TAL TECH

SISEKLIIMA OLULISUS TÖÖKESKKONNAS – SISEKLIIMASTANDARDI UUS RAHVUSLIK NORMLISA EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019

Jarek Kurnitski

25.02.2021

HOONETE SISEKLIIMA

- Töökeskkond, heaolu, mugavus, rahva- ja töötervis …
- Sisekliimaprobleemid = saamata tulu + tervishoiukulud

Hea sisekliima:

- Parandab tööviljakust ja õpitulemust
- Allergilised reaktsioonid kaovad (nt õietolm)
- (ei ravi siiski inimesi terveks)

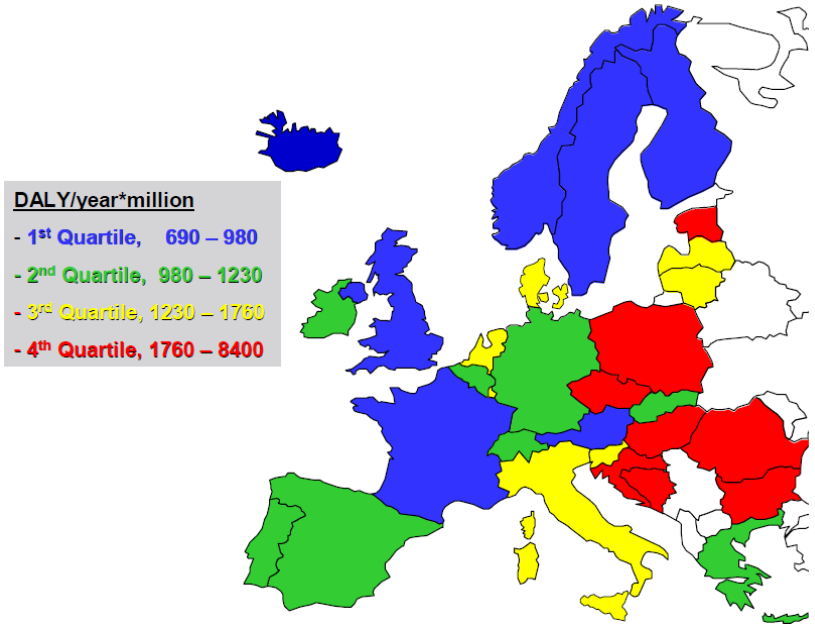
Varasemaid valupunkte:

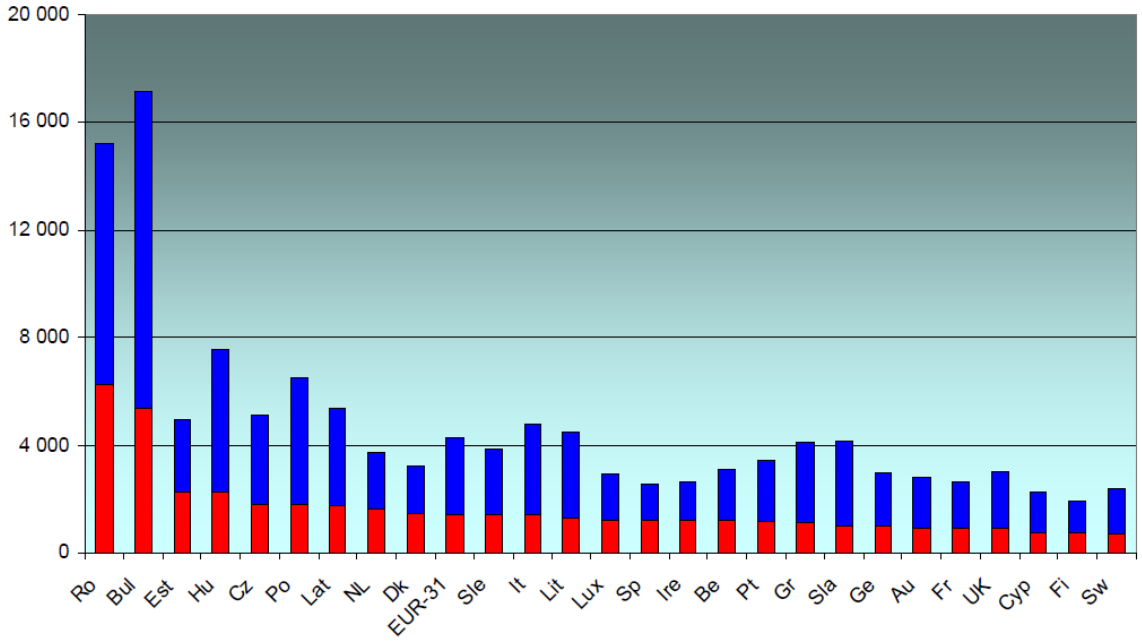
- Uute korterite ülekuumenemine
- Koolimajade ventilatsioon
- Puudulik ventilatsioon renoveerimisel
- „puhub peale“ ja „paistab silma“ töökohtadel

TAL TECH

SISEKLIIMA – RAHVATERVIS

- Puuduliku sisekliima koondtervisemõju on 4900 DALY-t aastas miljoni elaniku kohta (IAIAQ, 2011), mis tähendab riigile rahalises väärtuses 186 M€ suurust väljaminekut igal aastal, mida on võimalik osaliselt vähendada tänu sisekliima tagamisele nii rekonstrueerimisega kui uusehitusega
- ⇒ energiasääst sisekliima arvelt oleks katastroofiliste tagajärgedega





- DALY/aasta*miljon – disability adjusted lifeyear – tervelt elatud eluaastate kaotus. Sinine: välisõhu allikad, punane: siseõhu allikad.

TAL TECH

SISEKLIIMA – MILLEST KOOSNEB

Soojuslik mugavus

- Õhu temperatuur, operatiivne temperatuur
- Pindade temperatuurid, kiirguslik ebasümmeetria
- Suhteline niiskus
- Õhu liikumise kiirus
- General thermal comfort vs. local thermal discomfort

Õhu kvaliteet

- Ventilatsioon ja materjalid
- Keemilised, füüsikalised ja bioloogilised ohutegurid

Akustika ja müra

Valgustus

- Päevavalgus
- Elektrivalgus

TAL TECH

SISERUUMIDE TÖÖVILJAKUSE INDEKS (ILMA PROBLEEMIDETA)
INDOOR PRODUCTIVITY INDEX (IPI)

Subjektiivne rahulolu töökeskkonnaga

Rahulolu mõõdetakse skaalal 1 (täiesti rahulolematu) – 7 (täiesti rahul)

$$IPI = -12,7 + 5,4 \times õhustus + 2,8 \times müra + 0,6 \times valgustus + 2,5 \times ruum + 4,7 \times psühhosotsiaalne\ keskkond$$

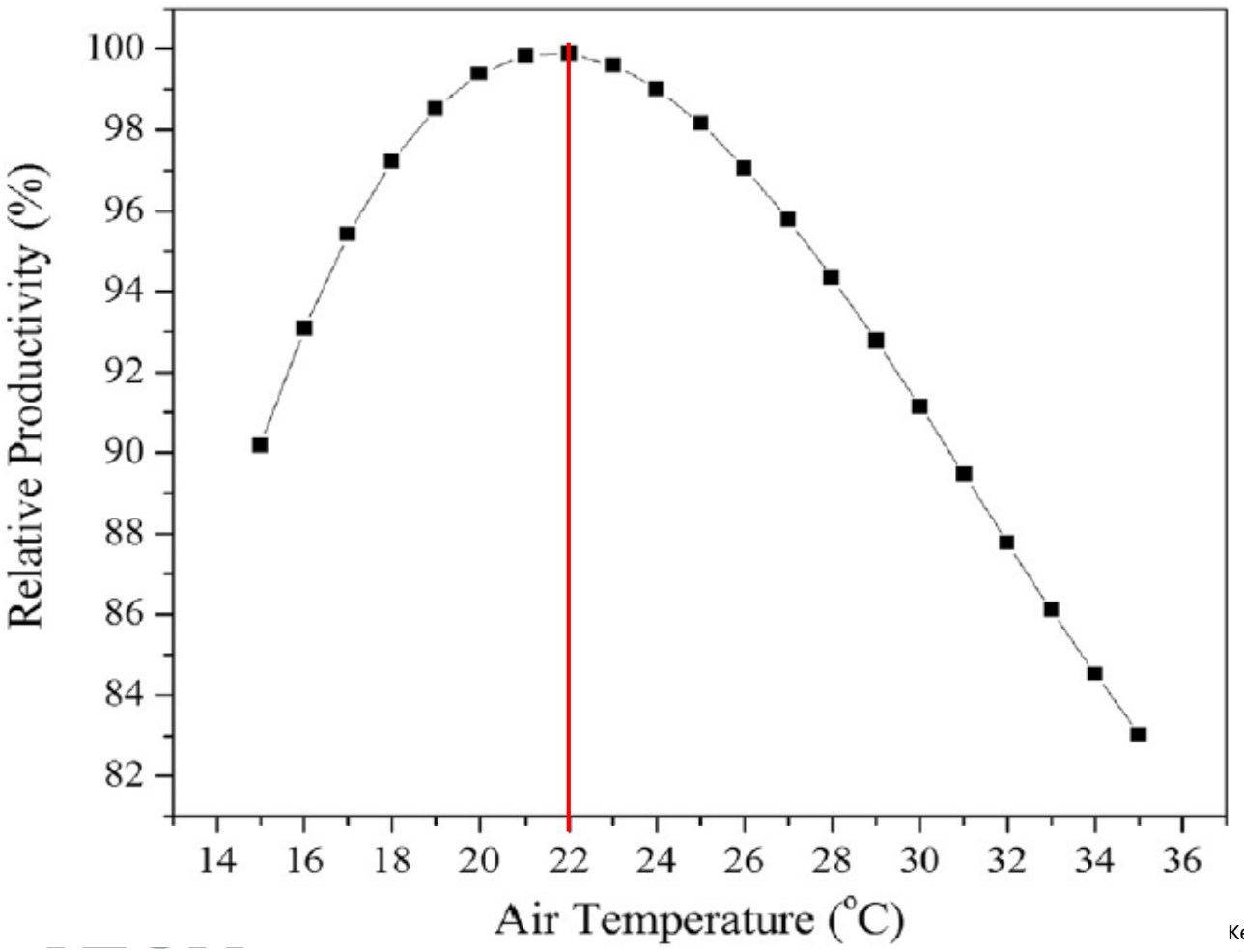
+ 7% IPI = + 3% tööviljakus

Kehtib uuringu valimile/väga tugevate eelduste korral

Wiik (2011) Indoor productivity measured by common response patterns to physical and psychosocial stimuli

TAL TECH

TEMPERATUUR JA SUHTELINE TÖÖVILJAKUS (RP)



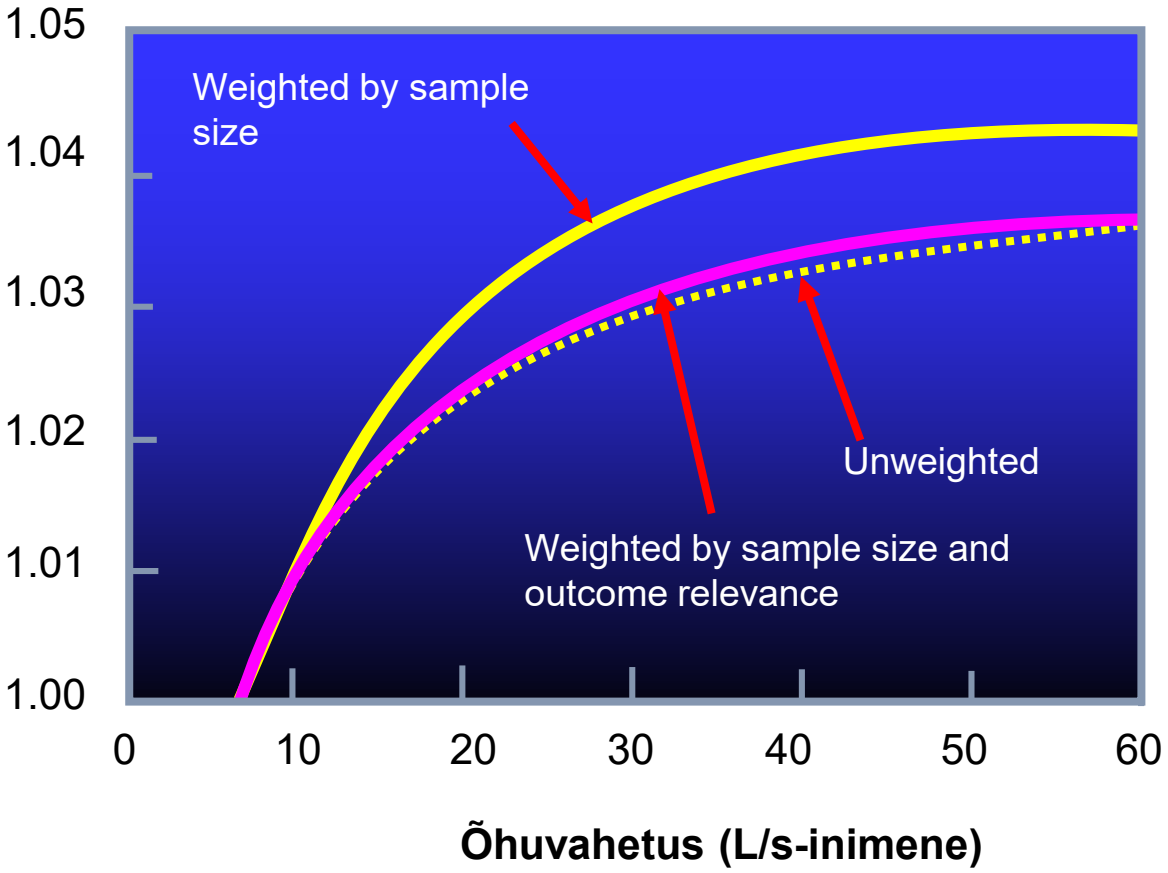
$RP = 0{,}165\ (Tc) - 0{,}00583\ (Tc)^2 + 0{,}0000623\ (Tc)^3 - 0{,}469$

RP – suhteline sooritusvõime

Tc – ruumi õhutemperatuur (°C)

Kershaw, T., Lash, D. (2013) Investigating the productivity of office workers to quantify the effectiveness of climate change adaptation measures. Building and Environment, 69:35-43

VENTILATSIOONI SEOS TÖÖVILJAKUSEGA



Seppänen O, Fisk W , Lei QH (2006) Ventilation and performance in office work. Indoor Air Journal, 16 (1), 28-35.

