

Öljyhiilivetyemissioiden rajoittaminen epoksipinnoitteella

Kennet Mod

3.6.2020



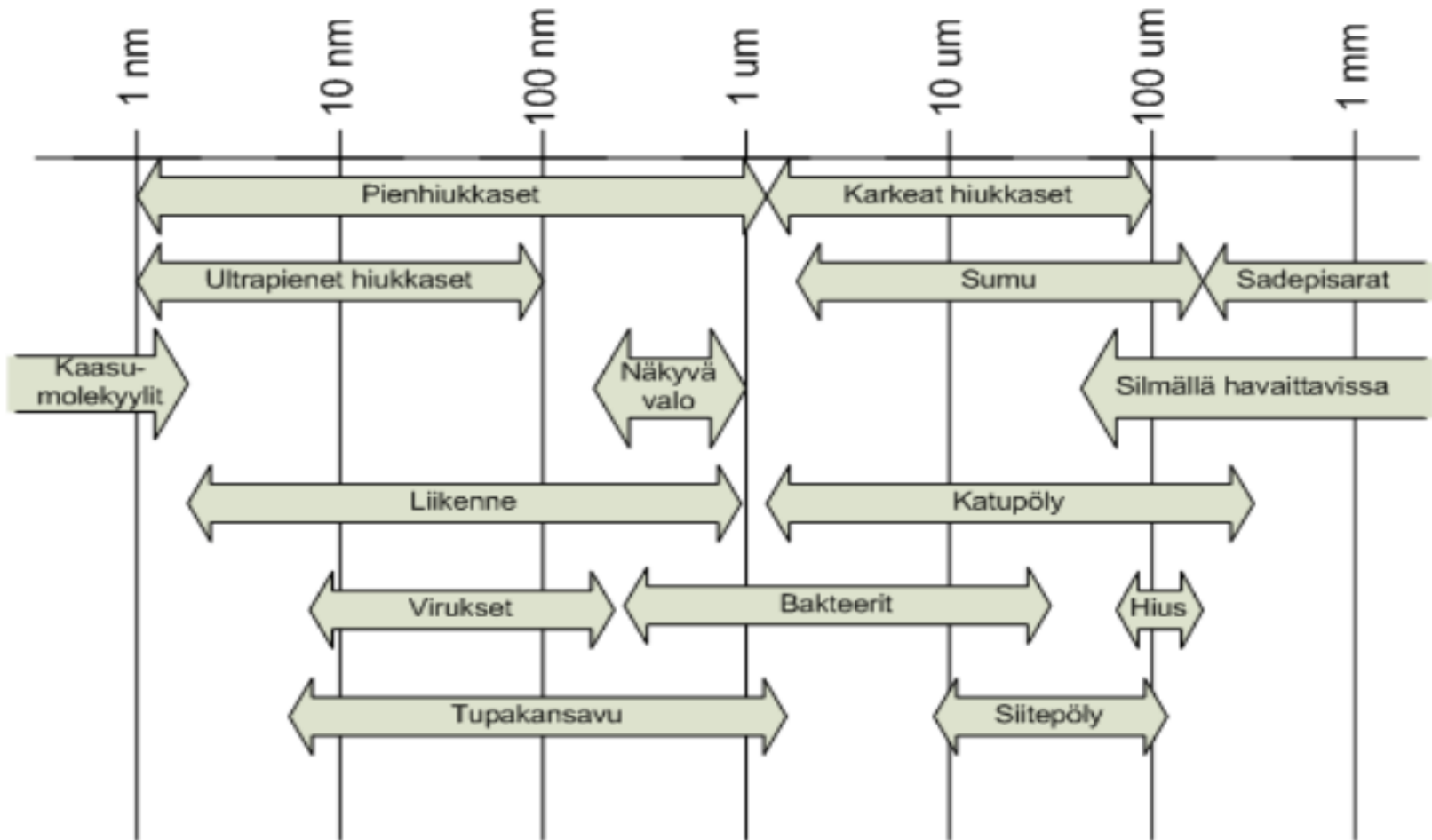


3.6.2020

Sisältö

- Öljyhiilivedyt ja pilaantuneisuus
- Kirjallisuuskatsaus diffuusiokertoimiin ja raja-arvoihin
- Koejärjestelyt v. 2014
- Tulokset ja tulosten tarkastelu
- Emissioiden ja ilmanvaihdon vaikutus sisäilman öhv-pitoisuuteen

