



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# HOONE KASUTAMISE MÕJU NENDE ENERGIATÕHUSUSELE NING HEA SISEKLIIMA SAAVUTAMISELE EESTI ENERGIATÕHUSATES BÜROOHONETES

**Tööstusökoloogia  
Magistritöö**

Juhendaja/õppejõud: Tiit Lepasaar  
Veljo Kimmel  
Kati Orru

Üliõpilane Neeme Kärbo  
13279 NAEMM

Üliõpilase meiliaadress karbon@hot.ee

Õppekava nimetus Tööstusökoloogia

Tallinn 2016

## **Autorideklaratsioon**

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli magistrikraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....  
Kuupäev

.....  
Allkiri

## Sisukord

Jooniste loetelu .....	5
Tabelite loetelu .....	6
SISSEJUHATUS .....	9
1 HOONE ENERGIATÕHUSUS JA SEDA MÕJUTAVAD TEGURID .....	12
1.1 Hoonete energiatõhususe poliitika areng .....	12
1.2 Nõuded hoonete energiatõhususele .....	15
1.3 Büroohonete energiatõhusus ja energiatarve .....	16
1.4 Erinevate büroohonega seotud huvipoolte roll ja võimalused hoone energiatõhususe ja sisekliima tagamisel .....	19
1.4.1 Hoone arendaja .....	19
1.4.2 Hoone omanik .....	19
1.4.3 Hoone haldaja .....	20
1.4.4 Rentnik .....	22
1.4.5 Tavakasutaja .....	22
2 HOONE SISEKLIIMA. SISEKLIIMAT MÄÄRAVAD TEGURID JA NENDE OHJAMISVÕIMALUSED .....	24
2.1 Sisekliima mõiste. Ruumiõhu ja sisekeskkonnakvaliteet .....	24
2.1.1 Töökeskkonna soojuslik sisekliima. Soojusmugavus ja selle tajumine .....	25
2.1.2 Õhu kvaliteet .....	29
2.2 Ruumide sisekliimaga seotud terviseriskid. Haige hoone sündroom .....	30
2.3 Sisekliima, tööviljakus ja töötajate rahulolu .....	32
2.4 Sisekliima komponendid ja nende ruumipõhised reguleerimise võimalused .....	33
2.4.1 Päevavalguse varjestamine ja valgustuse reguleerimine .....	33
2.4.2 Küte ja jahutus .....	35
2.4.3 Ventilatsioon .....	35
3 UURIMISTÖÖ EESMÄRGID .....	37
3.1 Materjal ja meetodika .....	37
3.1.1 Valim .....	37
3.1.2 Uuringu läbiviimine .....	39
3.1.3 Ekspertintervjuud erinevate osapoolte esindajatega .....	40
3.1.4 Hoone kasutajate ankeetküsitlus .....	43
3.1.5 Ankeedi täitnud büroohonete tavakasutajate üldiseloostus .....	44

3.1.6 Uuringu raames käsitletud büroohoonete kirjeldus .....	45
4 TULEMUSED JA ANALÜÜS .....	49
4.1 Ekspertintervjuude kokkuvõtted .....	49
4.1.1 Büroohoonete arendajate/omanikega läbiviidud ekspertintervjuude kokkuvõte .....	49
4.1.2 Büroohoonete haldajatega läbiviidud ekspertintervjuude kokkuvõte .....	51
4.1.3 Tehnosüsteemide projekteerijatega läbiviidud intervjuude kokkuvõte .....	53
4.2 Ankeetide tulemused ja analüüs .....	55
4.2.1 Rahulolu ja reguleerimisega seotud küsimuste analüüs .....	55
4.2.2 Teadmiste ja infoga seotud küsimuste analüüs .....	58
4.2.3 Tervisesümptomitega seotud küsimuste analüüs.....	61
5 ARUTELU JA SOOVITUSED .....	65
6 KOKKUVÕTE .....	69
KASUTATUD KIRJANDUS .....	71
LISAD .....	75

## **Jooniste loetelu**

Joonis 1. Eesti esimese liginullenergiahoone arvestuslik energiakasutus.....17

Joonis 2. Büroohoone majandamisega seotud kulude struktuur.....18

## Tabelite loetelu

Tabel 1. Sisekliima klasside kirjeldus.....	28
Tabel 2. Soojusmugavuse parameetrite soovituslikud normvahemikud sõltuvalt soojusmugavuse klassidest standardi EVS-EN 15251 järgi.....	28
Tabel 3. Sisekliima ja võimalike tervisehäiringute vaheline seos.....	31
Tabel 4. Uuringus käsitletud hoonete üldised andmed.....	38
Tabel 5. Uuringus vaadeldud hoonete tehnilised andmed.....	41
Tabel 6. Uuringus osalenud inimeste sotsiaal-demograafiline iseloomustus.....	44
Tabel 7. Büroohonete üldandmed.....	45
Tabel 8. Rahulolu tööruumide sisekliimaga.....	56
Tabel 9. Rahulolu tööruumide sisekliimaga soo ja vanusegruppide lõikes.....	56
Tabel 10. Tööruumi sisekliima reguleerimine.....	58
Tabel 11. Energiakasutuse ja energiasäästu-alane teadlikkus.....	59
Tabel 12. Tervislikkuse ja hea sisekliima alane teadlikkus.....	60
Tabel 13. Korrelatsioonid erinevate tervisesümptomite vahel.....	62

## ABSTRACT

Kärbo, N. The effect of building use on building energy consumption and ensuring good indoor climate in Estonian energy efficient office buildings. Master's thesis. Printed – Tartu: TTÜ, 2016. 90 pages, 2 figures, 13 tables, format A4. In Estonian language.

The goal of master thesis is to reveal does current practice of management of buildings and their energy consumption enable to achieve high energy efficiency and good indoor climate for workers.

Thesis consists from two different investigations – questionnaire of workers and interviews of developers-managers. Questionnaire includes questions about personal comfort incl health issues, behavioural habits and personal attitudes in relations with indoor climate and energy efficiency at workplace. Interviews enable to reveal desire, attitudes and goals for development high level energy efficient buildings and which role is in management foreseen for usual user of building during all lifecycle in achieving high energy efficiency.

Investigation was performed in three buildings on energy efficiency level A and B out of 7 already built in Estonia.

Questionnaire was filled by 61 workers of buildings. Interviews with experts of heating, ventilation and designers of building automation systems were performed additionally for second goal.

Questionnaire reveals that overall comfort of workers was high, issues arise with air humidity, indoor air quality and ventilation. Despite the fact that regulation opportunities were limited usually including only opportunity to regulate room temperature and lightning workers appreciate it.

Respondents estimate own awareness in energy efficiency and indoor climate issues quite high and therefore were not interested to get information days or teaching in named issues. Wellbeing and comfort issues were slightly more important in comparison with energy efficiency issues.

Health questions reveal that despite high energy efficiency and automation levels of building many health issues arise associated with indoor climate and sick building syndrome and linked with lack of air humidity, indoor air quality or ventilation.

Managers-owners and developers of buildings estimate that good indoor climate is ensured when central control and automation in buildings occur. Usual worker role they estimate negligible. The manager was estimated to have a key role in ensuring good indoor quality and regulating for it energy usage, work of automation and everyday care of system in building.

Investigation reveal that in information and teaching flux to workers much more attention need to be turned to indoor climate and its influence on productivity of work, wellbeing and comfort of workers. Opportunities to regulate some components especially air humidity on room bases can be helpful.

The author of thesis get confirmation that issues concerned in context of strenghtening building rules and comfort of workers are rising. Further investigations and analysis is required especially from usual worker point of view.



## SISSEJUHATUS

Elu- ja büroohonete energiatarbimine moodustab umbes 30% kogu maailma süsinikdioksiidi emissioonist

Hoonete kasutajate käitumine mõjutab umbes 80% energiatarbimisest [1]. Seetõttu on hakatud viimastel aastakümnetel nii Euroopas kui kogu maailmas pöörama üha suuremat tähelepanu hoonete energiatõhususele. Inspireerituna erinevatest jätkusuutliku arengu, energiatõhususe ja erinevate uuenduslike tehnoloogiate rakendamise aspektidest on uute hoonete kavandamisel ja ehitamisel ning ka olemasolevate hoonete renoveerimisel hakatud rääkima küll keskkonnasõbralikest ehitistest, madala energiatarbega ehitistest ja tarkadest hoonetest. Kõigi nende käsitluste puhul muutub üha tähtsamaks ja üha suuremat tähelepanu pööratakse hoonete sisekliimale ja sisekeskkonna kvaliteedile. Kuna nii hoone energiatarve ja energiatõhususe nõuded kui ka tingimused sisekliimale ning sisekeskkonnale on määratletud erinevate standardite ja õigusaktidega, siis kogu hoonete kavandamise, projekteerimise ja ehitamise protsess on ülesehitatud nendes dokumentides toodud nõuetele.

Hoonete, eriti büroohonete, kavandamisel, projekteerimisel ja arendamisel pööravad hoonete arendajad oluliselt vähem tähelepanu konkreetse hoone kavandatavatest funktsioonidest tulenevale jätkusuutlikule ning keskkonnahoidlikule haldamisele ja seal potentsiaalselt tööle hakkavate inimeste mugavusele ning heaolule.

Hoonete sisekliima ja soojusliku mugavuse näitajad standardidites ning õigusaktides põhinevad teadusuuringute tulemustele, kus on nii uuritud kui arvesse võetud inimeste taju sisekliima erinevate paremeetrite suhtes. Samuti on standardite ja õigusaktide väljatöötamisel lähtutud väljakujunenud kogemustest ning teadmistest, millise üldpinna mahuga ühe töötaja või elaniku kohta on erineva funktsiooniga hoones vaja arvestada, et tagada nii mugav ja turvaline liikumine kui ka erinevad sisekliima nõuded. Samas pööratakse vähem tähelepanu erinevate sisekliimat mõjutavate seadmete ja lahenduste käsitsimise- ja hooldusmugavusele.

Käesolevas töös keskendutakse büroohonetele, kuna büroohonete kasutusrežiim on suhteliselt standardne ja ka kasutamise administratiivne korraldus on seetõttu ühtsem võrreldes muud funktsiooniga hoonetega. Samas on Eestis levinud praktika, et

büroohooneid arendatakse valdavalt väljarentimise, mitte omakasutuse, eesmärgil. Seetõttu on arendajate huvi seotud eelkõige hoone kavandamise, valmimise ja välja rentimise või müügi etapiga. Väljakujunenud praktika kohaselt büroo- ja ärihoonetarendajad ise valdavalt hoone haldamisega ei tegele.

Kui lähtuvalt büroohoone tellija või arendaja huvist ja teadlikkusest pööratakse hoonete kavandamise, projekteerimise ja ehitamise etappides üsna suurt tähelepanu hoone energiavarustuse, energiatarbe ja sisekliima näitajatele, siis peale hoone valmimist keskendutakse igapäevase kasutamise etapis pigem energiatarbe, kui hoone omaniku selge kuluartikli, optimeerimisele. Sisekliima ja majas töötavate inimeste tajutav mugavus, millest aga sõltub suuresti nende tööviljakus, jäävad paraku tahaplaanile. Uute energiatarbete hoonete kavandamisel-projekteerimisel lähtutakse tihti põhimõttest, et hoonetehnosüsteemid ja automaatika tagavad nõuetekohase sisekliima ja mida vähem hoone kasutajad saavad sisekliimat iseseisvalt mõjutada, seda energiatarbeks ja optimaalsema sisekliimaga on hoone.

Keskonna- ja kliimapoliitika aktualiseerumisega kogu maailmas, Euroopas ja Eestis on sellega seotult tõusetunud ka hoonete energiatarbete teema. Tähelepanu on pööratud nii uute energiatarbete hoonete kui ka olemasolevate hoonete renoveerimise ehitusfüüsikalistele, ehitus-tehnilistele ja majanduslikele analüüsidele. Paraku on oluliselt vähem tegeletud energiatarbete hoonete energiatarbete ja haldamise teemadega ning hoone kasutajate poolse rahuloluga. Käesoleva töö eesmärgiks on väljaselgitada, kas olemasolev tegevuspraktika võimaldab tagada hoone energiatarbete kasutuse ning hea sisekliima büroohoones töötavatele inimestele. Töö põhineb kolme erineva kaasaegse ja energiatarbete büroohoone juhtum-analüüsidel. Magistritöös vaadeldakse kõigi kolme büroohoonega seotud tegutsemispraktikaid koos, mitte ei analüüsita igat hoonet eraldi.

Magistritöö teoreetiline osa keskendub hoone energiatarbetele ja seda mõjutavatele teguritele; sisekliimale ja seda määravatele teguritele, sisekliimat mõjutavatele tehnosüsteemidele ja nende ruumipõhise juhtimise võimalustele ning sisekliima ja tööviljakuse vahelistele seostele. Töö esimene, energiatarbete käsitlev, peatükk annab ülevaate hoone energiatarbete temaatikast ja asjakohastest poliitikatest ning regulatsioonidest nii rahvusvahelises kui Eesti kontekstis. Teine, hoone sisekliimat käsitlev peatükk keskendub lähtuvalt töö üldisest ülesandepüstitusest pisut rohkem büroohoonetele ja nendega seotud sisekliima nõuetele. Kolmas ja neljas peatükk

käsitlevad konkreetselt magistritöö raames analüüsitud kolme energiasäästlikku büroohoonet ning nende hoonete arendajatelt/omanikelt, kasutajatelt ja haldajatelt kogutud info analüüsi.

# 1 HOONE ENERGIATÕHUSUS JA SEDA MÕJUTAVAD TEGURID

Energiatõhusate hoonete ja asjakohase nõuete ajalugu ulatub 1980-ndate aastate keskele, kui Rootsis ja Taanis töötati välja esimesed nõuded madala energiatarbega hoonete ehituseks. 1988. aastal esitleti esmakordselt nn Passiivmaja kontseptsiooni, mille eesmärgiks oli väga madala soojusenergiatarbega hoone, millel ei olnud aktiivkütet. Arvutuste ja simulatsioonide põhjal jõuti tulemuseni, et on võimalik saavutada soojusenergiatarve 15 kWh/m<sup>2</sup>/a. 1990. aastal ehitati Saksamaal, Darmstadtis esimene passiivmaja. Ameerika Ühendriikides töötati 1998. aastal US Department of Energy poolt välja raamistik „Leadership in Energy and Environmental Design“ (LEED), mille kriteeriumid hõlmasid lisaks hoone energiavarustusele ja -kasutusele ka erinevaid keskkonnaga seotud aspekte.

## 1.1 Hoonete energiatarbimise poliitika areng

Euroopa Liidus oli esimeseks oluliseks sammuks hoonete energiatarbimise valdkonnas Euroopa Parlamendi ja nõukogu poolt 2002. aastal vastuvõetud direktiiv ehitiste energiatarbimise kohta (EPBD).

Energiatarbimine, ressursside optimaalne kasutamine ja energiakadude vähendamine on Euroopa Liidu jaoks üha suurema tähtsusega. Euroopa Komisjon avaldas 2006. aastal teatise „Energiatarbimise tegevuskava: potentsiaali realiseerimine“ [2]. Tegevuskava eesmärk oli mobiliseerida avalikkust, poliitikuid ja turuosalisi ning korraldada energia siseturg ümber nii, et Euroopa Liidu kodanikel oleksid maailma kõige energiatarbimise tooted (sealhulgas seadmed ja autod), taristu (sealhulgas hooned) ja energiasüsteemid. Tegevuskava eesmärk on kontrollida ja vähendada energianõudlust ning võtta tarbimise ja varustamise osas sihtotstarbelisi meetmeid, et säästa 2020. aastaks 20% primaarenergiast.

Energiatarbimine on keskne teema Euroopa Liidu strateegilises dokumendis „Euroopa 2020. aastal. Aruka, jätkusuutliku ja kaasava majanduskasvu strateegia“. Selle dokumendi kohaselt on energiatarbimine üks kõige kulutõhusamaid viise energiavarustuse kindluse suurendamiseks ning kasvuhoonegaaside ja muude saasteainete heite vähendamiseks. Energiatarbimist võib mitmel moel pidada Euroopa suurimaks

energiareessursiks. Seepärast on üks kuuest antud strateegiadokumendis püstitatud strateegilisest eesmärgist 2020. aastaks - kliimamuutuste ja energeetika jätkusuutlikkuse nn 20/20/20 eesmärk:

- 1) vähendada kasvuhoonegaaside heited 20%, võrreldes 1990. aastaga;
- 2) 20% energiat toota taastuvatest energiaallikatest;
- 3) 20% suurendada energiatõhusust [3].

Rõhutamaks veelgi energiatõhususe valdkonna strateegilist tähtsust Euroopa Liidu jaoks esitas Euroopa komisjon 2011. aastal Euroopa Parlamendile ja Nõukogule teatise „Energiatõhususe kava 2011“, milles on väljatoodud, et kõige suuremad energiasäästuvõimalused on seotud hoonetega. Kavas keskendutakse tegevustele ja meetmetele, mis on seotud avaliku ja erasektori hoonete renoveerimisprotsessidega ning nii ehitamisel kui renoveerimisel kasutatavate ehitusdetailide ja seadmete energiatõhususega. Energiatõhususe kava 2011 rõhutab vajadust keskenduda vähese energiatarbega hoonete arendamisele [4].

2013. aastal võttis Euroopa Parlament ja Nõukogu vastu otsuse nr 1386/2013/EL, milles käsitletakse EL üldist keskkonnaalast tegevusprogrammi aastani 2020 „Hea elu maakera võimaluste piires“, mille üheksa esmatahtsa eesmärgi hulgas on välja toodud eesmärk – muuta Euroopa Liidu majandus ressursitõhusaks, keskkonnahoidlikuks ja konkurentsivõimeliseks vähese CO<sub>2</sub>-heitega majanduseks. See on seotud otseselt EL kliima- ja energiapaketi, et saavutada 2020. aastaks kindlaksmääratud vaheetapid ning 2050. aastaks üles ehitada konkurentsivõimeline, ohutu, säästev ja vähese CO<sub>2</sub>-heitega majandus [5].

2012. aastal jõustunud Energiatõhususe direktiiv (edaspidi EED) 2012/27/EL ühtlustab lähenemise hoonete energiasäästlikkusele ning on teiseks oluliseks suuniseks energiapoliitika kujundamisel. Euroopa Liit on seadnud eesmärgi suurendada 2020. aastaks energiatõhusust 20%. EED näeb ette meetmed, millega soovitakse kiirendada liikmesriikide jõupingutusi energiatõhususe suurendamiseks kogu energiaahelas, alates energia muundamisest ja jaotamisest kuni selle lõpptarbimiseni. Direktiiv puudutab nii avalikku sektorit, ettevõtteid kui tarbijaid. Avalikul sektoril on lisaks eeskuju näitamisele ka otsene kohustus renoveerida energiatõhusamaks igal aastal 3% keskvalitsusele

kuuluvate hoonete üldpinnast. Samuti kohustatakse energia turustajaid ja jaemüüjaid säästma igal aastal 1,5% enda poolt müüdavast energiast, tehes selleks ka koostööd lõpptarbijatega [6].

2010. aastal jõustunud Hoonete Energiatõhususe direktiiv (edaspidi EPBD) 2010/31/EL (muudeti ja uuesti sõnastati Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivi 2002/91/EÜ hoonete energiatõhususe kohta) ühtlustab lähenemise hoonete energiasäästlikkusele ning kohustab liikmesriike kehtestama üha karmimaid nõuded hoonete energiatarbimisele. Euroopa Liidu direktiivi eesmärgiks on aidata kaasa energia tõhusamale kasutusele hoonetes, võimaldades olemasolevate hoonete kasutajatele lihtsamat ligipääsu informatsioonile hoone energiatarbimisest ja võimalikest energiasäästumeetmetest. Direktiiv sätestab ka vajaduse, et ehitiste energiatõhusust tuleks arvutada Euroopa Liidus ühiste meetodite alusel, kasutades objektiivseid muutujaid, mille puhul võetakse arvesse piirkondlikke kliimaerisusi ning mis hõlmaksid lisaks hoone konstruktsioonile ja selle soojuslikele omadustele ka teisi tegureid, millel on järjest tähtsam roll, näiteks kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmed, soojuse taaskasutus, taastuvate energiaallikate kasutamine, passiivsed kütte- ja jahutuselemendid, sisekliima, päevavalguse varjestus, seire- ja kontrollsüsteemid. Direktiivi nõuete kohaselt kehtestati liikmesriikides energiamärgise nõue hoone (või hoone osa) võõrandamisel või raha eest kasutusse andmisel ja kaasajastati riiklikke energiatõhususe miinimumnõuded, milles määratletakse ka liginullenergiahoone ja madalenergiahoone mõiste iga liikmesriigi kontekstis. Samuti sätestab direktiiv ühe eesmärgina, et aastal 2020 on kõik uued ehitatavad hooned nn liginullenergiahooned [7].