- Ventilatsiooni mõju baastaseme suhtes – joonisel on baastasemeks valitud suhteliselt head sisekliimat esindav välisõhu vooluhulk 6 l/s inimese kohta

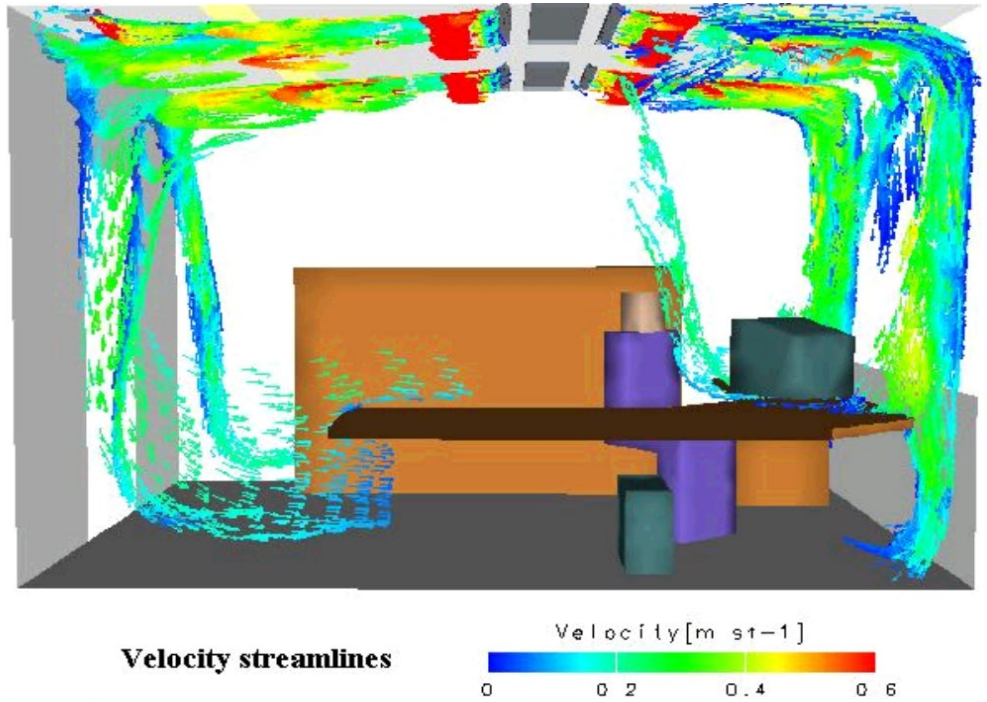
TEOORIA VS. PRAKTIKA: SUUR JA KUUM AKNAPIND AJAB HIGISTAMA – VARJESTUS, VALGUSTUS...

VARJESTUS – MIKS KASUTADA?

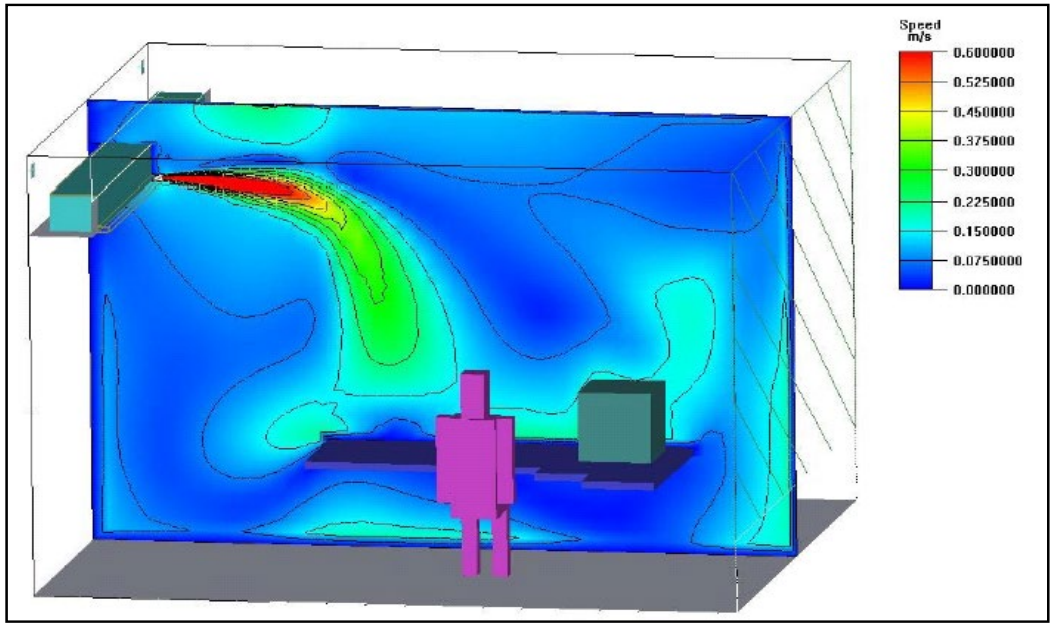
Uue Navigaatori hoone tutvustus „Ringvaates“ – Töötajatel on sära silmis

ÕHUSTAMISEST POLE KASU KUI PUHUB PEALE…

MEELDIV JA EBAMEELDIV JAHUTUSOLUKORD



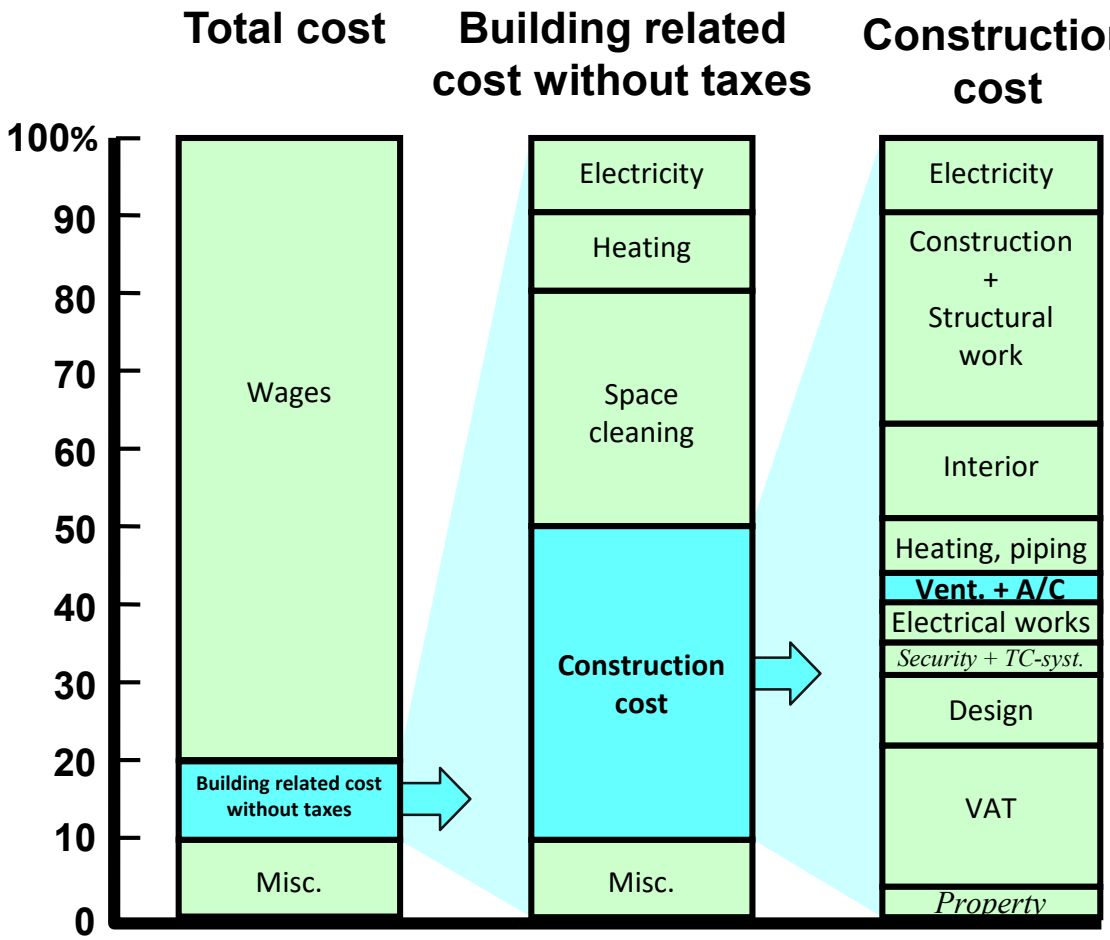
Velocity streamlines



Kui paljud tellijad oskavad pöörata tähelepanu kvaliteetse õhujaotuse projekteerimisele?

TAL TECH

Suhtelised kulud büroohoones



Building costs:

- People 100
- Maintenance 10
- Financing 10
- **Energy 1**

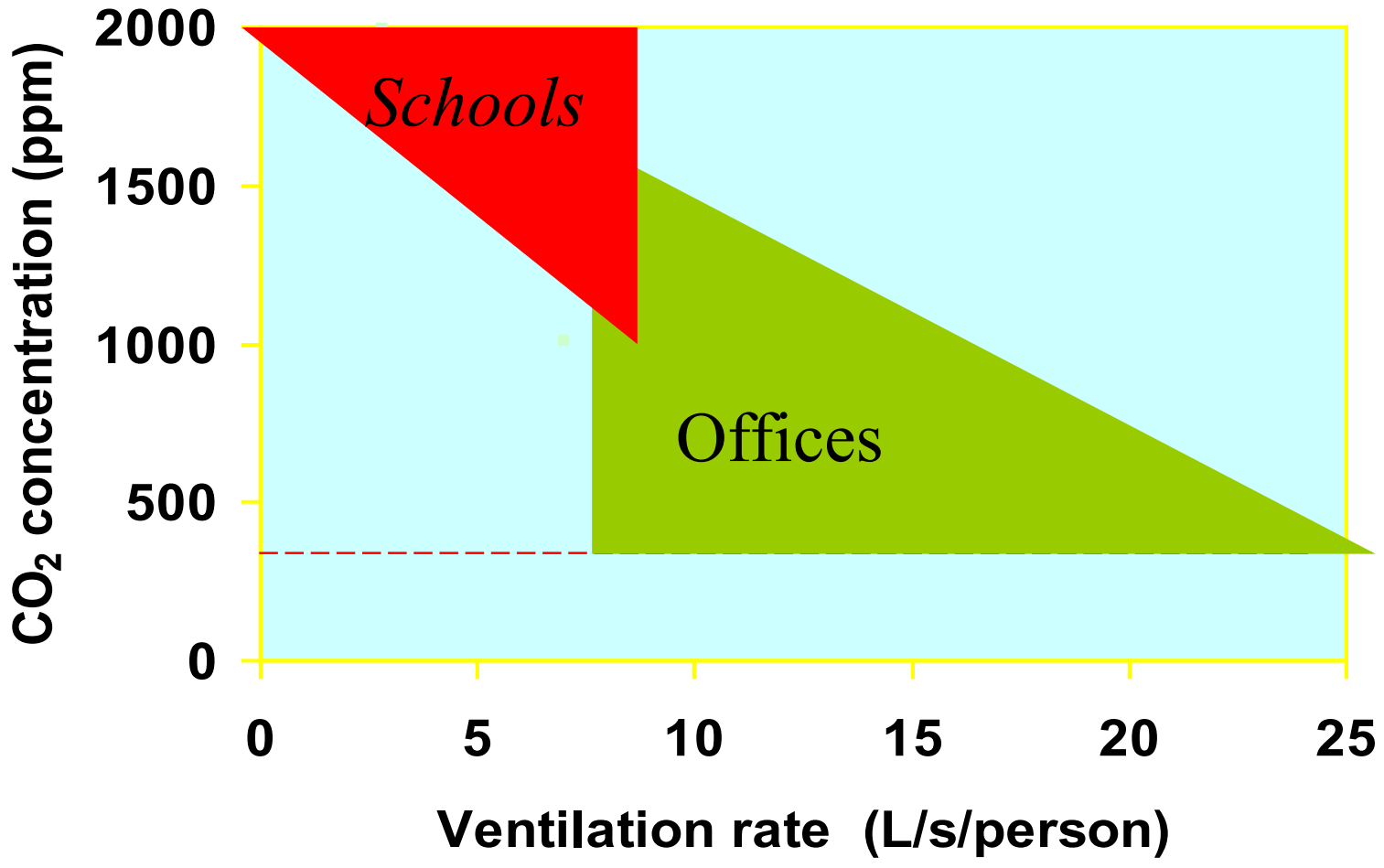
1% productivity loss = full energy budget

Smart building: energy efficient high quality indoor environment – a combination of active and passive measures

REHVA Guidebook No 6 Indoor Climate and Productivity, 2006

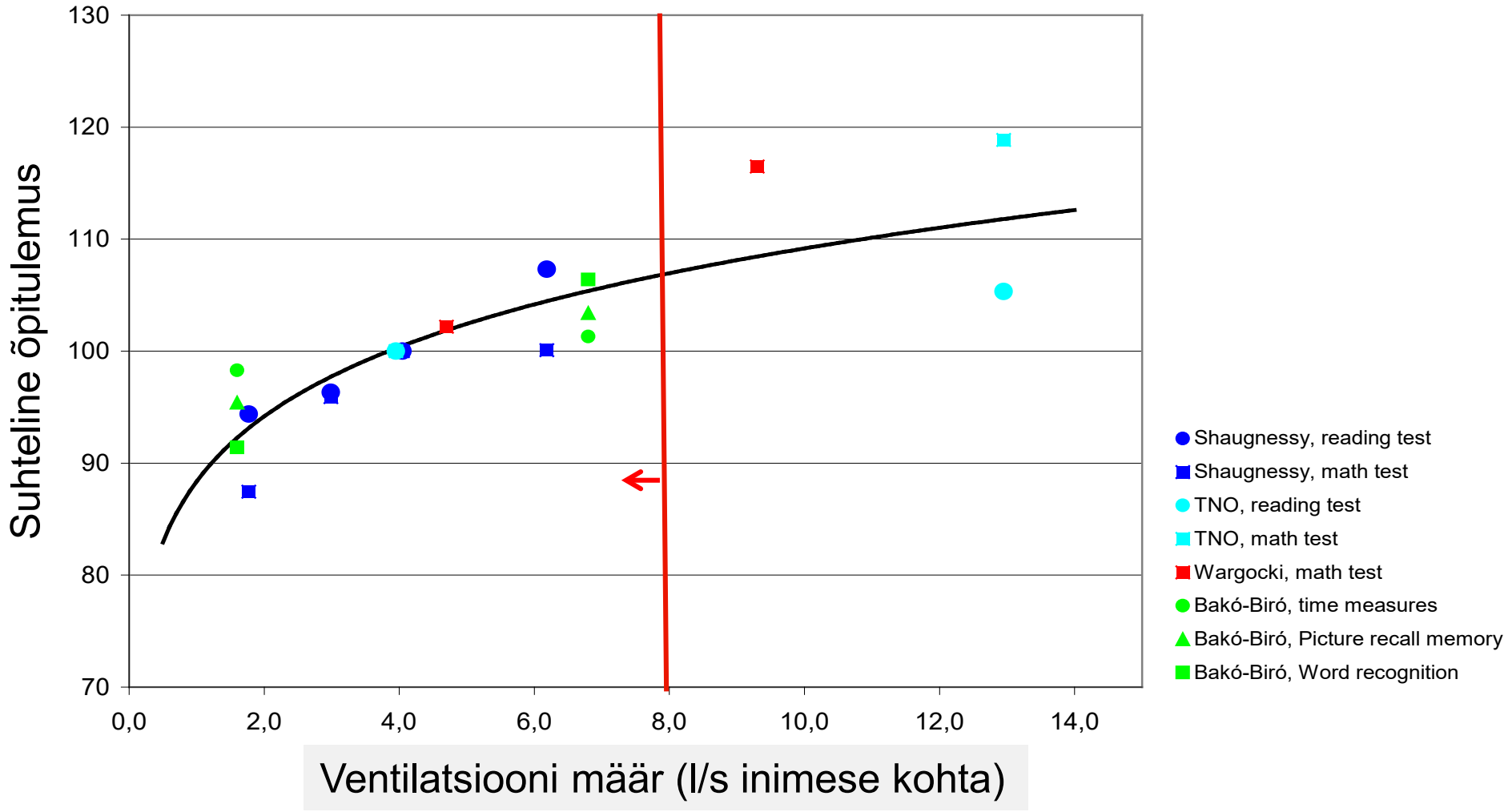
- Sisekliimaga seotud kulud moodustavad suhteliselt marginaalse osa kontori kulustruktuuris

Ventilation rates in schools as compared to offices



TAL TECH

Ventilatsioon ja õpitulemus



Ventilatsiooni määr < 8 l/s inimese kohta = õpitulemuse vähenemine

SISEKLIIMA
ÕPITULEMUS
TÖÖVILJAKUS

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

2015

http://rkas.ee/parim-praktika

Large economic consequences, pupils?