Öljyhiilivedyt



Öljyhiilivetyypilaantuneisuus

- Yleistä vanhoissa teollisuusrakennuksissa
- Syynä
 - Vanha teollinen toiminta, koneet & laitteet
 - Kemikaalivahingot, jolloin öljyhiilivedyt imeytyneet rakenteisiin
 - Imeytyminen maaperästä tai viereisistä rakenneosista (valuasfaltti)
- Vaikutus sisäilman laatuun tulee ilmi, kun tilat otetaan asuin- tai toimistokäyttöön
- Pilaantuneisuutta ei voida todeta aistinvaraisesti

Öljyhiilivetypilaantuneisuus

- Pilaantuneisuus voi ulottua syväälle, jopa 120 mm massiivitiiliseinään
- Tehdasrakennuksessa todettu kantavissa rakenteissa suuria öljyhiilivetypitoisuuksia
- Pilaantuneisuus voi ulottua välipohjalaatan läpi

Kirjallisuuskatsaus

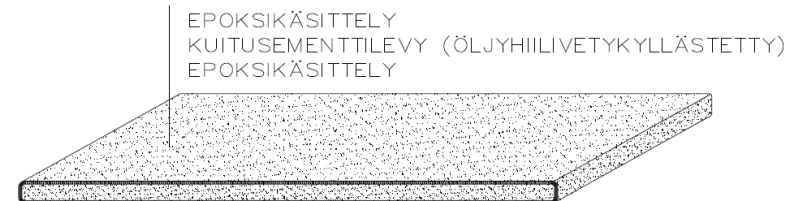
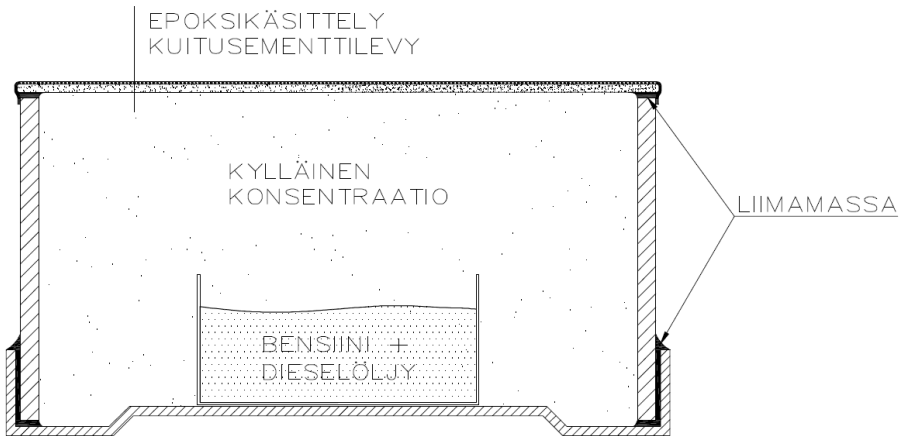
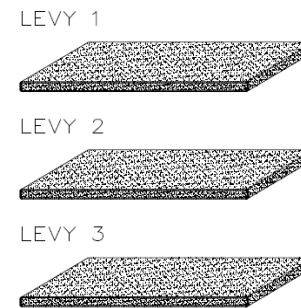
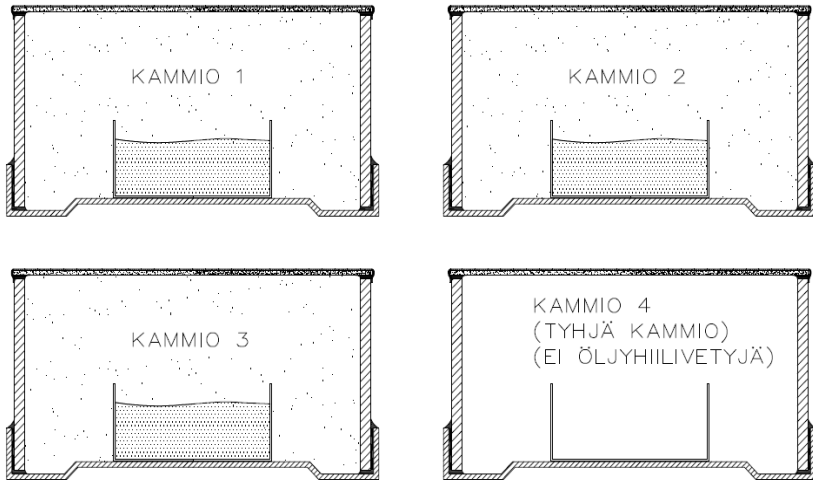
- Rakenteista mitattu
 - Valuasfalttirakenne 55 000 mg/kg
 - Betonirakenne 32 200 mg/kg
- Vaarallisen jätteen raja-arvo 10 000 mg/kg
- Diffuusiokertoimet ilmassa öljyhiilivedyille
 - $5,6-9,48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Jo 28 mg/kg öljyhiilivetyypitoisuus $>C_{10}-C_{21}$ -fraktiota voi vaikuttaa sisäilman laatuun

