



TALLINNA
TEHNIKA KÕRGGKOO
TTK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sisekliima

Leena Paap

Mis on (millistest komponentidest koosneb) hoone sisekliima?

Soojuslik sisekliima

(Temperatuur, pindade temperatuur, niiskus, tõmbus, kiirgus)

Õhu kvaliteet

(Niiskus, gaasilised saasteained ja tahked osakesed)

Valgus

(Otsene päikese kiirgus ja hajuskiirgus)

Müra

(müratase, vibratsioon)

Õhu ionisatsioon ja elektromagnetlained

Miks on hoone sisekliima oluline?

Inimene veedab 85-90% ajast (ruumis)
sisetingimustes!

Hea sisekliima saavutamine peaks olema iga
hoone kavandamise/ehitamise prioriteet,
sest...

Sisekliimast sõltub...

Inimeste tervis

- Ohtlikud gaasid
- Ohtlikud osakesed
- Elektromagnetlained

Inimeste heaolu ja produktiivsus

- Termiline kliima –temperatuur, pindade temperatuurid, õhu liikumine, õhu suhteline niiskus
- Valgus –Päevavalgus, päevavalgustegur, pimestuse oht (räigus), elektrivalgus jne
- Müra
- Ioonisatsioon

Halva/puuduliku sisekliima mõju inimesele...

Õhu saasteained võivad esile tuua allergiaid,
samuti kahjustada tervist.

Ruumi pikaajaline halb soojusolukord võib
inimese organismi väga tugevasti
koormata ja põhjustada tervisehäireid

Madal suhteline niiskus -limaskestade kuivamine, tolmune õhk.

Kõrge suhteline niiskus - suureneb õhku erituvate saasteainete hulk (Bakterite ja seente lisanduspiir on tavaliselt 60-70% piires), vähe tolmu

Puudulik loomulik valgus või valgusräigus- halvenev nägemine

Liiklusmüra -kahjustub kuulmine

Rasked "+" ioonid -vähene vaimne aktiivsus, peavalu, stress, närvilisus

Elektromagnetlained vähk, nurisünnitus, loote kahjustus

Haige hoone sümptomid on WHO (Maailma Terviseorganisatsioon) määrangu kohaselt

- nina, kurgu ja silmade ärritus
- kuivad limaskestad ja kuiv nahk
- naha punaplekilisuus
- vaimne väsimus ja peavalu
- hingamisteede põletikud ja köha
- kähe hääl
- liigtundlikkuse ilmingud
- iiveldus ja peapööritus

ARHITEKT+EHITAJA=KOOSTÖÖ

KONKREETSED OMADUSED

Neid näeb, neid saab käega katsuda

Asukoht

Orientatsioon

Ehituse üldkuju

Fassaad

Katus

Seinad

Põrandad

Laed

Kandev konstruktsioon

Ruumide lahendused

Pindade materjalid

jne

ABSTRAKTSED OMADUSED

“FUNKTSIOONID”

Neid ei näe, ei saa käega katsuda

Temperatuur

Niiskus

Õhuliikumise kiirus

Õhu puhtus

Valgus

Müra tase

jne

aga kui nad on puudulikud siis see mõjutab inimese tervist ja vähendab heaolu ja produktiivsust

Sisekliima EVS-EN 15251:2007(2010)

- Klass I** –Kõrged nõudmised sisekliima kvaliteedile. Soovitav ruumides, kus viibivad väga tundlikud, nõrga tervisega ja erinõuetega inimesed, nt puuetega inimesed, väga haiged, väikesed lapsed ning eakad inimesed;
- Klass II** –Tavapärased nõudmised sisekliima kvaliteedile. Tuleks rakendada uute ja renoveeritavatel hoonetel;
- Klass III** –Mõõdukad nõudmised sisekliima kvaliteedile. Võib rakendada olemasolevates hoonetes;
- Klass IV** –Jäävad välja eelnimetatud klasse. Hooned võivad olla kasutused vaid piiratud aja.

Sisekliima EVS-EN 15251:2007(2010)

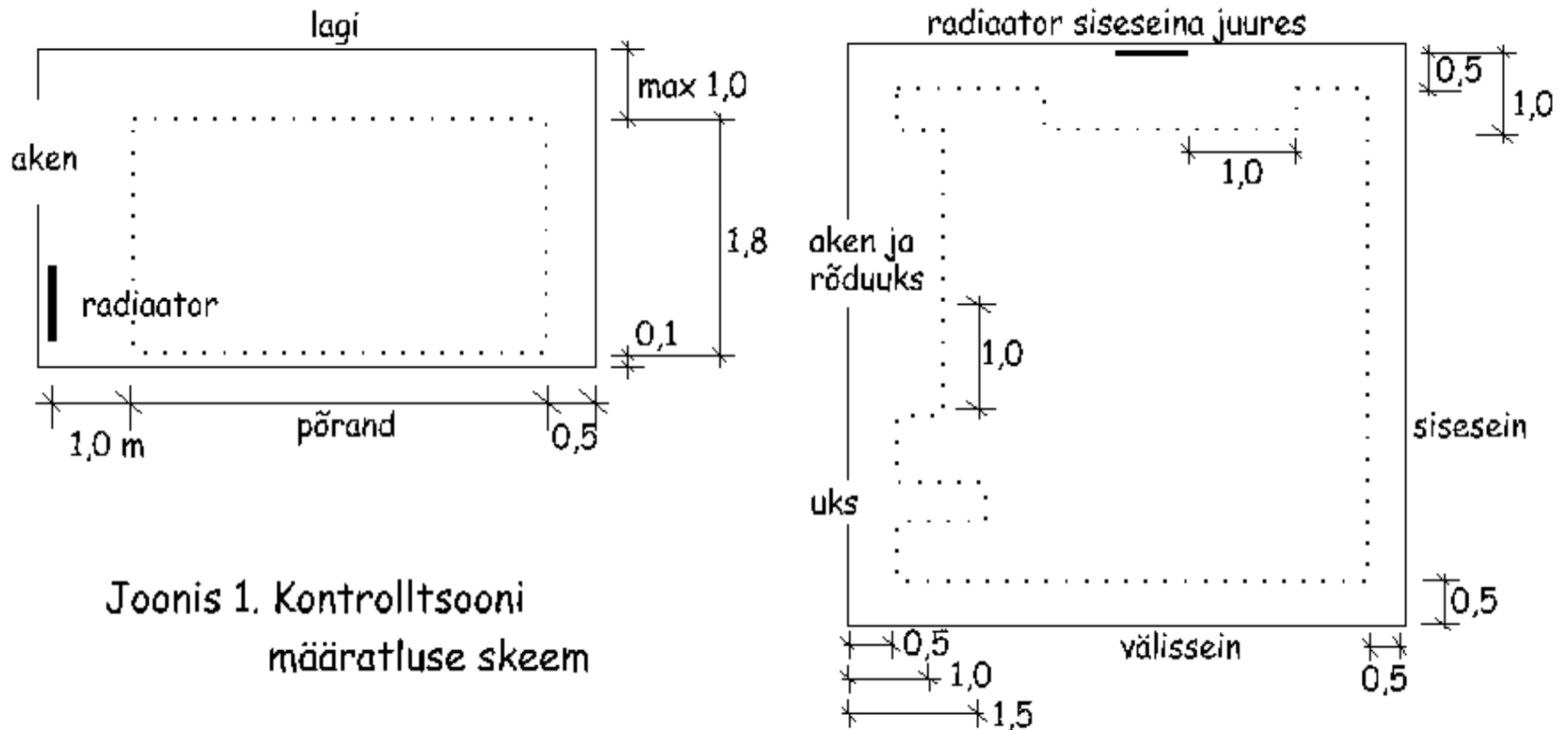
Hoone või tüüp	Sisekliima klass	Temperatuuri vahemik kütteks, °C; Riietus ~1,0 clo	Temperatuuri vahemik jahutuseks, °C; Riietus ~0,5 clo
Eluhooned, elamisruumid (magamistoad, elutoad jne), istuv kehaline aktiivsus ~1,2 met	I	21-25	23,5-25,5
	II	20-25	23-26
	III	18-25	22-27
Eluhooned, muud ruumid (köögid, panipaigad jne), seisev/kõndiv kehaline aktiivsus ~1,5 met	I	18-25	
	II	16-25	
	III	14-25	
Üksikud kontoriruumid, avatud bürood, konverentsiruumid, auditooriumid, kohvikud, restoranid, klassiruumid, istuv kehaline aktiivsus ~1,2 met	I	21-23	23,5-25,5
	II	20-24	23-26
	III	19-25	22-27
Lasteaiad, seisev/kõndiv kehaline aktiivsus ~1,5 met	I	19-21	22,5-24,5
	II	17,5-22,5	21,5-25,5
	III	16,5-23,5	21-26
Kaubamajad, seisev/kõndiv kehaline aktiivsus ~1,5 met	I	17,5-20,5	22-24
	II	16-22	21-25
	III	15-23	20-26