Eestis on koostatud konkurentsivõime kava "Eesti 2020" [8], mis on Eesti strateegia Euroopa 2020 eesmärkide saavutamiseks. Kava kirjeldab peamisi poliitikasuundi ja meetmeid Eesti konkurentsivõime tõstmisel, seab eesmärgid 2015. ja 2020. aastaks kooskõlas EL riikide poolt kokku lepitud Euroopa 2020 strateegia eesmärkide ja Eesti väljakutsetega ning toob ära kohustused, mille Eesti võtab 2011. aasta märtsi Ülemkogul kokku lepitud laiendatud euroala paketi raames. Liikmesriikide asjakohaste strateegiate koostamise kohustus ja Euroopa Liidu ühised eesmärgid lepiti kokku 2010. aasta Ülemkogul. Strateegias „Eesti 2020“ on ühe omaette tegevusvaldkonnana välja toodud „Keskkonnasõbralik majandus ja energeetika“, mis hõlmab endas Eesti energeetikasektori arendamist, erinevate sektorite energiasäästu ning majanduse üldise ressursisäästlikkuse eesmäärke. Energiatarbe pikaajalisel prognoosimisel lähtub Eesti SKP

muutustest ning sektoripõhistest arengutest, mille tulemusena eeldatakse, et energia lõpptarbimine on 2020. aastal ligikaudu 3248 ktoe. Seda arvestades on Eesti seadnud eesmärgiks energia lõpptarbimise taseme säilitamine 2010. aasta tasemel (ligikaudu 2866 ktoe) ehk energia lõpptarbimise vähendamine ligikaudu 11% võrreldes 2020. aastaks prognoositud tasemega. Energia lõpptarbimise hoidmine 2010. aasta tasemel eeldab energiatarbe piiramist, energiaefektiivsuse suurendamist ning taastuvenergia lahenduste väljatöötamist kõikides sektorites. Nimetatud eesmärkide saavutamiseks on strateegias „Eesti 2020“ püstitatud eraldi eesmärk „Majanduse üldise ressursimahukuse sh energiamahukuse vähendamine energiaefektiivsuse tõstmise kaudu“ [8].

Ehitus- ja planeerimisvaldkonna paremaks korraldamiseks ja selle kooskõlla viimiseks erinevates direktiivides seatud tingimustega ja teiste Eestis kehtivate õigusaktidega kohandati seni kehtinud ehitusseadus ümber ehituseadustikuks, mis jõustus 01.juulil 2015. Ehituseadustikku harmoneeriti ka EBPD ja EED asjakohased sätted. Eraldi peatükk on ehituseadustikus pühendatud energiatõhususele ja selles käsitletakse energiatõhususe nõude kohaldamist, hoonele esitatavaid energiatõhususe nõudeid, energiatõhususe miinimumnõudeid, energiamärgisega seonduvat ning kütte- ja jahutussüsteemide energiatõhususe põhimõtteid [9].

## **1.2 Nõuded hoonete energiatõhususele**

Hoonete energiatõhususega seonduvaid nõudeid reguleerib Eestis ehituseadustik, milles on sätestatud ka kõik olulised hoonete energiatõhususega seotud mõisted. Hoone energiatõhususeks nimetatakse hoone tüüpilise kasutusega seotud energianõudlusega rahuldamiseks vajalikku arvestuslikku ja mõõdetud energia hulka, mis hõlmab muu hulgas kütmiseks, jahutamiseks, ventilatsiooniks, vee soojendamiseks ja valgustuseks tarbitavat energiat. Energiatõhususe nõudeid kohaldatakse hoonetele, mille sisekliima ja ruumiõhu kvaliteedi tagamiseks, sealhulgas temperatuuri hoidmiseks, tõstmiseks või langetamiseks, kasutatakse energiat [9].

Hoone energiatõhusust kirjeldab summaarne energiakasutus, mida väljendatakse energiatõhususarvuna (ETA) ning millele on kehtestatud miinimumnõuded. Energiatõhususarv on arvutuslik tarnitud energiatega kaalutud erikasutus hoone standardkasutusel, millest arvestatakse maha summaarne eksporditud energiatega kaalutud erikasutus. Tarnitud energia all mõistetakse hangitud energiat, kaugkütet ja kütuseid.

Energiatõhususarv kajastab kompleksset energiakasutust nii sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui valgustusel ja elektriseadmete kasutamiseks. See arvutatakse hoone kõetava pinna ruutmeetri kohta hoone standardkasutusel. Hoone energiatõhusustasemed on jagatud vastavalt majandus- ja taristuministri 03.06.2015.a. määruses 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“ toodud piirväärtustele kolme kategooriasse:

- 1) Energiatõhususe miinimumnõue ehk ETA piirväärtus vastab kuluoptimaalse energiatõhususega hoonele;
- 2) Madalaenergiahoone on parima võimaliku ehituspraktika kohaselt energiatõhusus- ja taastuvenergiatehnoloogiate lahendusi kasutades tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone;
- 3) Liginullenergiahoone on parima võimaliku ehituspraktika kohaselt energiatõhusus- ja taastuvenergiatehnoloogiate lahendusi kasutades tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone, mille energiatõhususarv on suurem kui 0 kWh/(m<sup>2</sup>a), kuid mitte suurem kui määruses sätestatud [10].

Samas määruses on täiendavalt sätestatud ka nõuded ventilatsioonile ja ruumitemperatuurile, suvisele ruumitemperatuurile, küttesüsteemile, tehnosüsteemidele ja välispiiretele.

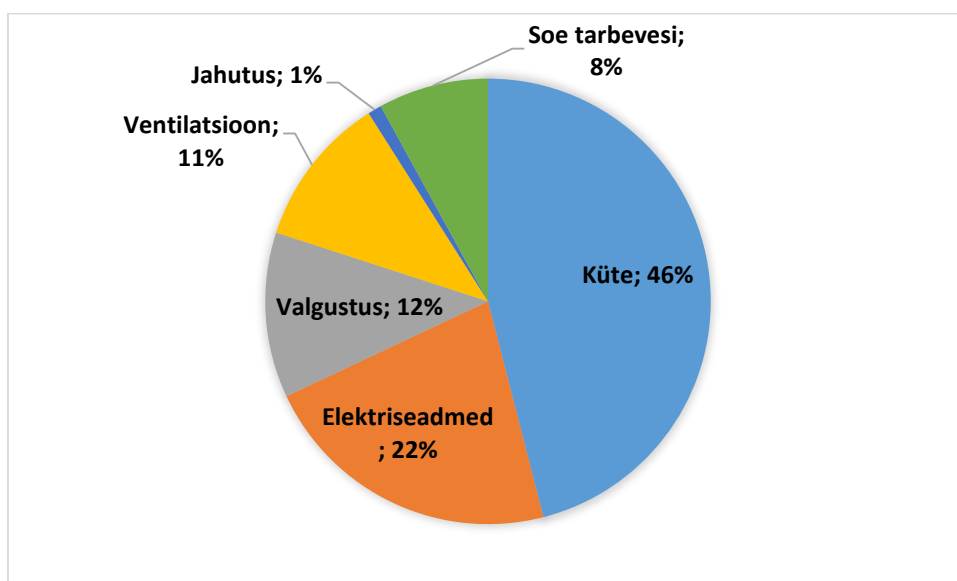
### **1.3 Büroohoonete energiatõhusus ja energiatarve**

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi poolt 2014. aastal koostatud „Hoonete energiakasutuse tõhusust puudutava ja EU direktiivi 2012/27/EL II peatüki artikkel 4 alusel Euroopa Komisjonile esitatavas teatises“, milles kirjeldatakse Eesti suundi ja põhimõtteid energiasäästu saavutamiseks hoonetes erinevate hooneliikide kaupa on eraldi käsitletud ka büroohooneid. Järeldused tehti 15 büroohoone põhjal, millest ilmnes et olemasolevate büroohoonete energiatarbimine on valdavalt 140-150 kWh/(m<sup>2</sup>a). Kuna vaadeldud büroohoonete puhul ei olnud tegemist tagatud sisekliimaga hoonetega, siis energiatarbe moodustas soojusenergia. Elektritarbimiste puhul võeti arvesse standardkasutusest tulenev arvutuslik 45 kWh/(m<sup>2</sup>a). Ellimineerimaks energiasäästu sisekliima arvelt arvutati energiatarbimine tingimuse järgi, kus on hoone õhuvatetus viidud vastavusse energiatõhususe miinimumnõuetega. Seeläbi suurenes arvutuslikult



olemasolevate büroohoonete soojusenergiatarve veel ligikaudu 100 kWh/(m<sup>2</sup>a) võrra [12]. Seega on olemasolevate büroohoonete hinnanguline energiatarve tagatud sisekliima rakendamise korral arvutuslikult vahemikus 285-300 kWh/(m<sup>2</sup>a). Arvestades, et hoonete energiatõhususe miinimumnõuded näevad ette büroohoonete energiatõhususearvuks 131-160 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja rekonstrueeritavate büroohoonete puhul 161-210 kWh/(m<sup>2</sup>a), siis eeldab eesmärgi saavutamine nii välispiirete rekonstrueerimist ja soojustamist kui ka tehnosüsteemide asendamist kaasaegsetega, mis võimaldavad tagada nõuetekohase sisekliima. Seoses olemasolevate hoonete soojustamisega ja uute juba oluliselt energiatõhusamate hoonete projekteerimise ning ehitamisega väheneb oluliselt hoonete kütteks minev soojusenergiavajadus. Samas nõuetekohase sisekliima tagamise vajaduse tõttu suureneb elektrienergia vajadus jahutus-, konditsioneerimis- ja ventilatsioonisüsteemidele.

Kuna nii madalenergiahoone kui liginullenergiahoone nõuetele vastavaid büroohooneid on veel ehitatud väga vähe nii Eestis kui ka kliimaatiliselt sarnastes põhjamaades, siis ei ole võimalik väljatua statistiliselt keskmist energivajaduse jaotumist. Eestis on rajatud üks liginullenergia büroohoone, mis valmis 2015. aasta sügisel. Selle hoone kohta on olemas arvutuslikud energivajadused, aga arvestades, et hoone võeti aktiivsesse kasutusse 2015. aasta lõpul/2016. aasta alguses, siis ei ole hoone kohta veel piisavalt reaalseid tarbimisel põhinevaid energiakasutuse andmeid. Joonisel 1 on toodud büroohoone energiakasutus vastavalt energiaarvestustele.

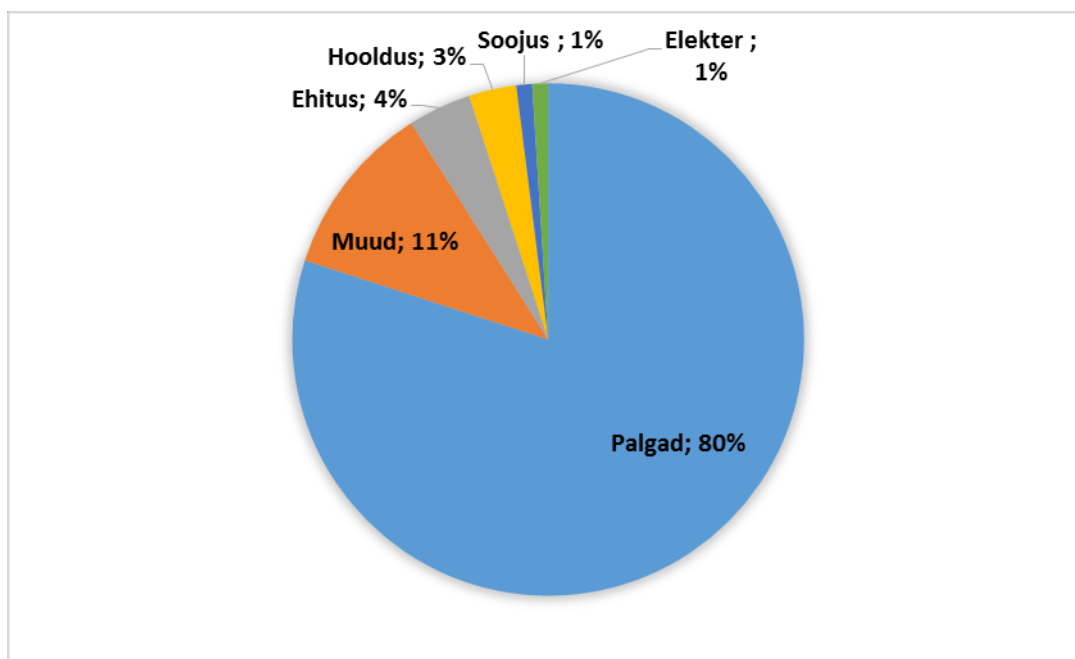


Joonis 1. Eesti esimese liginullenergia hoone arvestuslik energiakasutus

Arvestades kavandatud sisekliimanäitajaid ja ning investeeringuid nii hoone välispiirettesse kui kütte-, jahutus ja ventilatsiooniseadmetesse, siis on uute või äsjarenoveeritud büroohoonete omanike ning haldajate üheks suuremaks väljakutseks projektis kavandatud sisekliima näitajate võimalikult kuluefektiivne tagamine. Hoone energiatõhususe suurenemisega kaasneb soojusenergiavajaduse vähenemine. Samas, hoone üldises energiakasutuses suureneb valgustusele ja hoone kasutajate poolt tarbitavatele elektriseadmetele kuluv elektrienergiavajadus, mille tegeliku kulu suurus sõltub oluliselt hoone tavakasutajast ja tema väljakujunenud tarbimisharjumusest.

Samas on kulud elektri- ja soojusenergiale suhteliselt väikesed arvestades büroohoone majandamisega seotud muude kuludega. Büroohoone majandamisega seotud kulude struktuuri kirjeldab joonis 2.

Joonis 2. Büroohoone majandamisega seotud kulude struktuur



Allikas: [20]

Joonisel 2 on kujutatud büroohoone majandamisega seotud kulude ligikaudne struktuuri, kui büroohoone on omaniku enese kasutuses. Jooniselt nähtub, et kulud nii soojus- kui elektrienergiale moodustavad hoone üldistest majandamiskuludest kumbki umbes 1%. Samas kõige suurem kuluartikkel on töötajate palgakulud. Viimane on aga otseses seoses hoone sisekliima ja töötajate tööviljakusega.

## **1.4 Erinevate büroohoonega seotud huvipoolte roll ja võimalused hoone energiatõhususe ja sisekliima tagamisel**

### **1.4.1 Hoone arendaja**

Kinnisvaraarendus on protsess, mis algab kavandatava hoone, hoonetekompleksi või muu kinnisvara objekti kontseptsiooni välja töötamisest ja lõpeb hoone või kinnisvaraobjekti müügi või välja rentimisega. Eduka kinnisvaraarenduse aluseks on turunõudluse ja asjakohaste nõuete-regulatsioonide analüüs. Sellest tulenevalt on arendaja ülesandeks võimalikult optimaalse investeringuga rajada antud asukohta sobiv, ärioluliselt kasuliku funktsiooniga, potentsiaalsetele sihtkasutajatele atraktiivne ja regulatsioonidele ning nõuetele vastav arendasprojekt. Kinnisvaraarendaja näol on tegemist reeglina investorit või omanikku esindava projektijuhiga. Hoone arendaja jaoks on energiaklass, sisekliima ja „keskkonnasõbralikkus“ eelkõige hoone äriolulise kontseptsiooni osad, mis aitavad kinnisvaraarendusprojektidel teistest eristuda või on müügiargumendiks mingile konkreetsele potentsiaalsele tarbijagrupile. Seega on kinnisvaraarendaja tegevus ning motivatsioon hoone energiatõhususe ja sisekliima osas seotud hoone kavandamise, projekteerimise ning ehituse etappidega.

Kinnisvaraarendaja staatust, rolli ja vastutust energiatõhususe osas ükski õigusakt ei määratle. Küll aga Eestis väljakujunenud tegevuspraktika kohaselt kuulub arendaja pädevusse arendusobjekti kirjaliku lähteülesande koostamine, milles määratletakse:

- 1) hoone ja ruumide otstarve;
- 2) hoone ruumide eeldatav loetelu, suurused ja/või kasutajate arv;
- 3) tehnoloogiast tulenevad ülesanded;
- 4) hoone nõutav eluiga;
- 5) hoone ja ruumide nõutavad tehnilised andmed;
- 6) tellija erinõuded [13].

### **1.4.2 Hoone omanik**

Hoone omaniku kohustused algavad hoone kavandamise etapis, kus ta peab andma projekteerijale kirjaliku lähteülesande, mille sisu on lahtikirjutatud punktis 1.4.1 Hoone

omaniku kohustused seoses energiatõhususega sätestab eelkõige ehitusseadustiku § 19 [9], kus on öeldud, et omanik peab tagama ehitise, ehitamise ja ehitise kasutamise vastavuse õigusaktidest tulenevatele nõuetele, sealhulgas peab omanik tagama ehitise vastavuse planeeringule või projekteerimistingimustele. Samuti vastutab omanik, et projekteerimise ja ehitusega seonduvaid töid teeb töö eripäralt vastavate ning piisavate teadmiste ja oskustega isik. Lisaks vastutab omanik ehitise korrashoiu ja kasutamise ohutuse eest. Seega vastutab omanik hoone eest kogu selle elukaare vältel ja koostab selle haldamiseks asjakohaseid plaane, teeb investeeringuid ning hindab tegevuste tulemuslikkust. Hoone elukaare erinevatel etappidel palkab omanik vastavalt oma tegevusspetsiifikale, ettevalmistusele ja vajadusele asjakohaseid spetsialiste - arendaja, kinnisvarajuht/haldusdirektor; majandusjuhataja/haldur. Eestis väljakujunenud praktika kohaselt kasutatakse nii oma organisatsiooni palgal olevaid töötajaid kui ka asjakohast teenust pakkuvaid lepingupartnereid.

### **1.4.3 Hoone haldaja**

Seoses hoonete järjest keerulisemaks muutumisega ja üha karmistuvate nõuetega nii hoone üldisele majandamisele, ohutusele-turvalisusele, energiatõhususele, sisekliimale, tehnosüsteemide korrashoiule, üldisele puhastusele ja veel paljudele muudele aspektidele muutub kinnisvara korrashoiuga seonduv valdkond üha olulisemaks nii kinnisvara omaniku jaoks kui ka selle kinnisvara kasutaja ehk hoonetes töötavate inimeste jaoks. Kinnisvara korrashoid on tegevustekompleks, mis hõlmab:

- 1) kinnisvara haldamist – õigusaktidest või lepingulistest kohustustest tulenevat vastutust kinnisvara jätkuva olemasolu eest, tagades hallatava kinnisvara füüsilise, juriidilise, majandusliku ja sotsiaalse säilimise läbi kinnisvara kasutamise seotud protsesside juhtimise;
- 2) ehitiste tehnilist hooldamist – regulaarset ja reglementeeritud tööde kompleksi selleks, et säilitada kinnistul paiknevad ehitised, nende tarandid ja hoonetes paiknevad tehnosüsteemid ettenähtud seisundis, üldjuhul oluliselt parendamata ja muutmata korras hoitava objekti kasutusotstarvet;
- 3) heakorratööde tegemist;

- 4) renoveerimistöid – ehitise kasutusea jooksul nii perioodilisi kui ühekordseid tegevusi selleks, et purunemisest ja/või kulumisest tulenevalt taastada olemasolevaid tarindeid ning tehnosüsteeme üldjuhul füüsilise vananemise kõrvaldamiseks ja/või kinnisvara kasutaja muutunud nõudmiste rahuldamiseks;
- 5) kinnisvara omaniku kohustuste täitmist – seondub nii õigusaktidest kui lepingukohustustest tulenevate kinnisvara omanikule suunatud kohustustega;
- 6) energia, vee ja kommunikatsiooni tagamist –kinnisvara kasutajale eluks ja tööks vajalike ning kehtivatele nõuetele vastava kvaliteediga energiaressursside tagamist kinnisvaraobjekti kasutajatele nende tarbimisvajadusi arvestades, kujundades tarbimiskulud kinnisvaraobjektile;
- 7) tugiteenuste osutamist – kinnisvara kasutajale kooskõlas kinnisvara omanikuga selliste täiendavate teenuste korraldamist ja vahendamist, mille tulemusel tõuseb kinnisvaraobjekti kasutatavuse (kvaliteedi) tase;
- 8) ehitus- ja rekonstrueerimistöid – ehitise kasutusea jooksul tehtavaid täiendavaid tegevusi kinnisvaraobjektile, millega võib kaasneda objekti taasväärtustamine ja/või kasutusotstarbe muutus [14].