Kirjallisuuskatsaus

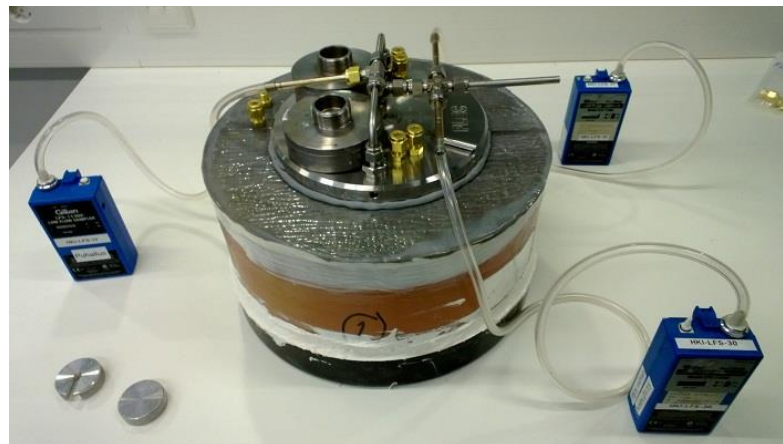
Raja-arvot:

- Pitkäaikaisaltistus 1000 / 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Emissiot M1, 200 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
- Tavanomainen sisäilman TVOC 100-600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilmassa 1...6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Koejärjestelyt, v. 2014



