

Hiilidioksidipitoisuuden havainnointi

Epidemiologiset ja kontrolloidut altistustutkimukset, joissa tutkittiin CO₂ -pitoisuuksia ja terveysvaikutuksia koulu- tai toimistoympäristöissä ovat osoittaneet yhteyksiä CO₂ -tason nousun ja todennäköisyyden kokea limakalvo- tai hengitystieoireita (esim. silmä-ärsytys, kipeä tai kuivuuks kurkku, tukkoinen, tukkoinen tai vuotava nenä, aivastelu, yskä ja nuha) sekä lisääntynyt esiintyvyys neurofysiologiset oireet (kuten päänsärky, väsymys, uupumus, huimaus tai vaikeus keskittyminen) ja heikentynyt testien suorituskyky (esim. päätöksenteko ja tehtävien suorittaminen). Havaintojen perusteella vaikutukset olivat suurimmat yli 800 ppm CO₂ -pitoisuuksille kuin pienemmille CO₂-tasoilla.

Kun mitattua CO₂ -pitoisuutta verrataan pitkäaikaisen altistuksen raja-arvoon, tulee näytteenottoajan olla vähintään kaksi (2) viikkoa normaaleissa olosuhteissa. Lisäksi tulosten keskiarvo eri aikoina vuodesta otetuista toistuvista näytteistä saadaan edustavampi arvio pitkäaikaisesta altistumisesta.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuksia käytetään usein ilmanvaihdon mittarina ja riittävän ilmanvaihdon varmistaminen auttaa vähentämään tilojen CO₂ -tasoja.

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on Suomessa keskimäärin noin 400 ppm eli 0,04 %. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee ajankohdan ja paikan mukaan.

Sisätilojen pääasiallinen hiilidioksidin lähde on ihmisen uloshengityksestä tuleva hiilidioksidi. Tuottoon vaikuttaa ihmisen aktiivisuus. Ihminen tuottaa hengittäessään hiilidioksidia, jonka määrä on riippuvainen mm. ihmisen koosta ja fyysisestä aktiivisuudesta. Yhden henkilön tuottama hiilidioksidin määrä kevyessä työssä on noin 24 l/s eli 6,7 cm³/s.

Hiilidioksidipitoisuuden tasapainotilanne syntyy, kun tilaan tulevat ja sieltä poistuvat epäpuhtausvirrat ovat yhtä suuret.

Ilmavirran tarve ei täten riipu tilan tilavuudesta, vaan tavoiteltavasta sisäilman hiilidioksidin enimmäispitoisuudesta, sekä tilassa olevien henkilöiden tuottamasta hiilidioksidin kokonaismäärästä eli henkilöiden lukumäärästä.



Koulurakennuksissa huonetilavuus henkilöä kohden on pieni verrattuna muihin rakennustyyppeihin. Oppilasmäärät ovat korkeita luokkatilavuutta kohden, joten sekä hiilidioksidipitoisuudet että lämpötilat nousevat turhan korkeiksi ilman oikein toteutettua ilmanvaihtoa. Esimerkiksi hiilidioksidipitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi, hengitys kiihtyy ja tuntuu, että ilma loppuu.

Kouluissa on paljon kasvuikäisiä lapsia, jotka reagoivat aikuisia herkemmin huonoon sisäilman laatuun. Oppilaita on paljon ja jokainen oppilas tuottaa hiilidioksidia, kosteutta ja pölyä.

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että oppilaiden oppiminen ja suoriutuminen on heikompaa opetustiloissa, joissa on huono sisäilma.

Yleisesti voidaan todeta, että monessa kohteissa on käytössä oven avaaminen käytävään sekä ikkunatuuletus sisäilman raikastamiseksi.

Tapausesimerkin koulukohteissa suoritettiin kahden (2) viikon web-pohjainen puolistrukturoitu olosuhdekysely. Olosuhdekysely suoritettiin kolmessa (3) eri koulussa. Kyselyyn vastasivat ala- ja yläkoulun, lukion oppilaat ja opettajat.

Koska Olosuhdekyselyn tavoitteena on havainnoida riippuvuuksia eri ilmiöiden ja koetun datan välillä, täytyy aineistoa olla tarpeeksi, jotta tulokset ovat riittävän luotettavia. Olennaista on tilojen käyttäjien vastausaktiivisuus.

Taulukoissa 1 ... 7 esitetään saadut vastaukset. Vastausvaihtoehdot olivat puolistrukturoituja kysymyksiä.

Kaikkien kolmen koulun osalta opettajien vastauksissa korostuivat sisäilman haittakokemuksista nenän tukkoisuus, väsymys sekä silmäoireet. Oppilaiden vastauksissa korostuivat sisäilman haittakokemuksista väsymys, päänsärkyä sekä nenän tukkuisuus. Vähiten molemmissa ryhmissä esiintyi haittakokemuksista muistiongelmia. Vastauksissa esiintyi kaikkia haittakokemuksia.

Olosuhdekyselyn yhteydessä kohteissa ei suoritettu olosuhdeseurantaa jatkuvatoimisella mittalaitteella.

Alla olevissa taulukoissa 1 ... 7 esitetään kaikki haittakokemukset.

