formaldehydin emissionopeus	±25 %
	Ammoniakin emissionopeus	±25 %

Viitteet

1. Protocol for Chemical and Sensory Testing of Building Materials. (www.rts.fi)
2. EN ISO 16000-9. Indoor Air. Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing. Emission test chamber method.
3. EN ISO 16000-6. Indoor Air. Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID.
4. VTT menetelmäohje RTESIS101. Formaldehydin määrittäminen spektrofotometrisesti.
5. EN 717-1. Wood based panels - Determination of formaldehyde release - Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method. October 2004.
6. VTT menetelmäohje RTESIS295. Sisäilman ammoniakkipitoisuuden määrittäminen.

Espoo, 13.2.2012

Petra Arohonka
Petra Arohonka
Asiantuntija

LIITTEET

Liite 1: VOC-näytteiden FID-kromatogrammit
Liite 2: Aistinvaraisen arvioinnin yksittäiset mittaustulokset
Liite 3: Betonien näytetaulukko

JAKELU

Tilaja Alkuperäinen
Kirjaamo Alkuperäinen