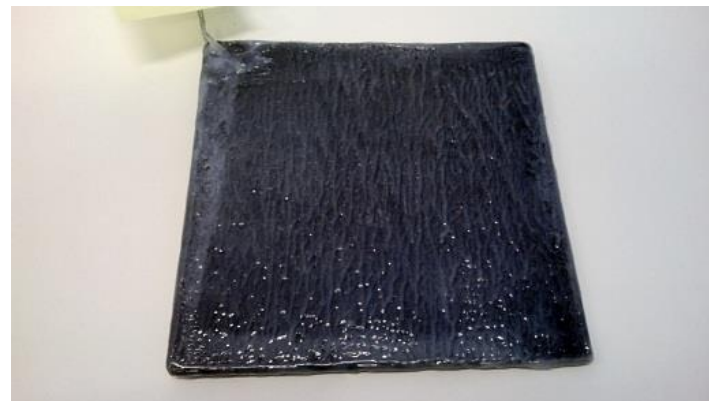
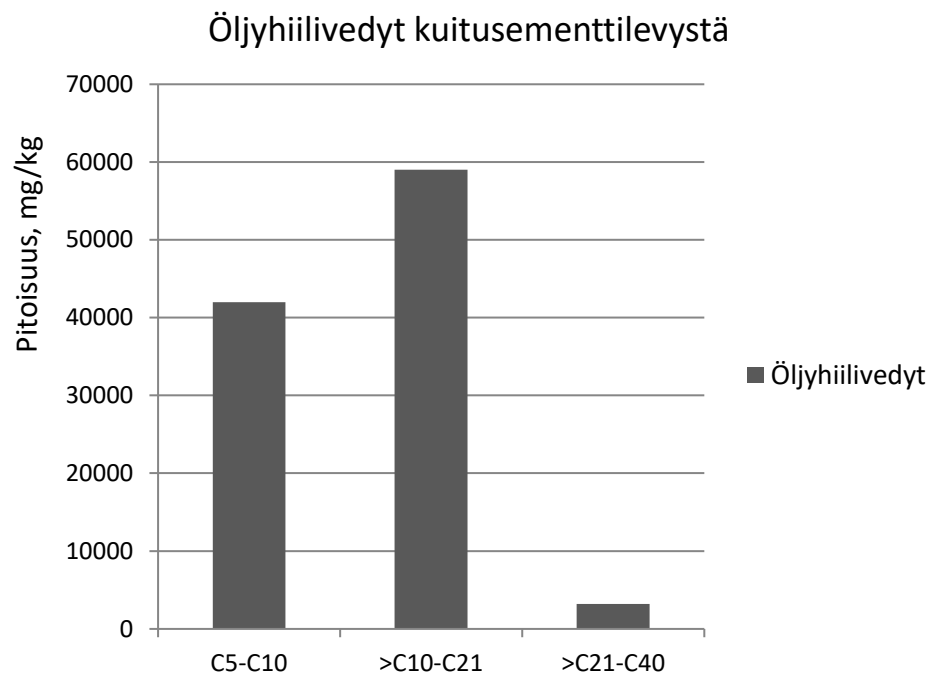
Koejärjestelyt, v. 2014



Koejärjestelyiden problematiikkaa

- Epoksiin muodostuneet ilmakuplat
- Mittauksissa esiintynyt tert-butyylifenoli
- Levyjen korkea öljyhiilivetyypitoisuus