Nagu eelnimetatud tegevuste kompleksist nähtub, siis omab kinnisvara korrashoiu eest vastutav spetsialist kandvat ja vastutusrikast rolli nii hoone energiatõhususe ja sisekliima tagamisega kui ka töötajatele kvaliteetse töökeskkonna tagamisega seotud küsimustes.

Eestis väljakujunenud tava kohaselt täidavad nimetatud rolle väga erineva erialase ettevalmistuse ja erineva administratiivse tasemega töötajad – kinnisvara-, haldus- ja administratiivdirektorid, haldus- või majandusjuhatajad, kinnisvarahaldurid, tehnikud. Kuna kinnisvara korrashoiu valdkond eeldab väga mitmekesiseid teadmisi- oskusi erinevatest valdkondadest, siis üha enam kasutatakse erinevate tegevuste täitmiseks asjakohaseid teenusepakkujaid. Eriti puudutab see kinnistu heakorruga seotud tegevusi ja tehnilise hooldamisega seotud tegevusi, s.h. ka hoone kütte-, jahutus-, ventilatsiooni- ja hooneautomaatikaseadmete hooldust ja juhtimist ehk siis hoone sisekliima tagamist. Arvestades nimetatud süsteemide keerukust ja spetsiifilisust on see põhjendatud strateegia, aga see toob kaasa asjaolu, et sisekliima parameetreid reguleeriva spetsialisti

ja hoone tavakasutaja suhtlemine ja infovahetus ei pruugi olla piisav tagamaks operatiivselt head ja mugavat töökeskkonda.

#### **1.4.4 Rentnik**

Rentnikul ehk büroohoones pinda rentiva ettevõtte/organisatsiooni juhil on sisekliima ja energiatõhususega seonduvat kahetine roll. Esmalt valib ta lähtuvalt oma organisatsiooni tegevuse spetsiifikast ja vastavalt organisatsiooni väärtustele ning võimalustele sobiva asukoha, suuruse ja keskkonnaga ruumid. Räägib hoone omanikuga (omaniku esindajaga) läbi ja lepib kokku töökeskkonda ning erinevaid sisekliima tegureid puudutavad tingimused. Koostöös hoone omaniku esindajaga korraldab vajadusel bürooruumide vajaliku ümberkohandamise, päikesevarjestuseks aknakatete paigalduse vms.

Samas vastutab rentnik, kui oma organisatsiooni juht vastavalt erinevatele õigusaktidele, et töötajatele oleks tagatud õigusaktidele vastav, turvaline töökeskkond nii, et seal on võimalik vältida tööõnnetusi ja tervisekahjustusi ning säilitada töötaja töövõime ja heaolu [15].

Tööandjana peab rentnik kas koostöös maja haldajaga või oma organisatsiooni-siseselt korraldama oma töötajatele informatsiooni kättesaadavuse ni oma renditava pinna kui ka üldkasutatavate ruumide kasutuskorra, sisekliima reguleerimisvõimaluste, valvesüsteemide jms kohta.

Samuti on rentnikul, kui tööandjal võimalus ja vahendid olla eestvedajaks ja eeskujuks tervisliku töökeskkonna loomisel ning energiasäästuga seonduvate tegevuste korraldamisel.

#### **1.4.5 Tavakasutaja**

Tavakasutaja ehk hoones töötava inimese tegevus lähtub eelkõige oma ettevõtte töökorralduse reeglitest [16], kus muuhulgas on sätestatud ka töötervishoiu, töö- ja elektriohutusega seonduvad töötaja kohustused, õigused ja vastutus. Samuti lähtub töötaja büroo sisekorra eeskirjadest või kodukorrast, mille on kehtestanud hoone omanik või haldaja. Viimati nimetatutes võivad olla kindlaks määratud näiteks tööaeg, millal on tagatud sisekliima seadmete töö, hoones kehtestatud sisetemperatuuride alam- ja

ülempiirid, ruumi temperatuuri ruumipõhise reguleerimise vahemik, üldkasutatavate seadmete kasutus jms.

## 2 HOONE SISEKLIIMA. SISEKLIIMAT MÄÄRAVAD TEGURID JA NENDE OHJAMISVÕIMALUSED

### 2.1 Sisekliima mõiste. Ruumiõhu ja sisekeskkonnakvaliteet

Maailma Tervishoiuorganisatsiooni (WHO) sõnul on inimese üheks põhiõiguseks hingata tervisele ohutut välis- ja siseõhku.

Inimene veedab hinnanguliselt 80-90% oma ajast siseruumides, sealhulgas ka töökeskkonnas [17]. Keskmine tööeline inimene veedab kolmandiku oma päevast ehk poole ärkvelolekuajast töökeskkonnas, mistõttu on siseõhu ja sisekeskkonna seisund inimese tervise, heaolu ja tööviljakuse seisukohalt väga oluline [18].

Töötaja ja tema töösooritus on mõjutatud väga mitmete tegurite poolt, millest peamised on tööülesanded, töökoht, organisatsioon ja protseduurid ning füüsiline keskkond. Töösüsteemi üheks osaks on töökeskkond, mille oluliseks osaks omakorda sisekliima. Sisekliima mõju inimese tööviljakusele on kompleksne, tegemist on mitmesuguste erinevate mõjuritega, mille efektid ei ole ühesuguse kaaluga. Seepärast ei ole sisekliima positiivsed või negatiivsed mõjud alati üheselt määratletavad. Samuti ei ole positiivsete või negatiivsete tagajärgede teke alati üheselt ennustatavad [19].

Hoone sisekliima ja eelkõige sisekliima kvaliteedi käsitlemisel kasutatakse nii erialases kui teaduskirjanduses kahte erinevat mõistet siseõhu kvaliteet (*indoor air quality, IAQ*) ja sisekeskkonna kvaliteet (*indoor environmental quality, IEQ*).

Sisekliimaks nimetatakse sisemise õhuruumi seisundit ja selle seisundi, sh gaasilise koostise, muutumist. Sisekliima hõlmab temperatuuri, suhtelist õhuniiskust, õhus leiduvaid saasteaineid, valgust ja müra [20].

Sisekliima peamiseks kvaliteedinäitajaks on mugavus ja inimese hea enesetunne. Mugavus on suhteline ja individuaalne [21]. Mugavustunde all mõistetakse niisugust füsioloogilist seisundit, mille puhul organismi termoregulatsioon töötab minimaalse pingega ja kõik elundid ning funktsionaalsed süsteemid toimivad optimaalselt [22]. Mõned mugavuse mõjurid on küll mõõdetavad, kuid nende toime sõltub paljuski inimesest enesest. Kuna universaalseid mugevusnäitajaid on keeruline määratleda, siis



erinevates normdokumentides sätestatakse mitte mugavust vaid riske tervisele ning heaolule ja seetõttu on määratletud asjakohased ohutegurid. Ohutegureid grupeeritakse:

- 1) füüsilised ohutegurid – õhutemperatuur, -niiskus, -liikumiskiirus, pindade temperatuurid, akustika ja müra, vibratsioon, ioniseeriv ja mitteioniseeriv kiirgus, elektromagnetväli jm;
- 2) keemilised ohutegurid – süsinikdioksiidi sisaldus; aerosoolide ja gaaside kogus ning omadused, ebaseeldivad lõhnad;
- 3) bioloogilised ohutegurid – erinevad mikroorganismid (bakterid, viirused, seened, õietolm jm);
- 4) füsioloogilised ja psühholoogilised ohutegurid – üleväsimust põhjustavad sundasendid ja -liigutused, monotoonne või töötaja võimetele mittevastav töö, halb töökorraldus ja pikaajaline töötamine üksinda jm.

Tööandja peab tagama, et töökeskkonnas toimivad füüsilised, keemilised, bioloogilised, füsioloogilised ja psühholoogilised tegurid ei või ohustada töötaja ega muu töökeskkonnas viibiva isiku elu ega tervist [15].

Sisekeskkonna kvaliteet on hoone sisekeskkonda kirjeldavate parameetrite, nagu temperatuur, müra, valgus ja õhukvaliteet, kompleks. Lisaks sisekliimat iseloomustavatele parameetritele hõlmab sisekeskkonnakvaliteet ka ruumide ning töökohtade paigutust ja disaini [20].

### **2.1.1 Töökeskkonna soojuslik sisekliima. Soojusmugavus ja selle tajumine**

Nii avalik-ühiskondlikke-, äri- ja tootmishooneid ning elamuid peab alati planeerima nii, et sisekliima rahuldaks seal viibivaid inimesi ja võimaldaks sooritada planeeritud tegevusi. Hoone kavandamise ja/või renoveerimise prioriteetid peaksid olema, et hoone sisekliima ei mõjuks negatiivselt inimese tervisele, heaolule ega produktiivsusele ja et kavandatav või renoveeritav hoone oleks samas ka võimalikult madala esmainvesteeringu ja energiatarbega. Tähtsad on ka muud hoonega seotud nõuded nagu hoone esteetiline välimus, ökoloogiline efektiivsus, lihtne kasutamine jm, ent nende täitmine ei tohiks kunagi tulla esimestena mainitud nõuete arvelt [23]. Inimese heaolu mõjutavad mitmed erinevad sisekliimaga seotud parameetrid:

- 1) Ruumi ja hoone soojuslik sisekliima, mis sõltub siseõhu temperatuurist, operatiivsest temperatuurist ja ruumi sisepindade temperatuuridest, siseõhu niiskusest ja siseõhu liikumisest;
- 2) Õhu kvaliteet, mis sõltub saasteainete määrast, mis võivad inimesele olla ärritavad või ohtlikud. Saasteained võivad esineda kas osakestena või gaasilistena ja aurudena;
- 3) Õhu puhtus, mis sõltub saasteainete määraste, mis võivad mõjutada või kahjustada teatud protsesse [11].

Hoone soojusliku sisekliimat ja hoone kasutajate soojusmugavust võrdsustatakse sageli vastavusega standardite nõuetele, kuid heaolu on subjektiivne ning raskesti mõõdetav. Inimene ei analüüsi keskkonda füüsikaliste parameetrite põhjal vaid tugineb üldmuljel. Seega on soojuslik mugavus üldistatud karakteristik, mis saadakse heaolu hindamisel sisekliima erinevate parameetrite korral. Soojuslik mugavus sõltub ruumi õhutemperatuurist, ümbritsevate piirete pinnatemperatuurist, õhu suhtelisest niiskusest ja õhu liikumiskiirusest, inimese kehalisest aktiivsusest ja riietuse soojustakistusest/soojapidavusest. Ruumi soojuslikku mugavust iseloomustatakse oodatava soojusliku mugavusetunde indeksiga (PMV) ja oodatava rahulolematuse tasemega (PPD). PMV väljendab inimrühma keskmist soojusliku mugavusetunde hinnangut 7-astmelisel skaalal (-3 kuni 3), millest hinne -3 vastab külmale ja hinne +3 kuumale. PPD, aga näitab antud ruumi soojusliku mugavuse klassi tingimustes rahulolematute inimeste osakaalu protsentides [24]. Lisaks sõltub soojusmugavus inimese riietusest, soost, vanusest, tervisest ja füüsilisest aktiivsusest [25]. Soojusmugavuseks nimetatakse üldistatud karakteristikut, mis on saadud statistilise uurimise tulemusel, kui inimesed, asudes ühes ja samas ruumis, hindavad etteantud skaala järgi oma mugavustunnet ja rahulolu sisekliima ja muude parameetrite mingisuguste väärtuste korral [26]. Samuti on soojuslikku mugavust, laiemalt mugavust, defineeritud kui seisundit, kus inimesel pole vaja korrigeerida keskkonda läbi käitumise [27].

Inimese soojusmugavuslik sõltumine inimese soost ja vanusest on seotud inimese ainevahetuse ehk metabolismiga. Ruumi sisekliima kontekstis on ainevahetus keha energia kulutamine, mille tulemusena eraldub soojust. Metabolismi ehk soojuserituse ühikuks on met. 1 met on võrdväärne rahulikus olekus oleva inimese ainevahetusega.

Inimese soojuseritus, met on soojuseritus keha pinna ühelt ruutmeetrilt,  $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$ . Täiskasvanud inimese keha pindala on  $1,6\text{-}1,8 \text{ m}^2$ . Metabolismi suurus on otseses sõltuvuses inimese tegevuse aktiivsusest. Istuvas asendis laua taga töötamisel on metabolismi suuruseks  $1,5 \text{ met}$ , autoga sõitmisel umbes  $2 \text{ met}$ . Kiires tempos jalutamine või raske töö tegemine on võrdne  $4,5 \text{ met-ga}$ . Energia eritus inimese keha pinnalt toimub nii konvektsiooni, kiirguse kui ka aurumise teel. Mida suuremaks muutub energia eritus, seda proportsionaalselt rohkem eraldub energiat aurumise ja konvektsiooni teel [11]. Otsese päikesekiirguse käes viibiva rahulikus olekus oleva inimese metabolismi tase tõuseb päikesekiirguse toimel märkimisväärselt.

Teaduslike uuringutega on kindlaks tehtud, et meeste ainevahetus on ligikaudu  $35\%$  kiirem kui naistel ja seetõttu on naiste ja meeste soojusmugavus erinev. Uuringud on näidanud, et naiste biofüüsikaline soojusliku mugavuse vahemik on  $23,2\text{-}26,1^\circ\text{C}$  [1]. Standardis EVS-EN 15251:2007 on sisetemperatuuri soojusliku mugavuse vahemikuks  $20\text{-}24^\circ\text{C}$ , mis vastab meeste soojusliku mugavuse vahemikule. [28]

Inimese ainevahetuse intensiivsus ja seega ka eraldatud soojus on sõltuvuses inimese füsioloogilistest omadustest nagu vanus ja kehakaal. Eakamatel inimestel on ainevahetus aeglasem ja suurema kehakaaluga, eriti ülekaalulistel, inimestel on soojuseritus kiirem.

Inimese soojusmugavust mõjutab oluliselt ka riietus, mille soojusisolatsiooni ehk soojustakistust iseloomustatakse ühikuga clo.  $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$  [11].

Kuigi soojusmugavus on inimestel väga individuaalne, siis on paljude teadusuuringute põhjal väljatöötatud üldised soojusmugavuse parameetrid. Hoonete ja ruumide sisekeskkonna soovituslikud parameetrid on määratletud standardis EVS-EN 15251:2007 „Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast“, kus on määratletud ka neli sisekliima klassi. Sisekliima klassid ja nende kirjeldused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Sisekliima klasside kirjeldus [28]

Sisekliima klass	Selgitus
I	Kõrged nõudmised sisekliima kvaliteedile. Soovitatav ruumides, kus viibivad väga tundlikud, nõrga tervisega ja erinõuetega inimesed, näiteks puudega inimesed, haiged, väga väikesed lapsed ning eakad inimesed
II	Tavapärased nõudmised sisekliima kvaliteedile. Tuleks rakendada uutes ja renoveeritavates hoonetes
III	Möödukad nõudmised sisekliima kvaliteedile. Võib rakendada olemasolevates hoonetes
IV	Sisekliima kvaliteedi väärtused, mis jäävad allapoole eelnimetatud klasse. Antud klass võib olla vastuvõetav ainult piiratud ajal aastast

Kuna I ja IV sisekliima klassi rakendatakse eritingimustel, siis edaspidi on käsitletud peamiselt II ja III sisekliima klassidega seotud tingimusi.

Tabelis 2 on esitatud näidetena mõningatele hoonetüüpidele kehtivad soojusmugavuse parameetrite normvahemikud. Uutes ja renoveeritud hoonetes on hoone omanikul ja tööandjal kehtiva standardi kohaselt soovitatav tagada II klassile vastavad soojusmugavuse parameetrite vahemikud [26].

Tabel 2. Soojusmugavuse parameetrite soovituslikud normvahemikud sõltuvalt soojusmugavuse klassidest standardi EVS-EN 15251 järgi.

Hoone (ruumi) tüüp	Soojusliku mugavuse klass	Operatiivne temperatuur, °C		Õhu suhteline niiskus, %	Õhu liikumise suurim kiirus. m/s	
		Minimaalne talvel	Maksimaalne suvel		Suvel	Talvel
Büroo	II	20,0	26,0	25-60	0,22	0,18
	III	19,0	27,0	20-70	0,25	0,21
Konverentsi-ruum	II	20,0	26,0	25-60	0,22	0,18
	III	19,0	27,0	20-70	0,25	0,21
Auditoorium	II	20,0	26,0	25-60	0,22	0,18
	III	19,0	27,0	20-70	0,25	0,21
Kohvik, restoran	II	20,0	26,0	25-60	0,2	0,16
	III	19,0	27,0	20-70	0,24	0,19
Kauplus	II	16,0	25,0	25-60	0,2	0,15
	III	15,0	26,0	20-70	0,23	0,18

Minimaalne operatiivne temperatuur talvel näitab ruumi õhu temperatuuri ja ruumi piirete kiirgustemperatuuride vahepealset temperatuuri, mille peab tagama küttesüsteem. Talvise temperatuuri puhul lähtutakse riietusest, mis vastab clo 1 tingimustele ehk tüüpilisele talvisele tubasele riietusele. Maksimaalne operatiivne temperatuur suvel näitab ruumi õhu temperatuuri ja ruumi piirete kiirgustemperatuuride vahepealset temperatuuri, mille peab tagama jahutussüsteem. Suvise temperatuuri puhul lähtutakse riietusest, mis vastab clo 0,5 tingimustele ehk kergele suvisele riietusele.

### 2.1.2 Õhu kvaliteet

Õhu kvaliteedi mõistes on oluline, et õhus oleks vähe saasteaineid, millel võiks sisse hingates olla inimese tervisele kahjulik mõju. Saasteaineid võib olla kahte tüüpi:

- 1) Osakesed, mis võivad olla nii looduslikku päritolu (õietolm, hallituse eosed, viirused, bakterid) või inimtegevuse tulemusena tekkinud (liiklus, tööstus-, ehitus- ja olmetolm, tööstuslikud heitgaasid, põlemisprotsesside jäägid). Osakeste kontsentratsiooni väljendatakse osakeste hulga või osakeste kaalu abil – osakeste hulk õhu ruumalas, osakest/m<sup>3</sup> või massina ruumala kohta, mg/m<sup>3</sup> või µg/m<sup>3</sup>.
- 2) Gaasid ja aurud, mis välisõhus võivad olla samuti nii looduslikku päritolu (elusolendite ja organismide elutegevusest, veest ja maast eralduv) kui tingitud erinevatest põlemisprotsessidest. Gaasiliste ainete kontsentratsiooni väljendatakse kas massina ruumalaühiku kohta µg/m<sup>3</sup> või miljondike osakestena ruumis, ppm [11].

