

ÕHU LIIKUMISE KIIRUS JA KASUTAJAKOGEMUS MOODSATES BÜROOHOONETES

ÕHU LIIKUMISE KIIRUS VIIBIMISTSOONIS

- Vastavalt EVS-EN 16798-1:2019

*Kohaliku soojusliku ebamugavuse kriteeriumid, nagu **tuuletõmbus**, kiirgustemperatuuri asümmeetria, vertikaalsed õhutemperatuuri erinevused ja põrandapinna temperatuurid, **tuleb** samuti **võtta hoone ning kütte-, ventilatsiooni- ja õhustussüsteemide projekteerimisel arvesse**. Kõige olulisemad kohaliku soojusliku ebamugavuse kriteeriumid on esitatud kolmel kategooria tasemel.*

- Vastavalt EVS-EN ISO 7730:2006

Tõmbus (draught) – soovimatu lokaalne keha jahtumine õhu liikumise tõttu.

Tõmbusindeks (draught rate, DR) – iseloomustab rahulolematute inimeste arvu tõmbuse tõttu.

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v_a - 0,05)^{0,62} \cdot (37 \cdot SD + 3,14)$$

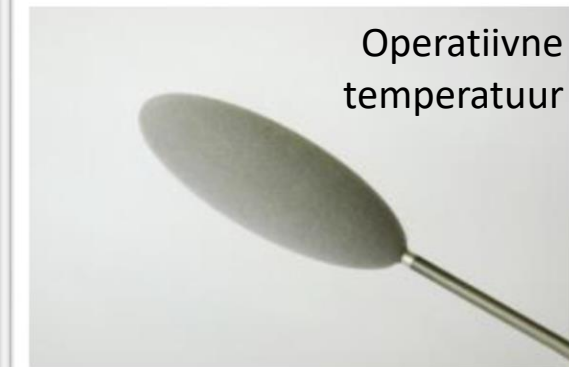
Turbulentsi intensiivsus (turbulence intensity, Tu) – iseloomustab õhu liikumise kiiruse kõikumist.

$$Tu = 100 \cdot (SD / v_a) [\%]$$

- Vaja mõõta: t_a – õhu temperatuur [°C] ja v_a – lokaalne õhu liikumise kiirus [m/s]