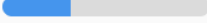

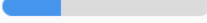
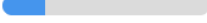
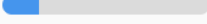
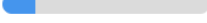
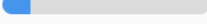
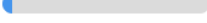
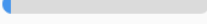
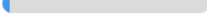
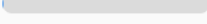

Taulukko 1. Koulu 1. Opettajien vastaukset (haittakokemukset)

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Pää tuntuu raskaalta	57 / 206		28%
Kuiva tai kipeä kurkku	42 / 206		20%
Silmäoireita	36 / 206		17%
Väsymystä	36 / 206		17%
Nenän tukkoisuutta	33 / 206		16%
Äänen käheyttä	32 / 206		16%
Yskää	30 / 206		15%
Keskittymisvaikeuksia	11 / 206		5%
Päänsärkyä	9 / 206		4%
Hengenahdistusta	3 / 206		1%
Iho-oireita	3 / 206		1%

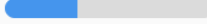
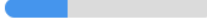
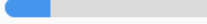
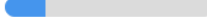
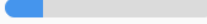
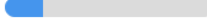
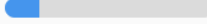
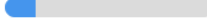
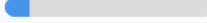
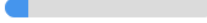
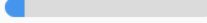
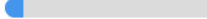
Taulukko 2. Koulu 1. Oppilaiden vastaukset (haittakokemukset).

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Väsymystä	248 / 1249		20%
Päänsärkyä	167 / 1249		13%
Keskittymisvaikeuksia	135 / 1249		11%
Nenän tukkoisuutta	123 / 1249		10%
Pää tuntuu raskaalta	119 / 1249		10%
Kuiva tai kipeä kurkku	95 / 1249		8%
Hengenahdistusta	92 / 1249		7%
Yskää	86 / 1249		7%
Silmäoireita	86 / 1249		7%
Muistiongelmia	68 / 1249		5%
Iho-oireita	65 / 1249		5%
Äänen käheyttä	52 / 1249		4%

Taulukko 3. Koulu 2. Opettajien vastaukset (haittakokemukset)

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Päänsärkyä	74 / 224		33%
Nenän tukkoisuutta	65 / 224		29%
Väsymystä	63 / 224		28%
Silmäoireita	46 / 224		21%
Pää tuntuu raskaalta	39 / 224		17%
Kuiva tai kipeä kurkku	35 / 224		16%
Äänen käheyttä	30 / 224		13%
Keskittymisvaikeuksia	10 / 224		4%
Iho-oireita	9 / 224		4%
Hengenahdistusta	8 / 224		4%
Yskää	1 / 224		0%
Muistiongelmia	1 / 224		0%

Taulukko 4. Koulu 2. Oppilaiden vastaukset (haittakokemukset).

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Päänsärkyä	335 / 972		34%
Väsymystä	288 / 972		30%
Nenän tukkoisuutta	213 / 972		22%
Kuiva tai kipeä kurkku	188 / 972		19%
Silmäoireita	179 / 972		18%
Pää tuntuu raskaalta	175 / 972		18%
Keskittymisvaikeuksia	158 / 972		16%
Yskää	142 / 972		15%
Äänen käheyttä	111 / 972		11%
Hengenahdistusta	108 / 972		11%
Iho-oireita	89 / 972		9%
Muistiongelmia	84 / 972		9%

Taulukko 5. Koulu 3. Opettajat vastaukset (haittakokemukset)

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Äänen käheyttä	92 / 281		33%
Kuiva tai kipeä kurkku	60 / 281		21%
Nenän tukkoisuutta	50 / 281		18%
Päänsärkyä	46 / 281		16%
Väsymystä	35 / 281		12%
Yskää	32 / 281		11%
Silmäoireita	30 / 281		11%
Pää tuntuu raskaalta	28 / 281		10%
Iho-oireita	20 / 281		7%
Hengenahdistusta	8 / 281		3%
Keskittymisvaikeuksia	6 / 281		2%
Muistiongelmia	2 / 281		1%

Taulukko 6. Alakoulu 3. Oppilaat vastaukset (haittakokemukset)

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Nenän tukkoisuutta	209 / 1371		15%
Väsymystä	159 / 1371		12%
Silmäoireita	123 / 1371		9%
Yskää	123 / 1371		9%
Päänsärkyä	101 / 1371		7%
Kuiva tai kipeä kurkku	60 / 1371		4%
Hengenahdistusta	48 / 1371		4%
Äänen käheyttä	45 / 1371		3%
Iho-oireita	32 / 1371		2%
Pää tuntuu raskaalta	30 / 1371		2%
Keskittymisvaikeuksia	22 / 1371		2%
Muistiongelmia	12 / 1371		1%



Taulukko 7. Yläkoulu 3. Oppilaiden vastaukset (haittakokemukset).

Koetko joitakin seuraavista haittakokemuksista tilassa oleskeluusi liittyen?			
Väsymystä	91 / 613		15%
Päänsärkyä	90 / 613		15%
Nenän tukkoisuutta	79 / 613		13%
Kuiva tai kipeä kurkku	59 / 613		10%
Silmäoireita	53 / 613		9%
Yskää	45 / 613		7%
Hengenahdistusta	44 / 613		7%
Pää tuntuu raskaalta	39 / 613		6%
Keskittymisvaikeuksia	37 / 613		6%
Äänen käheyttä	37 / 613		6%
Muistiongelmia	22 / 613		4%
Iho-oireita	19 / 613		3%