Sisekeskkonnas olevad gaasilised saasteained on nii orgaanilist kui anorgaanilist päritolu ning võivad pärineda väga erinevatest allikatest:

- 1) Allikad, mis on seotud hoonet kasutavate inimeste ja nende tegevusega – erinevad põlemisjäägid, inimeste poolt tehtavad tegevustest õhku erituvad gaasilised saasteained sh erinevad põlemisprotsesside jääkained, tubakasuits, kütmisest ja toiduvalmistamisest tulenevad gaasilised saasteained.
- 2) Ehitus- ja viimistlusmaterjalid ning sisustusest emiteerunud gaasilised saasteained nagu näiteks formaldehüüdid, lenduvad orgaanilised ühendid (VOC) [21].

Paljusid inimestelt ja materjalidest eraldunud saasteaineid tajub inimene kui lõhnu. Inimeste tegevus on tavaliselt kõige suurem osakeste ning gaasiliste saasteainete allikas siseõhus. Inimesed eraldavad nii gaasilisi saasteaineid kui osakesi, näiteks süsihappegaasi, veeauru, lõhnaaineid, nahaosakesi. Inimeste poolt õhku paisatud saastelemente nimetatakse biofluentideks. Riidetelt eraldub kangakiude ja muid saasteaineid. Õhus, mida inimene sisse hingab, on 21% hapnikku ja 0,04% süsihappegaasi. Väljahingatav õhk sisaldab umbes 16% hapnikku ja 4% süsihappegaasi ehk õhu hapnikusisaldus langeb neljandiku jagu, aga süsihappegaasi sisaldus suureneb sajakordselt. See tähendab, et inimesed mõjutavad ruumiõhu hapnikusisaldust vähe, aga süsihappegaasi CO<sub>2</sub> sisaldust olulisel määral ja koos sellega ka siseõhu CO<sub>2</sub> sisaldust hõivatud ruumides [11].

## **2.2 Ruumide sisekliimaga seotud terviseriskid. Haige hoone sündroom**

Ruumis valitsev ja töötajat ümbritsev keskkond mõjutab oluliselt inimese elu- ja töötegevust. Sisekliima avaldab inimese enesetundele ja tervisele mõju mitmel viisil. Kõige esmalt naha, limaskestade ja hingamisteede kaudu, sest nahk ja limaskestad on piiriks inimese ja keskkonna vahel. Mõju võib olla otsene, nagu külmumine või ülekuumenemine, või kaudne, avaldudes näiteks külmetuse tagajärgede kaudu. Pidev ja pikaajaline ebamugavus võib põhjustada tõsiseid tervisehäireid. Ka mõju tervisele on erinev, seda eriti allergiliste inimeste puhul [18]. Töötervishoiu alases erialakirjanduses on väljatoodud erinevate sisekliima parameetritest tingitud tervisehäiringud, mida kinnitavad ka erinevad teadusuuringud. Samas, kuna inimene veedab keskmiselt 80-90% ajast siseruumides, aga sellest vaid 30-45% tööruumides, siis on keeruline üks-üheselt seostada erinevaid tervisehäiringuid konkreetselt töökeskkonna sisekliimaga. Sisekliima on kompleksne ja suur osa sisekliima elemente on omavahelistes mõjudes. Sarnaselt on ka tervisehäiringud ja riskid kompleksed ja võivad sõltuda erinevate sisekliima parameetrite koosmõjust. Nii ei tohi näiteks ruumi ja töökoha sisekliima parameetrite käsitlemisel käsitleda õhutemperatuuri ainult eraldiseisva tegurina, kuna selle füsioloogiline toime avaldub koos teiste õhu füüsikaliste parameetritega [29]. Näiteks kõrge ruumi temperatuur suurendab saasteainete eritumist ehitusmaterjalist ja ruumi sisustusest, mistõttu ümbritseva õhu kvaliteet langeb tunduvalt [30]. Hoone sisekliima parameetrite seos võimalike tervisehäiringutega on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Sisekliima ja võimalike tervisehäiringute vaheline seos.

Sisekliima parameeter	Sisekliima parameetri hälve EN-EVS 15251 soovitatust	Võimalik tervisehäiring
õhutemperatuur	liiga jahe	külmatunne (ebamugavustunne); aevastamine, kananahk, külmetushaigused, nohu, kahjustav mõju luu- ja liigeskonnale
	liiga soe	palavustunne, vaimse ja füüsilise töövõime langus;
õhu suhteline niiskus	madal (<20%)	janutunne ja suu kuivamine, silmade, nina või kurgu limaskestade ärritusnähud, silmade kihelus, staatiline elekter
	kõrge (<80%)	mikroorganismidest (hallitusseentest) allergiline nohu, punetus, limaskestade sügelus, köha, hingeldamine, astma
õhu liikumise kiirus	väiksem	väsimus, keskendumisvõime langus, pearinglus, peavalu, töövõimelangus
	suurem	lihase- ja närvipõletikud selja-, õlavöötme ning käte piirkonnas; peavalud; külmetushaigused;
valgustatus	hämär valgus/ alavalgustatus	töövõime vähenemine, peavalu, silmade väsimine. Pikema aja vältel võib põhjustada silma-, närvi-, südame-veresoonte- jt haiguste teket ja arengut ning nägemiskahjustusi.
	ere valgus/ valgusräigus	ebamugavustunne, peavalu, vaimse ja füüsilise töövõime langus. Pikema aja vältel võib põhjustada silma-, närvi-, südame-veresoonte jt haiguste teket ja arengut ning nägemiskahjustusi.
päikesest või soojusseadmetest lähtuv kiirgustemperatuur		palavustunne, vaimse ja füüsilise töövõime langus; silmade ärritus; peavalu
õhukvaliteet	Umbne õhk, kõrvalised lõhnad	hingamisteede ärritus, väsimus, peavalu, pearinglus, töövõimelangus, mürgistused, allergiad, lihase- ja liigesevalu
müra	otsene toime	peavalu, tähelepanu hajumine,
	pikaajaline toime	Kuulmisteravuse langus, peavalud, vererõhu tõus ja veresoonte ahenemine, stress

Allikad: [18; 19; 20; 31; 32];

Eelpoololevast tabelist nähtub, et erinevate hoone sisekliima omadustega on seotud mitmed sarnased tervisehäiringud: silmade, kurgu, nina ja nahaärritused, peavalu, väsimustunne, keskendumisraskused. Nimetatud tervisehäiringud on iseloomulikud nähtusele, mida kirjanduses nimetatakse haige hoone sündroomiks (*SBS e. Sick Building Syndrome*). Haige hoone sündroomiks nimetatakse ebamääraseid sümptomeid, mis võivad esineda kurgu, nina, naha või silmade ärritusnähtudena või üldiste enesetunde häiretena (peavalu, pearinglus, keskendumisraskused, seletamatu väsimus, iiveldus) ning on seotud hoone ja selle sisekeskkonna omadustega. Tervisehäiringud leevenevad või kaovad, kui inimene on hoonest eemal ja kui tervisehäiring ei ole seotud ühegi teadaoleva haiguse või ärritajaga [20]. Nimetatud sümptomite ja tervisehäiringute raskusaste või varieeruda mõõdukast ebamugavustundest kuni töövõime kaotuseni. EPA (*Environmental Protection Agency*) ja WHO kriteeriumite järgi loetakse hoone, kus nimetatud sümptomeid esineb üle 20% asukatest, problemaatiliseks; WHO arvestuste kohaselt on arenenud riikides selliseid hooneid ligikaudu 1/3. Enamasti kaasneb kirjeldatud sümptomitele ka mitmeid ebameeldivaid aistinguid sisekeskkonna tegurite osas: sagedamini kõrge või madal õhutemperatuur ja õhuniiskus, „seisev“ ja umbne õhk, hämar või liiga ere valgustus, müra, tolmune õhk või ebameeldivad lõhnad. Haige hoone sündroomiga kaasnevaid sümptomeid esineb sagedamini uutes, moodsates, energiasäästlikes majades, kus on mehhaaniline kütte ja ventilatsioonisüsteem. Hoolimata paljudest läbiviidud uuringutest on raske kindlaks teha mingit kindlat haige hoone sündroomi põhjust. Haige hoone sündroomiga kaasnevate ebamääraste sümptomite baasil võib välja kujuneda tõsine tervisehäire, mis halvemal juhul haarab kogu problemaatilise ruumi või hoone töötajaskonna [18].

### **2.3 Sisekliima, tööviljakus ja töötajate rahulolu**

Hoone sisekliima ja sisekeskkonna kvaliteet mõjutavad oluliselt inimese mugavustunnet, heaolu ning seeläbi tervist ja tööviljakust. Töökeskkonnast ja sisekliimast tingitud üldine ebamugavus ja tervisehäiring võib erinevatel viisidel vähendada inimese töövõimet, mis toob kaasa tööviljakuse vähenemise. Kõige levinumateks viisideks on sisekliimaga seotud probleemidest tulenevad ebamugavus- ja rahulolematusetunne, keskendumisraskused, töövõime langus, peavalu vms enesetunde ja tervisehäiringud, mis ei too kaasa otsest haigestumist. Tundlikumatel inimestel võivad sisekliima probleemide intensiivsema või pikaajalisema esinemise puhul tekkida haigestumised. Äärmistel



juhtudel võib esineda ka osalist või täielikku töövõime kadu. Sellest tulenevalt võib järeldada, et halb sisekliima ja sisekeskkonna kvaliteet võivad vähendada organisatsiooni tööviljakust kahel viisil – vähendades kasumit ja suurendades kulusid [20].

Erinevate uuringute tulemusel on jõutud järeldusele, et töötaja interaktsioon hoone, selle sisekliima ja asjakohaste tehnosüsteemidega on oluliseks töötaja rahulolu määrajaks. Kõige suuremaks töötaja rahulolu ohustajaks on olukord kui ehitise ja selle tehnosüsteemid on liiga keerulised, raskesti arusaadavad ja ei allu töötaja kontrollile. Töötaja kontroll töökeskkonna üle võimaldab tal luua temale mugava töökeskkonna ja see, nagu katsed on näidanud, suurendab nii mugavust kui ka tööviljakust, samal ajal kulutades vähem energiat kui keskselt kontrollitud süsteem [19]. Erinevad uuringud on tõestanud, et sisekeskkonna ruumipõhine kontroll ja reguleerimisvõimalus parandab töötaja hinnangut oma töö tulemuslikkusele. Samuti aitab ruumipõhine reguleerimine kaasa haige hoone sündroomi sümptomitest põhjustatud haiguspuhkuste vähenemisele. Suurbritannias läbiviidud uuringud näitasid, et töötajate tööviljakus suurenes kui nad said ise reguleerida oma töökoha temperatuuri, ventilatsiooni ja valgustust. On hinnatud, et ruumipõhise reguleerimise rakendamine +/- 3°C võrra grupi optimaalsest temperatuurist võib suurendada umbes 7% kontoritöö tööviljakust [20]. Uuringud on tõestanud, et lisaks kontrollile töökeskkonna parameetrite üle, mõjutab töötajate rahulolu töökeskkonnaga olulisel määral ka nende teadlikkus võimalustest, kuidas nad saavad oma töökeskkonda ja selle sisekliimat reguleerida [33].

## **2.4 Sisekliima komponendid ja nende ruumipõhised reguleerimise võimalused**

### **2.4.1 Päevavalguse varjestamine ja valgustuse reguleerimine**

Järjest enam ehitatakse klaasisist fasaadidega büroohooneid, mille puhul päikesekiirgus kujundab suurel määral sisekliima tingimusi ja energiavajadust [34]. Fassaadi ja akende suurus, orientatsioon ja varjestus mõjutavad ruumi valgustatust ja temperatuuri ning järelikult ka energiakasutust. Ruumi hea valgustatuse tagab pigem hajuvalgus. Otsekiirgus põhjustab sageli ebamugavat peegeldust, mis on suuremaks probleemiks arvutiga töötajatele. Päikesekiirgusest tingitud ülekütmise vältimiseks ning räguse ennetamiseks kasutatakse laialdaselt passiivse arhitektuurilise jahutuse viisina päikesevarje. Tavaliselt kasutatakse liigse loomuliku valguse leevendamiseks sisemisi

aknakatteid – ribi- ja rulookardinaid ning püstlamellkardinaid. Päikesekiirgus muutub tahke pinnaga kokku puutudes soojuseks. Nii toimivad suletud katted pigem kütteelemendina ja ruumis tekib kasvuhoone efekt, sest liigsoojus ei läbi hoone tarindit. Soojusmugavuse tagamiseks tuleb liigsoojus eemaldada, milleks enamasti kasutatakse ventilatsiooni ja jahutussüsteeme [11].

Et tagada tööruumises nõuetekohane ja samas mugav valgustus ja et päevavalgus saaks anda tõelise panuse energia säästmiseks, ei piisa ainult sellest, et valgus pääseks hoonesse. Väga oluline on, et oleks tagatud päevavalguse ja elektrivalguse asjakohane juhtimine. Päevavalgusega seonduvalt on neli põhilist valguse juhtimise vormi:

- 1) käsitsi;
- 2) taimeriga väljalülitus koos võimalusega käsitsi lähtestada;
- 3) fotoelektriline sisse- ja väljalülitamine;
- 4) fotoelektriline hämardamine[35].

Kuna ruumisiseseid passiivseid varjestuslahendusi ei käsitleta hoone ehitusprojektis, siis reeglina kasutatakse nende puhul käsitsijuhtimist. Seetõttu on siinkohal oluline osa ruumi kasutajate teadlikkusel ja asjakohasel käitumisel. Näiteks on Rootsis Lundi ülikoolis uuritud kontoritöötajate käitumist otsese päikesekiirguse suhtes. Uurimistöö tulemused näitasid, et ruumides, kus ei esinenud otsesest päikesekiirgusest tingitud rägust, olid kardinaid pidevalt avatud. Ruumides, kus esines rägust, olid kardinaid ette tõmmatud. Leiti, et esimesel kahel kuul on kontoritöötajad päevavalguse ja vaate nimel nõus kardinaid reguleerima vastavalt otsese päikesekiirguse mõjule, hiljem aga loobusid sellest ja jätsid kardinaid alaliselt ette [11].

Kuna enamik tänapäevaseid töökohti on seotud arvuti kasutusega, siis peavad need vastama kõigile ülesannetele, mida nendel töökohtadel täidetakse, nii lugemisele kuvarilt, trükiteksti lugemisele, klaviatuuri kasutamisele kui kirjutamisele. Kuvari ja mõnikord ka klaviatuuri kasutamist võivad mõjutada peegeldused, mis põhjustavad pimestust ja diskomfordirägust. Seetõttu on oluline, et oleks tagatud sobivad valgustustingimused ja valgustuslahendused [35].

### 2.4.2 Küte ja jahutus

Ruumi temperatuur on üks olulisemaid soojusmugavuse ja üldise mugavuse komponente, mida inimene ka selgelt tajub. Ühe võimaliku küttesüsteemide liigituse aluseks on kasutatav soojuskandja. Selle järgi jaotatakse küttesüsteeme vesikütteks (kõige levinum kekkütte liik), õhkkütteks ja aurukütteks. Kuna aurukütet erinevatel põhjustel kasutatakse Eestis marginaalselt, siis realselt on kasutusel vaid vesiküte ja õhküte. Vesikütte süsteeme liigitatakse omakorda küttekeha tüübi järgi:

- 1) Radiaatorküte;
- 2) Paneelküte, konvektorküte;
- 3) Siledapinnalistel torudel põhinev küte;
- 4) Ribitorudel põhinev küte.

Õhkküttesüsteemideks nimetatakse küttesüsteeme, milles vajaliku temperatuurini soojendatud õhk juhitakse soojuskadude katteks vahetult köetavatesse ruumidesse [36].

Sarnaselt küttesüsteemidele liigitatakse ka jahutussüsteeme, mille ülesandeks on liigsoojuse eemaldamine, õhk- ja vesisüsteemideks. Õhksüsteemi puhul toimub jahutamine sissepuhkeõhuga. Vesisüsteemide puhul toimub liigsoojuse eemaldamine jahutatud pindadega, milleks võivad olla puhurkonvektorid ehk fancoil'id või jahutuspalgid [11].

Kaasaegsed kütte- ja jahutussüsteemid on reeglina kas tsentraalselt või hooneautomaatika poolt juhitud. Ruumi kasutajad saavad vastava reguleerimisvõimaluse olemasolul reguleerida temperatuuri oma tööruumis etteantud vahemiku ulatuses ( $\pm 2-3^{\circ}\text{C}$ ).

### 2.4.3 Ventilatsioon

Ruumi ventilatsiooniks loetakse ruumi varustamist puhta õhuga ja ruumist õhu ja koos sellega ruumis tekkinud saasteainete eemaldamist. Seega on ventilatsioonisüsteemi põhiülesandeks ruumiõhu kvaliteedi tagamine. Samuti võib ventilatsiooni abil eemaldada ruumist soojust, kui sissepuhkeõhk on jahedam kui ruumiõhk või varustada ruumi soojusega, kui sissepuhke õhk on soojem kui ruumiõhk. Ventilatsioonisüsteemi abil on võimalik mõjutada ka ruumiõhu niiskust [11]. Üldjuhul seda ei kasutata, kuna see on

tehniliselt keerukas ja kallis. Ventilatsiooni iseloomustab õhuvooluhulk, mis on sissepuhke või väljatõmbe maht ajaühikus. Seda mõõdetakse tavaliselt ühikutes m<sup>3</sup>/h või l/s. Ventilatsiooni õhuvooluhulgad projekteeritakse vastavalt ruumi kasutusotstarbele ja inimeste arvule ruumis [26]. Ventilatsioon ei tohi hõivatud ruumis põhjustada ebameeldivaid kõrvalnähte, nagu tuuletõmbus, häirivalt ebahütlane temperatuur ja segav müra. Tuuletõmbus ja häirivalt ebahütlane temperatuur olenevad õhujaotusseadme kujundusest ja paigutusest, sissepuhkeõhu temperatuurist ja õhuvooluhulga suuruselt [11]. Sarnaselt kütte- ja jahtutussüsteemidega on ka ventilatsioonisüsteem enamasti kas tsentraalselt või hooneautomaatika poolt juhitud. Ventilatsiooni juhtimine võib toimuda etteantud parameetrite põhised või vastavalt mingitele keskkonnatingimustele - näiteks CO<sub>2</sub> sisaldus ruumis. Töötajad ja ruumi kasutajad ei tohiks omavoliliselt ventilatsiooniseadmeid reguleerida, kuna see võib kogu ventilatsioonisüsteemi tasakaalust välja viia [26].

## **3 UURIMISTÖÖ EESMÄRGID**

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas rakendatav hoonete kavandamise, projekteerimise, ehitamise ja hilisema haldamise ning energijuhtimise praktika Eesti energiatõhusates büroohonetes võimaldab tagada hoone energiatõhusa kasutuse ning hea sisekliima majas töötavatele inimestele.

Vastavalt magistritöö eesmärgile ja toetudes erialases kirjanduses esitatud seisukohtadele olid tööle seatud järgmised uurimisülesanded:

- 1) Selgitada missugused võimalused ja rollid on kaasaegselt kavandatud ja ehitatud energiatõhusas bürooones erinevatel huvipooltel, mõjutamaks hoone energiatõhusust ja sisekliimat;
- 2) Selgitada välja, milline on hoone tavakasutajate huvi ja teadlikkus hoone energiatõhususest ja sisekliimast ning kas ja millistest sotsiaalsetest sh tervisenäitajatest see sõltub;
- 3) Koostada soovitusliku iseloomuga ülevaade valdkondadest ja alateemadest, mida oleks otstarbekas ruumi/hoone tavatarbijatel ja hoone haldamisega tegelevatel spetsialistidel teada, et nad oma igapäevase tegevusega aitaksid parimal võimalikul viisil kaasa nii hea sisekliima saavutamisele oma tööruumides kui ka kavandatud energiatõhususe parameetrite saavutamisele.

Käesoleva uurimistöö tulemusi on kavas rakendada praktikas soovitusena büroohonete arendajatele, büroohonete omanikele, hoone haldusega tegelevatele spetsialistidele ja ka tavatöötajatele selgitades kuidas on seotud hoone hea sisekliima, töötajate heaolu ja tööviljakus ning hoone energiatõhusus.