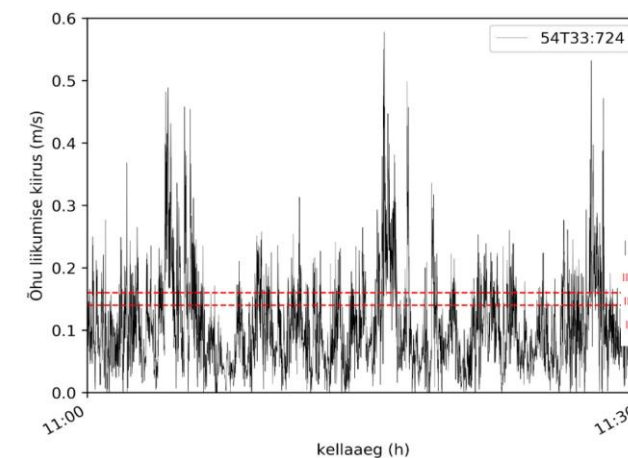
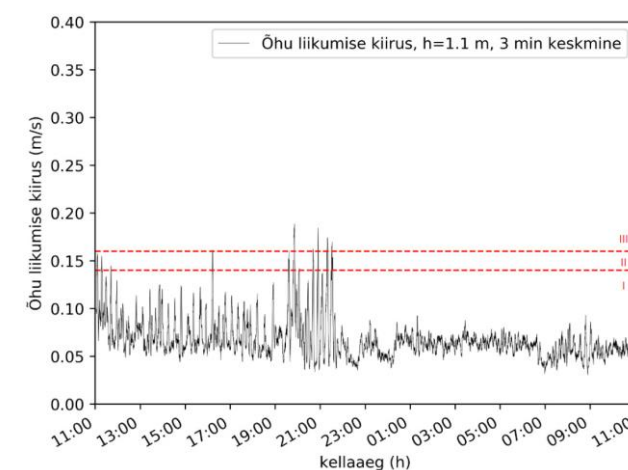
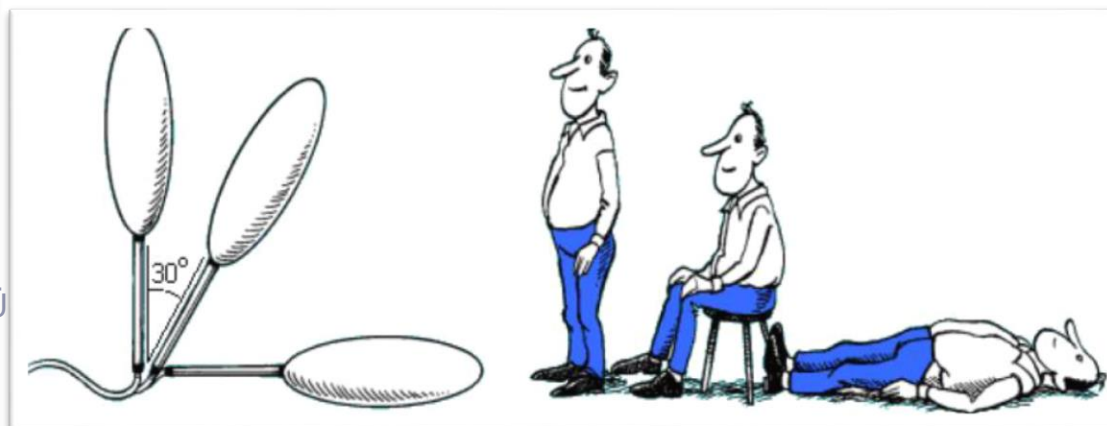
HINDAMINE

- Kaebuste kaardistamine
- Mõõtmiste kava
- Mõõtmised & küsitlus
- Tulemuste analüüs



Tõmbuse mõõtekõrgused
(istuv tööasend)

Operatiivse temperatuuri
mõõtenurk ja -kõrgus
30°, 0.6 m (istuv tööasend)