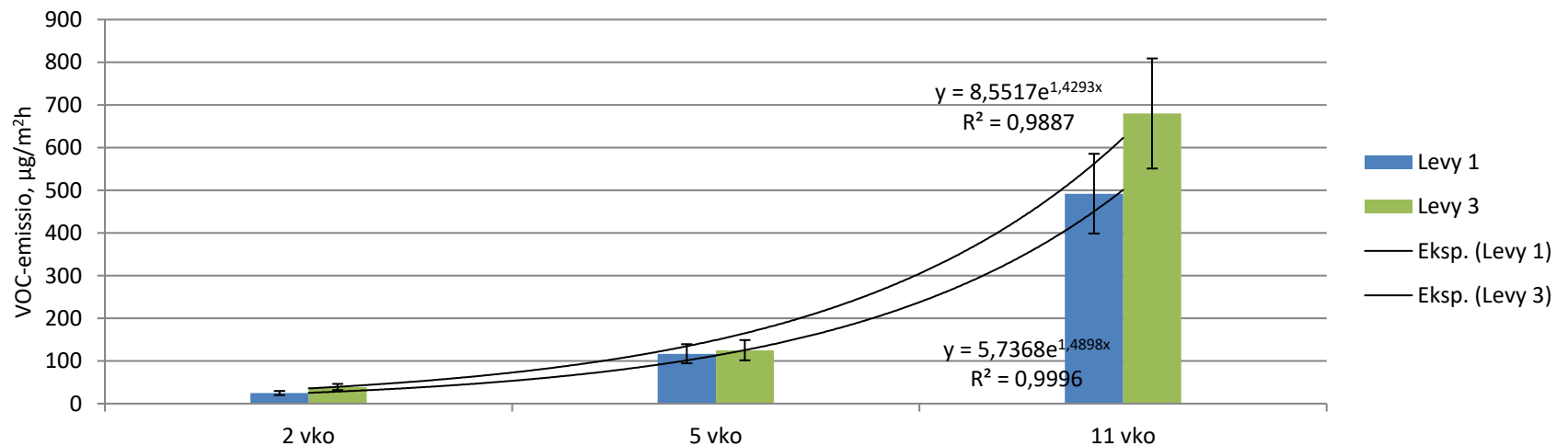
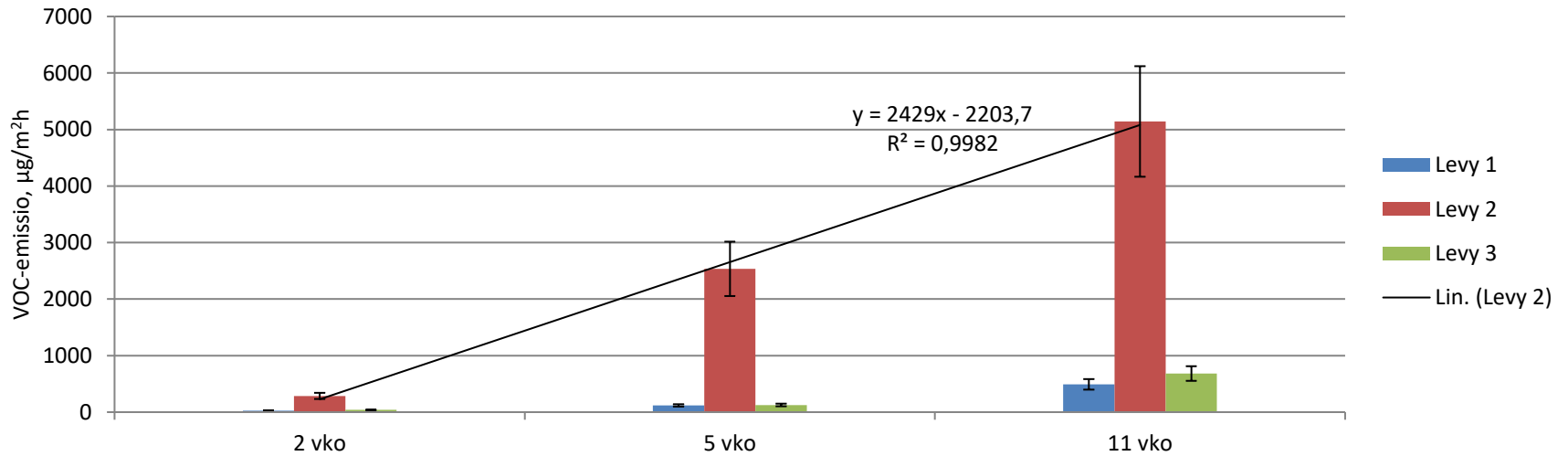
Tulokset ja tulosten tarkastelu



Epoksoitu levy.