KUS PEAB SISEKLIIMA RUUMIS TAGATUD OLEMA?

Piirväärtustele vastavad tingimused tuleb tagada ruumi selles osas, kus inimesed kõige rohkem viibivad.

KONTROLLTsoon/VIIBIMISTsoon

Sisekliima-kontrolltsoon



Joonis 1. Kontrolltsooni
määratluse skeem

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur- õhutemperatuur, operatiivne temp

PMV indeks

PPD indeks

Soojusliku sisekliima tajumine

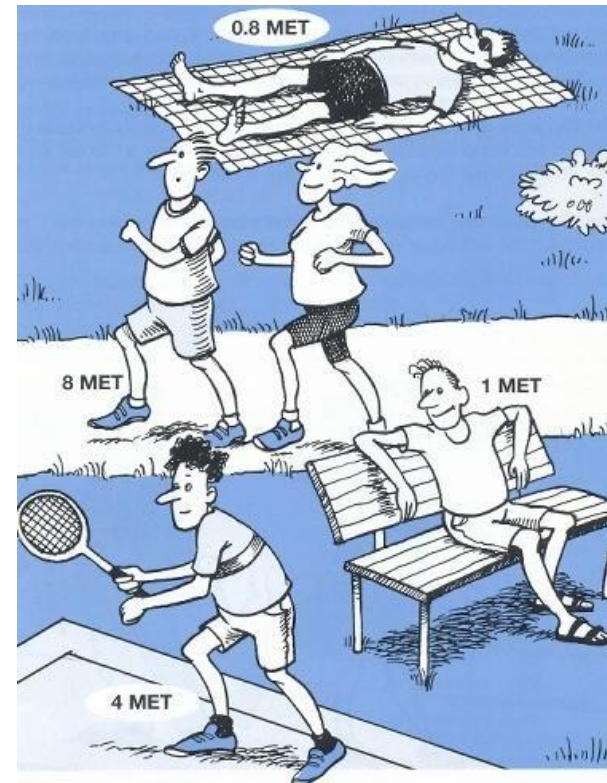
Õhu liikumise kiirus, DR indeks

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

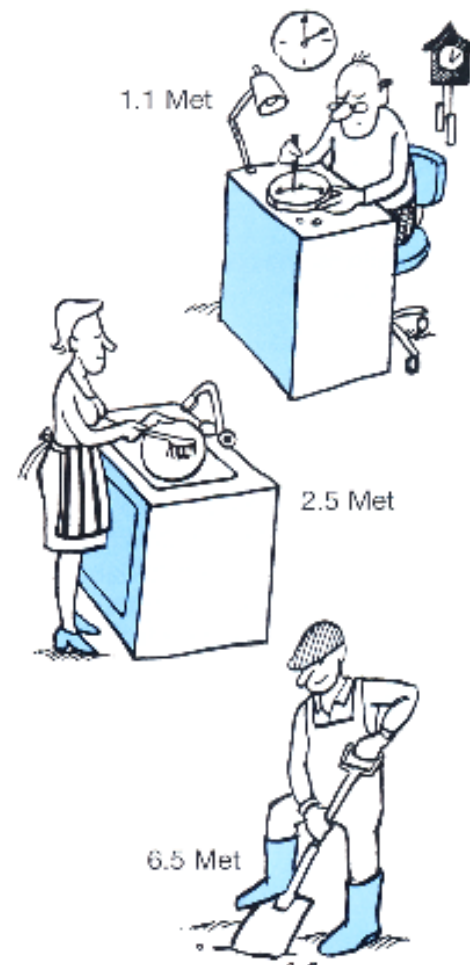
Ainevahetuse ehk metabolismi all mõistetakse keha energia kulutamist, mille tulemusena eraldub soojus. Metabolismi ühikuks on met. Metabolismi suurus on otseses sõltuvuses inimese tegevuse aktiivsusest.

Keskmise ($H=1,75\text{m}$; $M=75\text{kg}$; $A_{in}=1,8\text{ m}^2$) rahulikus olekus istuva inimese aktiivsustasemele vastab **1 met**, millele vastab **105 W**