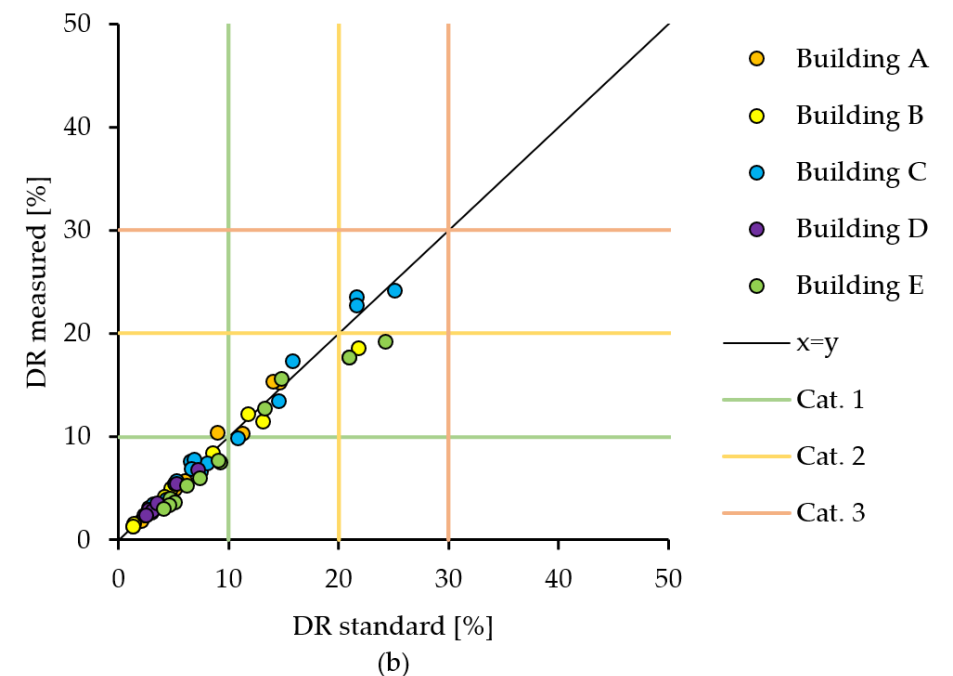
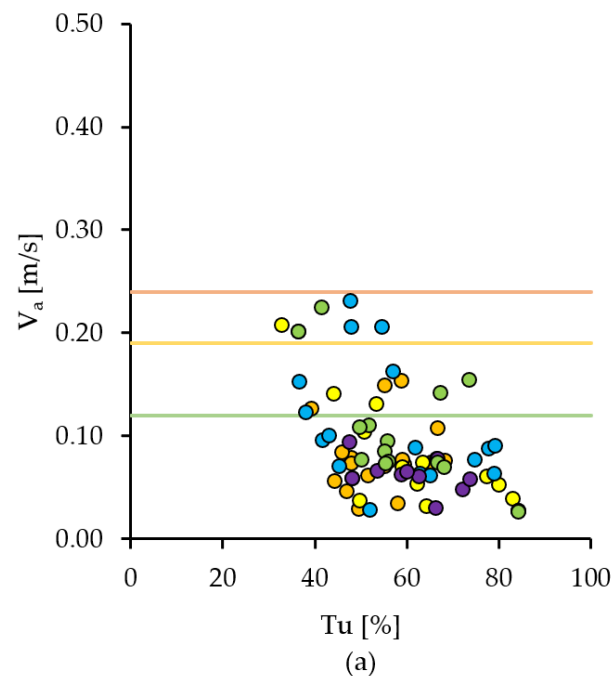
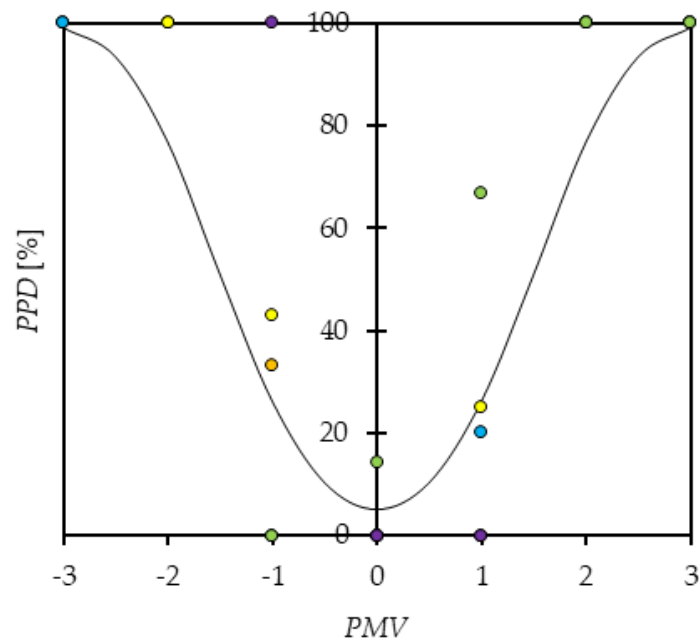