15% reduction in performance of schoolwork corresponds to about 1 year of teaching

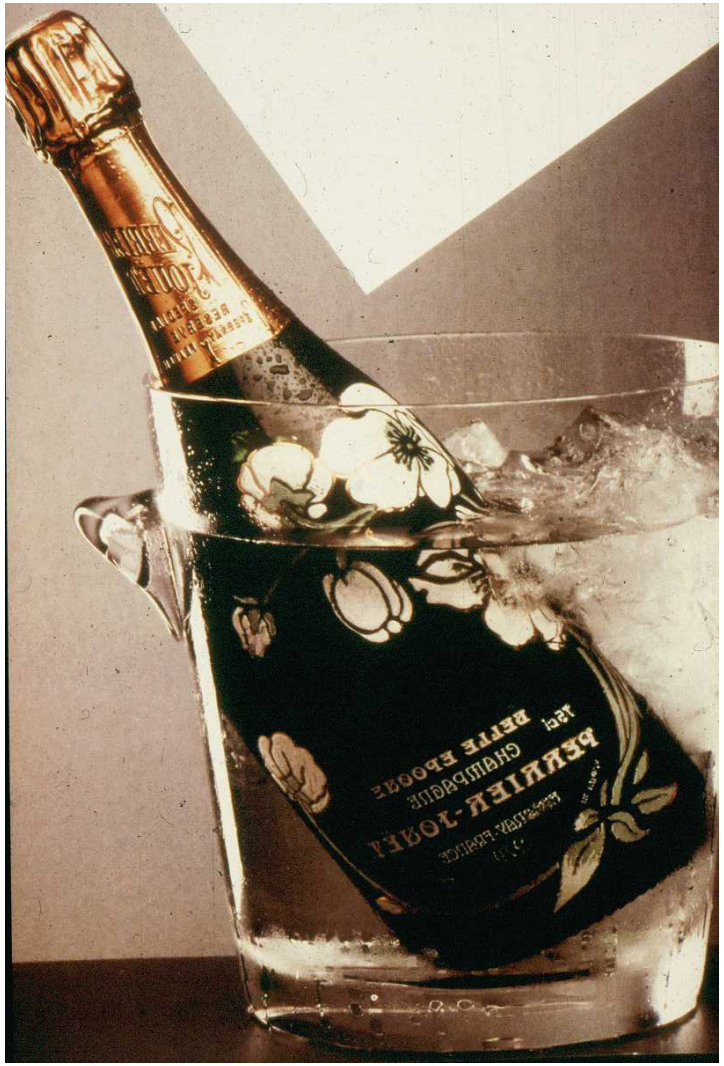
SISEKLIIMAMÜÜT NR 1

- Õhu niisutamise vajadus – tegelikult puudub tavahoonetes
- Inimene ei suuda tajuda niiskust erinevalt temperatuurist ja lõhnadest
- Kuiv õhk põhjustab limaskestade ärritust, naha kuivamist ja staatilist elektrit, lisaks viiruste eluiga pikeneb
- Kuiva õhu negatiivsed mõjud ei kaalu ülesse niisutamise riske – märjad pinnad õhustussüsteemis on üks suurimaid sisekliima ohutegureid, legionella oht, lisaks suur energiamahukus
- Niiskusele on võimalik kaasa aidata soojustagasti valikuga – võimalusel kasutada niiskust tagastavaid soojustagasteid

- Kuiva õhu kaebus viitab muudele probleemidele (kõrge temperatuur, umbne, lõhnad, niiskuskahjustus jne.)
- Sisekliimastandardid ei nõua ei niisutamist ega kuivatamist (ventilatsioon eemaldab liigniiskuse, inimpõhised lõhnad on määrav kriteerium)
- Niisutamine vajalik ainult eriotstarvetel – muuseumite säilikud, muusikariistad, lauljate häälepaelad, teatud operatsioonid haiglates

TAL TECH

Õhku serveerida jahedalt ja kuivalt!



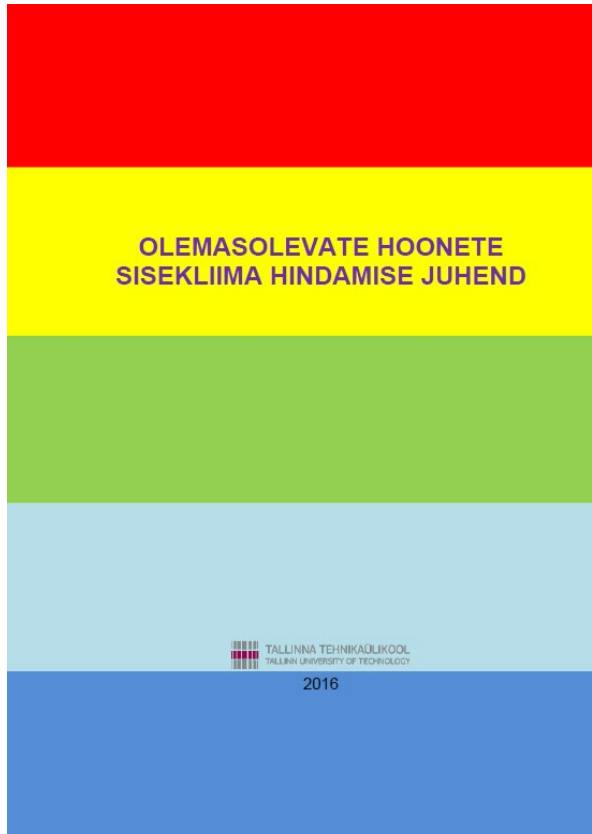
Mida jahedam ja kuivem õhk, seda värskem – võrreldav akna avamise tundega

SISEKLIIMA MÄÄRUSE EELNÕU JA SISEKLIIMASTANDARDI RAHVUSLIK NORMLISA EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019

- Sisekliima määrust hakati ette valmistama 2014 aastal, eesmärgiga konsolideerida ja täiendada hajali paiknevad ja osaliselt puudulikult sõnastatud või üldse puuduvad nõuded
- Kavandatud jõustumine 2020 sügisel
- Vahepeal jõudis valmida sisekliima hindamise juhend 40 lk:

http://rkas.ee/files/Olemasolevate_hoonete_sisekliima_hindamise_juhend_2016.pdf

- Ventilatsiooninõuded avaldati renoveerimistoetuse määruste koosseisus MTM nr 23
- 2019 valmis sisekliimastandardi uus versioon, selle tõlge ja rahvuslik normlisa 16798-1:2019/NA:2019



SISEKLIIMA SEOSED INIMVASTETEGA

Sisekliima kvaliteediklass	Ruumi temperatuur (üldine soojuslik mugavus)	Ventilatsiooni välis-õhuvooluhulk (õhu kvaliteet)	Tõmbus (lokaalne soojuslik ebamugavus)
I – Parim	PPD[1] <6 %	PD[2] < 15 %	DR[3] <15 % Ainult üksikud tundlike inimeste kaebused tõmbusest madalate ruumitemperatuuride korral (talv)
II – Hea	PPD <10 % Kergelt vähenenud tööviljakus	PD < 20 % Väike tõus SBS- sümptomites[4] Kergelt vähenenud tööviljakus	DR <20 % Mõned kaebused tõmbusest madalate ruumitemperatuuride korral (talv)
III – Rahuldav **Sisekliima parandamise vajadus olulisel rekonstrueerimisel**	PPD <15 % Oluliselt vähenenud tööviljakus Lisandunud kaebused kuivast õhust ja tõus SBS-sümptomites Tekstitöötlemisel madalam tööviljakus sõrmede kohmetumise tõttu talvel	PD < 30 % Oluline tõus SBS-sümptomites Vähenenud tööviljakus Kõrge niiskuse ja mikroorganismide kasvu risk elamutes	DR <30 % Sagedased kaebused tõmbusest madalate ruumitemperatuuride korral (talv) Tekstitöötlemisel madalam tööviljakus sõrmede kohmetumise tõttu kui käed on tõmbuses
IV – Puudulik **Sobimatu pidevalt kasutatavaks töö-, õppe või eluruumiks**	PPD > 15 % Oluliselt vähenenud tööviljakus Sagedased kaebused kuivast õhust ja tõus SBS-sümptomites Tekstitöötlemisel madalam tööviljakus sõrmede kohmetumise tõttu talvel	PD > 30 % Oluline tõus SBS- sümptomites Oluliselt vähenenud tööviljakus Haiguspäevade suurem arv mitme töötajaga ruumides Kõrge niiskuse ja mikroorganismide kasvu risk elamutes	DR >30 % Üldised kaebused tõmbusest

TAL TECH

FUNDAMENTAALSED NÕUDED (SISEKLIIMAMÄÄRUSE EELNÕU)

§ 4. Siseõhu kvaliteet ja ventilatsioon

(1) Siseruumis tuleb tagada tervisele ohutu siseõhk, arvestades keemiliste, füüsikaliste ja bioloogiliste ohuteguritega.

(2) Pidevalt viibitava siseruumi õhustus peab hoone kasutusajal tagama tervisele ohutu ja tunnetuslikult mugava sisekliima.

EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019 LISA NA (NORMLISA) KÕIK RAHVUSLIKUD SOOVITATUD SISEKESKKONNA KRITEERIUMID

EVS-EN 16798-1:2019, HOONETE ENERGIATÕHUSUS, Hoonete ventilatsioon

Osa 1: Sisekeskkonna lähteandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust keskkonnast, valgustusest ja akustikast

Rahvuslik lisa täpsustab ja kitsendab standardis toodud sisekliima nõuded hoonete projekteerimiseks, sh tehnosüsteemide dimensioneerimiseks ning energiaarvutuste tegemiseks.

Standardit saab kasutada ka sisekliima hindamiseks olemasolevas hoones lubatud kõrvalekallete abil ning on toodud juhiseid sisekliima mõõtmiseks ja ekspertiiside teostamiseks (standardi tehnilise raporti osas CEN/TR 16798-2:2019).

Mis on kohustuslik, mis mitte?

- Ehitusseadustiku *hea ehitustava* määratlus muudab sisuliselt kohustuslikuks normlisa ja standardi nende nõuete järgimise, mida ei ole sätestatud muude õigusaktidega
- Energiaarvutuse metoodika on kehtestatud eraldi määrusega, mistõttu normlisa energiaarvutuste osa on üldjuhul identne määrusega ning mõne detaili erineva käsitluslaadi puhul lähtutakse määrusest

TAL TECH

EVS-EN 16798-1:2019

HOONETE ENERGIATÕHUSUS

Hoonete ventilatsioon

Osa 1: Sisekeskkonna lähteandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust keskkonnast, valgustusest ja akustikast

Standardi pealkiri tuleneb EPB standardite ettevalmistamise mandaadist – sisekliimat on EL-s võimalik reguleerida ainult energiatõhususe kaudu

Sisuliselt on tegemist kõige olulisema ja terviklikuma sisekliimastandardiga, soojusliku mugavuse detailsem käsitlus ISO 7730, lisaks CR 1752-1998 – esitavad sisekeskkonna kriteeriumid süsteemidest sõltumatult

Projekteerimiseks vajalikud ka süsteemide standardid, nt EVS 906, EVS-EN 16798-3, prEVS-EN 13053, katsetusteks mõõtmiste standardid nt EVS-EN 12599 + toodete standardid

TAL TECH

EVS-EN 16798-1:2019 KESKNE SISU JA EESMÄRK

- standard määratleb, kuidas saab kehtestada ja kasutada projekteerimise kriteeriumeid süsteemide dimensioneerimiseks (mõeldakse sisekliima nõudeid)
- defineerib, kuidas kehtestada ja määratleda põhilisi parameetreid, mida kasutatakse sisendina hoonete energiaarvutustes ning lühi- ja pikaajalistel sisekeskkonna hindamistel

- teatmelisas B esitatakse vaikimisi kriteeriumid projekteerimiseks ja energiaarvutusteks
- sarnane normlisa A lisatakse rahvuslike kriteeriumite määratlemiseks

TAL TECH

SISEKESKKONNA KVALITEEDI KATEGOORIAD

Hoonete projekteerimiseks ning kütte, jahutuse, ventilatsiooni ja valgustuse tehniliste ehitussüsteemide dimensioneerimiseks tuleb määratleda ja dokumenteerida parameetrid ja kriteeriumid. Standardis esitatud kriteeriumeid tuleb kasutada nii sisendväärtusena süsteemide dimensioneerimiseks kui ka hoonete projekteerimiseks.

Sisekeskkonna projekteerimise kriteeriumid tuleb dokumenteerida koos ruumide kasutamise otstarvetega.

Sisekeskkonna kvaliteedi iga erineva kategooria kohta antakse vaikimisi lähteandmed.

Kategooria	**Ootuste tase**
IEQ_I	Kõrge
IEQ_{II}	Keskmine
IEQ_{III}	Tagasihoidlik
IEQ_{IV}	Madal
MÄRKUS Tabelites kasutatakse ainult kategooriate numbreid, ilma IEQx tähiseta.	

TAL TECH

Kategooriad on seotud asukate võimalike ootustega

Normaalne tase on „keskmine“

EVS-EN 16798-1:2019 KESKSED TEEMAD

ARVUTUSLIKUD SISENDPARAMEETRID HOONETE PROJEKTEERIMISEKS NING KÜTTE-, JAHUTUS-, VENTILATSIOONI- JA VALGUSTUSSÜSTEEMIDE DIMENSIONEERIMISEKS

Soojuslik mugavus (põhiliselt tabelites)

Siseõhu kvaliteedi projekteerimine (ventilatsiooni tasemed):

— meetod 1: meetod, mis põhineb tunnetuslikul õhu kvaliteedil;

— meetod 2: meetod, mis kasutab aine kontsentratsiooni piirväärtusi;

— meetod 3: meetod, mis põhineb ettemääratud ventilatsiooniõhu vooluhulgal.