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

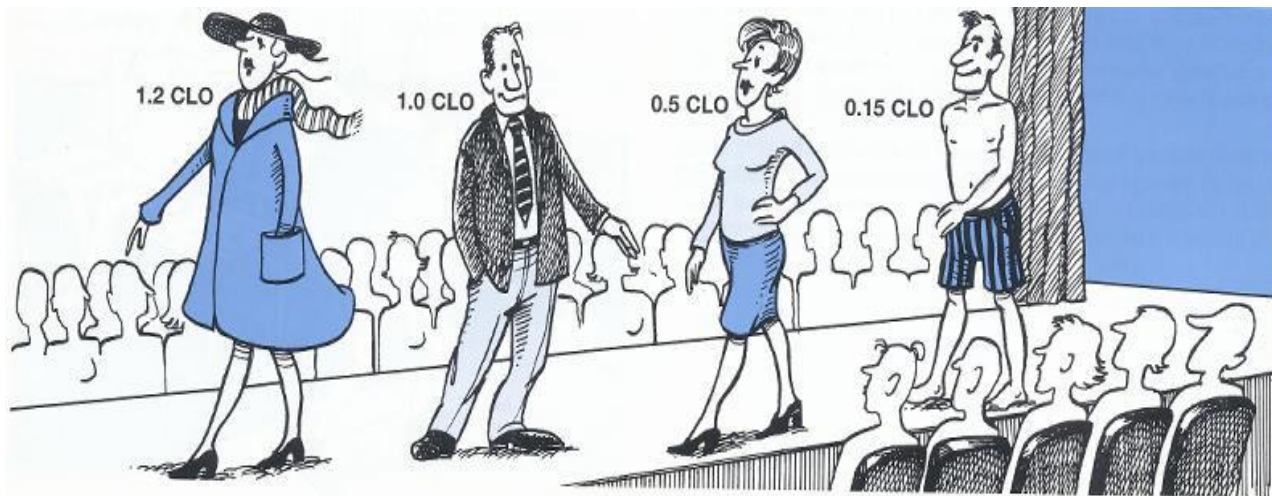
Activity	Metabolic rates [M]	
Reclining	46 W/m ²	0.8 Met
Seated relaxed	58 W/m ²	1.0 Met
Clock and watch repairer	65 W/m ²	1.1 Met
Standing relaxed	70 W/m ²	1.2 Met
Sedentary activity (office, dwelling, school, laboratory)	70 W/m ²	1.2 Met
Car driving	80 W/m ²	1.4 Met
Graphic profession - Book Binder	85 W/m ²	1.5 Met
Standing, light activity (shopping, laboratory, light industry)	93 W/m ²	1.6 Met
Teacher	95 W/m ²	1.6 Met
Domestic work - shaving, washing and dressing	100 W/m ²	1.7 Met
Walking on the level, 2 km/h	110 W/m ²	1.9 Met
Standing, medium activity (shop assistant, domestic work)	116 W/m ²	2.0 Met
Building industry - Brick laying (Block of 15.3 kg)	125 W/m ²	2.2 Met
Washing dishes standing	145 W/m ²	2.5 Met
Domestic work - raking leaves on the lawn	170 W/m ²	2.9 Met
Domestic work - washing by hand and ironing (120-220 W/m ²)	170 W/m ²	2.9 Met
Iron and steel - ramming the mould with a pneumatic hammer	175 W/m ²	3.0 Met
Building industry - forming the mould	180 W/m ²	3.1 Met
Walking on the level, 5 km/h	200 W/m ²	3.4 Met
Forestry - cutting across the grain with a one-man power saw	205 W/m ²	3.5 Met
Agriculture - Ploughing with a team of horses	235 W/m ²	4.0 Met
Building industry - loading a wheelbarrow with stones and mortar	275 W/m ²	4.7 Met
Sports - Ice skating, 18 km/h	360 W/m ²	6.2 Met
Agriculture - digging with a spade (24 lifts/min.)	380 W/m ²	6.5 Met
Sports - Skiing on level, good snow, 9 km/h	405 W/m ²	7.0 Met
Forestry - working with an axe (weight 2 kg, 33 blows/min.)	500 W/m ²	8.6 Met
Sports - Running, 15 km/h	550 W/m ²	9.5 Met



Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Riietusel on ilmne mõju kliimategurite tunnetamisel. Soojustakistuse suurus ehk soojustakistust mõõdetakse riietuse ühikutes, clo, ($\text{m}^2\text{K/W}$).



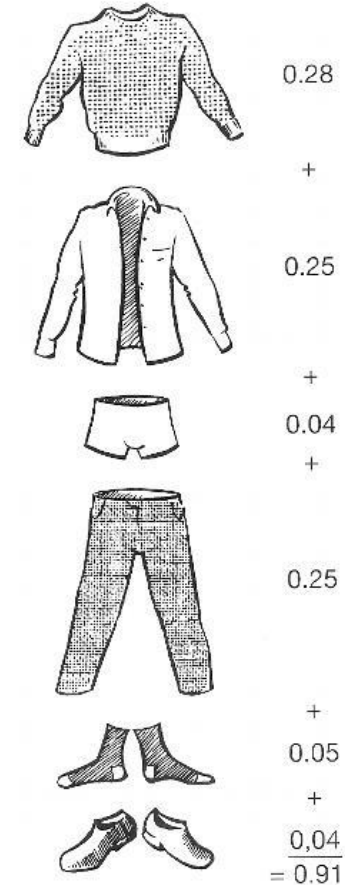
1 clo mis vastab meeste ülikonnale vastab $0.158 \text{ m}^2\text{K/W}$

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Garment description		I_{clu} Clo	I_{clu} m ² °C/W
Jacket	Vest	0.13	0.020
	Light summer jacket	0.25	0.039
	Jacket	0.35	0.054
	Smock	0.3	0.047
Coats and overjackets and overtrousers	Coat	0.6	0.093
	Down jacket	0.55	0.085
	Parka	0.7	0.109
	Overalls multi-component	0.52	0.081
Sundries	Socks	0.02	0.003
	Thick, ankle socks	0.05	0.008
	Thick, long socks	0.1	0.016
	Slippers, quilted fleece	0.03	0.005
	Shoes (thin soled)	0.02	0.003
	Shoes (thick soled)	0.04	0.006
	Boots	0.1	0.016
	Gloves	0.05	0.008
Skirts, dresses	Light skirt, 15 cm. above knee	0.10	0.016
	Light skirt, 15 cm. below knee	0.18	0.028
	Heavy skirt, knee-length	0.25	0.039
	Light dress, sleeveless	0.25	0.039
	Winter dress, long sleeves	0.4	0.062
Sleepwear	Long sleeve, long gown	0.3	0.047
	Thin strap, short gown	0.15	0.023
	Hospital gown	0.31	0.048
	Long sleeve, long pyjamas	0.50	0.078
	Body sleep with feet	0.72	0.112
	Undershorts	0.1	0.016
Robes	Long sleeve, wrap, long	0.53	0.082
	Long sleeve, wrap, short	0.41	0.064
Chairs	Wooden or metal	0.00	0.000
	Fabric-covered, cushioned, swivel	0.10	0.016
	Armchair	0.20	0.032

The insulation for the entire clothing:

$$I_{cl} = \sum I_{clu}$$



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

Soojusliku sisekliima iseloomustamiseks kasutatakse **õhutemperatuuri** on lihtne mõõta, kuid ebapiisav soojusliku sisekliima kirjeldamiseks. Arvestada tuleb ka:

- ümbritsevate pindade temperatuure
- õhu liikumise kiirust

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riieetus

Temperatuur

Operatiivne temperatuur saadakse ruumiõhu temperatuuri ja ümbritsevate pindade keskmise kiirgustemperatuuri alusel ning on seetõttu parem mugavuse kirjeldamise kriteerium kui õhutemperatuur üksi EVS-EN ISO 7726:2003

$$t_o = a \cdot t_a + (1 - a) \cdot \bar{t}_r$$

a (m/s) väärtused:

kus

- t_a on õhu temperatuur;
 \bar{t}_r on keskmine kiirgustemperatuur;
 h_c on konvektsioonist tulenev soojusülekannekoefitsient;
 h_r on kiirguslik soojusülekannekoefitsient.

v_{ar}	< 0,2	0,2 kuni 0,6	0,6 kuni 1,0
A	0,5	0,6	0,7

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

Operatiivne temperatuur saadakse ruumiõhu temperatuuri ja ümbritsevate pindade keskmise kiirgustemperatuuri alusel ning on seetõttu parem mugavuse kirjeldamise kriteerium kui õhutemperatuur üksi.