### **3.1 Materjal ja metoodika**

#### **3.1.1 Valim**

Käesolevas töös keskendutati büroohonetele, kuna büroohonete kasutusrežiim on suhteliselt standartne ja ka kasutamise administratiivne korraldus on seetõttu ühtsem võrreldes muud funktsiooniga hoonetega. Samuti on büroohonetes tehtav tegevus suhteliselt sarnane kontoritöö.

Sobivate hoonete leidmiseks telliti väljavõtte ehitisregistrist, kus on väljatoodud nii hoonete kasutusotstarbed, nende ehitisregistri koodid (EHR kood) kui ka nende

väljastatud energiamärgised. Antud töö seisukohalt pakkusid huvi eelkõige A- ja B-energiaklassiga büroohooned. EHR koodi alusel tuvastati objekti aadressid. Ehitisregistri väljavõttest nähtus, et seisuga 06. jaanuar 2016 oli Eestis kaks A-energiaklassiga büroohoonet; viis B-energiaklassiga büroohoonet ning lisaks veel neli B-energiaklassi büroohoonet oli ehitusstaadiumis. Lisaks ehitisregistri andmetele tugineti valimi moodustamisel ka E.Seinre, J.Kurnitski ja H. Volli teadusartiklis “Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM” kasutatud referentshooneid. Esialgse valimi hoone omanike/arendajatega peeti läbirääkimisi uuringu läbiviimiseks. Läbirääkimiste tulemusena olid uuringus valmis osalema kolme büroohoone arendajad/omanikud ehk peaaegu pooled võimalikest. Uuringus vaadeldavate hoonete üldandmed on toodud tabelis 4. Vaadeldavad hooned on erinevate suuruste ja korruselisusega ning neis töötab väga erinev arv töötajaid. Kuna aga käesoleva töö eesmärgiks ei ole võrrelda ja analüüsida hoonetes kasutatavaid tehnosüsteeme ja nende energiatarbimist vaid hoone kasutaja rahulolu ja käitumist energiatõhusates hoonetes, siis hoonete erinevatel suurustel ei ole töö tulemuse seisukohalt erilist mõju.

Tabel 4. Uuringus käsitletud hoonete üldised andmed

	<b>Hoone 1</b>	<b>Hoone 2</b>	<b>Hoone 3</b>
Üldpind, m <sup>2</sup>	2730	2170	8691
Korruseid	4	3	6
Hoone valmimise/kasutusele võtmise aasta	2014	2015/2016	2014
Hoonetes töötavaid inimesi	230	50	400-430
Energitõhususarv (kWh/(m <sup>2</sup> a))	111	98	156
Üldine ruumide planeering (kontori tüüp)	valdavalt avatud kontorid	osaliselt avatud kontorid; osaliselt kabinetid, osaliselt testkeskkond	avatud kontorid / kabinetsüsteem
Hoone üldine haldus	sisse ostetud teenus	sisse ostetud teenus	oma haldusspetsialist
Tehnosüsteemide ja automaatika haldamine	sisse ostetud teenus	sisse ostetud teenus	sisse ostetud teenus

### 3.1.2 Uuringu läbiviimine

Lähtuvalt töö eesmärgist oli vaja välja selgitada, hoonete haldamise ja energiajuhtimise praktika Eesti energiatõhusates büroohonetes ning uurida kas ja kuidas see tagab hoone energiatõhusa kasutuse ning hea sisekliima majas töötavatele inimestele. Magistritöö sisaldab eneses kahel erineval meetodil koostatud uuringut. Autori esimene eesmärk oli välja selgitada vaadeldavate büroohonete tavakasutajate subjektiivne rahulolu, käitumisharjumused ja väärtushinnangud seoses oma tööruumi sisekliima ja energiatõhususega. Teine eesmärk oli hoonega seotud teiste huvipoolte - omanike/arendajate ja hoone haldajate, huvide, ootuste ja eesmärkide väljaselgitamine seoses kaasaegse energiatõhusa büroohoone energiatõhususe tagamisega hoone elukaare kestel ning hoone lõppkasutajate rollist hoone energiatõhususe eesmärkide saavutamisel. Esimese eesmärgi tarbeks läbiviidud uuringu meetodiks oli ankeet-küsitlus vaadeldavate büroohonete tavakasutajatele, mida on põhjalikumalt käsitletud p 3.1.4.

Teise uuringu andmekogumise meetodina on kasutatud poolstruktureeritud ekspertintervjuud uuringus vaadeldavate büroohonete arendajate/omanike esindajatega ja haldajatega. Ekspertiintervjuusid viiakse läbi inimestega, kelle kogemused mõne ala eksperdina on huvipakkuvad [38] ning kellelt soovitakse koguda selle ala kohta faktiteadmisi [39]. Intervjuu valim oli koostatud lähtuvalt magistritöö eesmärgist. Üheteiskümnest isikust koosnevasse valimisse kuulusid vaadeldavate büroohonete arendajate ja/või omanike esindajad, büroohonete haldajad ning lisaks veel ka sõltumatud hoone tehnosüsteemide projekteerijad. Ekspertintervjuud viidi läbi:

- 1) vaadeldava büroohonete arendajate ja/või omanike esindajatega;
- 2) vaadeldud büroohonete haldajatega ja lisaks veel 3 täiendava hoone haldajaga, kes tegelevad erinevate energiatõhusate büroo- ja teadushoonete haldamisega
- 3) kütte-, jahutuse-, ventilatsiooni ja hooneautomaatika projekteerijatega.

Viimane sihtgrupp kaasati, kuna hoone tehnosüsteemid, eelkõige kütte-, jahutus, ventilatsiooni- ja automatikasüsteemid omavad väga olulist rolli hoone energiatõhususe ja hea sisekliima tagamisel. Sõltumatute projekteerijate kaasamine lähtus kahest põhjusest – ühe vaadeldava büroohoone puhul oli arendajaks ehitusliku projekteerimisega tegelev insenerfirma, kes juhtis kogu hoone projekteerimise protsessi. Sel juhul oli läbi arendaja kaasatud ka projekteerija. Teise vaadeldava büroohoone puhul oli tehnosüsteemide projekteerijaks rahvusvaheline firma Soomest, mistõttu nendega

ekspertintervjuu tegemine ei olnud antud töö raames võimalik. Samas pakkus sõltumatu projekterijate kaasamine töö autori hinnangul mitmekülgsemat teema avamist, mis ei olnud seotud vaid konkreetsete büroohoonetega.

Ekspertintervjuude läbiviimiseks koostati küsimustik, mida on põhjalikumalt käsitletud p

3.1.3. Ekspertintervjuude läbiviimiseks pöördus töö autor konkreetselt valitud inimeste poole, tutvustas magistritöö eesmärke ja sisu. Vastastikuse huvi ilmnemisel saadeti intervjuueeritavatele intervjuu raames käsitletavat teemad ning küsimused.

Uuringu läbiviimiseks oli valitud märts-aprill 2016, kuna kevadisel perioodil on intensiivne päikesepaiste, mis mõjutab oluliselt sisekliimat ja teisalt on nii haldusküsimustega tegelevatel spetsialistidel kui tavatöötajatel veel meeles talvisel perioodil ilmnunud sisekliima probleemid ja erinevad tervisehäiringud.

Intervjuude käigus antud selgituste põhjal tegi töö autor kirjalike märkmeid, mille alusel toimus hilisem intervjuude analüüs.

Intervjuude tulemused on esitatud üldistatult, ilma ekspertide seisukohti isiklikult välja toomata. Analüüsi käigus on väljatoodud nii olulised ühised osad kui ka erisused. Seda nii erinevate huvigruppide-siseselt kui huvigruppide vahel.

### **3.1.3 Ekspertintervjuud erinevate osapoolte esindajatega**

Selgitamaks välja hoone kavandajate, arendajate ja majandajate lähtekohad, viidi läbi poolstruktureeritud ekspertintervjuud hoone arendajate ja/või omanike, haldajate ning kütte-ventilatsiooni ja hooneautomaatika projekterijatega. Hoonete arendajaid/omanikke vaadeldi ühise sihtrühmana, sest kahe vaadeldud büroohoone puhul need kattusidki. Ühe büroohoone puhul oli arendaja küll investorite esindaja kuid kogu büroohoone kavandamise, projekterimise, ehitamise ning hoone käivitamise sh hoone haldamise korraldamise ning ruumide rentimise puhul täitis arendaja omaniku ülesandeid.

Erinevate huvipooltega läbiviidud intervjuudes oli neli ühist küsimust:

- 1) Milliseid sisekliimat mõjutavaid parameetreid (temperatuur, õhuniiskus, ruumi õhuvahetus ja ventilatsioon, valgustus, välisvalguse varjestus) ja mis mahus võiks saada reguleerida ruumikasutaja?
- 2) Millist teavet/infot ja täiendavat oskust oleks tarvis ruumilõppkasutajal, et ta saaks ja oskaks teha ruumi sisekliima ja energiatõhususe seisukohalt "mõistlikke" otsuseid?



- 3) Kas ja millises mahus peaks olema erinevate ruumipõhist reguleerimist võimaldavate tehnosüsteemide juhtseadmete kasutusjuhendid kättesaadavad rentnikfirmale ja/või hoone tavakasutajale?
- 4) Kas selgitavad ja meeldetuletavad sildid ruumipõhiste kontrollrite ning regulaatorite juures on otstarbekad ja vajalikud?

Neile lisandusid sihtgrupi spetsiifilised küsimused.

Hoone arendajate ja/või omanikega läbiviidud intervjuud koosnesid kahest osast – intervjuu esimene osa keskendus hoone kontseptuaalse kavandamise, projekteerimise ning projekteerimise ja ehitusprotsessis erinevate osapoolte koostööle. Samuti ka arendaja/omaniku poolsetele täiendavatele tingimustele ning ootustele hoone sisekliima ja energiatõhususe näitajatele, mille alusel hoonet projekteeriti-ehitati. Kuna käesoleva töö eesmärk on uurida eelkõige hoonete kasutamise seotud praktikaid, siis käsitlesid arendajate/omanikega läbiviidud intervjuu küsimused ka sisekliima jälgimise ning uute rentnikfirmade või uute töötajate asjakohase teavitamisega seotud teemasid. Intervjuu teises osas selgitati välja vaadeldavate hoonete tehnilised ja üldised parameetrid, mis on esitatud tabelites 5 ja 7, et saada objektiivne info, kas ja mida hoone tavakasutajad saavad ise reguleerida.

Tabel 5. Uuringus vaadeldud hoonete tehnilised andmed

	<b>Hoone 1</b>	<b>Hoone 2</b>	<b>Hoone 3</b>
Energitõhususarv (kWh/(m <sup>2</sup> a))	111	98	156
Küte	energiavaiadel põhinev maaküte	linna keskküte	linna keskküte
Jahutus	energiavaiadel põhinev maaküte	maasoojuspump	
Seadetemperatuur talvel/suvel	21 / 26	21 / 25	21 / 26
Temperatuuri ruumipõhine reguleerimisvõimalus	+/-3°	+/-2°	+/-2°
Ventilatsioon	mehaaniline soojusvahetiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioon	mehaaniline soojusvahetiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioon	mehaaniline soojusvahetiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioon

	Hoone 1	Hoone 2	Hoone 3
Õhu liikumiskiirus (m/s) talvel/suvel	0,18/0,22	- / 0,2	- / 0,2
Ventilatsiooni ruumipõhine reguleerimine		ei ole	3 astmeline reguleerimine
Valgustatus töökohtadel (lux)	500	500	500
Aknad / fassaadielemendid	osaliselt avatavad (õhuaknad)	mitte-avatavad	avatavad
Päevalguse varjestamise lahendused	lõuna poolisel fassaadil ribad ja sirmid. Muudes hoone osades ruumipõhine	ruumipõhine	päikesevarjed ja välised ribad

Hoone haldajatega läbiviidud intervjuud keskendusid hoone tehnosüsteemide igapäevase haldamise ning töötajate ootustest tuleneva sisekliima tagamise võimalikkusele. Hoone haldajate sihtrühma intervjuude ettevalmistamise ja läbiviimine osutus kõige keerukamaks, kuna erinevate hoonete puhul kasutatakse erinevaid hoone haldamise mudeleid. Kahes vaadeldud hoonetes kasutatakse sisseostetud haldusteenust ning ühes oma haldusspetsialisti. Kuna ühe hoone puhul langesid kokku omanik, arendaja ja haldaja, siis sellel juhul toimus üks intervjuu, mis hõlmas nii arenduse kui haldusega seotud teemasid. Mitmekesisema informatsiooni saamiseks just igapäevase energiakasutuse ja sisekliimaga seotud teemadest viis töö autor läbi veel täiendavalt kolm intervjuud erinevate uute ja äsjarenoveeritud äri- ja teadushoonete haldajatega. Lisaks sellele on hoone haldusega tegelevate spetsialistide või ka lepinguliste partnerite tööülesanded ja rollid hoonete lõikes väga erinevad. Intervjuude käigus ilmnes, et kõigis vaadeldavates hoonetes tegelevad erinevate tehnosüsteemide igapäevase haldamise-hooldamise ning nende töö optimeerimisega spetsiifilised insenerfirmad. Nende firmade esindajaid käesoleva uuringu raames ei intervjueritud.

Energia- ja keskkonnasäästlike hoonete rajamisel on väga oluliseks projekteerimisfaasis tehtavad valikud-otsused seda ka sisekliima tagamist puudutavates küsimustes. Seetõttu intervjueriti täiendavalt ka kütte-, ventilatsiooni- ja hooneautomaatikasüsteemide projekteerijaid. Kuna tehnosüsteemide projekteerimisest sõltub otseselt erinevate sisekliima parameetrite reguleerimise kontseptsioon, ehk et kas tegemist on tsentraalselt juhitud süsteemiga või ruumipõhise reguleerimisvõimalusega, siis puudutasid

projekteerijatega tehtud intervjuud nimetatud teemasid. Lisaks eelpool toodud neljale üldisele küsimusele sisaldas projekteerijate intervjuu küsimustik järgmisi küsimusi:

- 1) Milliseid sisekliima parameetreid ja mis mahus võiks saada reguleerida hoone haldur/majandusjuhataja?
- 2) Millist tehnosüsteemide alast infot/teavet ja täiendavat oskust oleks tarvis hoone halduril/majandusjuhatajal, et ta saaks ja oskaks teha hoone/ruumi sisekliima ja energiasäästu seisukohalt objektiivseid otsuseid?
- 3) Millist energiatarbe ja sisekliima alast infot peaks valdama hoone haldur/majandusjuhataja, et teha objektiivselt põhjendatud otsuseid?
- 4) Milline võiks olla energiatõhusa hoone kavandamise-projekteerimise-ehitamise protsess erinevate osapoolte vahel eriosade projekteerija seisukohast?

Intervjuud erinevate osapoolte esindajatega toimusid perioodil 28. märts- 22. aprill 2016.

### **3.1.4 Hoone kasutajate ankeetküsitlus**

Käesoleva uurimistöö kõige olulisema ja mahukama osa moodustas ankeetküsitluse läbiviimine vaadeldavate hoonete tavakasutajatega. Ankeedi koostamist nõustasid metoodiliselt magistr töö juhendajad Veljo Kimmel ja Kati Orru. Ankeet koostati nii paber kandjal kui veebipõhiselt ankeet.ee keskkonnas (Lisa 1). Ankeet koosnes 114 valikvastusega küsimusest. Ankeedis toodud küsimuste ja valikvastuste formuleerimisel kasutati Eesti Täiskasvanute Terviseuuringus ja G.Hrenovi magistr tööös “Kontoritöötajate terviseriskid seoses töökeskkonna ja töötingimustega” rakendatud küsimustikke. Küsimused hõlmasid järgmisi teemavaldkondi:

- 1) Rahulolu erinevate sisekliima parameetritega. Sisekliima parameetrite reguleerimise võimalused ja nende reaalne kasutamine;
- 2) Sisekliima ja energiatõhususe alase info kättesaadavus. Tavakasutajate teadlikkus ja huvi;
- 3) Tervisesümptomid;
- 4) Vastajate üldised sotsiaal-demograafilised andmed.

Ankeet sisaldas suletud küsimusi, millele oli võimalik anda vastus etteantud skaaladel.

Ankeetküsitluse läbiviimine toimus perioodil 14. aprill-05. mai. 2016. Anketeerimise eesmärgiks oli saada igast vaadeldavast büroohoonest 15- 20 täidetud ankeeti. Iga hoone puhul oli hoone arendaja või haldaja vahendusel leitud kontaktisik, kellega räägiti läbi

uuringu eesmärk ja eeldused. Anketeerimise käigus sooviti vastuseid saada inimestelt, kes töötavad vaadeldud büroohoonete erinevates osades (erinevates ilmakaartes), kuna lähtuvalt päikesest on erinevatel hooneosadel erinevad sisekliima mõjurid.

### 3.1.5 Ankeedi täitnud büroohoonete tavakasutajate üldiseloostus

Uuringu käigus korraldatud ankeetküsitluse andmete on esitatud tabelis 6 ja nende analüüsist selgus, et uuringus osalenute vanus jäi vahemikku 20-65 aastat. Täidetud ankeedi esitas kokku 61 inimest, kellest 17 (27,9%) olid meessoost ja 44 (72,1%) olid naissoost. Kõige enam oli vastajaid vanusegrupis 31 -50 eluaastat, kus vastajaid oli kokku 37 (60,7% kõigist vastanutest). Haridustaseme poolest moodustasid kõige suurema rühma bakalaureuse taseme ja rakenduskõrgharidusega töötajad 32 (52,4%) ja magistrikraadiga töötajad 21 (34,4%). Kõige enam vastanuid töötas üle 4 inimesega avatud kontoris 36 (59%).

Tabel 6. Uringus osalenud inimeste sotsiaal-demograafiline iseloostus

	<b>Hoone 1</b>	<b>Hoone 2</b>	<b>Hoone 3</b>
Vastajaid kokku	21	21	19
.....sh mehi	8 (38,1%)	4 (19%)	6 (31,6%)
.....naisi	13 (61,9)	17 (81%)	13 (68,4%)
< 30 aastaseid	2 (9,5%)	3 (14,3%)	7 (36,8%)
31 - 50 aastaseid	13 (62%)	9 (42,9%)	11 (57,9%)
51 < aastaseid	0 (0%)	6 (38,1%)	1 (5,3%)
Põhiharidusega	0 (0%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)
Keskharidusega	0 (0%)	5 (23,8%)	0 (0%)
Bakalaureus / rakenduskõrgharidus	11 (52,4%)	8 (38,1%)	13 (68,4%)
Magister	10 (47,6%)	6 (28,6%)	5 (26,3%)
Individaalses kabinetis töötajaid	3 (14,3%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)
2-3 inimesega kabinetis	0 (0%)	12 (57,1%)	8 (42,1%)
avatud kontoris (üle 4 inimese)	18 (85,7%)	8 (38,1%)	10 (52,6%)
Tööaeg kontoris tööpäevas 7 tundi ja enam	21 (100%)	21 (100%)	9 (47,4%)
Tööaeg kontoris tööpäevas 4-6 tundi	0 (0%)	0 (0%)	10 (52,6%)
Tööaeg kontoris tööpäevas alla 4 tundi	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Vastanute hulgas oli kõige enam, 36 ehk 59%, üle 4 töötajaga avatud kabinetis töötajaid. Kõige suurem avatud kabinetis töötajate arv oli hoones 1, kus see moodustas 85,7% kõigist vastanutest. Kõige vähem vastanuid, 5 ehk 8,2%, töötas individuaalses kabinetis. Kõige enam individuaalses kabinetis töötajaid oli hoones 2.

### 3.1.6 Uuringu raames käsitletud büroohoonete kirjeldus

Ehitisregistri (EHR) andmete ning hoonete arendajate/omanikega läbiviidud ekspertintervjuude põhjal koostati ülevaade vaadeldavate büroohoonete üldistest ja tehnilistest andmetest. Uuringu käigus käsitletavate büroohoonete üldised andmed on toodud tabelis 7.