Näide (II kategooria ja madala emissiooniga materjalid):

Mitteelamu välisõhu vooluhulk määratakse lähtudes inimeste arvust ja ehitusmaterjalidest eralduvatest emissioonidest, juhul kui puuduvad muud olulised saasteallikad:

$$q_v = 7 \cdot n + 0{,}7 \cdot A,$$

kus q_v on ruumi välisõhu vooluhulga projekteerimise vaikeväärtus mitteelamus (l/s);

n on inimeste arv ruumis;

A on ruumi pind (m^2).

Valemi rakendus sisekliima määruse eelnõus

Mitteelamus süsihappegaasi (CO_2) eralduse, lõhnade ja materjalidest eralduvate emissioonide alusel dimensioneeritava ruumi oletuslik põrandapind, välisõhu vooluhulga projekteerimisväärtus ja õhu liikumiskiirus.

Ruumi kasutamisotstarve	Oletuslik põrandapind, m^2/inim	Välisõhu vooluhulga projekteerimis-väärtus, l/(s·m^2)	Õhu liikumiskiirus, m/s
Kontori- või tööruum	8	1,6	
Nõupidamiste ruum	2	4,2	
Puhkeruum	3	3,0	
Hotellituba	10	1,4	
Koridor või trepikoda	20	1,1	0,3
Kauplus	8	1,6	0,3
Näituseruum	6	1,9	
Raamatukogu	8	1,6	
Klassiruum	2	4,2	
Auditoorium	1	7,7	
Fuajee	8	1,6	0,25
Lasteaia mängu- või magamisruum	2	4,2	
Polikliinik	3	3,0	
Haigla (välja arvatid erinõuetega ruum)	3	3,0	
Ilma protsessita tootmisruum	30	0,9	0,3

Mitteelamu muude kriteeriumite alusel dimensioneeritavate ruumide õhuvooluhulkade projekteerimisväärtused ja õhu liikumiskiirused (suurem õhuvooluhulk).

Ruumi kasutusotstarve	Õhuvooluhulkade projekteerimisväärtused		Õhu liikumiskiirus, m/s
	Sissepuhe[1], l/(s·m²)	Väljatõmme, l/(s·m²)	
Palat	2		
Päevakirurgia			0,25
Operatsioonisaal			0,25
Koolieelse lasteasutuse garderoob		5	0,3
Laboratoorium			0,25
Jalutuskoridor	1,5		0,25
Saal (kontsert-, teater-, kino-, koolisaal)	8 l/s,in		
Teatri lava			0,3
Söökla, restoran, kohvik	8		
Köök (toidu soojendamine)[2,4]		5	0,35
Kuumköök, üldventilatsioon[3,4]		2	0,35
Nõudepesuruum, üldventilatsioon[4]			0,35
Sisehall või bassein, sportlased	2 või[5] 15 l/s,in		0,35
Sisehall või bassein, pealtvaatajad	8 l/s,in		
Jõusaal	3		0,35
Võimla (aeroobika, matisaal)	4		0,35
Aeroobse treeningu saal	5 või[5] 40 l/s,in		0,35
Suitsetamise ruum	10	20	0,4
Liftišaht	8		nõue puudub
Ladu, arhiiv[6]	0,35		nõue puudub
Trepikoda		0,2[7] 1/h	nõue puudub
Tualettruum, töökoht		20 l/s,koht	nõue puudub
Tualettruum, avalik		30 l/s,koht	nõue puudub
Duširuum		5 või[5] 15 l/s,koht	nõue puudub
Riietusruum	4 l/s,kapp		nõue puudub
Koristusvahendite ruum		4	nõue puudub
Jäätmete ruum		5	nõue puudub
Jäätmete ruum, toidujäätmed		10	nõue puudub

EVS-EN 16798-1:2019 KESKSED TEEMAD

Ventilatsiooniõhu vooluhulk hõiveta ajal

- Juhul kui ventilatsioon on välja lülitatud või õhuvoolu hulka on alandatud, tuleb määrata enne hõivamist materjali poolt emiteeritud saasteainete kontsentratsiooni piiramiseks vajalik õhuvoolu hulk (toodud tabelites)

Eluhoonete ventilatsioon käsitletud eraldi

Niiskus

- Ruumi õhu niisutamine või niiskuse eraldamine ei ole tavaliselt nõutud, kuid juhul kui seda kasutatakse, tuleb vältida liigset niisutamist ja niiskuse eraldamist.

Valgustus

Müra

SISEKESKKONNA PARAMEETRID ENERGIAARVUTUSTE JAOKS

TAL TECH

EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019 LISA NA (NORMLISA) KÕIK RAHVUSLIKUD SOOVITATUD SISEKESKKONNA KRITEERIUMID

Soovituslikud kategooriad mehaaniliselt köetavate ja jahutatavate hoonete projekteerimiseks

Kategooria	**Keha kui terviku termiline seisund**	
	PPD (prog-noositud ra-hulolematute protsent) %	Prognoositud keskmine soojustunnetus (PMV)
I	< 6	–0,2 < PMV < +0,2
II	< 10	–0,5 < PMV < +0,5
III	< 15	–0,7 < PMV < +0,7
IV		

TAL TECH

SOOVITUSLIKUD SISE-OPERATIIVTEMPERATUURI ARVUTUSLIKUD VÄÄRTUSED

Hoone/ruumi tüüp	**Kategooria**	**Operatiivtemperatuur °C**	
		Minimaalne kütmisel (talveperiood)	Maksimaalne jahutamisel (suveperiood)
Eluhooned, eluruumid (magamistoad, elutoad jne) Istuv tegevus ~ 1,2 met	I	21	25,5
	II	20	26
	III	18	27
	IV		
Eluhooned, teised ruumid (köögid, hoidlad jne) Seisev-kõndiv tegevus ~ 1,5 met	I	18	
	II	17	
	III	14	
	IV		
Kontorid ja ruumid sarnase tegevusega (üksikud kontorid, avatud planeeringuga kontorid, konverentsiruumid, auditooriumid, kohvikud, restoranid, klassiruumid Istuv tegevus ~ 1,2 met	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27
	IV		
Teised	I		
	II		
	III		
	IV		
MÄRKUS Eeldatud madal õhu kiirus < 0,1 m/s kütteperioodil.			

KUI PALJU TEMPERATUUR VÕIB KÕIKUDA?

Temperatuurivahemikud tunnipõhiseks jahutuse ja kütte energiaarvutusteks

Hoone või ruumi tüüp	**Kategooria**	**Temperatuuri-vahemik kütteks, °C**	**Temperatuuri-vahemik jahutuseks, °C**
Eluhooned, eluruumid (magamistoad, elutoad jne)	I	**21 kuni 25**	23,5 kuni 25,5
	II	**20 kuni 25**	23 kuni 26
	III	18 kuni 25	22 kuni 27
	IV		
Eluhooned, teised ruumid (köögid, hoidlad jne)	I	18 kuni 25	
	II	17 kuni 25	
	III	14 kuni 25	
Kontorid ja ruumid sarnase tegevuse-ga (üksikud kontorid, avatud planee-ringuga kontorid, konverentsiruumid, auditooriumid, kohvikud, restoranid, klassiruumid, jne.)	I	**21 kuni 23**	23,5 kuni 25,5
	II	**20 kuni 24**	23 kuni 26
	III	19 kuni 25	22 kuni 27
	IV		
TEISED			

TAL TECH

Kütte- ja jahutusperioodi vahel võib kasutada temperatuurivahemikke, mis jäävad kütte ja jahutuse vahemike vahele. Kütteperioodiks loetakse aeg, mil välistemperatuur on < 12 °C. Jahutusperioodiks loetakse aeg, mil välistemperatuur on > 17 °C.

ÕHU KIIRUSE JA MUUD KOHALIKU SOOJUSLIKU EBAMUGAVUSE KRITEERIUMID

	Tuuletõmbus			Õhutemperatuuri vertikaalne erinevus (pea-pahkluu)		Põrandapinna temperatuuri vahemik		Kiirgustemperatuuri asümmeetria				
	DR (tõmbus-indeks)	Maksimaalne õhu kiirus töö- ja õpikeskkonnas		PD [%] (rahul-olematus)	Tempera-tuuri erinevus[a]	PD [%] (rahul-olematus)	Põrandapinna temperatuuri vahemik	PD [%] (rahul-olematus)	Soe lagi	Jahe sein	Jahe lagi	Soe sein
		Talv [m/s]	Suvi [m/s]		[K]		[°C]		[K]	[K]	[K]	[K]
Kategooria I	15	0,14	0,16[b]/0,19[c]	3	2	10	19 kuni 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Kategooria II	20	0,16	0,19[b]/0,25[c]	5	3	10	19 kuni 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Kategooria III	30			10	4	15	17 kuni 31	10	< 7	< 13	< 18	< 35

[a] Erinevus 1,1 m ja 0,1 m kõrgusel põrandast.

[b] **Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, ilma jahutuseta olukorras.**

[c] **Õhu liikumise suurim lubatud kiirus jahutusperioodil, jahutamise olukorras.**

Lisanõudena on eluruumi õhu liikumise suurim lubatud kiirus elu- ja magamistoas kütteperioodil 0,1 m/s kategoorias I ja 0,13 m/s kategoorias II ning jahutusperioodil 0,2 m/s kategoorias I ja 0,3 m/s kategoorias II.

TAL TECH

SUURENDATUD ÕHU KIIRUS

Suvistel mugavustingimustel, kus sise-operatiivtemperatuurid > 25 °C, võib kasutada kunstlikult suurendatud õhu kiirust, et kooskõlas tabeliga NA.4 kõrgenenud õhutemperatuuri kompenseerida vaid juhul, kui suurenenud õhu kiirus on isiklikult kontrollitav.

Sise-operatiivtemperatuuri parandustegur ($\Delta\Theta_o$), mida saab kohaldada, kui hooned on varustatud ventilaatoritega, personaalsete süsteemidega, mis võimaldavad hoone töötajatel isiklikku kontrolli õhu kiiruse üle töökohal

Keskmine õhu kiirus (v_a) **0,6 m/s**	**Keskmine õhu kiirus (v_a)** **0,9 m/s**	**Keskmine õhu kiirus (v_a)** **1,2 m/s**
1,2 °C	1,8 °C	2,2 °C

MÄRKUS Õhu kiirus üle 0,8 m/s puhub laua pealt paberid ära.

TAL TECH

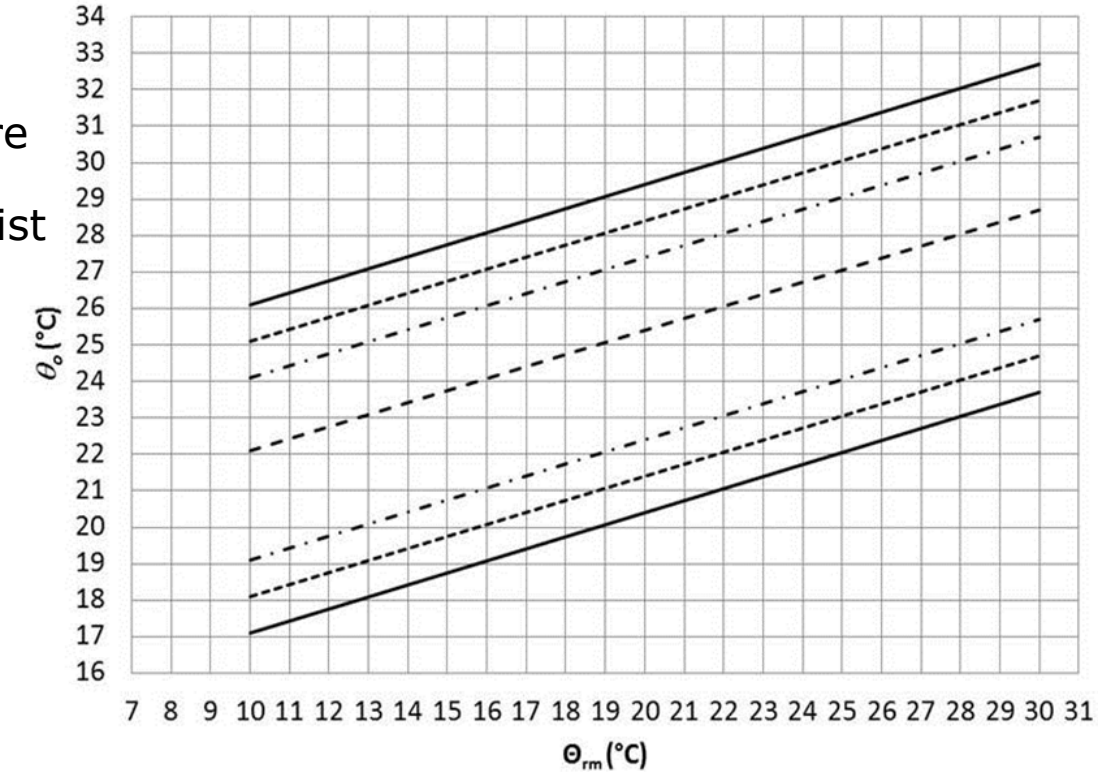
ILMA MEHAANILISTE JAHUTUSSÜSTEEMIDETA HOONETE SISETEMPERATUURID

Nn **adaptiivne meetod ei ole kasutusel**, normlisa järgi kasutatakse alati mehaaniliselt köetavate ja jahutatavate hoonete soovituslikud kategooriad (eelpool toodud soovituslikud operatiivsed temperatuurid)

Adaptiivne meetod (toodud põhistandardis) lubab mõnevõrra kõrgemaid ja madalamaid temperatuure sõltuvalt eksponentsiaalselt kaalutud jooksvast keskmisest välistemperatuurist

Nt 18 °C sisetemperatuur +10 °C välistemperatuuri korral

Kõrgematel välistemperatuuridel põhjustab olulise tööviljakuse languse



VENTILATSIOON MITTEELUHOONETES (MEETOD 1)

Kategooria	Rahulolematu-se tase, %	**Õhuvoolu hulk kohanemata isiku kohta l/(s · inimene)**
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV		

Kategooria	**Väga madala saastusega hoone (LPB1) l/(s m²)**	**Madala saastusega hoone (LPB2) l/(s m²)**	**Ilma madala saastuseta hoone (LPB3) l/(s m²)**
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,2	0,4	0,8
IV			

- Ventilatsiooni vajadus arvutatakse inimpõhiste lõhnade ja materjalidest eralduvate emissioonide alusel, juhul kui ei ole muid saasteallikaid
- Näide arvutuslikust ventilatsiooniõhu vooluhulgast 10 m² ühe inimese kontori jaoks madala saastusega hoones:

Kategooria	**Madala saastusega hoone l/(s · m²)**	**Õhuvool kohanemata isiku kohta l/(s · inimene)**	**Summaarne arvutuslik ventilatsiooniõhu vooluhulk ruumi jaoks**		
			l/s	**l/(s · inimene)**	**l/(s · m²)**
I	**1,0**	**10**	**20**	**20**	**2**
II	**0,7**	**7**	**14**	**14**	**1,4**
III	**0,4**	**4**	**8**	**8**	**0,8**
IV					

TAL TECH

MADALA JA VÄGA MADALA EMISSIOONIGA MATERJALID

ALLIKAS	**LPB2 jaoks madala emissiooniga tooted**	**LPB1 jaoks väga madala emissiooniga tooted**
LOÜ ja LOÜ summaarne (nagu on standardis EN 16516)	< 1,000 µg/m^3	< 300 µg/m^3
Formaldehüüd	< 100 µg/m^3	< 30 µg/m^3
Iga C1A või C1B klassifitseeritud kantserogeenne LOÜ	< 5 µg/m^3	< 5 µg/m^3
R-väärtus (aine kontsentratsiooni ja piirväärtuse suhe) (nagu on standardis EN 16516)	< 1,0	< 1,0

TAL TECH

MEETOD 2 – MEETOD, MIS KASUTAB AINE KONTSENTRATSIOONI PIIRVÄÄRTUSI

Projekteeritud ventilatsiooni tasemed arvutatakse massibilansi võrrandi alusel aine kontsentratsiooni kohta ruumis, võttes arvesse välise kontsentratsiooni.