Keskmine kiirgustemperatuur sõltub inimese paiknemisest ruumis ja ruumis olevate pindade temperatuurist

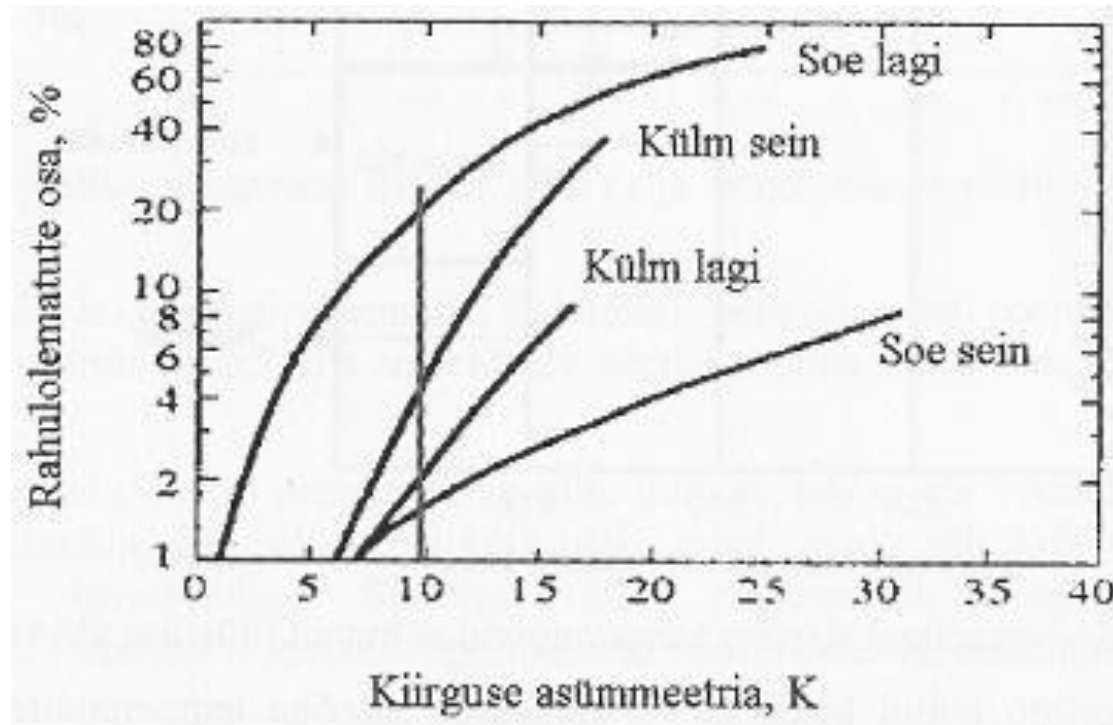
Saab mõõta nn. **Mustapalli termomeetriga**



Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus Temperatuur

Kiirgusliku asümmeetria seisukohalt on inimene kõige tundlikum sooja lae suhtes ja kõige vähem sooja seina suhtes.



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus Temperatuur

Soovituse kohaselt ei tohiks kiirgustemperatuur ületada rõhtsuunas 10°C ja püstsuunas 5°C

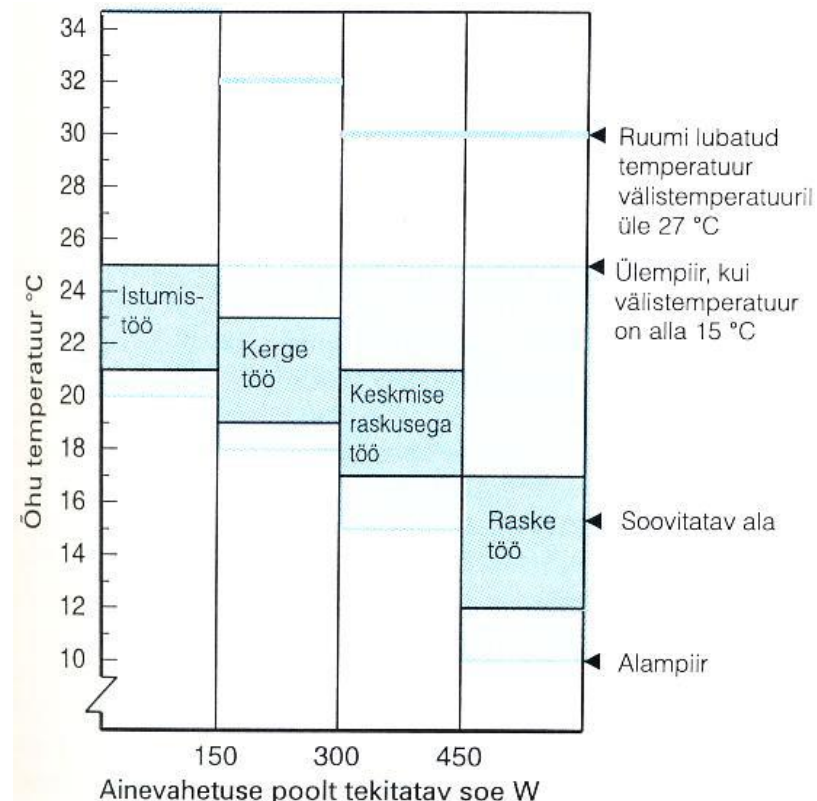
Temperatuuri muutumiskiirus peaks olema alla 1.1°C/h ja tööpäeva jooksul ei tohiks temperatuuri tõus olla üle 4°C .

Samuti ei tohiks pea ja jalalabade vaheline temperatuurilang olla üle 3°C

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus Temperatuur

Soovituslikud siseõhu temperatuurid sõltuvalt füüsilise töö iseloomust



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

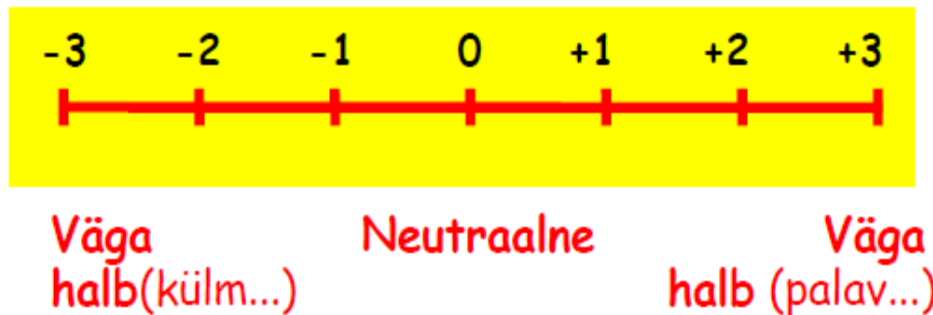
Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PMV (*predicted mean vote*) indeks näitab, kuidas rühm inimesi hindab soojuslikku sisekliimat. Tegurit väljendatakse 7 punkti skaalal alates -3 kuni +3.