Tabel 7. Büroohoonete üldandmed

	Hoone 1	Hoone 2	Hoone 3
Üldpind, m <sup>2</sup>	2730	2170	8691
Korruseid	4	3	6
Hoone valmimise/käiku andmise aasta	2014	2015/2016	2014
Hoones töötavaid inimesi	230	50	400-430
Üldine ruumide planeering (kontori tüüp)	valdavalt avatud kontorid	osaliselt avatud kontorid; osaliselt kabinetid, osaliselt testkeskkond	avatud kontorid / kabinetsüsteem
Hoone üldine haldus	sisse ostetud teenud	sisse ostetud teenud	oma haldusspetsialist
Tehnosüsteemide ja automaatika haldamine	sisse ostetud teenud	sisse ostetud teenud	sisse ostetud teenud

Kõik büroohooned on valminud ja kasutusele võetud kahe viimase aasta jooksul. Kõigi valimis olevate büroohoonete puhul on arendajad/omanikud pööranud hoone kavandamise, projekteerimise ja ehitusprotsessi käigus suurt tähelepanu hoonete energiatõhususele ja keskkonnasõbralikkusele. Hoone 1 on kavandatud, projekteeritud ja ehitatud vastavalt Euroopa Komisjoni poolt ellukutsustud Green Building kontseptsioonile, hoone 3 keskkonna- ja energisäästlikkuse tunnuseks on LEED Gold sertifikaat. Hoone 2 näol on tegemist “Targa majaga”, kus on erilist rõhku, kõrvuti kõrgendatud energiatõhususe näitajatega, pööratud kaasaegsete ja innovatiivsete

taastuenergia ja hooneautomaatikalahenduste rakendamisele. Hooned 1 ja 3 on väljarenditud peamiselt büroopindadena. Hoone 2 on valdavalt hoone omaniku ja temaga otseselt seotud organisatsioonide kasutuses, lisaks on hoones avalikuks kasutamiseks mõeldud arendus-demokeskkond. Hoonete suurused on võrdlemisi erinevad – kaks hoonet jäävad üldpinna vahemikku 2000-3000m<sup>2</sup> ja üks büroohoone on üldpinnaga ligi 8700m<sup>2</sup>. Sellest tulenevalt varieeruvad ka büroohonetes töötavate inimeste arvud 50-430 vahel. Kuna tegemist on kaasaegse kontseptsiooniga hoonetega, siis on kõigis hoonetes suhteliselt palju avatud planeeringuga kontoripinda, mis on väljakutseks sisekliima tagamisel ning mis mõjutab oluliselt ka tööruumi kasutajate käitumisharjumusi. Kõige enam on avatud kontoreid hoones 1. Tabelist 7 on näha ka erinevate hoonete puhul kasutatavad hoone haldamise mudelid – hoone 2 puhul tegeleb hoone haldamisega hoone omanik ehk siis omaniku palgal olev haldusjuht. Hoonete 1 ja 3 puhul kasutatakse sisseostetud haldusteenust. Hoone 3 puhul on haldusteenust pakkuv ettevõtte väga tihedalt seotud ka hoone tehnosüsteeme haldava-hooldava ning hoone energiakasutuse juhtimisega tegeleva ettevõttega. Seega on hoone halduril väga selge teadmine hoone energiatarbega seotud näitajatest ja samas jõuab tehnosüsteemide haldajani probleeme ja kaebusi puudutav info väga operatiivselt. Hoone 2 puhul on kus hoone haldusküsimuste eest vastutavaks inimeseks on hoone omaniku palgal olev haldusjuht. Tema tööülesannete hulka kuulub ka tehnosüsteemide töö jälgimine ja vajadusel nende reguleerimine ja vajadusel konkreetset tehnosüsteemi hooldava ettevõttega suhtlemine ja nende töö korraldamine. Hoone 1 puhul kasutatakse eraldi sisseostetud haldusteenust ja energiajuhtimise teenust ehk et hoone haldusega tegelev firma otseselt ei saa mõjutada hoone sisekliima parameetrite reguleerimist.

Uuringus käsitletavaid büroooneid iseloomustavad tehnilised andmed ja erinevate sisekliima parameetrite reguleerimisvõimalused on kirjeldatud tabelis 5.

Hoone 1 valmis 2014. aasta oktoobris. Büroohoone on 4 korruselise ja seal on üldpinda 2730 m<sup>2</sup> ning see on kavandatud, projekteeritud ja ehitatud lähtuvalt Green Building kontseptsioonist. Suurt tähelepanu on pööratud efektiivsele energiakasutusele. Hoone lõunapoolses osas olev klaasfassaad võimaldab maksimeerida loodusliku valguse kasutuse. Klaasfassaadi välisküljele paigaldatud horisontaalsed ribad ja sirmid kaitsevad suvel ruume liigsete päikesekiirte eest ning aitavad oluliselt vähendada hoone jahutusele kuluvat energiat. Ülejäänud maja osas on päikesevalguse varjestamine rentnikfirma korraldada. Osaliselt kasutatakse lamellkardinaid. 65 maa-alusest energiavaiast koosnev

maaküte tagab büroohoones kuni 50% soodsama talvise ruumide kütmise ja suvise jahutamise. Hoones on õhkküttesüsteem ja vesijahutussüsteem, mille jahutuselemendiks jahutuspalgid. Büroorumide taotluslik siseõhutemperatuur on suvel mitte üle 26°C ja talvel mitte alla 21°C, mida on võimalik ruumipõhiselt reguleerida 3°C ulatuses. Hoones on kasutusel soojustagastiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioonisüsteem, mis tagab nõuetekohase õhu liikumiskiiruse. Ventilatsiooni ja õhuvahetust juhitakse keskselt hooneautomaatika abil ja ruumipõhise reguleerimise võimalus puudub. Tööruumide aknad on avatavad. Üldkastuavatavates ruumides kasutatakse valgustuse juhtimiseks kohaloleku- ja liikumisandureid. Väljarenditavates büroorumides on valgustus lahendatud vastavalt rentniku soovile – reeglina on see käsitsi lülitatav. Hoone tehnosüsteemid on distantsjuhtimise teel jälgitavad, monitooritavad ja vajadusel ka reguleeritavad. Toimub regulaarne hoone energiaparametrite analüüs ja selle põhjal tehnosüsteemide töö optimeerimine. Hoone 2 valmis 2015. aasta oktoobris. Büroohoone on 3-korruseline ja seal on üldpinda 2170 m<sup>2</sup> ning see on kavandatud, projekteeritud ja ehitatud esimese liginullenergia (nZEB) büroohonena Eestis. Sellest tulenevalt on erilist tähelepanu pööratud hoone energiatõhususele, aga lisaks sellele ka erinevatele hooneautomaatika rakendustele, mille abil monitooritakse ja juhitakse hoone energiakasutust. Hoones on rakendatud erinevaid passiivseid päikesevarjestuse lahendusi – topelfassaad hoone lääneküljel ja fikseeritud ribad päikesevarjestuseks lõunafassaadil. Hoone kolmanda korruse topelfassaadi vahele on paigaldatud mootorajamiga ribikardinad. Kuna tegemist on ka fassaadilahenduse testkeskkonnaga, siis on see varustatud ka asjakohaste monitoorimisvahenditega. Hoones on radiaatorküte ja osades ruumides ka põrandaküte. Büroorumide taotluslik siseõhutemperatuur on suvel mitte üle 26°C ja talvel mitte alla 21°C, mida on võimalik ruumipõhiselt reguleerida 3°C ulatuses. Hoones on kasutusel soojustagastiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioonisüsteem, mis tagab nõuetekohase õhu liikumiskiiruse. Ventilatsiooni ja õhuvahetust juhitakse keskselt hooneautomaatika abil ja ruumipõhise reguleerimise võimalus puudub. Tööruumide aknad on avatavad. Üldkasutatavates ruumides kasutatakse valgustuse juhtimiseks kohaloleku- ja liikumisandureid. Kabinettides ja tööruumides on valgustus käsitsi sisselülitatav ja automaatselt väljalülituv. Hoone tehnosüsteemid on distantsjuhtimise teel jälgitavad, monitooritavad ja vajadusel ka reguleeritavad. Toimub regulaarne hoone energiaparametrite analüüs ja selle põhjal tehnosüsteemide töö optimeerimine.

Hoone 3 valmis 2014. aasta jaanuaris. Büroohoone on 6-korruseline ja seal on üldpinda 8691 m<sup>2</sup>. Hoone projekteerimisel ja ehitamisel on suurt tähelepanu pööratud hoone energiatõhususele, mida tõendab hoonele omistatud LEED Gold sertifikaat. Hoones on radiaatorküte. Büroorumide taotluslik siseõhutemperatuur on suvel mitte üle 26°C ja talvel mitte alla 18°C, mida on võimalik ruumipõhiselt reguleerida 2°C ulatuses. Hoones on kasutusel soojustagastiga muutumatu vooluhulgaga ventilatsioonisüsteem, mis tagab nõuetekohase õhu liikumiskiiruse. Ventilatsiooni ja õhuvahetust juhitakse keskselt hooneautomaatika abil. On olemas ka 3-astmeline ruumipõhine ventilatsiooni reguleerimise võimalus. Kuna tegemist on klaasist fassadiga hoonega, siis hoonel puuduvad avatavad aknad. Üldkasutatavates ruumides kasutatakse valgustusejuhtimiseks kohaloleku- ja liikumisandureid. Kabinettides ja tööruumides on valgustus käsitsi sisselülitatav ja automaatselt väljalülituv. Hoone tehnosüsteemid on distantsjuhtimise teel jälgitavad, monitooritavad ja vajadusel ka reguleeritavad. Toimub regulaarne hoone energiaparametrite analüüs ja selle põhjal tehnosüsteemide töö optimeerimine.



## 4 TULEMUSED JA ANALÜÜS

### 4.1 Ekspertintervjuude kokkuvõtted

#### 4.1.1 Büroohoonete arendajate/omanikega läbiviidud ekspertintervjuude kokkuvõte

Uuringus käsitletud büroohoone arendajate ja/või omanikega läbiviidud intervjuud koosnesid kahest osast – intervjuu esimene osa keskendus hoone kontseptuaalse kavandamise, projekteerimise ning projekteerimise ja ehitusprotsessis erinevate osapoolte koostööle. Samuti ka arendaja/omaniku poolsetele täiendavatele tingimustele ning ootustele hoone sisekliima ja energiatõhususe näitajatele, mille alusel hoonet projekteeriti-ehitati.

Kuna kahe uuringus käsitletud hoone puhul oli tegemist rentimiseks kavandatud büroohoonetega, siis esmane büroohoonete kavandamise lähtekoht oli büroopindade renditurul valitsev olukorra analüüs - kuidas antud olukorras pakkuda renditurule kõrgekvaliteedilist rendipinda, mis eristuks teistest pakkumises olevatest pindadest oma kvaliteedi, ja stabiilsete haldus- ning energiakuludega. Samas peavad arendatavad bürood olema ka konkurentsivõimelise rendihinnaga. Ühe uuringus käsitletud hoone puhul on tegemist nõ oma tarbeks ehitatud hoonega. Selle hoone puhul oli kavandamise lähtekohaks eesmärk arendada hoone põhjal välja väga energiatõhus hoone kaasaegsete tarkade hoonete energialahenduste ja hooneautomaatikasüsteemide katsetamiseks ning demonstreerimiseks.

Kõigi uuringus käsitletud hoonete arendajad/omanikud pidasid strateegiliselt oluliseks, et alates hoone kavandamise ja arhitektuurse lahenduse koostamisest oleks lisaks tellijale ja arhitektidele kaasatud ka hoone üldprojekteerijad ja võimalikult palju eriosade projekteerijaid ning et kogu hoone arendustöö toimuks meeskonnatööna vältimaks hilisemaid probleeme. Kahe intervjuu käigus toodi välja ka soovitus, et hoone edaspidise haldamise ja tehnosüsteemide ladusa töö tagamise huvides oleks väga oluline kui valmivasse hoonesse võetakse haldusjuht tööle (või sõlmitakse haldusteenuse pakkujaga leping) hoone ehituse lõpp-faasis, et tulevane haldusküsimustega tegeleja oleks kaasatud tehnosüsteemide lõpliku häälestamise ja üleandmise-vastuvõtu juurde. See tagaks talle vajaliku ja piisava teadmise tehnosüsteemide operatiivsest kasutusest-opereerimisest ning

aitaks vältida võimalike tehnosüsteemide kasutamisega seonduvate probleemide teket hoone kasutamise algusperioodil.

Kuna nii ehitusseadustik, hoonete energiatõhususe miinimumnõuded kui ka hoone sisekliima tingimusi sätestav standard EVS-EN 15251 seavad piisavalt selged ja täpsed nõuded hoone eenergiavarustusele ja –kasutusele ning sisekliimale, siis nende hoonete puhul arendajad/omanikud mingeid täiendavaid nõudeid projekteerijatele energiatõhususe ja sisekliima tingimuste osas ei püstitanud. Kuna ühe käsitletud büroohoone puhul juba alates kavandamise protsessist lähtuti Green Building kontseptsioonist, siis sellest tulenevalt olid tingitud täiendavad tingimused nii arhitektidele kui projekteerijatele. Lisatingimused puudutasid suuresti materjalide valikut ja kasutust.

Intervjuude käigus selgitati välja ja täpsustati käsitletavate büroohonete üldisi ja tehnilisi andmeid, mis on toodud tabelites 5 ja 7 ning mida on pikemalt käsitletud alapeatükis 3.1.6. Hoonete kirjeldustest nähtub, et büroohonetes on kaasaegsed sisekliimat tagavad tehnosüsteemid valdavalt tsentraalselt juhitud ehk tavakasutaja saab reguleerida peamiselt oma tööruumi temperatuuri ja elektrivalgustust. Nimetatud tehnosüsteemid toimivad vastavalt ruumipõhistele sensoritele, mille kaudu on jälgitud ka hoone sisekliima parameetrid. Ekspertintervjuude käigus leidis kinnitust, et see on olnud hoone arendajate kontseptsioon, mida on toetanud ka tehnosüsteemide projekteerijad põhjendades seda parema ning efektiivsema sisekliima tagamisega, mis on vastavuses nõuetega. Seda eeldusel, et standardis EVS-EN 15251 toodud tingimused sisekliima parameetritele põhinevad teaduslikel uuringutel ja peaks tagama ruumis viibivatele inimestele mugava keskkonna. Seetõttu olid arendajate/omanike esindajad ühisel seisukohal, et tavatöötaja peaks saama reguleerida teatud piires oma töökoha temperatuuri ja valgustust. Optimaalne oleks kasutada nõudluspõhist ventilatsiooni, kus ventilatsioonisüsteem tagab vajaliku õhuvooluhulga lähtudes ruumis viibivate inimeste hulgast.

Intervjueeritud eksperdid mõõnsid, et sempoonselt esineb probleeme õhuniiskusega, aga mugava ja ühtlase õhuniiskuse tagamine ventilatsioonisüsteemi kaudu aastaringselt pidevalt on tehniliselt keeruline ja seotud ka mitmete riskidega. Akende avamist ja isegi akende avamise võimalust intervjueeritud eksperdid ei toetanud, kuna ventilatsioonisüsteem koos kütte- ja jahutussüsteemiga peaks tagama kõigiti kvaliteetse sisekeskkonna. Päevavalguse varjestus oli kahe vaaldeldava hoone puhul lahendatud

fassaadil paiknevate ribide ja sirmidega. Ülejäänud ruumide, mis ei asu päikesepooles küljes, lähtub päikesevalguse varjestamine konkreetset ruumi kasutava rentnikfirma vajadusest.

Käsitletud kolme büroohoone puhul lähtutakse rentnikfirmade valikul eelkõige tavapärasest kinnisvaraturu situatsioonist ning potsentsiaalsete rentnike tegevusvaldkondadest ning nende sobivusest nii antud büroohoone kontseptsiooni kui ka teise maja rentnike tegevusega. Rentnikfirmadele ja majas töötavatele inimestele mingeid täiendavaid energiatarbe, energiasäästu või keskkonnakasutusega seotud tingimusi ja kohustusi ei seata. Seetõttu ei viida majas läbi ka asjakohaseid energiakasutuse, energiasäästu ja sisekliimaga seotud info- ja koolitusüritusi. Samuti ei peetud väga suurt sisulist lisandväärtust andvaks tehnosüsteemide ja nende ruumipõhiste juhtimisseadmete kasutusjuhendite kättesaadavaks tegemist. Ruumipõhiste kontrollerite ja regulaatorite juurde paigutatavate selgitavate ja meeldetuletavate siltide osas jäid arendajate/omanike esindajad pigem neutraalsele seisukohale, tuues välja nende siltide sobivuse maja üldise sisearhitektuurilise ja –kujundusliku lahendusega. Toodi välja probleem, et kui selliseid silte keskselt üle maja kasutada, siis peaks see olema lahendatud juba hoone sisekujundajate poolt.

#### **4.1.2 Büroohonete haldajatega läbiviidud ekspertintervjuude kokkuvõte**

Uuringu käigus intervjueriti kahe käsitletava hoone haldamisega tegelejat – ühe hoone puhul oli selleks hoone omaniku palgal olev haldusjuht ja teisel juhul hoonele haldusteenust pakkuva firma esindaja. Kolmanda käsitletava hoone puhul olid haldusfunktsioon ning energiajuhtimise- ja sisekliima tagamise funktsioon üksteisest lahutatud ehk et hoonele haldust teenust pakkuva firma ei tegelenud hoone tehnosüsteemidega ja nende töö jälgimise-reguleerimisega. Sellega tegeles jätkuvalt hoone arendaja. Seega on hoone 1 puhul osaliselt energiakasutuse ja sisekliimaga seotud haldusküsimusi käsitletud eelmises alapeatükis ehk hoonete arendajate/omanikega läbiviidud intervjuude kokkuvõttes. Et saada mitmekülgsemat ülevaadet hoone haldusega tegelevate spetsialistide seisukohast kaasati ekspertintervjuudesse veel kolm täiendavat haldusjuhti, kes tegutsevad samuti kaasaegsetes teadus- ja büroohonetes, kus on olemas kaasaegsed tehnosüsteemid sisekliima tagamiseks.

Hoone haldusspetsialisti tegevus- ja vastustusvaldkond on väga mitmekesine, hõlmates nii rendilepingu ja rentnikega tegelemist, hoone ehituslike ja tehnosüsteemide alaste

küsimuste lahendamist, üldise heakorra ja puhastusteenuste korraldamist ja veel paljusid erinevaid töövaldkondi, mida on kirjeldatud käesoleva töö punktis 1.4.3. Sellest tulenevalt on haldusspetsialistide hulgas väga erineva ettevalmistusega inimesi. Üldjuhul ei ole haldusspetsialistid tehnosüsteemide insenerid.

Hoonete haldusküsimustega tegelevate spetsialistide intervjuude käigus selgus oluline erinevus, lähtuvalt sellest kas tegemist on hoone omaniku/valdaja palgal oleva haldusjuhi/majandusjuhatajaga või haldusteenuse sisseostmisega. Kui hoone omaniku/valdaja palgal olev haldus-/majandusjuhataja on reeglina suurem osa ajas hoones kohal ja hoone kasutajad saavad tema poole pöörduda väga erinevates küsimustes ning haldusjuht/majandusjuhataja korraldab nende probleemide lahendamise, siis sisse ostetava teenuse puhul on ning kättesaadav kas telefonitsi või meilitsi. Reeglina on haldusteenuse lepingu puhul ka oluliselt täpsemalt sätestatud osapoolte kohustused ja vastutusvaldkonnad. Sellise mudeli puhul kasutavad hoonete omanikud/valdajad tehnosüsteemide järelevalve ja hoolduse ning hoone energiajuhtimise puhul veel eraldi partnerite teenuseid, kellega puudub haldusteenuse pakkujal otsene õiguslik suhe. Sellise mudeli kasutamine võib tekitada hoone lõppkasutajate hulgas mõningast segadust, kuna pole teada millise probleemiga kelle poole saab pöörduda.

Hoone haldusega tegelev spetsialist lähtub oma tegevusest hoonest sellisena nagu see on projekteeritud ja ehitatud ning millised on sealsed tehnosüsteemid ja erinevad sisekliima reguleerimise võimalused.