Dokument	Nimetus	Piirväärtus, m/s
EVS 906:2018	Mitteeluhoonete ventilatsioon, LISA A *Lisamärkus nr 7 – alati tuleb kontrollida, ega kehtivates õigusaktides pole sätestatud rangemaid normatiive	0,20
EVS-EN 16798-1:2019	Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Osa 1, Tabel B.3 Maksimaalne õhu kiirus töö- ja õpikeskkonnas ^c Kui õhutemperatuur on üle 25°C, on lubatud ja tihti isegi eelistatud kõrgemad maksimaalsed õhu kiirused (tuuletõmbusest saab meeldiv tuul); kuid ainult juhul, kui asukatel on otsene kontroll õhu kiiruse üle	Talv I – 0,10 II – 0,16 III – 0,21
		Suvi I – 0,12 ^c II – 0,19 ^c III – 0,24 ^c
EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019	Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Osa 1, Eesti standardi rahvuslik lisa, Tabel NA.3 Maksimaalne õhu kiirus töö- ja õpikeskkonnas ^b Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, ilma jahutuseta olukorras ^c Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, jahutamise olukorras	Talv I – 0,14 II – 0,16
		Suvi I – 0,16 ^b /0,19 ^c II – 0,19 ^b /0,25 ^c
RKAS Tehnilised nõuded mitteleuhoonetele 2020	4.3 Nõuded õhuvahetusseadmetele ja kasutatavatele materjalidele	Oluline on välistada töötsoonis õhukiirus üle 0.2 m/s
	Ruumikaart – Avatud büroo – Max õhuliikumiskiirus töötsoonis	Talvel 0,18
		Suvel 0,20
Sisekliima määrase eelnõu	Hoone sisekliimale esitatavad nõuded. Lisa 3, Tabel 1 Töö- ja õpikeskkonna viibimistsooni sisekliima parameetrid ruumide kasutusajal ^b Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, ilma jahutuseta olukorras ^c Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, jahutamise olukorras	Kütteperioodil I – 0,14 II – 0,16
		Jahutusperioodil I – 0,16 ^b /0,19 ^c II – 0,19 ^b /0,25 ^c

TULEMUSED – SOOJUSLIKU SISEKLIIMA HINDAMISE NÄIDE

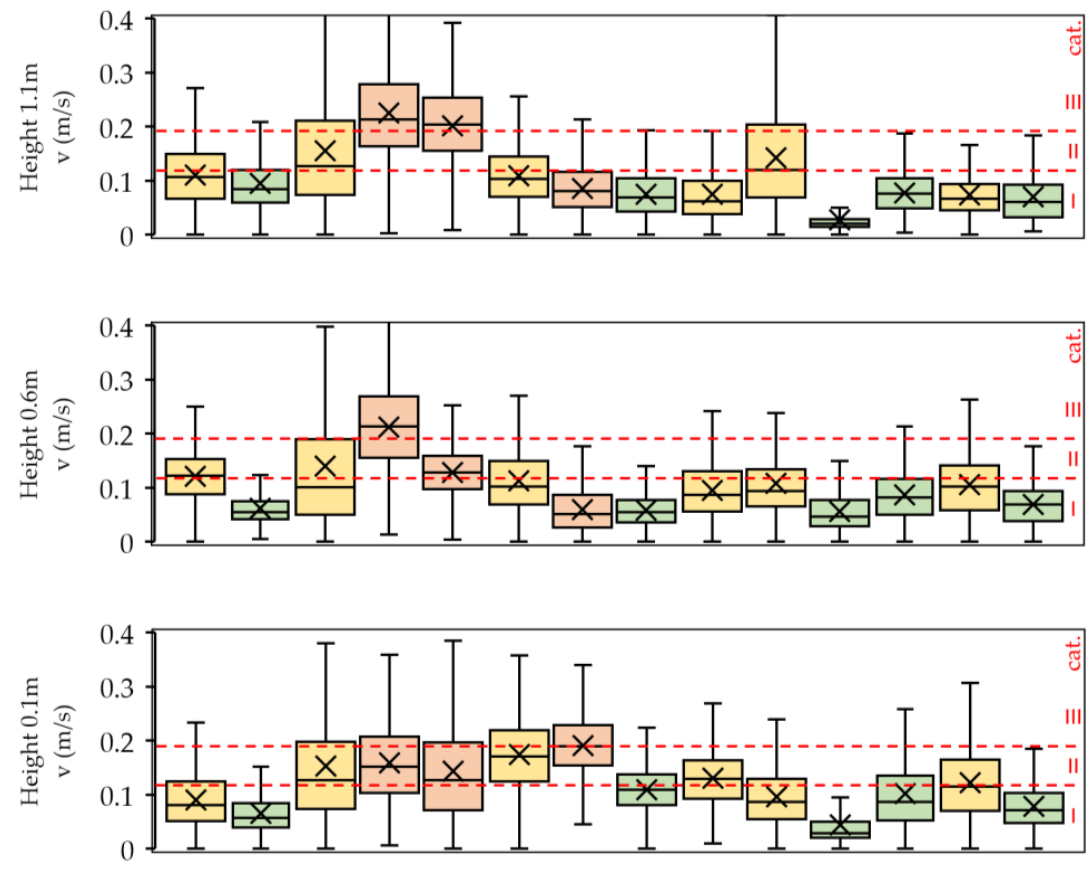
Doktoritöösse kaasatud viie erineva lahendusega büroohoone kontoripinnad, sh:

- Avatud lae jahutustala + radiaator;
- TABS (termoaktiveeritud konstruktsioonid);
- Ripplae 4-toru jahutus- ja küttetalad;
- 4-toru kiirguspaneelid;
- Freoonipõhised jahutuskassetid + el.radiaatorid.



- Building A
- Building B
- Building C
- Building D
- Building E
- $x=y$
- Cat. 1
- Cat. 2
- Cat. 3

TULEMUSED – SOOJUSLIKU SISEKLIIMA HINDAMISE NÄIDE



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$t_{i(1.1m)}$	°C	25.8	25.9	25.4	25.4	24.3	25.3	25.5	25.8	25.9	25.7	26.1	26.5	26.6	27.0
$v_{a(1.1m)}$	m/s	0.11	0.10	0.15	0.23	0.20	0.11	0.09	0.08	0.07	0.14	0.03	0.08	0.07	0.07
$T_{u(1.1m)}$	%	51.7	55.6	73.4	41.4	36.4	49.6	55.1	56.0	66.6	67.3	84.1	50.0	55.4	68.1
$DR(1.1m)$	%	7.6	6.1	15.7	19.3	17.7	7.7	5.3	4.0	4.0	12.8	0.0	3.7	3.4	3.0
$t_{i(0.6m)}$	°C	25.7	25.8	25.0	25.1	24.1	25.2	25.3	25.6	25.6	25.5	25.7	26.1	26.2	26.4
$t_{o(0.6m)}$	°C	25.8	25.8	25.5	25.6	24.4	25.6	26.2	26.7	27.0	25.9	26.3	27.4	27.1	27.8
$v_{a(0.6m)}$	m/s	0.12	0.06	0.14	0.21	0.13	0.11	0.06	0.06	0.10	0.11	0.06	0.09	0.11	0.07
$RH(0.6m)$	%	38.4	37.5	38.8	38.6	46.5	38.2	37.9	37.5	37.4	38.2	36.6	36.2	36.6	35.9
$PMV(0.6m)$	-	0.2	0.3	0.0	-0.1	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	0.4	0.7	0.6	0.8
$PPD(0.6m)$	%	5.7	6.7	5.0	5.2	6.1	5.4	8.0	10.9	11.5	6.2	8.4	14.8	11.8	19.9