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

PPD (*predicted percentage dissatisfied*) indeks näitab soojusliku sisekliimaga rahulolematute inimeste osakaalu suuremas inimrühmas.

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

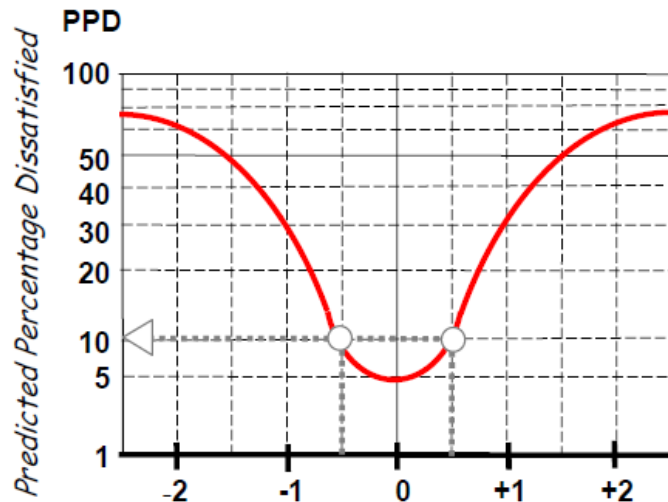
Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)



PPD indeksi saab arvutada PMV indeksi kaudu, kasutades joonisel kajastatud seost.

Näiteks võime välja lugeda, et kui PMV indeks on 0,5 ja +0,5 vahel, on kuni 10% ruumis olevatest inimestest sisekliimaga rahulolematud. PPD indeks on siis 10%. Järelikult on 90% inimestest rahul.

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Sisekliima klass	Keha soojuslik seisund tervikuna						
	Rahulolematud (PPD) %		Soojusliku mugavuse indeks (PMV)				
I	<	6	-0,2	<	PMV	<	0,2
II	<	10	-0,5	<	PMV	<	0,5
III	<	15	-0,7	<	PMV	<	0,7
IV	>	15	PMV	<-0,7	või	PMV	>0,7

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Soojusliku sisekliima tajumine

Tunnetamise subjektiivsus

- mehed ja naised
- inimese vanus
- füsioloogilised iseärasused (kaal)
- riietus
- tegevusega haaratavus
- 100% ei ole kunagi rahul

Soojuslik sisekliima

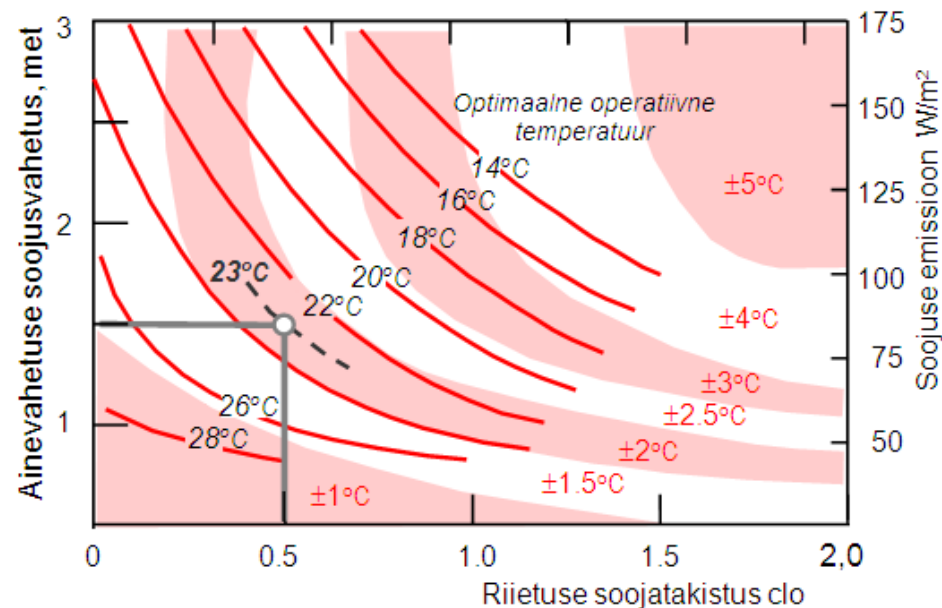
Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojustiku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojustikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Soojustiku sisekliima tajumine



Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

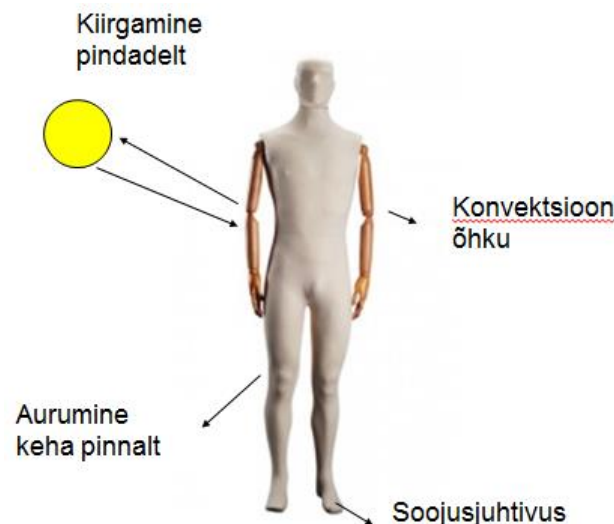
Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Soojusliku sisekliima tajumine

Inimese soojusvahetus ümbritseva keskkonnaga



Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Soojusliku sisekliima tajumine

Õhu liikumise kiirus, DR indeks

Sissepuhke õhk ei tohi kontrolltsoonis tekitada häirivat õhuliikumist (võiks olla 0,2 m/s).

DR (draught rate)- näitab inimeste osakaalu protsentides, keda häirib õhu iseäralik kiirus. Arvutatav valemiga:

$$DR = (34 - t_{\bar{o}})(v - 0,05)^{0,62} (0,37 * v * T_u + 3,14)$$

$T_{\bar{o}}$ on õhu temperatuur, °C

V on lokaalne õhu keskmine kiirus m/s

T_u on turbulentsi tase. Kui seda pole mõõdetud, võib kasutada väärtust 0,4

Sisekliima-Soojuslik sisekliima

Soojuslik sisekliima

Ainevahetus ja riietus

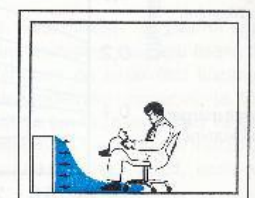
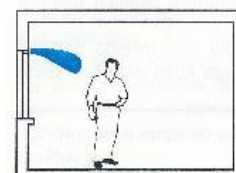
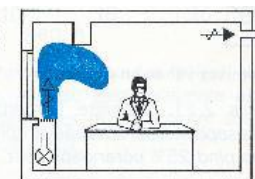
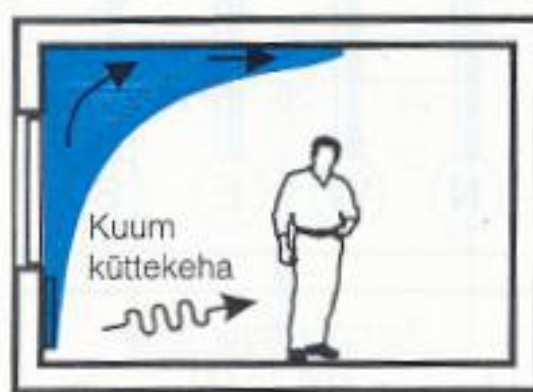
Temperatuur