Valdavalt olid intervjueritud haldusspetsialistid seisukohal, et on optimaalne, kui ruumi lõppkasutaja saab reguleerida oma tööruumi temperatuuri ja valgustust. Päikesevarjestuse ja selle reguleerimise osas ei omanud intervjueritud haldusspetsialistid erilist seisukohta, kuna see on rentnikettevõtete vastutusala. Üldkasutatavates ruumides v.a koosolekuruumid, kus on vaja aeg-ajalt ruumi hämardada esitlustehnika kasutamiseks, üldiselt ruumisest päikesevarjestust ei kasutata.

Kuna hoonesse installeeritud ventilatsioonisüsteem on paigaldatud, seadistatud ja häälestatud kindlatele parameetritele ning ei ole reeglina ka ruumipõhiselt juhitav, siis ka haldusspetsialistid intervjuude käigus olid arvamusel, et ruumi lõppkasutaja ei peaks iseseisvalt saama ventilatsiooni ja õhuvahetust reguleerida. Läbivalt oldi seisukohal, et hoone koos oma tehnosüsteemidega peab tagama seal töötavatele inimestele sellise

keskkonna, et inimesed ei peaks eraldi keskkonnale ja sisekliimale mõtlema. Samas peaks erinevate sisekliima komponentide parameetrid jääma nii standardist tulenevate kui tehnosüsteemide seadistajate-häälestajate poolt määratletud piiresse. Täiendavaid sisekliima parameetrite kontrollmõõtmisi, lisaks tehnosüsteemide tööks vajalike sensorite-andurite poolt mõõdetavale, üldiselt vajalikuks ei peetud.

Samas tõid kaks intervjuueeritud haldusspetsialisti välja, et „*hoone tehnosüsteemid ja automaatika võivad olla küll väga kaasaegsed ja targad, aga lõpuks on hoone nii tark, kui tark on tema lõppkasutaja*“.

Sarnaselt hoone arendajate/omanike esindajad olid ka haldusspetsialistid neutraalsed või pigem skeptilised ruumipõhiste kontrollerite ja regulaatorite juurde paigutatavate selgitavate ja meeldetuletavate siltide osas. Samuti nähti probleeme tehnosüsteemide kasutusjuhenditega. Kui ehitusseadustiku nõudest tulenevalt annab tehnosüsteemi paigaldaja hoone üleandmise-vastuvõtmisel üle sedamete hooldusjuhendi, siis on see reeglina väga mahukas ja mõeldud erialase ettevalmistusega spetsialistile. Lihtsad ja lühikesed, ühe-kahe leheküljelised, tavakasutajatele mõeldud kasutusjuhendid oleks vajalikud, aga nende kättesaamine on väga problemaatiline. Reeglina ehituslepingutes seda ei sätestata.

Haldusspetsialistide intervjuudest selgus, et kuna hoonetes on mõõdetakse ja analüüsitakse hoonesse sissetulevat elektri- ja soojusenergiat ning kui kasutatakse veel täiendavaid energiatarnimise võimalusi, siis mõõdetakse igat energiaallikat eraldi. Samuti mõõdetakse nii üldist elektrikulu kui erinevate tehnosüsteemide energiatarvet. Samas ei mõõdetata reeglina erinevate rentnikfirmade elektritarvet ja ka üldkasutatavate kontori- ja köögiseadmete energiatarvet. Seega on kogu energiatõhususe alane tegevus seotud eelkõige hoonesse tarnitava energia ja erinevate tehnosüsteemide poolt kasutatava energiakulu optimeerimisega. Hoone tavakasutaja käitumisest tulenevat energiakulu ja keskkonna-alast käitumist ei mõõdetata.

#### **4.1.3 Tehnosüsteemide projekterijatega läbiviidud intervjuude kokkuvõte**

Tehnosüsteemide projekterijatega läbiviidud intervjuudest ilmnes, et kaasaegsete energiatõhusate ja tehnosüsteemide abil tagatud sisekliimaga hoonetes oleks otstarbekas, kui sisekliima erinevaid komponente reguleeriks asjakohased tehnosüsteemid vastavalt projektis ettenähtud tingimustele ja seadistusele-häälestusele. See tagab ruumides nii

kvaliteetse ja standardi tingimustele vastava sisekliima kui ka eeldatava energiatõhususe. Samuti viidati Euroopa normile EVS-EN 15232:2012 automaatikafunktsioonide mõjust hoone energiatarbimisele, kus on kirjeldatud hooneautomaatika 4-astmeline klassifikatsioon. Kui hoone arendaja (tellija) on määratlenud projekti lähteülesandes projekteeritava hoone automaatikaklassis, siis sellega on ka määratletud erinevate valdkondade ehk sisekliima parameetrite juhtimise võimalused ja juhtimistasand. Kui D-klassi puhul on tegemist ilma automaatikasüsteemita hoonega, kus on erinevate sisekliima komponentide käsitsi juhtimine, siis A-automaatikaklassi puhul on olemuslikult tegemist inimeste kohalolul või vajadusel põhineva automaatjuhtimisega. A-klassi automaatika puhul saab tavakasutaja reguleerida üksnes neid parameetreid ja sellises ulatuses nagu süsteem lubab [40]. Seda määratleb hoone arendaja-tellijaga hoone kavandamise faasis ja projekteerimise lähteülesande koostamise käigus hoone tulevase tavakasutaja võimalused sisekliima parameetrite reguleerimise osas.

Oldi sarnasel seisukohal, et tööruumides peaks tavakasutaja saama reguleerida õhutemperatuuri ja elektrivalgustust. Kui päevavalguse varjestus on integreeritud üldisesse automaatikasüsteemi, siis seda reguleerida ei saa. Eestis levinud praktika kohaselt hoone sisemisi aknavarjestusi ehituse eriosade projektides reeglina ei käsitleta ja seetõttu ei ole need integreeritud ka hoone automaatikasüsteemi.

Intervjueeritud projekteerijad olid seisukohal, et tagamaks ruumides head sisekliimat ja õhuvahetust võiks kasutada nõudluspõhist ventilatsiooni.

Küll aga töid kõik intervjueeritud projekteerijad välja hoone haldusjuhi/haldusspetsialisti olulise rolli tehnosüsteemide plaanipärase töö tagamisel, häiretele reageerimisel ning jooksva hoolduse korraldamisel. Projekteerijad olid seisukohal, et peale maja kasutusele võtmist ja tagamaks võimalikult operatiivset reageerimist võimalikele tehnilistele probleemidele, peaks tehnosüsteemide töö jälgimine ja vajadusel seadistuste tegemine olema just hoone haldusspetsialisti ülesanne, See aga eeldaks tehnilise eriettevalmistusega haldusspetsialiste.

Ka tehnosüsteemide ja ruumipõhiste reguleerimissüsteemide kasutusjuhendid peaks asuma haldusspetsialisti käes, kes peaks vajadusel läbiviima asjakohaseid juhendamisi. Sarnaselt intervjueeritud hoone arendajate/omanike esindajate ja haldusspetsialistidega

olid ka projekteerijad pigem skeptilised ruumipõhiste kontrolleriite ja regulaatorite juurde paigutatavate selgitavate ja meeldetuletavate siltide osas.

## **4.2 Ankeetide tulemused ja analüüs**

Magistritöö raames läbi viidud ankeet-küsitlus büroohoonete tavakasutajatele keskendus kolmele teemavaldkonnale:

- 1) Rahulolu erinevate sisekliima parameetritega. Sisekliima parameetrite reguleerimise võimalused ja nende reaalne kasutamine;
- 2) Sisekliima ja energiatõhususe alase info kättesaadavus. Tavakasutajate teadlikkus ja huvi;
- 3) Tervisesümptomid.

Ankeetide analüüsil on valdavalt käsitletud kõiki valimis olnud hooned ja nendest laekunud ankeete ühtse valimina.

### **4.2.1 Rahulolu ja reguleerimisega seotud küsimuste analüüs**

Lähtuvalt uuringu valimis olnud büroohoonetest, mille projekteerimisel ja ehitamisel on pööratud suurt tähelepanu hoonete energiatõhususele ja sisekliimale, siis hindasid küsitluses osalenud inimesed nii oma tööruumide kui ka üldkasutatavate ruumide sisekliimat üldiselt heaks – 61 vastanu keskmine hinna 5- pallisel skaalal oli 3,67. Kõige kõrgemalt hindasid oma tööruumide sisekliimat hoone 1 töötajad, kus vastajate keskmine hinnang oli 3,95. Hoonete 2 ja 3 puhul olid keskmiseks hindeks 3,5. Tööruumide ja üldkasutatavate ruumide sisekliima koondhinnangu võrdluses hindasid vastanud isegi üldkasutatavate ruumide sisekliimat pisut paremaks ja keskmine koondhinnang oli 3,82.

Täpsema ülevaate saamiseks sisekliimast paluti ankeet-küsitluses (vt. Lisa.1) vastajatel anda hinnang päikesevalgusele ja selle varjestamisele, tehisvalgusele, ruumide temperatuurile, õhuniiskusele, ventilatsioonile ja õhuvahetusele, ruumis olevale taustmürale, väljastpoolt hoonet tulevale taustmürale ja hoone üldisele õhukvaliteedile. Erinevate sisekliima komponentide osas oli vastanute rahulolu erinev. Kõige kõrgemalt hinnati nii töö- kui üldkasutatavate ruumide valgustatust, eelkõige elektrivalgust ja ka ruumide isoleeritust välisest müra. Vastavad keskmised hinnangud kolme büroohoone kohta olid 4,10 ja 4,03. Ka erinevate hoonete lõikes hindasid hoone kasutajad kõrgelt

valgustatust. Keskmiselt andsid vastanud kõige madalamad hinnangud õhukvaliteedile (3,23), õhuniiskusele (3,30) ja ventilatsioonile-õhuvahetusele (3,33).

Kõikide küsitluses osalenud töötajate hinnangud oma tööruumi sisekliimale on esitatud tabelis 8

Tabel 8 Rahulolu tööruumide sisekliimaga

	Ei ole rahul		Pigem ei ole rahul		Enam-vähem rahul		Rahul		Väga rahul	
	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
Loomulik päevavalgus	2	3,3	4	6,6	13	21,3	27	44,3	16	26,2
Tehisvalgus	0	0,0	3	4,9	9	14,8	27	44,3	22	36,1
Õhutemperatuur	1	1,6	6	9,8	21	34,4	21	34,4	12	19,7
Õhuniiskus	2	3,3	13	21,3	17	27,9	22	36,1	7	11,5
Ventilatsioon	5	8,2	6	9,8	20	32,8	23	37,7	7	11,5
Müra ruumis	2	3,3	6	9,8	13	21,3	22	36,1	18	29,5
Väljast tulev müra	3	4,9	4	6,6	4	6,6	27	44,3	23	37,7
Siseõhu kvaliteet (lõhnad, saastunud õhk jne)	7	11,5	10	16,4	14	23,0	20	32,8	10	16,4

Tabelist 8 nähtub, et hinnang - „Rahul“ või „Väga rahul“ on valdavaks nii valgustatusele (sh nii elektrivalgusele kui päevavalgusele) kui müra (sh ruumi-sisene ja väljastpoolt hoonet tuleva) osas. Üldiselt ollakse rahul ka ruumi temperatuuriga (54,1% vastanutest) . Kõige enam hinnanguid „Ei ole rahul“ ja „Pigem ei ole rahul“ on antud siseõhu kvaliteedile (kokku 27,9% vastanutest) ja õhuniiskuse osas (24,6% vastanutest).

Töö autor analüüsis ka seda, et kas saab väljatua erinevate sisekliima parameetrite hinnangute erinevusi meeste ja naiste vahel. Samuti analüüsiti ka hinnanguid sisekliima parameetritele erinevate vanusegruppide lõikes. Kuna kogu valim - 61 vastanut, oli ebapiisav detailsema vanuselise jaotuse tegemiseks, siis vaadeldi kolme vanusegruppi – kuni 30 aastased, 30-50 aastased ja üle 50 aastased. Andmed nii soo kui vanusegruppide lõikes on esitatud tabelis 9.

Tabel 9 Rahulolu tööruumide sisekliimaga soo ja vanusegruppide lõikes

(ei ole rahul; 2-pigem ei ole rahul, 3-enam-vähem; 4-rahul; 5-väga rahul)

	Rahulolu päevavalgusega (sh räägus)	Rahulolu tehisvalgusega	Rahulolu õhutemperatuuriga	Rahulolu õhuniiskusega	Rahulolu ventilatsiooni ja õhuvahetusega	Rahulolu müraga ruumis	rahulolu väljast tuleva müraga	Rahulolu siseõhu kvaliteediga
Mehed <30	2,5	4	4	3	4	3	4,5	3
Mehed 30-50	4,18	4,55	4,00	3,73	3,73	4,27	4,27	3,64
Mehed 50+	4,5	4,5	4	3,5	3,5	3,5	4	3
Naised <30	4,18	4,27	3,09	3,55	3,18	3,36	3,64	3,64
Naised 30-50	3,62	3,71	3,29	2,90	3,00	3,67	4,05	3,00
Naised 50+	3,4	4,2	4	3,2	3	4,2	4,4	2,8



Kui üldiselt väga märkimisväärseid erisusi nii meeste ja naiste kui erinevate vanusegrupid rahulolu hinnangutes ei ole. Kui üldistes hinnangutes on päevavalgusele antud väga hea hinnang, siis tabelis .... toodud andmetest nähtub, et grupis „kuni 30 aastased mehed“ on antud päevavalgusele (sh rägusele) suhteliselt madal hinne. Samas peab arvestama, et antud statistilisse gruppi kuulus vaid 2 inimest. Seega ei saa selle hinnangu põhjal teha laiemaid üldistusi. Madalam on ka grupis „30-50-aastased naised“ antud hinnang ruumi õhuniiskusele (2,90).

Ankeet-küsitluse käigus uuriti ka sisekliima erinevate komponentide reguleerimist tavatöötajate poolt. Kuna magistritöö üheks ülesandeks oli välja selgitada, missugused võimalused ja rollid on kaasaegselt kavandatud-rajatud energiatõhusas büroohoones erinevatel osapooltel mõjutada hoone energiatõhusust ja sisekliimat, siis uuriti tavakasutajate poolset käitumist sisekliima parameetrite reguleerimisel nii energiasäästu kui mugavuse ja heaolu kontekstis.

Arvestades büroohtonete arendajate/omanikega läbiviidud ekspertintervjuudest saadud informatsiooni hoonete tehnosüsteemide ja nende ruumipõhise juhtimise võimaluste kohta, siis valdavalt piirduvad need tööruumi temperatuuri, valgustuse ja hoones 3 kas ventilatsiooni reguleerimisvõimalustega.

Selgitamaks välja tavatöötajatel olevaid tehnilisi võimalusi, teadmisi ja oskusi erinevate sisekliima komponentide reguleerimiseks paluti vastajatel hinnata reguleerimisvõimalusi skaalal – „Reguleerimise võimalused puuduvad“ „Tehnilised võimalused on. Infot ja oskusi ei ole“; „Tehnilised võimalused ja vajalik info on. Oskust ei ole“; „Tehnilised võimalused, info ja oskus on. Ei ole tarvis rakendada“ ja „Võimalused on olemas. Kasutan neid“. Ankeedi täitnute vastused on toodud tabelis 10.

Tabelist... nähtub, et kui on olemas tehnilised võimalused, siis neid ka kasutatakse – valgustust reguleerib 54,1% vastanutest ja kütet 52,5%. Mõningal määral vähem vastanuist reguleerib jahutust (34,4%). Märkimist väärrib, et võimaluse „Tehnilised võimalused, info ja oskus on. Ei ole tarvis rakendada“ valis ruumi kütte puhul vaid 19,7% vastanutest. Antud valikust võib järeldada, et vastanud on rahul ruumi seadetemperatuuri või teiste poolt reguleeritud temperatuuriga ning ise ei pea vajalikuks ruumi temperatuuri reguleerida.

Tabel 10. Tööruumi sisekliima reguleerimine

	Reguleerimise võimalused puuduvad		Tehnilised võimalused on. Infot ja oskust ei ole		Tehnilised võimalused ja vajalik info on. Oskust ei ole		Tehnilised võimalused, teadmised ja oskused on. Pole tarvis rakendada		Võimalused on olemas ja kasutatakse neid	
	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
Tööruumi valgustatus (loomuliku päevavalguse ja tehiskvalguse võimaluste kombineerimine)	12	19,7	2	3,3	4	6,6	10	16,4	33	54,1
Küte	8	13,1	3	4,9	6	9,8	12	19,7	32	52,5
Jahutus	10	16,4	7	11,5	6	9,8	17	27,9	21	34,4
Õhuniiskus	56	91,8	0	0,0	1	1,6	4	6,6	0	0,0
Ventilatsioon-õhuvahetus	38	62,3	6	9,8	1	1,6	10	16,4	5	8,2

Ankeetide vastustest nähtub, et info ja oskuste nappus on kõige enam probleemiks jahutuse (21,3% vastanutest) ja kütte (14,7%) reguleerimisel.

Küsimustele, et kui palju reguleeritakse sisekliima parameetreid lähtuvalt energiasäästust ja kui palju lähtuvalt isiklikust mugavusest ja heaolust, siis jagunesid vastused enam-vähem võrdselt. Samuti ei olnud märkimisväärseid erisusi ei meeste ja naiste käitumise osas ega ka erinevate vanusegruppide osas.

#### 4.2.2 Teadmiste ja infoga seotud küsimuste analüüs

Inimeste käitumine sh ka ruumide sisekliima reguleerimisel on seotud asjakohase info kättesaadavuse ja arusaadavusega ning samuti ka inimeste üldiste hoiakutega. Seetõttu sisaldas ankeet-küsitlus vastavaid küsimusi ning järgnevas analüüsis vaadeldakse tavatöötajate teadlikkust, hoiakuid ja huvi asjakohase info osas nii energiasäästu-energiatõhususe kui ka sisekliima kontekstis. Tabelist 11 selgus, et tööruumide jahutuse reguleerimist takistas osade vastanute jaoks see, et neil puudus vastavasisuline info ja teadmine. Antud fakt iseloomustab ilmekalt, kuidas on info olemasolu ja arusaadavus seotud inimeste käitumisharjumustega. Ankeedile vastanute hinnangud erinevatele energiakasutuse ja energiasäästu-alase teadlikkusega seotud küsimustele näitasid, et inimesed hindavad oma vastavasisulisi teadmisi küllaltki heaks – 31,1% vastanutest hindas oma teadmisi piisavaks ning 60,6% . Ebapiisavaks pidas oma teadmisi vaid 11,5% vastanutest. Soo ja vanusegruppide lõikes hindasid oma vastaavaid teadmisi kõige kõrgemalt kuni 30 aastased naised (keskmine hinnang 4,27) ja 30-50 aastased mehed (keskmine hinnang 3,64).

Tabel 11. Energiakasutuse ja energiasäästu-alane teadlikkus.

	Ei nõustu üldse		Pigem ei nõustu		Enam-vähem		Pigem nõustun		Nõustun täiesti	
	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
Oman piisavalt teadmisi energiasäästu alal	2	3,3	5	8,2	17	27,9	18	29,5	19	31,1
Pean oluliseks selgitavad-meeldetuletavaid silte lülitite juures	10	16,4	18	29,5	8	13,1	20	32,8	5	8,2
Pean oluliseks energiaäästu ja/või keskkonnahoidlikku käitumist toetavaid ettevõtmisi	15	24,6	18	29,5	10	16,4	11	18,0	7	11,5
Ma püüan energiat säästa kõikjal	4	6,6	13	21,3	17	27,9	20	32,8	7	11,5
Ma tunnen kohustumust vähendada oma igapäevaste tegevustega kaasnevat energiakulu (soojus-, elektrienergia, transpordikasutus)	2	3,3	16	26,2	18	29,5	18	29,5	7	11,5

Meeldetuletavaid ja selgitavaid silte ruumipõhiste lülitite ning regulaatorite juures pidas oluliseks või pigem oluliseks 41% vastanutes. Samas kui ebaoluliseks või pigem ebaoluliseks pidas vastavaid silte 45,9% vastanutest. Selgitavate siltide olemasolu pidasid pigem oluliseks naised ja üle 50-aastase mehed.