TÄHELEPANEKUD MÕÕTMISTE TEOSTAMISEL

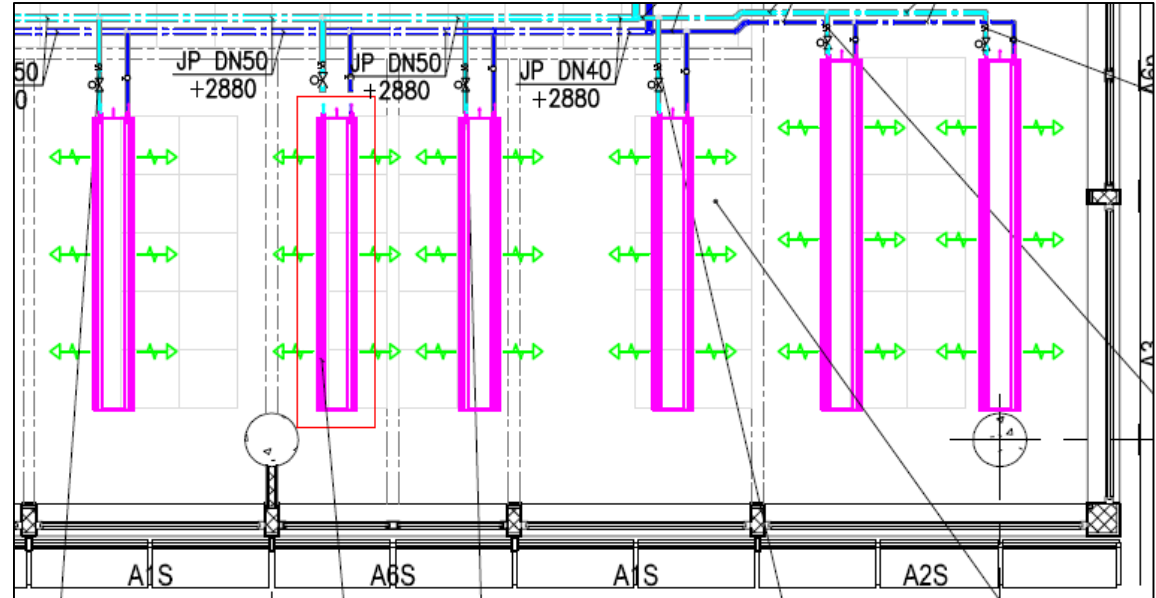
- Ruumiplaneering ja töökeskkond on juba „kohandatud“ vastavalt võimalustele.
- Kohati puudulik ülevaade lõppelementide seadistamistest.
- Kesine sisekliima küsimustikule vastajate arv (soovituslik min 40 in).
- Sõltumata ruumist ja aastaajast, leidub töötajaid, kes ei ole mitte kunagi rahul.
- Mõõtmistesse kaasatud kaasaegsete kontoripindade ruumiplaneering on dünaamiline.
- Omaloominguline nõuete tõlgendamine, nt mida ja kuidas üldse mõõta.
- Vaidluste lahendamine sõltub konkreetsest juhtumist.



SOOVITUSED

- Teadlik tellija eelis ja pädevuse kaasamise võimalus.
- Eesmärgi defineerimine – „nõuetele vastav“ vs „mugav“ sisekliima.
- Sisekliima tagamise süsteemide dimensioneerimise alused – põhjused vs tagajärjed.
- Ruumiplaneeringu dünaamika vs sisekliima tagamise süsteemid.
- Ääretingimused ja kriitilised juhtumid kavandamisel.
- Paigaldusjärgsed õhu liikumise kiiruse kontrollmõõdistused ja vajadusel õhuvoolujugade seadistamine.

(nt Riigi Kinnisvara nõuded mitteeluhoonetele 2020 ptk 4.4.2 Mõõdistamine ja seadistamine: Vajalik on teostada tehnosüsteemide müra ja **õhuliikumiskiiruse kontrollmõõtmised inimeste viibimistsoonis üldjuhul vähemalt kümnes ruumis (ruumide valik tuleb tellijaga kokku leppida)**)



KOKKUVÕTE

- **Kasutajad eelistavad** aastaringselt kütteperioodil soovituslikust kõrgemat ja jahutusperioodil soovituslikust madalamat siseõhutemperatuuri.
- **Tõmbuseht on** puuduliku projekti või teostuse korral **aastaringne**.
- Kütteperioodil läbi viidud mõõtmiste tulemused püsivad kõrgemas sisekliima klassis kiirguspaneelide ja ripplae küttetalade (4-toru jahutustalade) korral. Soovituslikest kõrgemate siseõhutemperatuuride tõttu on alla II klassi tulemusi nii avatud ripplae jahutustalade ja radiaatorkütte lahenduse, TABS-i kui ka jahutuskassetide ja elektriradiaatorite kombinatsiooni korral.
- Jahutusperioodi mõõtmiste põhjal eristuvad paremad tulemused kiirguspaneelide puhul. Järgnevad jahutustala ja TABS lahendused. Jahutuskassetidega lahenduse tulemused on teistest kasinamad.
- Sisekliima küsitluste tulemused näitavad, et **I ja II sisekliima klassi mõõtmistulemused ei pruugi tagada kasutajate rahulolu.**

**TAL
TECH**

TÄNAN KUULAMAST