Kui CO_2 kasutatakse inimhõivatuse jälgijana, on vaikimisi arvutuslik CO_2 kontsentratsioon üle välise kontsentratsiooni, eeldades, et standardne CO_2 eraldus on 20 L/(h/inimene)

Kategooria	**Vastav CO_2 kontsentratsioon üle välise kontsentratsiooni, väljendatud ppm-ides kohanemata inimese kohta**
I	550 (10)
II	800 (7)
III	1350 (4)
IV	

Tabeli väärtustele lisatakse välisõhu kontsentratsioon 400 ppm, nt. II kategooria:
400 + 800 = 1200 ppm

TAL TECH

VENTILATSIOON ELUHOONETES

Eettemääratud sissepuhkeventilatsiooni õhuvooluhulgal põhinevad kriteeriumid: summaarne ventilatsioon (1), sissepuhkeõhu voolud (2) ja (3)

Kategooria	**Summaarne ventilatsioon, sealhulgas õhu infiltratsioon (1)**		**Sisse-puhkeõhu vool inime-se kohta (2)**	**Sissepuhkeõhul põhinev tunnetuslik siseõhu kvaliteet (IAQ) kohanenud inimestele (3)**	
	$l/s \cdot m^2$	ach	l/s (inimese kohta)	q_p l/s (inimese kohta)	q_B $l/s \cdot m^2$
I	0,49	0,7	10	3,5	0,25
II	0,42	0,6	7	2,5	0,15
III	0,35	0,5	4	1,5	0,1
IV					

Väärtused eeldavad, et välisõhk on peamine allikas. Kasutamata välisõhk võib olla edastatud siirdeõhuna teistest ruumidest. Need väärtused võib teisaldada riigi tasandil $l/s/m^2$ põranda pindala kohta, sõltudes elamute/korterite hõivatuse keskmisest tihedusest.

Arvutuslikud ΔCO_2 kontsentratsioonid hõivatud ruumides ja magamistubades

Kategooria	**Arvutuslik ΔCO_2 kontsentratsioon hõivatud ruumide jaoks (20 L/h) (ppm üle välise kontsentratsiooni)**	**Arvutuslik ΔCO_2 kontsentratsioon magamistubade jaoks (13,6 L/h) (ppm üle välise kontsentratsiooni)**
I	550	380
II	800	550
III	1350	950
IV		

Tabeli väärtustele lisatakse välisõhu kontsentratsioon 400 ppm, nt. II kategooria: 400 + 800 = 1200 ppm

TAL TECH

Sisekliima määruse eelnõus on tuletatud ruumipõhised õhuvooluhulgad II kategooria ja tavapärase põrandapinna oletustega

Ruumi kasutusotstarve	Õhuvooluhulkade projekteerimisväärtus		Õhu liikumiskiirus	
	Välisõhu vooluhulk, l/s	Väljatõmme, l/s	Kütte-perioodil, m/s	Jahutus-perioodil, m/s
Elu-, magamistuba, pindala >15m²	14[1]		0,13	0,30
Elu-, magamistuba, pindala ≤15m²	12[1]		0,13	0,30
Magamistuba, pindala <11 m²	8[2]		0,13	0,30
Tualettruum[3]		10		
Pesuruum[3]		15		
1-toalise korteri pesuruum		10		
Köögi üldventilatsioon[3]		8		
Ühetoalise korteri köögi üldventilatsioon		6		
Ajutine kohtäratõmme pliidikubust		25		
Vähim korteri õhuvooluhulga keskväärtus	0,42[4]	0,42[4]		

[1] Välisõhu vooluhulk tagab kahe ruumis pidevalt viibiva inimese värske õhu vajaduse.
[2] Välisõhu vooluhulk tagab ühe ruumis pidevalt viibiva inimese värske õhu vajaduse.
[3]Väljatõmbe õhuhulk võib olla väiksem, juhul kui vähim korteri õhuvooluhulga keskväärtus on tagatud.
[4] Nõue kehtib kogu korteri köetava pinna kohta, ühik l/(s·m²).

VENTILATSIOON ELUHOONETES

Põhiruumide (elu- ja magamistubade) arv korteris/elamus	**Arvutuslik väljatõmbeõhu vooluhulk l/s**				
	Köök	Vannituba või dušš koos tualetiga või ilma selleta	Muu märg ruum	Tualetid	
				Üks elamus/korteris	Mitu (2 või rohkem elamus/korteris)
1	6/25[a]	10		10	10
2	8/25[a]	15		10	10
3	8/25[a]	15		10	10
4	8/25[a]	15		10	10
5 ja rohkem	8/25[a]	15		10	10

[a] Ajutine kohtäratõmme pliidikubust.

VENTILATSIOONIÕHU VOOLUHULK HÕIVETA AJAL

Mitteeluhooned

Juhul kui ventilatsioon on välja lülitatud, peab minimaalne edastatav õhu hulk enne hõivamist olema: ventilatsioon käivitatakse tund aega enne kasutusaja algust ja ventilatsioon lülitatakse kasutusajavälisesse režiimi (arvestusliku välisõhu vooluhulgaga 0,15 l/s/m^2) tund aega peale kasutusaja lõppu.

Juhul kui ventilatsioon on madalamaks reguleeritud, peab summaarne õhuvoolu hulk saaste lahjendamiseks hoonest olema: kasutusajal 0,5 l/s/m^2.

Eluhooned

Summaarne vajalik õhuvoolu hulk ehitusmaterjalide saastega toimetulemiseks peab olema: 0,15 l/s/m^2.

TAL TECH

SOOVITUSLIKUD KRITEERIUMID NIISUTAMISE JA NIISKUSE EEMALDAMISE DIMENSIONEERIMISEKS

Hoonetes, milles ei ole teisi niiskuse nõudeid peale inimestega hõivatuse (nt kontorid, koolid ja eluhooned), ei ole niisutamine või niiskuse eemaldamine tavaliselt vajalik.

Tavaliselt on niisutamine või niiskuse eemaldamine vajalik ainult erihoonetes, nagu muuseumid, teatud tervishoiuruumid, protsessi juhtimine, paberitööstus jne). Kui kasutatakse niisutamist või niiskuse eemaldamist, on tabelis NA.16 esitatud väärtused soovituslikud projekteerimisväärtustena projekteerimistingimustel.

Hoone/ruumi tüüp	**Kategooria**	**Arvutuslik suhteline niiskus õhu kuivatamiseks, %**	**Arvutuslik suhteline niiskus niisutamiseks, %**
Ruumid, kus niiskuse kriteeriumid on määratud inimete kohaloleku järgi. Eriruumid (muuseu-mid, kirikud jne) võivad nõuda teisi piiranguid	I		20
	II		
	III		

Lisaks on soovituslik piirata absoluutset niiskust suuruseni 12 g/kg.

TAL TECH

VALGUSTUS

Elektrivalguse osas viidatakse standardile EN 12464

Päevavalguse kättesaadavuse klassifikatsioon varjeteta välispiirde avade päevavalguse teguri $D_{Ca,j}$ ja koefitsiendi D_{SNA} funktsioonina

Vertikaalsete fassaadide päevavalguse tegur $D_{Ca,j}$	**Katuseakende päevavalguse tegur D_{SNA}[a]**	**Päevavalguse kättesaadavuse klassifikatsioon**
$D_{Ca,j} \geq 2$ %		Töö- ja õpikeskkonna päevavalgustsoonis
$D_{Ca,j} \geq 1{,}5$ %		Elamu kahe- ja kolmetoalise korteri puhul vähemalt kahes toas
[a] $D_{SNA} > 10$ % väärtuseid tuleks vältida ülekuumenemise ohu tõttu.		

Lisaks ülekuumenemise ohule tuleks suurenenud päevavalguse kasutusega samuti hinnata valgusräiguse ohtu (vt FprCEN/TR 16798-2 [7]).

TAL TECH

MÕNEDE RUUMIDE JA HOONETE TEHNOSÜSTEEMI MÜRA KRITEERIUMID

Arvutuslik jätkuva helitaseme ekvivalent $L_{Aeq,nT}$ [dB(A)] pidevalt toimivatele allikatele

Hoone	**Ruumi tüüp**	**Jätkuva helitaseme ekvivalent $L_{Aeq,nT}$ [dB(A)]**		
		I	**II**	**III**
Eluhoone	Elutuba	28	30	
	Magamistoad	25	30	
Kogunemise kohad	Auditooriumid	30	33	
	Raamatukogud	30	33	
	Kinod	35	35	
	Muuseumid	35	35	
Kaubanduslikud	Jaekauplused	40	40	
	Kaubamajad, supermarketid	40	40	
Haiglad	Magamistoad	25	28	
	Palatid	40	40	
	Operatsioonitoad			
Hotellid	Hotellitoad	30	30	
	Vastuvõtt, fuajeed	40	40	
Kontorid	Väikesed kontorid	35	35	
	Avatud kontorid	40	40	
	Konverentsiruumid	35	35	

TAL TECH

SISEÕHU SAASTEAINETE PIIRVÄÄRTUSED

Aine	Siseõhu kvaliteedi juhised
Süsinikoksiid (CO)	2000 µg/m^3
Lämmastikdioksiid (NO_2)	200 µg/m^3 (1 h keskmine) 40 µg/m^3 (aasta keskmine)
Formaldehüüd (CH_2O)	30 µg/m^3
Naftaleen ($C_{10}H_8$)	10 µg/m^3
Ammoniaak (NH_3)	20 µg/m^3
Stüreen (C_8H_8)	30 µg/m^3
Limoneen ($C_{10}H_{16}$)	1000 µg/m^3
Tetrakloroetüleen (C_2Cl_4)	250 µg/m^3 (aasta keskmine)
Benseen (C_6H_6)	5 µg/m^3

Aine	Siseõhu kvaliteedi juhised
2-etüülheksanool (2EH, $C_8H_{18}O$)	10 µg/m^3 (arvutatuna tolueenile)
2,2,4-trimetüül-1,3-pentaandiool-diisobutüraat (TXIB, $C_{16}H_{30}O_4$)	10 µg/m^3 (arvutatuna tolueenile)
LOÜ summaarne, arvutatuna tolueenile	200 µg/m^3
Ühe aine sisaldus LOÜ summaarses	50 µg/m^3
PM_{10}	50 µg/m^3 (24 h keskmine)
$PM_{2,5}$	25 µg/m^3 (24 h keskmine)
Asbestikiud	0,01 kiudu/cm^3
Mineraalvillakiud	0,2 kiudu/cm^2 kahe nädala jooksul pinnale langenud tolmus

TAL TECH

Energiaarvutuse lähteandmed vastavalt MKM nr. 63 ja 58

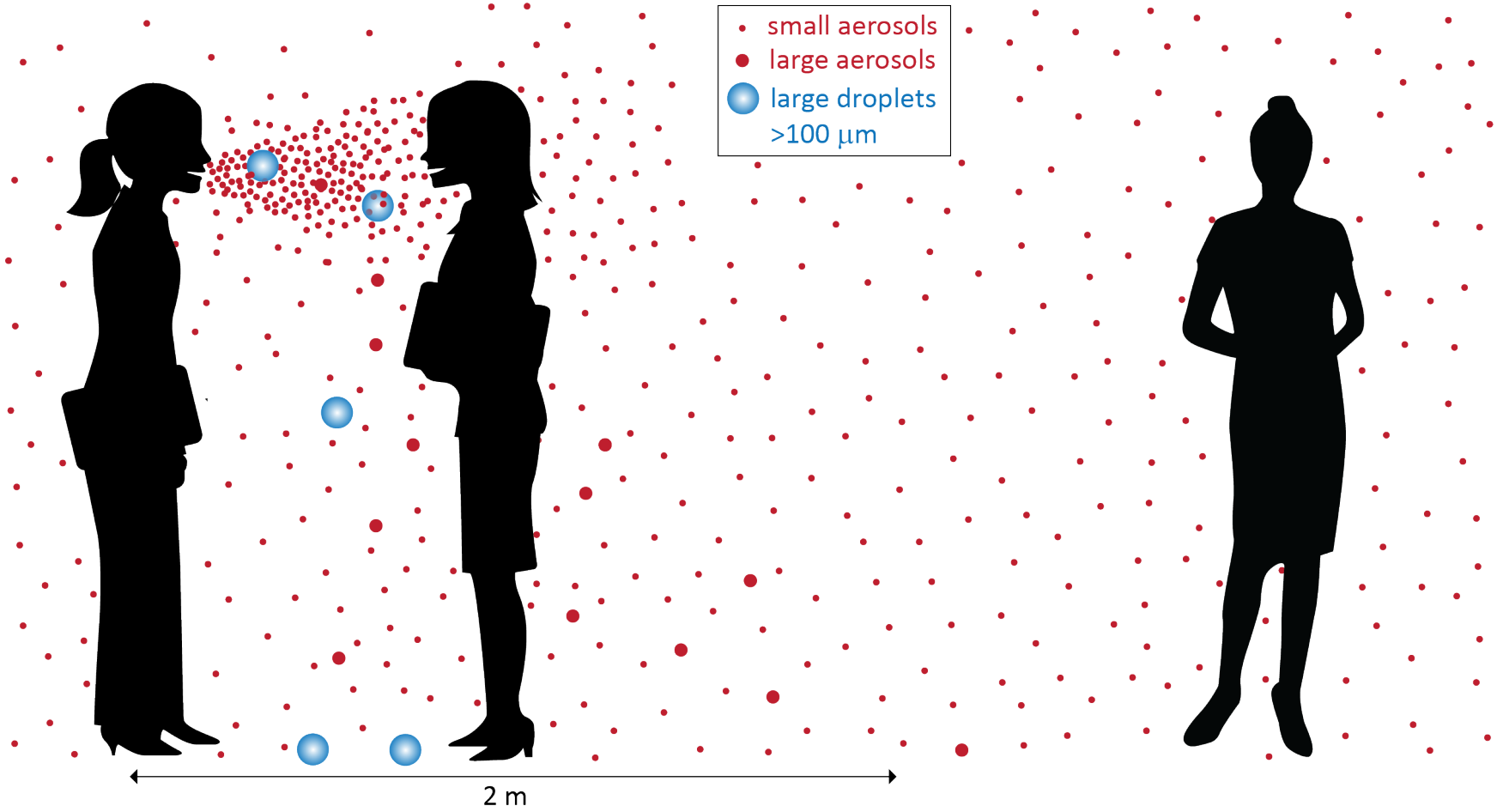
	Parameeter Kontorihoone	Väärtus	Ühik	Jaotis-tabel
Tööaeg	Tund päeval, START	7	tund	eeldatud
	Tund päeval, LÕPP	18	tund	eeldatud
	Pausid, kasutuskestus	0	tunnid	eeldatud
	päevad/nädal	5	päevad	
	tunnid/päev	11	tunnid	
	tunnid/aasta		tunnid	arvutatud
Sisemised vabasoojused	Asukad	17	m^2/inimene	eeldatud
	Asukad (summaarne)	8,3	W/m^2	arvutatud
	Asukad (kuiv)	5	W/m^2	arvutatud
	Seadmed	12	W/m^2	eeldatud
	Valgustus	10	W/m^2	
	Niiskuse toodang		$g/(m^2 \cdot h)$	arvutatud
	CO_2 toodang		$l/(m^2 \cdot h)$	arvutatud
Seadeväärtused	Min T,op hõivamata tundides		°C	eeldatud
	Max T,op hõivamata tundides		°C	eeldatud
	Min T,op, küte/talv	21	°C	7.2, tabel B.2
	Max T,op, jahutus/suvi	25	°C	7.2, tabel B.2
	Ventilatsiooni tase (min)	2	$l/(s\ m^2)$	6.3.2.2,
	Max CO_2 kontsentratsioon (üle välise kontsentratsiooni)	500	ppm	6.3.2.3
	Min suhteline niiskus		%	7.4, tabel B.16
	Max suhteline niiskus		%	7.4, tabel B.16