C10-C40 summa 62 200 mg/kg > Rakenteista mitatut pitoisuudet

Tulokset ja tulosten tarkastelu



Öljihiilivetyemissiot levykoekappaleista

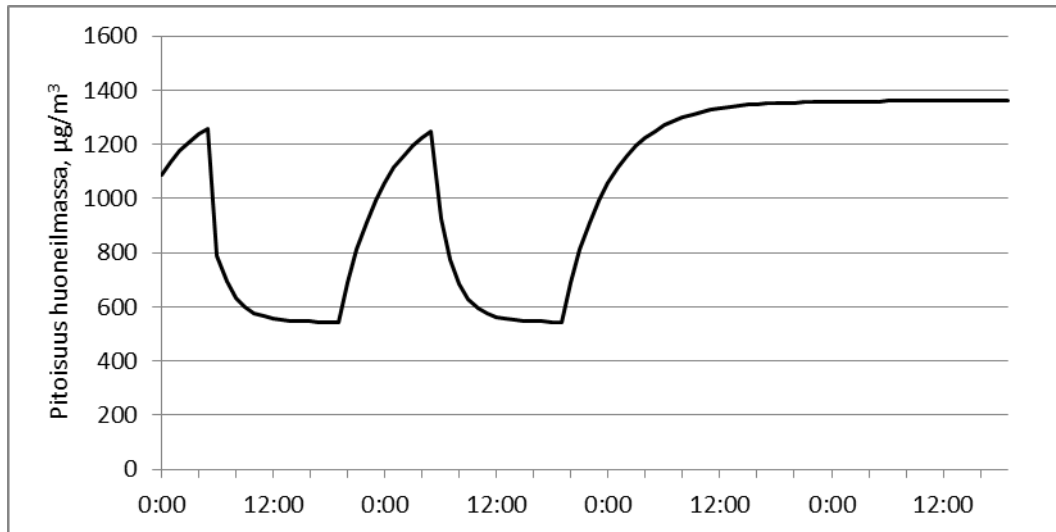
Kineettisen kaasuteorian käyttö

$$c = \left(\frac{8RT}{\pi M} \right)^{1/2} \quad c_{rel} = \left(\frac{8kT}{\pi \mu} \right)^{1/2} \quad \mu = \frac{m_A \cdot m_B}{m_A + m_B} \quad z = \frac{\sigma c_{rel} p}{kT}$$

$$\lambda = \frac{c_{rel}}{z} \quad D = \frac{1}{3} \lambda c_{rel}$$

| Yhdiste | Altshuller ym. (1960), diffuusiokerroin, $\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ | Kineettinen kaasuteoria, diffuusiokerroin, $\cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ |
|--------------------|---|---|
| <i>n</i> -heksaani | 7,97 | 7,93 |
| heptaani | 6,81–7,29 | 6,85 |
| dekaani | 5,60–6,52 | 5,53 |
| bentseeni | 9,04–9,48 | 9,12 |
| tolueeni | 9,08 | 7,63 |

Ilmanvaihdon vaikutus sisäilman haitta-ainepitoisuuteen



$$C_s = C_u + \frac{G}{nV} \cdot (1 - e^{-nt}) + (C_{s0} - C_u) \cdot e^{-nt},$$

| | | |
|-------|----------|--|
| missä | C_s | sisäilman konsentraatio [g/m^3] |
| | C_u | ulkoilman konsentraatio [g/m^3] |
| | G | öljyhiilivetytuotto [g/h] |
| | n | ilmanvaihtokerroin [$1/\text{h}$] |
| | V | tarkasteltavan tilan tilavuus [m^3] |
| | t | aika [h] |
| | C_{s0} | sisäilman alkukonsentraatio [g/m^3]. (Nevander 2009) |

- referenssihuoneen tilavuus 30 m^3
- pilaantuneen lattian pinta-ala 12 m^2
- **öljyhiilivetyemissio 680 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ (levy 3, 11 vko)**
- Ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h (06:00-20:00)
0,2 1/h (20:00-06:00)

Myöhemmin tehtyjä vastaavia läpäisevyytutkimuksia

- Vuonna 2016 tehdyssä läpäisevyytestestissä öljyhiilivedyt läpäisivät 0,5 mm epoksinnoitteen kahdessa kuukaudessa (Sievola, Rakennusfysiikkaseminaari 2019)

Yhteenveto

- Öljyhiilivetyypilaantuneisuus rakenteissa haastavaa
- Markkinoilla ei ole tutkitusti toimivaa materiaalia öljyhiilivetyjen kapselointiin
- Ensisijainen korjaustapa on purku, vaihtoehtoisesti tuulettuvat rakenteet
- Ilmanvaihdolla on suuri vaikutus sisäilman yhdistepitoisuuteen
- Myös imeytyneiden haitta-aineiden tutkiminen tärkeää

Kysymyksiä?