PMV indeks (tõenäosuslik soojusliku mugavustunde hinnang)

PPD indeks (tõenäosuslik soojuslikku ebamugavust tundvate inimeste osakaal)

Soojusliku sisekliima tajumine

Õhu liikumise kiirus, DR indeks



Siseõhu kvaliteet

IAQ (Indoor air quality)

Saasteallikad välisõhus:

Kütused ja põlemisprotsessid

Tööstus

Transport

Pinnas

Mikroorganismid (bakterid, viirused, hallitus)

Õietolm

Siseõhu kvaliteet

IAQ (Indoor air quality)

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenide allikad

Sissepuhkeõhk

Õhuioonid

Taimed

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Lenduvate orgaaniliste ainete emissioon on uutel materjalidel suurem ja see väheneb aja jooksul (2 kuni 6 kuu jooksul poole võrra ning seejärel väga aeglaselt; võib kesta aastaid).

Seetõttu on oluline juba projekteerimise staadiumis valida õiged (sertifikaatidega) materjalid.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Kontori seadmed mõjutavad mitmel viisil sisekliimat nii töökohtadel kui ka kodudes. Need tekitavad elektri- ja elektromagnetvälju ning võivad samuti eraldada siseõhku mitmesuguseid saasteaineid.

Näiteks:

Laserprinterid ja koopiamasinad- osoon

Kontoriseadmete soojad plastpinnad- lenduvad ained.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus Kontoriseadmed Inimesed

Inimesed eraldavad nii gaasilisi kui ka tahkeid osakesi (näiteks CO₂, veeaur, lõhnaained, nahaosakesed). Riidetelt eraldub olenevalt kandja aktiivsusest, riiete kulumisastmest ja isiklikust hügieenist kangakiude ja muid saasteaineid. Ruumides on süsihappegaasi peamiseks allikaks väljahingatav õhk. Süsihappegaasi tekib igal põlemisel (küünlad, sigaretid, gaasipliit jm)

Süsihappegaasi eraldus (l/h inimese kohta)

<i>Tegevus</i>	<i>Täiskasvanu</i>	<i>Laps</i>
Magamine	10 - 12	7 - 10
Istumine	12 - 15	9 - 12
Trükkimine	19 - 24	25 - 34
Kerge töö	33 - 42	42 - 56
Tantsimine, palli mängud	55 - 70	

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus Kontoriseadmed Inimesed

Tabel B.4 – Näited soovituslikest CO₂ kontsentratsioonidest esitatult üle välisõhu kontsentratsiooni. Olulised energiaarvutusteks ning nõudluspõhiselt reguleeritavale ventilatsioonile

Sisekliima klass	Vastav CO ₂ kontsentratsioon üle välisõhu taseme, väljendatuna ppm -des (miljondikosades)
I	350
II	500
III	800
IV	< 800

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Inimesed eraldavad siseruumi niiskust.

Mida suuremad on niiskuseraldused ruumi, seda kõrgem on ruumiõhu niiskussisaldus. Ruumi eraldavad niiskust näiteks inimesed, taimed, tehnoloogilised protsessid (köök, duširuumid).

Inimese ainevahetus annab 55 g aurustunud vett tunnis.

dušši all käimine 200 g ööp/inim,
pesu kuivatamine 1500 g ööp/inim
toidutegemine 2000 g ööp/inim.

Neljaliikmeline perekond aurustab ööpäevas 7-9 liitrit vett.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenid

Koduloomade tekitatud allergeenid sisaldavad fragmente nende karvkattest, süljest jne. Väikeste osakeste külge kinnitunud allergeenid võivad õhku hõljuma jääda väga pikaks ajaks.

Kodutolmulestad – üsna suured osakesed, mida on võimalik siseõhus vähendada rutiinse koristamise, tekstiilide ja põrandavaipade puhtana ja voodihügieeni kõrgel tasemel hoidmisega.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenid

Sissepuhkeõhk

Välisõhust sisenevaid tahkeid saasteosakesi (heitgaasid, tolm jne) saab sissepuhkeõhust eemaldada efektiivsete filtrite abil, kuid gaasilisi aineid mitte.

Ohud: - filtrite märgumine- mikroorganismide kasvu oht
- sissepuhkeõhu kanalite saastatus
- väljatõmbeõhu kanalite saastatus (soojustagastuse süsteemi puhul oluline)

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenid

Sissepuhkeõhk

Ruumiõhu suhteline niiskus sõltub põhiliselt välisõhu parameetritest (välisõhu niiskussisaldusest), ruumi ventilatsiooniõhu vahetusest, võimalikest niiskuseraldustest ruumi ja ruumiõhu temperatuurist.

OPTIMAALNE: SUVEL 40-60%

TALVEL 25-40%

Kõrge RH% vähe tolmu, rohkem saasteaineid, bakteritele soodne kasvukeskkond.

Madal RH% - tolmuneõhk, ärritab limaskestasid.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenid

Sissepuhkeõhk

Ioonid

Üldiselt suureneb õhus „-“ ioonide kontsentratsiooni vähenemisega teatud määral saasteainete osakeste kontsentratsioon. Õhu ionisaatoritega on võimalik siseõhku vähesel määral puhastada.

Saasteallikad siseõhus:

Ehitusmaterjalid ja sisustus

Kontoriseadmed

Inimesed

Allergeenid

Sissepuhkeõhk

Ioonid

Taimed

Taimed muundavad süsihappegaasi hapnikuks ja võivad teatud absorbeerida saastegaase.

Õhu saastatus

Saasteallikad võivad olla gaasilised ja tahked:

Gaasilisi saasteaineid võib väljendada:

massina õhu ruumala kohta

mg/m³ = milligrammi kuupmeetri kohta

µg/m³ = mikrogrammi kuupmeetri kohta

osakestena õhu ruumala kohta

ppm = miljondikke mahuosakesi ruumalas

ppb = biljondikke mahuosakesi ruumalas

$$1000 \text{ ppb} = 1 \text{ ppm}$$

Õhu saastatus

Saasteallikad võivad olla gaasilised ja tahked:

Gaasilised saasteained:

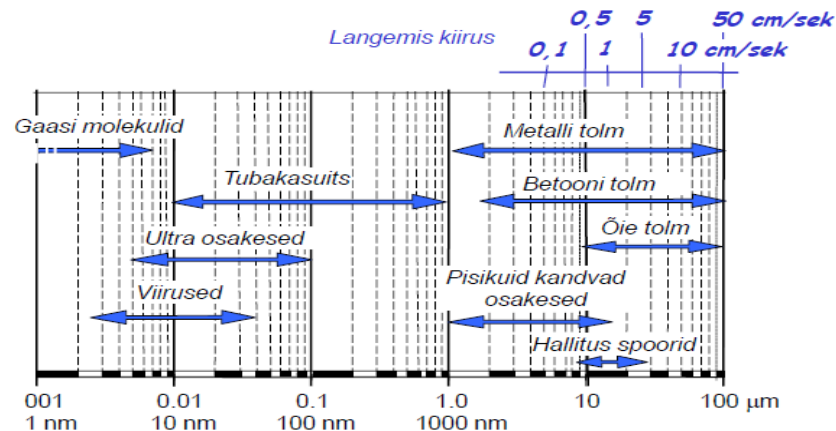
Tahked saasteosakesed:

Väljendatakse osakeste hulga või osakeste kaalu abil:

Osakeste hulk õhu ruumalas, osakest/m³

Massina õhu ruumala kohta, mg/m³ või µg/m³

Osakeste suurus õhus



Sisekliima-Siseõhu kvaliteet

Õhu saastatus

Saasteaineid on kümneid tuhandeid sh.