	Kasutusaste			Energiaarvutus		
	Nädalapäevad			Nädalavahetused		
h	Asukad	Seadmed	Valgustus	Asukad	Seadmed	Valgustus
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0,2	0,2	0,2	0	0	0
9	0,6	0,6	0,6	0	0	0
10	0,6	0,6	0,6	0	0	0
11	0,7	0,7	0,7	0	0	0
12	0,7	0,7	0,7	0	0	0
13	0,4	0,4	0,4	0	0	0
14	0,6	0,6	0,6	0	0	0
15	0,7	0,7	0,7	0	0	0

KOKKUVÕTE

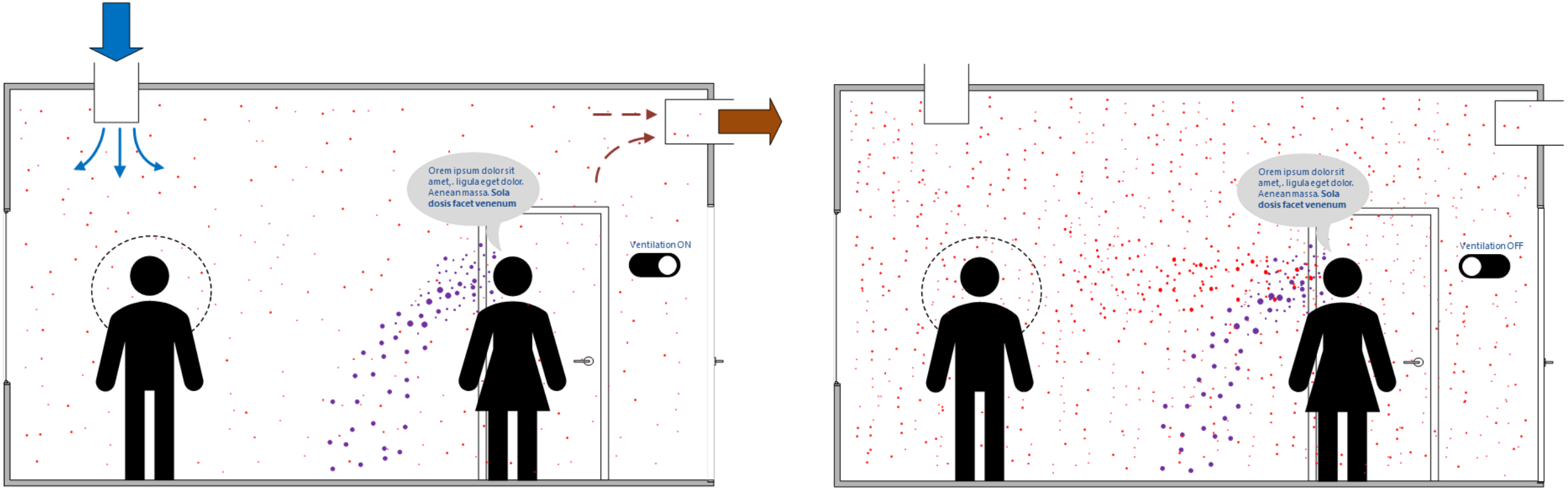
- Sisekliimastandardi normlisa toob olulist selgust hoonete ventilatsiooni ja sisekliima projekteerimisel, samuti sisekliima hindamisel olemasolevates hoonetes
- Uued, täpsustatud ja ka varasemast rangemad nõuded ventilatsiooni määrale, õhu liikumise kiirusele, ühtteist ka mürale ja päevavalgusele
- Täiesti uued nõuded keemilistele ohuteguritele: 2EH, TXIB, LOÜ, mineraalvillakiud – üliolulised niiskuskahjustuste ja ebamääraste sisekliimaprobleemide uuringutes
- Suur edasiminek füüsikaliste ja keemiliste ohutegurite osas, kuid bioloogilised ohutegurid on endiselt adekvaatselt kajastamata
- Normlisa on hea sissejuhatus tulevasele sisekliimamäärusele

Ventilatsioon ja COVID-19



Morawska et al. 2020 How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?
https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832

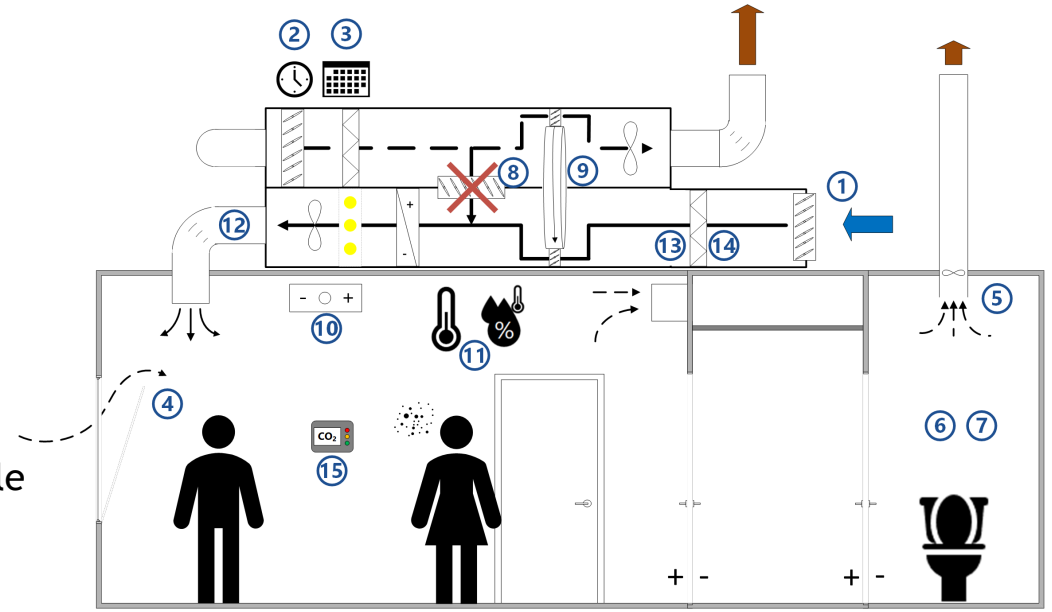
Ventilatsiooni mõju

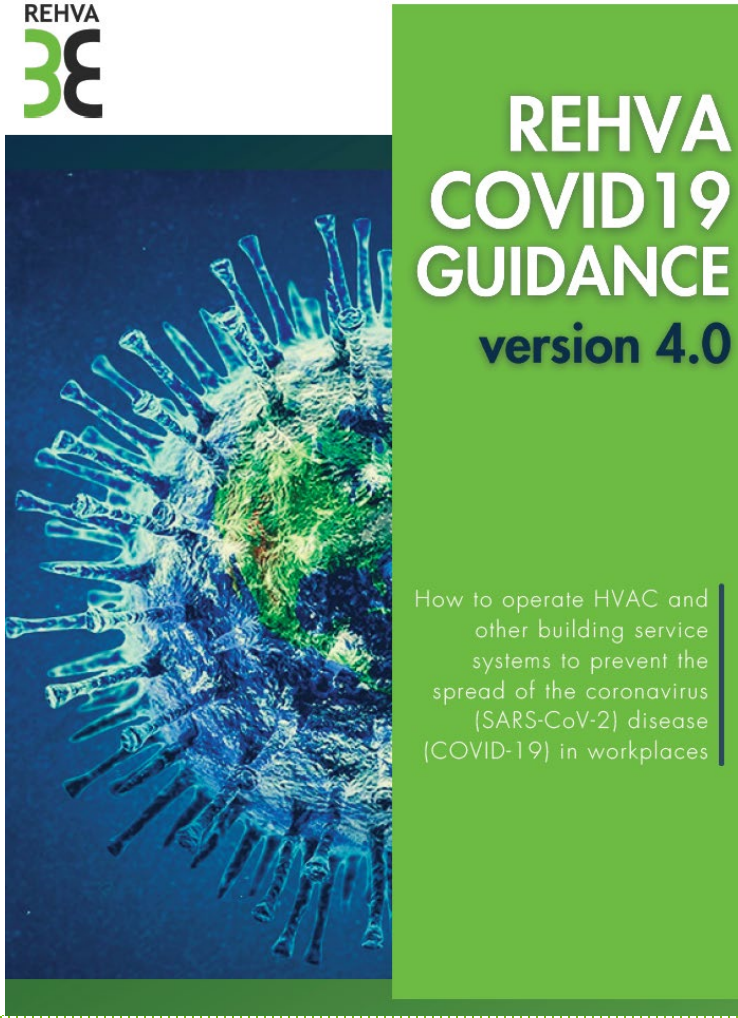


- Ventilatsioon sees/väljas
- Doos (võrdeline nakkuse tõenäosusega) = kontsentratsiooni, õhuvooluhulga ja aja korrutis
- Ventilatsiooni lisaks viiruseosakesi võib eemaldada filtritega või deaktiveerida UV-C-ga

15 REHVA soovitust olemasolevatele hoonetele

1. Ventilation rates
2. Ventilation operation times
3. Overrule of demand control settings
4. Window opening
5. Toilet ventilation
6. Windows in toilets
7. Flushing toilets
8. Recirculation
9. Heat recovery equipment
10. Fan coils and split units
11. Heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Duct cleaning
13. Outdoor air and extract air filters
14. Maintenance works
15. IAQ monitoring

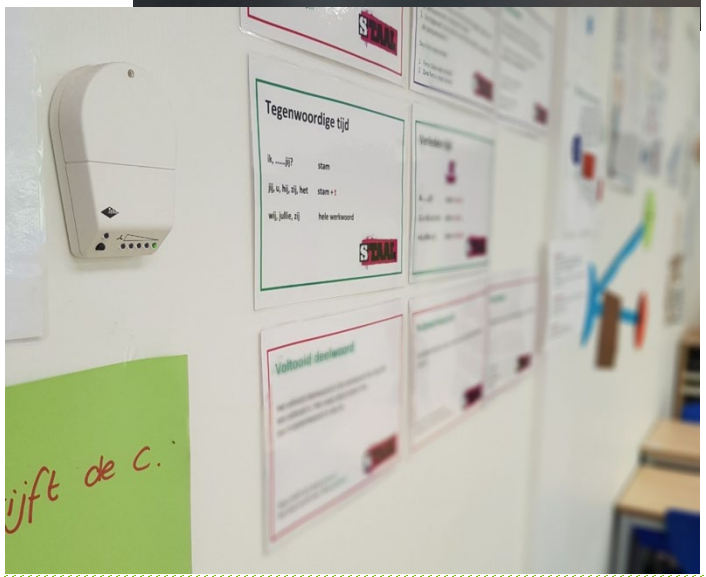




https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance

Põhilised soovitused

- Pikendada ventilatsiooni käiduaegasid (2 tundi enne ja pärast kasutusaega)
- Nõudluspõhiste süsteemide ümberseadistamine
- Vältida tagastusõhu (retrsirkulatsiooni) kasutamist
- Kui tagastusõhku ei ole võimalik vältida, siis paigaldada F8 filtrid (ca 80% eraldusaste, sest viirus ei ole paljas)
- Rootorsoojusvahetite tehniline ülevaatus
- Sisekliima tagamiseta hoonetes paigaldada CO_2 andurid (800 ppm kollane, 1000 ppm punane)



UUENDATUD MÄÄRUS JA TTJA JUHEND

Uuendatud 29.11.2020

Hoolekandeasutuse hoone ja sisekliima tagamisega mitteelamu ventileerimise ja tuulutamise nõuded:
https://www.riigiteataja.ee/akt/126112020018

Avalike hoonete ventilatsioonisüsteemide seadistamine ja käitamine viiruse leviku tõkestamiseks

https://www.ttja.ee/sites/default/files/content-editors/Dokumendid/ventilatsioonisusteemide_too_eriolukorras_dets_2020.pdf

HOOLEKANDEASUTUSE HOONE JA SISEKLIIMA TAGAMISEGA MITTEELAMU VENTILEERIMISE JA TUULUTAMISE NÕUDED

§ 1. Määruse reguleerimisala

(1) Määrusega nähakse ette nõuded hoolekandeasutuse hoone ja mitteelamu, mille sisekliima ja ruumiõhu kvaliteedi tagamiseks kasutatakse energiat, (edaspidi *hoone*) ventileerimisele ja tuulutamisele.
[RT I, 26.11.2020, 16 - jõust. 29.11.2020]

(2) Määruse nõudeid ei kohaldata hoone osas, mis ei ole kasutuses vähemalt 60 protsendi ulatuses.

§ 2. Hoone ventileerimine ja tuulutamine

(1) Ventilatsioonisüsteem peab hoone või selle eraldi kasutatava osa kasutamise ajal ning vähemalt kaks tundi enne ja pärast hoone kasutamist töötama maksimaalsel projekteeritud tootlikkusel.

(2) Hoones, kus puudub soojustagastusega sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsioon, tuleb ruume intensiivselt tuulutada.
[RT I, 26.11.2020, 16 - jõust. 29.11.2020]

§ 3. Nõuded tagastusõhuga ventilatsioonisüsteemile
[RT I, 26.11.2020, 16 - jõust. 29.11.2020]

(1) Hoonepõhine tagastusõhuga ventilatsioonisüsteem lülitatakse täielikult ümber välisõhule, sulgedes selleks tagastusõhuklapid ja avades värskeõhuklapid.