Süsihappegaas

Radoon

Osoon

Lämmastikoksiid

Vingugaas e. Süsinikoksiid

Formaldehüüdid

Hõljuv tolm

Tubakasuits

Asbest

Mineraalvillad

Allergeenid

MIS ON RADOON?

Radoon tekib looduslikult uraani radioaktiivsel lagunemisel

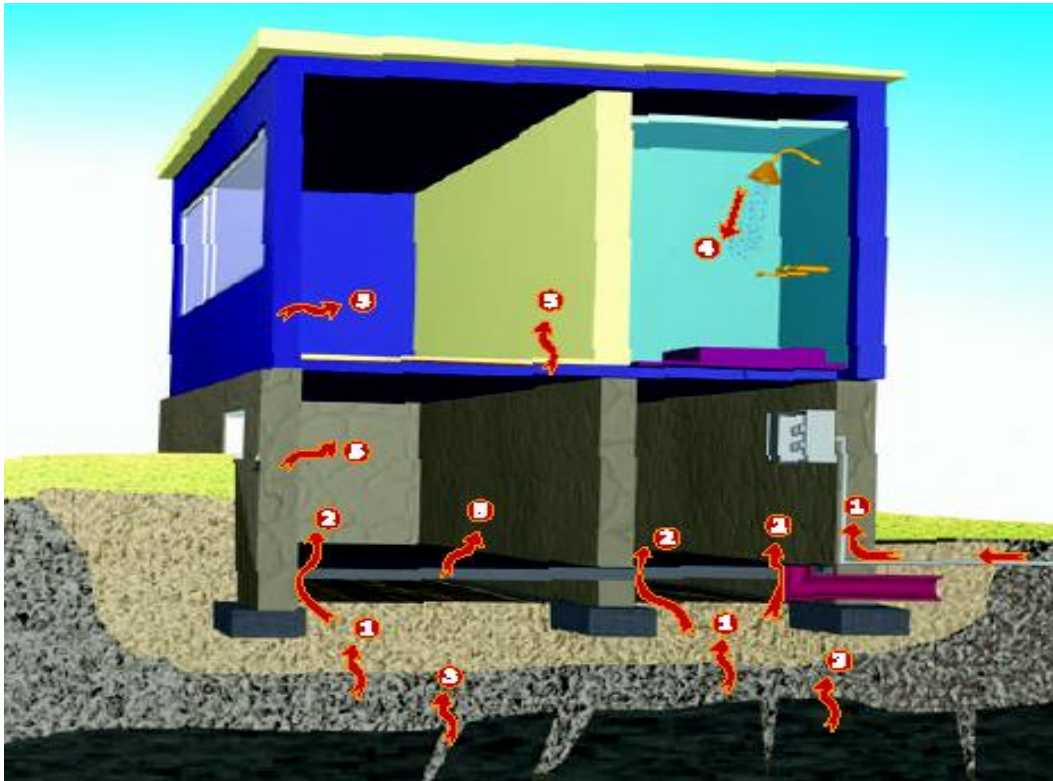
Radoon on lõhnatu, värvitu inertne gaas

Radooni radioaktiivsel lagunemisel tekkivad alfa kiirgus ja radooni tütarproduktid.

Kuna tegemist on gaasiga, siis on kiirguse peamiseks märklauaks hingamisteed ja kopsud.

Radooni peetakse suitsetamise järel oluliseks kopsuvähi riskiteguriks.

Radooni sattumine hoonesse



- 1 Maapind hoone all ja ümber
- 2 Täitepinnas
- 3 Aluspõhi
- 4 Kraanivesi
- 5 Ehitusmaterjal

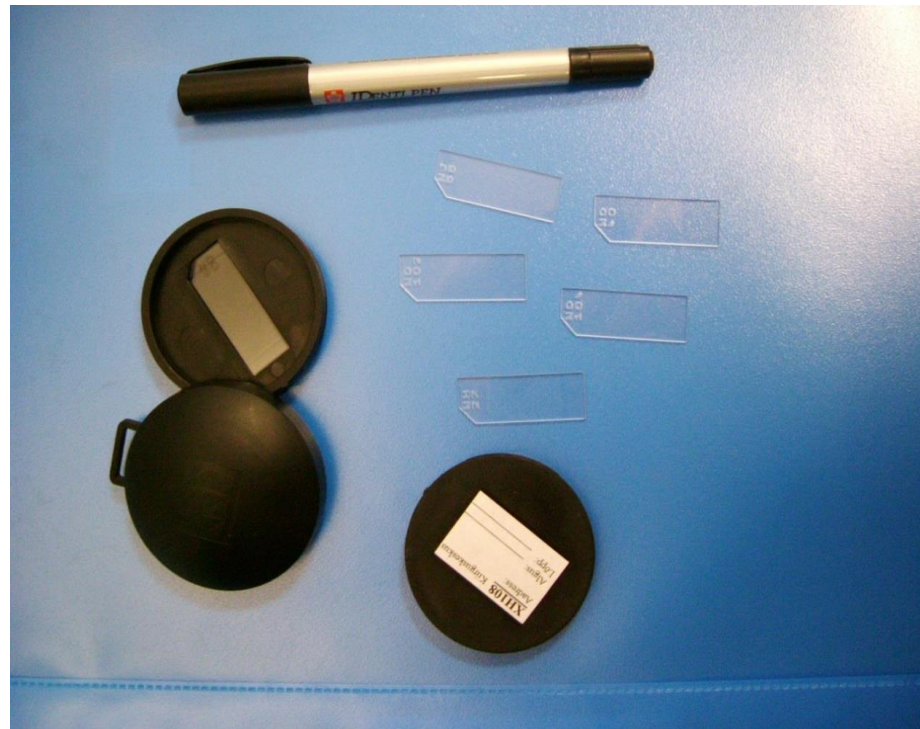
Aktiivsuskontsentratsioonil 1 Bq/m^3 laguneb ühe sekundi jooksul ühes kuupmeetrises õhus üks radooniaatom

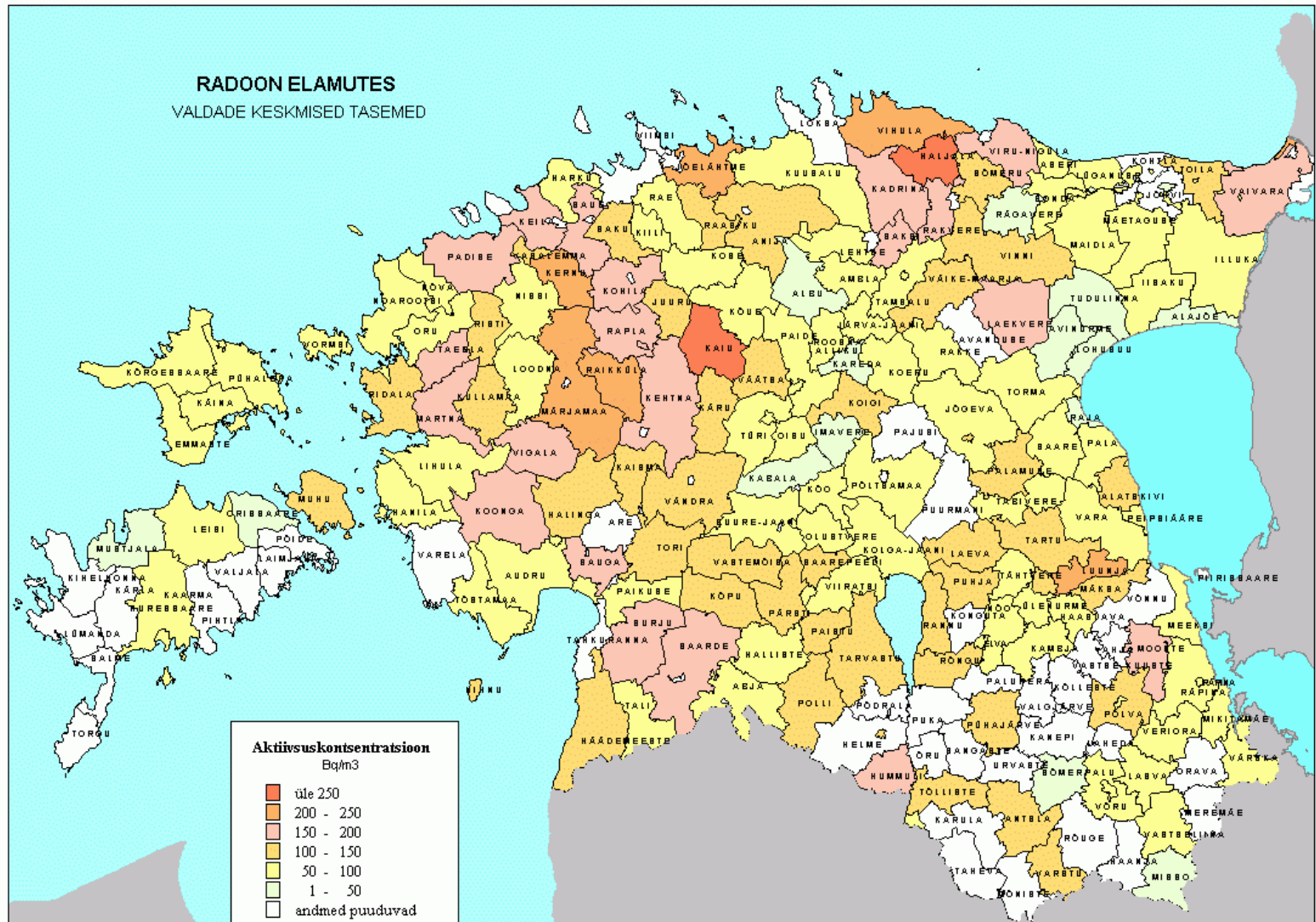
Radooni sisaldus hoones ei tohi ületada 200 Bq/m^3
(Vastavalt EVS 840:2009 „Radooniohutu hoone projekteerimine“)

Eesti majade keskmine 60 Bq/m^3

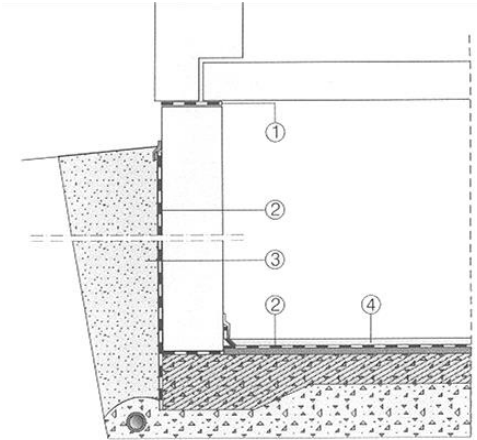
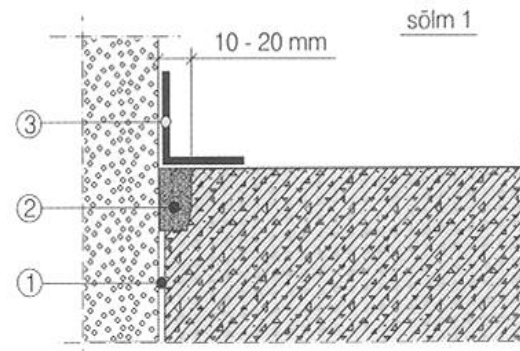
Ehitustegevus on piiratud, kui pinnases on üle $50\,000 \text{ Bq/m}^3$

Detektoreid eksponeeritakse mõõdetaval objektil kütteperioodil 2-3 kuud (soovitavalt I korrusel näiteks elu- ja magamistuba).





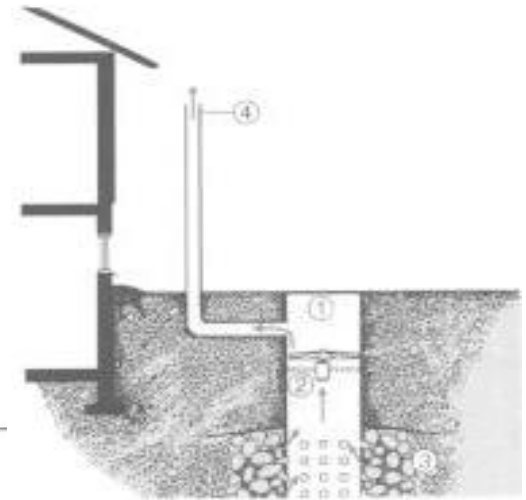
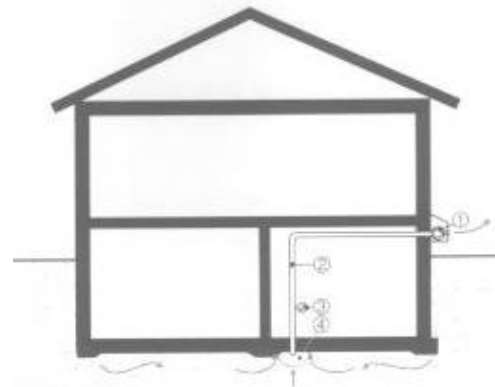
Radooni tõkkele kasutamine
Piirete tihendamine
Ventileerimine
Radoonikaev



“Radooniohutu elamu”

E. Jõgioja

ET-1 0110-0344



Sisekliima-Radoon





Tänaa tähelepanu eest!!!