(2) Kui ruumitemperatuuri tagamiseks ei ole ventilatsiooniagregaadi täielikult välisõhule ümberlülitamine võimalik, siis suurendatakse välisõhu osakaalu vähemalt 50 protsendini sissepuhkeõhust ja parandatakse väljatõmbeõhu filtreerimist samale tasemele välisõhu filtreerimisega.
[RT I, 26.11.2020, 16 - jõust. 29.11.2020]

Aerosoolse leviku nakkusriski hindamine

- COVID-19 haigus seostub lähikontaktiga (mille jaoks ventilatsioon ei ole lahendus) ja ruumidega, mis on puudulikult ventileeritud
- Superlevikuga juhtumite puhul välisõhu ventilatsioon on olnud kõigest 1–2 L/s inimese kohta (Guangzhou restoran, Skagit Valley koorilaulmine)
- Kas tavapärane 10 L/s inimese kohta on piisav – tõendus puudub
- Mõningane tõendus nakkuste puudumisest haiglates (u 40 L/s patsiendi kohta, 6-12 1/h)

- Tavapärane projekteerimine ISO 17772-1:2017 ja EN 16798-1:2019 annab tulemuseks II kategoorias 1.5 – 2 L/s m^2 (10–15 L/s inimene) büroodes ja umbes 4 L/s m^2 (8–10 L/s inimene) klassiruumides ja nõupidamiste ruumides
- 4 L/s m^2 nõupidamiste ruumides ja klassiruumides vastab 5 1/h
- WHO 6 1/h https://www.youtube.com/watch?v=XJC1f7F4qtc&feature=youtu.be

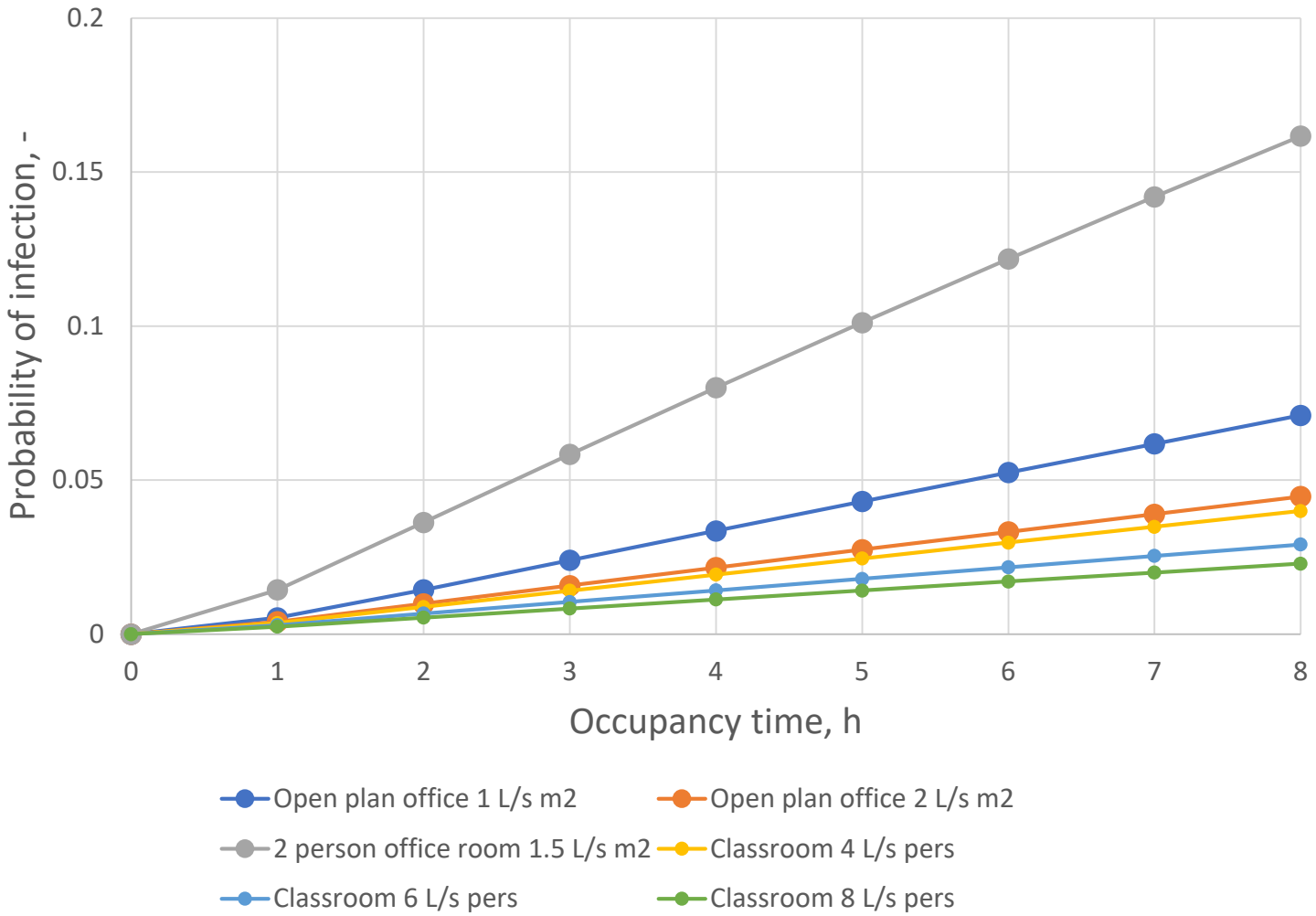
Nakkusriski hindamine Wells-Riley mudeliga

- Common cold/rhinovirus (Yuexia Sun et al. 2011) 1-10 quanta/h
- Influenza (Mesquita, Noakes and Milton 2020) 0.1-0.2 q/h in average, but 630 q/h max daily rate
- SARS-CoV-2 (Buonanno G, Morawska L, Stabile L, 2020):

Activity	Quanta emission rate, quanta/h
Resting, oral breathing	3.1
Heavy activity, oral breathing	21
Light activity, speaking	42
Light activity, singing (or loudly speaking)	270

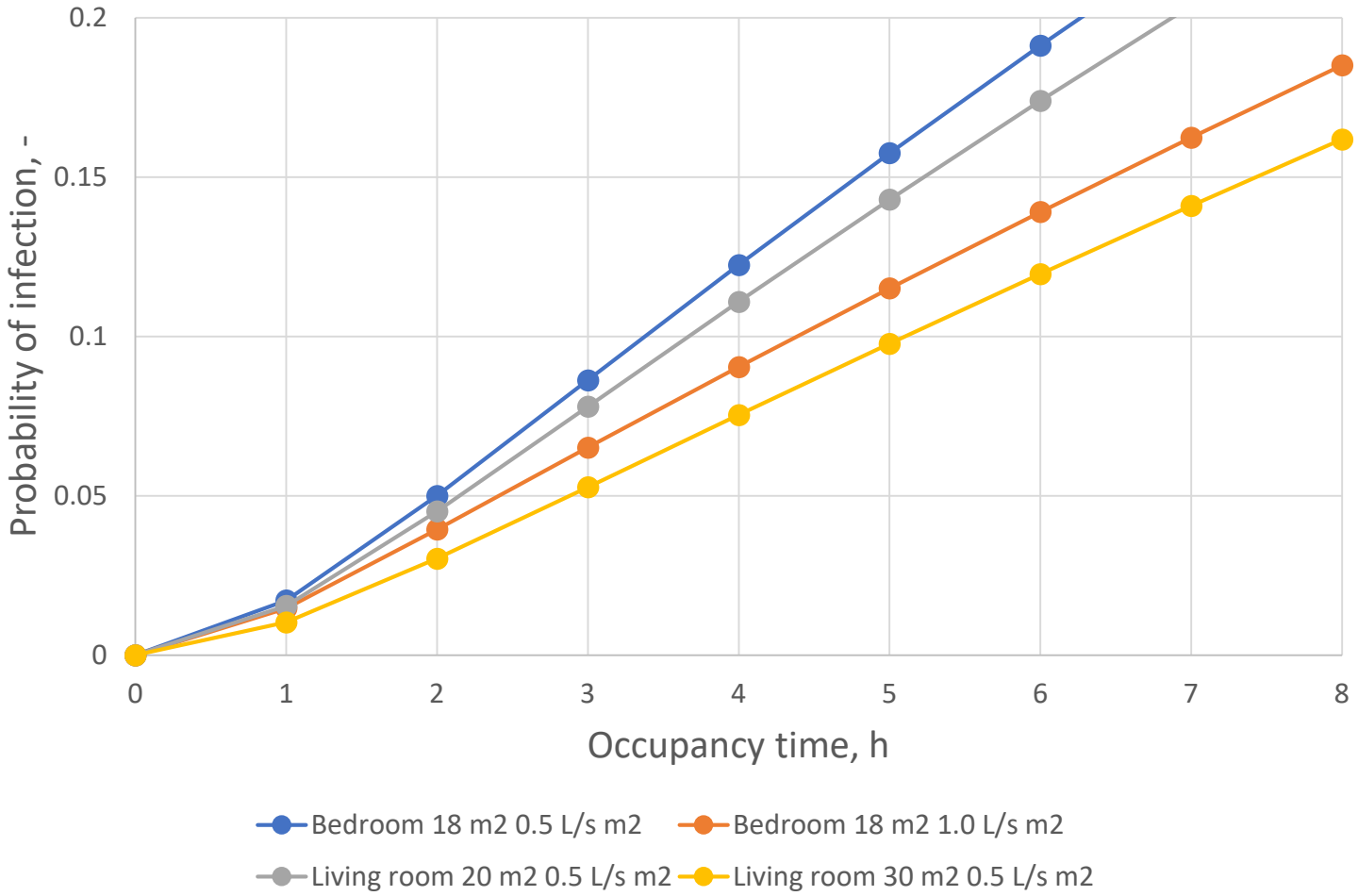
Arvutusnäited

- Oletusena 1 nakatunud inimene kõikides ruumides
- 5 quanta/h büroodes ja klassiruumides
- Täieliku segunemise oletus
- 1.5 L/s m^2 ventilatsioon 2 inimese 16 m^2 tööruumis
- 50 m^2 avatud kontor
- 56 m^2 klassiruum
- → **nii ventilatsiooni õhuvooluhulk kui ruumi suurus mõjutavad, st õhuvooluhulk nakatunud inimese kohta**

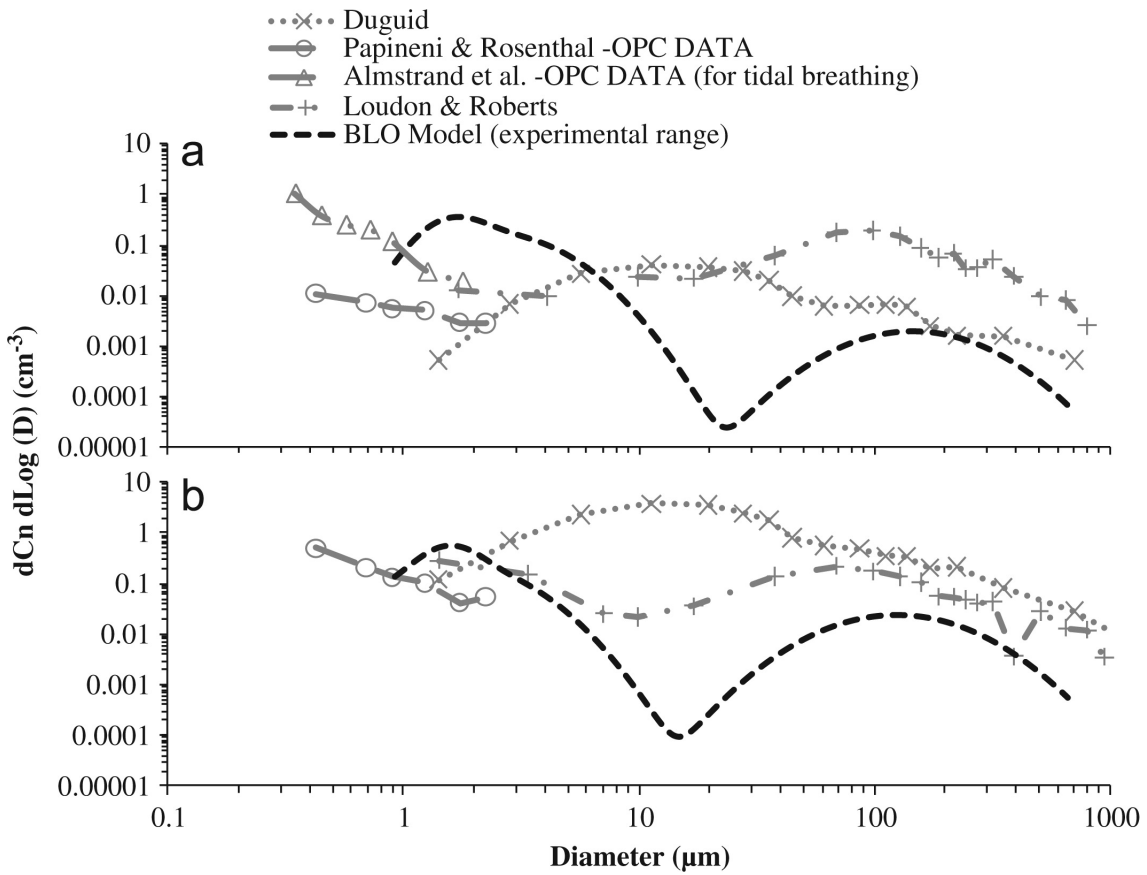


For comparison: home ventilation

- Very high risk even in well ventilated apartments (close contact not taken into account)
- CDC report showed that 53% of people who were living with a COVID-19 positive person wound up sick within a week https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6944e1.htm?s_cid=mm6944e1_w
- (focus to staircases and other common rooms)

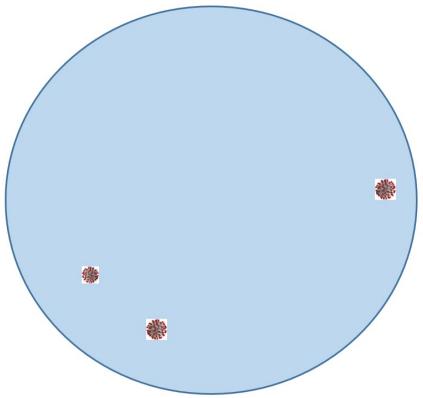


Filtration with ePM1 80% (former F8) filters



Expelled aerosol size distribution (a) speaking and (b) coughing G.R.Johnson, L.Morawska et al. 2011 https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2011.07.009

- An airborne virus is not naked (0.1 µm) but is contained inside expelled respiratory fluid droplets (= droplet nuclei = virus containing aerosol)
- Most of expelled droplets > 1 µm, main interest range 1–10 µm
- ePM1 (F8) filters provide capture efficiency of 65-90% for PM1
- Therefore, already good fine outdoor air filters provide reasonable filtration efficiency for room or return air

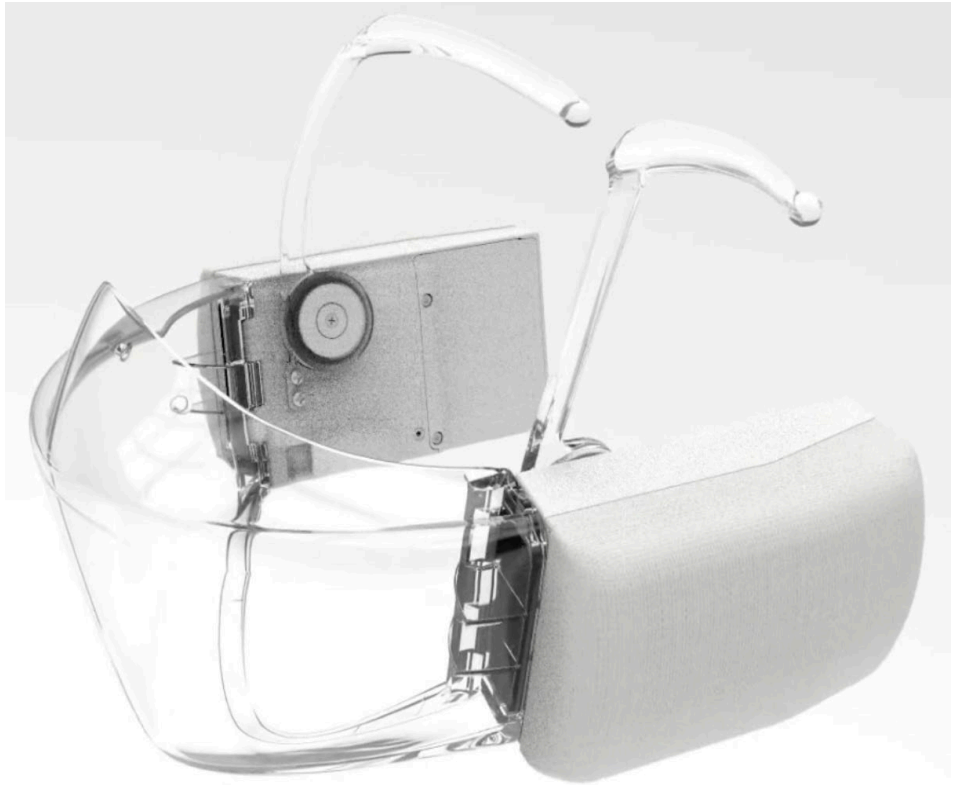


REHVA Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

NB! Avalikele hoonetele: ePM1 80% (F8) ei kehti haiglaventilatsioonis

> 1 μm particle filtration is relatively easy

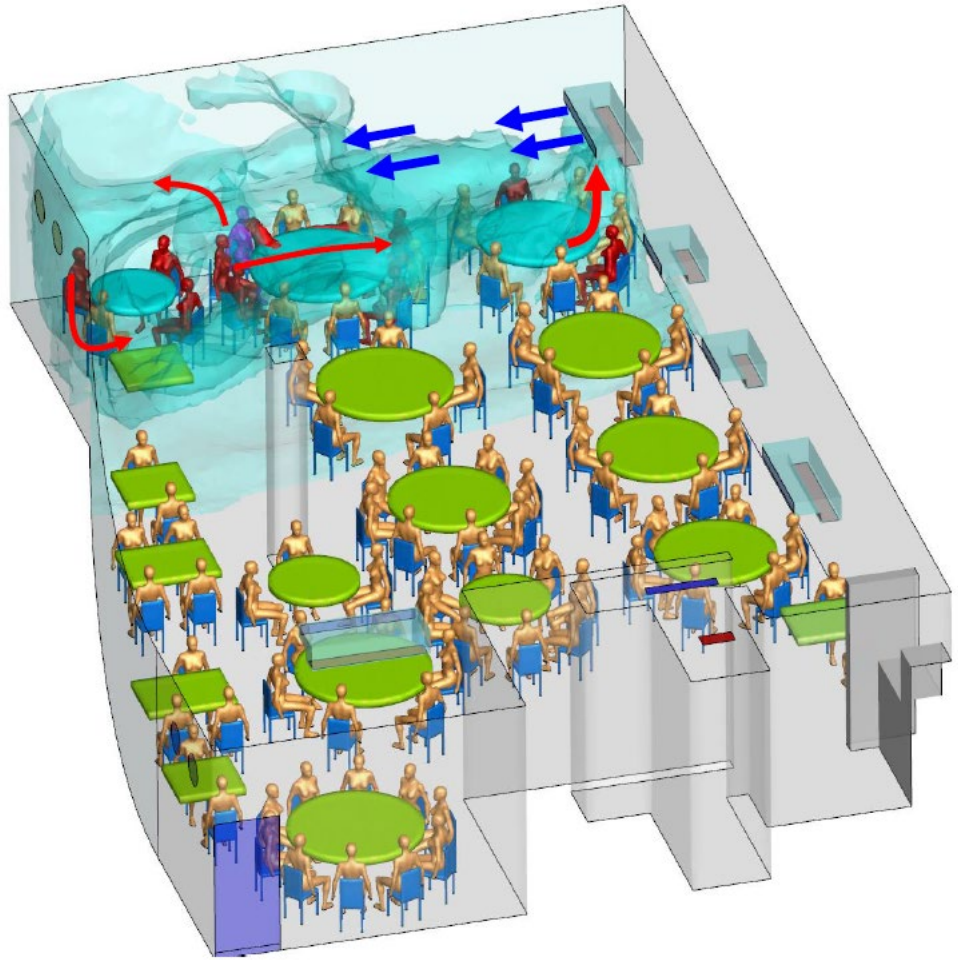
- Good opportunity for high-capacity air cleaners (2…5 ach), even less than HEPA filters enough for remarkable particle concentration reduction
- Performance of air cleaners in real rooms to be studied, how to be located and sized etc.



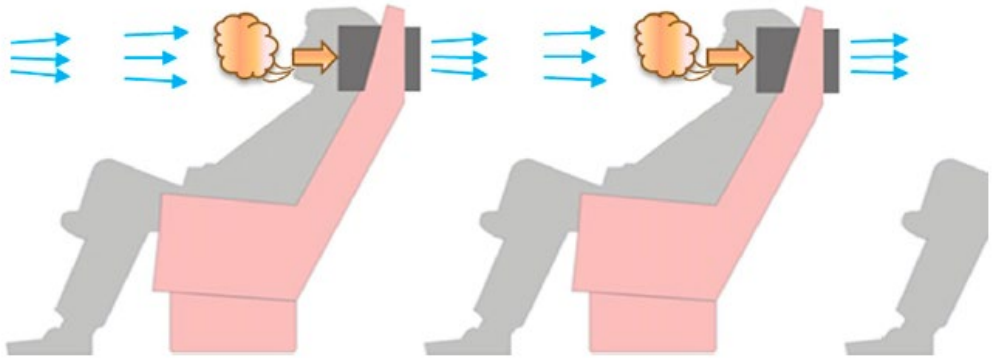
- More advanced personal protection (fan + filter) devices https://www.ao-air.com

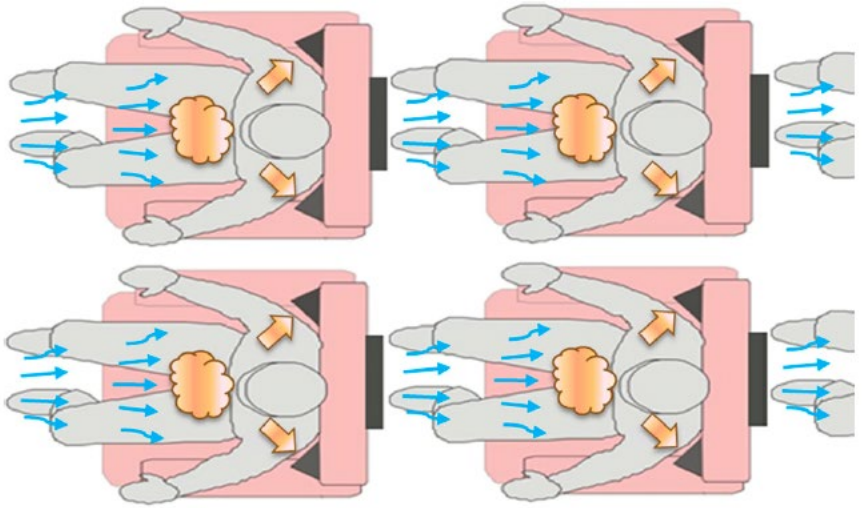
Propagation and spread by air currents directed to a person

- New meaning for air movement/distribution
- ECDC addresses in their HVAC paper "Air flow generated by air-conditioning units may facilitate the spread of droplets excreted by infected people longer distances within indoor spaces."
- In reality, combined effect of directed air flow of the split unit and the poor ventilation (1 L/s per person) known in the Guangzhou restaurant
- Unfavorable airflow patterns may increase the concentration in the breathing zone for instance in some displacement and underfloor systems (Pantelic & Tham 2013, Bolashikov et al. 2012)



Personal ventilation in fixed seats

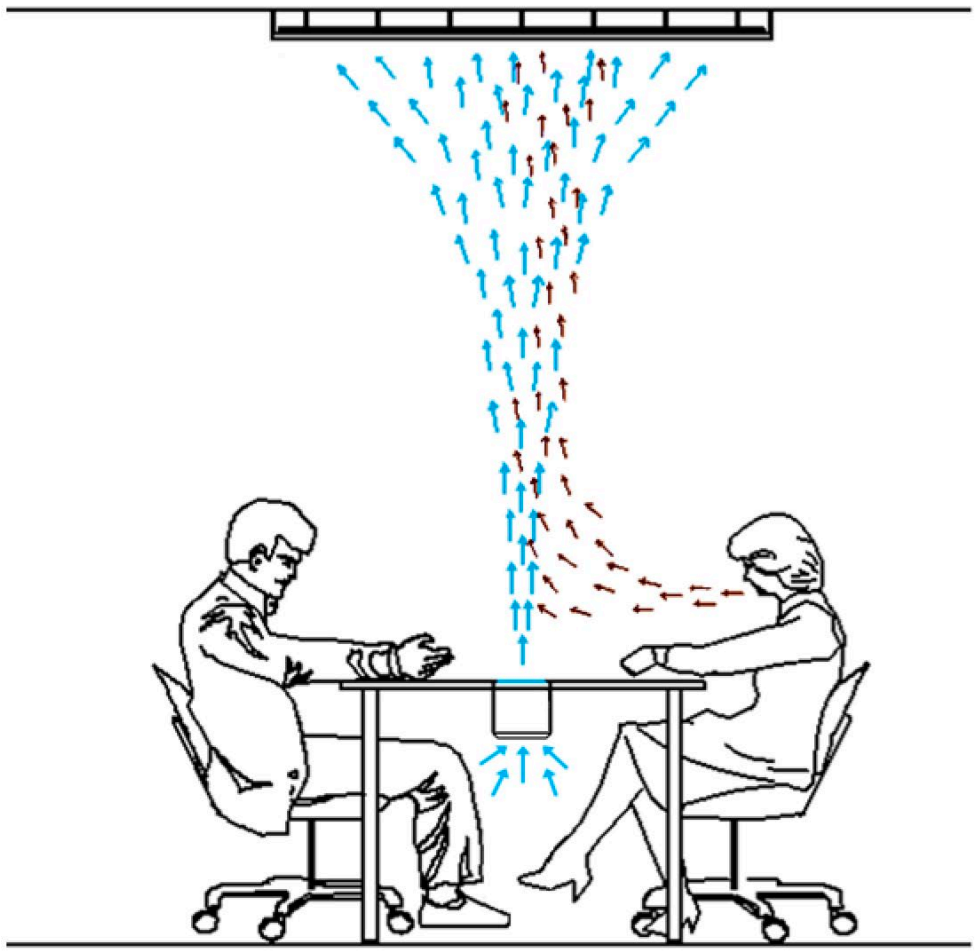




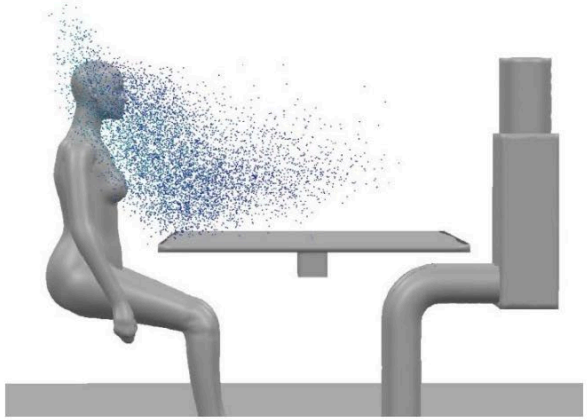
- Seat incorporated advanced air distribution for the removal of exhaled air at the source and delivery of clean air to the breathing zone (Melikov and Dzhartov, 2013)
- Why such solutions are not in use in airplanes and busses?

Targeted ventilation: source control

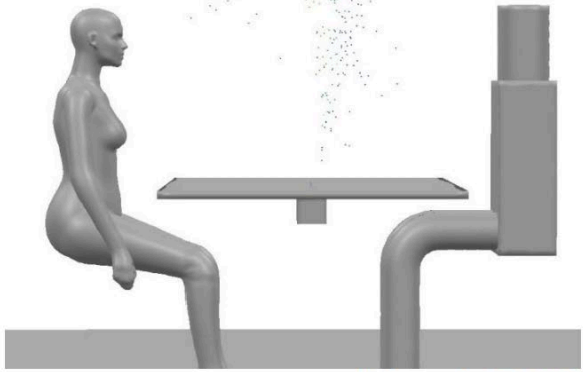
Consultation rooms



Medium cough
No curtain; after *t*=5



Medium cough
with curtain at 16 L/s;
t=5 *s*



Mazei 2011

PANDEEMIAKINDEL NÕUPIDAMISTERUUM

ETAG-i COVSG38 projekti esimesed mõõtmised

Järgnevad tegevused:

- Mõõtmised avatud kontorites jt. ruumides
- Uute õhujaotuslahenduste katsetamine laboris
- Vajaliku ventilatsiooni määra /nakkusriski analüüsid

VENTILATSIOON JA COVID-19 KOKKUVÕTE

- Nn piisknakkushaigus levib väljahingatavate suuremate piiskade ja väiksemate aerosoolide vahendusel milles sisalduvad viirused püsivad õhus aktiivsed kuni 3 tundi
- Aerosoolid hõljuvad õhus ja kanduvad koos õhu liikumisega kümnete meetrite kaugusele
- Nakkuskandja vahetus läheduses on kõrge viiruseosakeste kontsentratsioon
- Alates 1,5 m kauguselt saab viiruse levikut tõkestada üldventilatsiooniga
- Kõige ohutumad on suured ruumid (klassiruumid jne) kus nakkuskandja kohta on suur õhuvooluhulk – praegused ventilatsiooni määrad piisavad mõistlikel riskitasemetel
- Väikestes ruumides suur risk – ohutu kasutada ainult ühe inimese poolt
- Doos sõltub kontsentratsiooni ja aja korrutisest, mistõttu lühiajalised viibimised ohutumad
- Soovitatav teostada nakkusriski arvutus konkreetsetele ruumidele
- Sisekliima tagamiseta ruumidesse soovitav paigaldada CO_2 andurid, >1000 ppm puhul vajalik tuulutada või lahkuda ruumist
- Pikemas perspektiivis kontsentratsiooni alandamine võimsama ventilatsiooni, õhujaotuse ja personaalse ventilatsiooni lahendustega

TAL TECH