Energiasäästu ja keskkonnahoidlikku käitumist toetavaid ning motiveerivaid ettevõtmisi pidas oluliseks 29,5% vastanutest ja ebaoluliseks 54,1% vastanutest. Meese ja naiste ja erinevate vanusegruppide lõikes olulisi erinevusi ei olnud.

Selgitamaks välja vastanute üldisi hoiakuid keskkonnahoidliku ja energiasäästliku käitumise ja asjakohaste tõekspidamiste väljaselgitamiseks küsiti, et kas inimene püüab energiat säästa ka juhul kui seda teised seda ei tee. Ligi pooled vastanutest (44,3%) pidasid energiasäästmist oma käitumisnormiks. Vanusegruppide lõikes ilmses, et energiasäästule pööravad suuremat tähelepanu üle 50-aastased mehed ja naised. Kõrvuti energiakasutuse ja energiasäästu-alase teadlikkusega seotud küsimustele käsitleti ankeedis eraldi sisekliimaga ja selle väärtustamisega seotud teemasid. Ülevaade laekunud vastustest on esitatud tabelis 12.

Tabel 12. Tervislikkuse ja hea sisekliima alane teadlikkus

	Ei nõustu üldse		Pigem ei nõustu		Enam-vähem		Pigem nõustun		Nõustun täiesti	
	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
Oman piisavalt teadmisi sisekliimast ja tervislikust töökeskkonnas	4	6,6	11	18,0	16	26,2	21	34,4	9	14,8
Peaauguliseks sisekliimat ja sisekliima reguleerimise infotunde/koolitusi	4	6,6	13	21,3	21	34,4	10	16,4	13	21,3
Peaauguliseks põhjalikumaid sisekliima ja töökeskkonnaga seotud koolitusi	6	9,8	15	24,6	18	29,5	12	19,7	10	16,4
Tean, kelle poole pöördua, et parandada tööruumide sisekliimat (küte, jahutus, ventilatsioon, valgustus)	1	1,6	5	8,2	12	19,7	24	39,3	19	31,1
Mulle on oluline, et minu töökeskkond oleks tervislik	0	0,0	1	1,6	4	6,6	18	29,5	38	62,3
Mulle on oluline, et minu kodune keskkond oleks tervislik	0	0,0	1	1,6	2	3,3	18	29,5	40	65,6

Analüüsiist ilmneb, et ankeedile vastanutest väga suur osa peab väga oluliseks tervislikku keskkonda nii tööl kui kodus – kui kodus pidas tervislikku keskkonda oluliseks 95,1% vastanutest, siis tööruumides oli vastav näitaja 91,8%. Tervislikkuse aspekti tähtsustavad mõningal määral kõrgemalt naised ja seda kõigis vaadeldud vanusegruppides.

Ankeedi analüüsil selgus, et umbes 10% vastanutest ei tea isegi, et kelle poole pöördua kütte, ventilatsiooni või valgustusega tekkinud küsimuste korral ja lisaks nendele veel 19,7% vastanutest olid kõhklevad seisukohal.

Ligi pooled - 49,2% vastanutest pidas oma teadmisi tööruumi sisekliimast ja selle paremaks muutmiseks kas piisavaks või pigem piisavaks. Samas kui vaid 24,6% hindasid oma teadmisi ebapiisavaks või pigem ebapiisavaks. Meeste ja naiste võrdluses pidasid mehed oma teadmisi pisut paremaks (keskmine hinnang 3,4) kui naised (keskmine hinnang 2,9). Sisekliima reguleerimise alaseid infotundide ja vasavasisuliste juhendamiste läbiviimist pidas oluliseks 39,7% vastanutest. Põhjalikumaid sisekliima ja töökeskkonna-alaseid koolitusi pidas oluliseks 36,1% vastanutest.

Kokkuvõtlikult võib järeldada, et nii energiasäästu kui sisekliima osas peavad vastajad end võrdlemisi hästi informeerituks. Sisekliimaga seotud teemasid sh tervislikust ja heaolu peetakse mõningal määral olulisemaks kui energiasäästuga seotud teemasid. Seda nii meeste kui naiste hulgas ning ka erinevate vanusegruppide lõikes.

#### **4.2.3 Tervisesümptomitega seotud küsimuste analüüs**

Käesoleva magistritöö punktis 2.2 on kirjeldatud ruumide sisekliimaga seotud terviseriske ja nähtust koondnimetusega haige hoone sündroom. Ankeet-küsitluse raames küsiti vastajatel erinevate haige hoone sündroomiga seotud tervisesümptomite esinemise kohta viimase kahe kuu vältel ning paluti seda hinnata 5-astmelisel skaalal – 1-ei esine kunagi kuni 5 esineb iga päev. Saadud andmete põhjal viidi läbi korrelatsioonanalüüs selgitamaks välja erinevate tervisesümptomite esinemise sageduse vastanute hulgas ning kas tervisesümptomid esinevad pigem üksikuna või on tegemist erinevate sümptomite kombinatsiooniga. Täiendavalt küsiti vastajatelt ka arsti poolt diagnoositud haigusi, et välja selgitada kas tervisesümptomid on seotud mingi diagnoositud haigusega või mitte. Analüüsi käigus selgus, et seos arsti poolt diagnoositud haiguste ning ilmnunud tervisesümptomite vahel oli küll mõningal määral täheldatav, kuid mitte märkimisväärne. Samuti oli oluline arvestada, et valimis olnud hooned olid võrdlemisi uued, eriti hoone 2, mis oli küsitluse ajaks kasutuses olnud 3-4 kuud. Ja sellega seonduvalt võivad erinevad tervisesümptomid olla seotud uuele hoonele iseloomuliku ehitus-, viimistlus- ja sisustusmaterjalidest tulenevast emissioonist.

Korrelatsioonanalüüs on esitatud tabelis 13.

Tabel 13. Korrelatsioonid erinevate tervisesümptomite vahel

Kuiv kurk	1,00	0,68	0,34	0,22	0,47	0,65	0,20	0,53	0,31	0,27	0,21	0,33	0,45	0,31	0,43	0,53	0,35	0,38	0,37	0,28	0,34
Ärritusköha		1,00	0,36	0,15	0,56	0,40	0,17	0,47	0,35	0,24	0,36	0,39	0,30	0,36	0,40	0,39	0,28	0,28	0,29	0,23	0,25
Janutunne			1,00	0,59	0,39	0,45	0,47	0,58	0,37	0,50	0,33	0,40	0,27	0,22	0,19	0,45	0,41	0,47	0,53	0,29	0,30
Õhupuudus				1,00	0,38	0,31	0,36	0,59	0,55	0,64	0,33	0,28	0,44	0,43	0,40	0,46	0,52	0,55	0,55	0,47	0,55
Kinnine nina					1,00	0,56	0,48	0,54	0,34	0,41	0,42	0,33	0,28	0,40	0,42	0,59	0,46	0,49	0,40	0,37	0,44
Vesine nina						1,00	0,28	0,54	0,30	0,34	0,38	0,24	0,34	0,34	0,49	0,50	0,34	0,34	0,59	0,35	0,42
Kätenahk							1,00	0,59	0,44	0,54	0,50	0,34	0,37	0,28	0,23	0,50	0,50	0,44	0,39	0,29	0,35
Näonahk								1,00	0,64	0,58	0,48	0,53	0,47	0,46	0,51	0,64	0,60	0,49	0,65	0,58	0,58
Silmade kihelus									1,00	0,85	0,55	0,59	0,58	0,40	0,40	0,46	0,47	0,37	0,42	0,38	0,41
Silmakuivus										1,00	0,52	0,59	0,57	0,37	0,37	0,45	0,42	0,38	0,41	0,28	0,38
Pisarad											1,00	0,47	0,39	0,46	0,45	0,33	0,44	0,22	0,44	0,31	0,41
Silma-punetus												1,00	0,45	0,36	0,43	0,31	0,20	0,33	0,32	0,22	0,29
Kaelavalud													1,00	0,74	0,71	0,36	0,41	0,36	0,50	0,42	0,43
Seljavalud														1,00	0,85	0,36	0,35	0,34	0,60	0,56	0,54
Nimmevalud															1,00	0,43	0,42	0,36	0,64	0,61	0,59
liveldus																1,00	0,76	0,58	0,50	0,57	0,54
Pearinglus																	1,00	0,62	0,51	0,56	0,59
Peavalu																		1,00	0,48	0,46	0,58
Fookus																			1,00	0,77	0,75
Meeleolu																				1,00	0,83
Väsimus																					1,00
Vastanuid	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
Mitte kunagi	13	21	20	32	21	16	32	41	22	14	41	27	18	26	29	46	39	21	30	33	22
Harva	31	22	17	10	22	25	11	6	15	21	12	19	20	14	15	7	9	20	11	13	18
Mõnikord	12	13	16	12	10	10	10	8	9	10	6	13	10	12	11	6	10	11	7	10	8
Sageli	4	4	4	5	6	8	8	4	13	12	2	2	7	8	5	2	2	9	10	4	9
Iga päev	1	1	4	2	2	2	0	2	2	4	0	0	6	1	1	0	1	0	3	1	4

Tabel 13 alumises osas on toodud erinevate tervisesümptomite esinemise sagedus.

Analüüsist ilmnes, et kõige rohkematel vastajatel esines kas iga päev või sageli silmade kuivust (16 vastajal); silmade kihelust (15); valusid kaela- ja õlapiirkonnas (13); seletamatut väsimust (13). Lisaks neile tervisesümptomilele märkisid vastanud, et mõnikord (2-4 korda kuus) esineb janutunnet (16); ärritusköha (13); silmade punetust (13); kurgu kuivamist (12); õhupuuduse tunnet (12). Vastanute poolt väljatoodud tervisesümptomid võivad olla seotud haige hoone sündroomi, eelkõige aga õhukvaliteedi ja ventilatsiooni ning õhuniiskusega seotud küsimustega. Punktis 4.2.1 kirjeldatud rahuloluhinnangust nähtub, et töötajad olid just kõige vähem rahul eelnimetatud sisekliima komponentidega.

Valdaval enamikul vastajatest ei ole olnud kunagi probleeme iiveldusnähtudega (46 vastajat); näonaha kihelemise (41) ja silmade ärritusest tuleneva pisarate vooluga (41).

Korrelatsioonanalüüsi tulemusel selgus, et inimestel ilmnevad kas samaaegselt või vaadeldud perioodi jooksul korruga mitmed erinevad tervisenähud.

Kui sagedusanalüüsi põhjal ilmnes, et kõige rohkematel vastajatel esines iga päev või sageli silmade kuivust (16) ja silmade kihelust (15) ning valusid kaela- ja õlapiirkonnas (13), siis antud tervisesümptomid esinesid sageil koos muude tervisesümptomitega. Silmade kuivusel oli selge seos silmade punetusega (korrelatsioonikordaja 0,59), kaelavalu (korrelatsioonikordaja 0,57) ja pisarate vootuga (0,52). Silmade kiheluse sümptom oli tihti seotud silmade kuivusega (0,85), silmade punetuse (0,59), kaela- ja õlavöötme valudega (0,58). samas kui kaela- ja õlavöötme valude ilmingud olid seotud tihti seljavaluga (0,74), valudega nimmepiirkonnas (0,71) ja keskendumisvõime langusega (0,5). Kõik nimetatud põhi- ja kaasnevad sümptomid on seostatavad võimalike probleemidega õhukvaliteedi ja ventilatsiooniga ning samuti liiga madala õhuniiskusega.

Märkimist väärrib analüüsil ilmnenud aspekt, et vaatamata kvaliteetselt ja kaasaegselt projekteeritud jaehitatud hoonetele ilmnes töötajatel mitmeid tervisesümptomeid, mis otseselt mõjutavad inimeste tööviljakust. Kolmandik vastanutest märkis, et nad tunnevad kas igapäev, sageli või mõnikord seletamatut väsimust, keskendumisraskusi ning peavalu. Kõigil nimetatud sümptomitel on võrdlemisi kõrge omavaheline korrelatsioon, mis viitab, et antud sümptomid esinevad omavahelises kombinatsioonides ja päris paljudel

vastanutel. Kuna tegemist on otseselt tööviljakust puudutavate tervisehäiringutega, siis peaks see olema märguandeks rentnikfirmade juhtidele ja personalispetsialistidele, et tööruumi sisekliimaga seotud küsimused vajavad täiendavat tähelepanu.



## 5 ARUTELU JA SOOVITUSED

Käesoleva magistritöö ja selle raames läbiviidud uuringu eesmärgiks oli välja selgitada, kasrakendatav hoonete kavandamise, projekteerimise, ehitamise ja hilisema haldamise ning energijuhtimise praktika Eesti energiatõhusates büroohonetes võimaldab tagada hoone energiatõhusa kasutuse ning hea sisekliima majas töötavatele inimestele.

Tulenevalt rahvusvahelistest suundumustest, Eesti riiklikest prioriteetidest ning ehitustegevust reguleerivatest õigusaktidest pööratakse väga olulist tähelepanu hoonete energiatõhususele. Seda eelkõige CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamise kontekstis. Hoonete energiatõhusus on nii riiklikes strateegiadokumentides kui asjakohastes õigusaktides seotud sisekliima tagamise ja sisekliima nõuete täitmisega. Hoonete kavandamist, projekteerimist ja ehitamist reguleerivad õigusaktid käsitlevad hoone energiatarvet, energiatõhusust ja sisekliimat eelkõige hoone tehniliste omadustena, mitte kui seal tegutsevatele inimestele mugava töökeskkonna tingimusena.

Uuring on koostatud kolme kaasaegse energiatõhusa büroohoone põhjal, mida võib pidada eelkõige energiatõhuselt kui ka erinevate hooneautomaatikalahenduste osas Eesti parima praktika hulka kuuluvaks. Energiatarbe ja energiatõhususe osas, mis on hästi mõõdatav ja hinnatav, on uuringus käsitletud büroohonete puhul saavutanud kavandatud näitajad ja seda nõuetele vastava sisekliima tagamise juures.

Hoonete arendajate/omanike huvi on rajatavatele hoonetele võimalikult ökonoomssemate majandamiskulude tagamine hoone kasutuse faasis. Seetõttu on nende ja ka hoonete haldajate huvi eelkõige seotud hooneenergiatarbe optimeerimisega. Tagadas seejuures nõuetekohane sisekliima. Uuringu käigus selgus, et büroohonete arendajate/omanike esindajad ja tehnosüsteemide projekteerijad ning haldajad pidasid oluliseks, et tagamaks kavandatud energiatõhusust peaks hoone sisekliima oleks võimalikult suurel määral hoone tasemel kontrollitud ja juhitud. See võimaldab tagada kogu hoones nõuetekohase sisekliima ja seda võimalikult optimaalse energiakuluga. Tavakasutaja rolli hoone energiatõhususe tagamisel pidasid intervjueritud eksperdid üsna tagasihoidlikuks. Võtmerolli nähti haldusküsimustega tegeleva spetsialistil, kes peaks korraldama ja koordineerima hoone energiakasutust, tehnosüsteemide korrektset tööd ning nende plaanipärast hooldust ja nõuetele vastava sisekliima tagamist.

Samas on mitmed uuringud leidnud, et kõige suuremaks töötaja rahulolu ohustajaks on just olukord kui ehitise tehnosüsteemid on liiga keerulised, raskesti arusaadavad ja ei allu töötaja kontrollile.[20], Töötaja kontroll töökeskkonna üle võimaldab tal luua temale mugava töökeskkonna ja see, nagu katsed on näidanud, suurendab nii mugavust kui ka tööviljakust, samal ajal kulutades vähem energiat kui keskselt kontrollitud süsteem [19].

Büroohonete tavakasutajate uuringust ilmneb selge seos rahulolu taseme ja sisekliima reguleerimisvõimaluste vahel. Kui kõigis vaadeldud hoonetes on ruumiõhine temperatuuri ja ka valguse reguleerimise võimalus, siis on tavakasutajate rahulolu märgatavalt kõrgem. Ja seda isegi sõltumata, kas ja kui tihti vastanu reaalselt reguleerimisvõimalust kasutab. Sarnane seos oli täheldatav ka ühes käsitletud bürooones, kus oli olemas ruumipõhine ventilatsiooni reguleerimise võimalus ja ka selles hoones oli rahulolu siseõhukvaliteedi ja ventilatsiooniga suhteliselt kõrgem, kui ülejäänud kahes hoones. Sellist seost kinnitavad ka mitmed uuringud, mis on tõestanud, et lisaks kontrollile töökeskkonna parameetrite üle, mõjutab töötajate rahulolu töökeskkonnaga olulisel määral ka nende teadlikkus võimalustest, kuidas nad saavad oma töökeskkonda ja selle sisekliimat reguleerida [33].

Uuringu käigus selgus, et kõik käsitletud büroohooned olid kavandatud, projekteeritud ja ehitatud lähtudes eesmärgist rajada nõuetekohase sisekliimaga büroohooned, siis hoone tavakasutajate nii üldine rahulolu kui rahulolu erinevate sisekliima komponentidega pigem keskpärane. Büroohonete tavakasutajad hindasid kõrgelt hoonete valgustatust, eriti tehisvalgust, ja madalat mürataset ruumides. Üldisest keskmisest madalamalt hinnati hoonete siseõhu kvaliteeti, ventilatsiooni ja õhuniiskust.

Hoonete siseõhu kvaliteet ja ventilatsioon on omavahel otseses seoses, kuna ventilatsiooni peamiseks ülesandeks on siseõhu kvaliteedi tagamine. Ebapiisav siseõhukvaliteet võib põhjustada erinevaid tervisesümptomeid, millel võib olla seos hoone sisekliima ja haige hoone sündroomiga. Uuringu käigus läbiviidud tervisesümptomite korrelatsioonanalüüsist ilmnas, et vaatamata büroohonete kvaliteedile esines üsna laias skaalas erinevaid tervisehäiringuid sh oli päris mitmeid sümptomeid, mis esinesid kas iga päev või sageli. Samuti näitas uuring, et erinevad tervisehäiringud esinevad tihti mingites kombinatsioonides. Uuringu raames läbiviidud ankeedile vastanute hulgas ilmnas kõige rohkem tervisesümptomeid, mis on seostatavad õhukvaliteedi ja ventilatsiooni probleemidega ning õhuniiskusega.

Töötaja hea enesetunde ja tervise kaudu on sisekliima otseselt seotud inimese tööviljakusega. Sisekliimast tingitud üldine ebamugavus ja tervisesümptomid võivad erinevatel viisidel vähendada inimese töövõimet, mis toob kaasa tööviljakuse vähenemise. Sisekliima mõju inimese tööviljakusele on kompleksne, tegemist on mitmesuguste erinevate mõjuritega, mille efektid ei ole ühesuguse kaaluga. Seepärast ei ole sisekliima positiivsed või negatiivsed mõjud alati üheselt määratletavad. Samuti ei ole positiivsete või negatiivsete tagajärgede teke alati üheselt ennustatavad [19]. Sellest tulenevalt on väga oluline selgitada nii tavatöötajatele, hoone haldusspetsialistidele kui ka büroohoones tegutsevate rentnikettevõtete juhtidele ja personalispetsialistidele sisekliima, tööviljakuse ning töötajate heaolu vahelisi seoseid ja kuidas need seonduvad töötervishoiuga. nii haldusküimustega tegelevad spetsialistid, rentnikettevõtete juhtid, personalitöötajaid kui ka tavatöötajaid oleks informeeritud võimalikest meetmetest, kuidas mingeid sisekliimakomponente (näiteks õhuniiskust) on ruumipõhiselt võimalik mõjutada.

Saavutamaks hoone omaniku poolt soovitud efektiivsete energiakasutust ja optimaalsemaid majandamiskulusid ning teisalt loomaks hoone tavakasutajale mugavat töökeskkonda on oluline, et kõik hoonega seotud olulised osapooled - hoone omanik, haldusküsimuste eest vastutav spetsialist, rentnikfirma juht ja tavatöötajad teaksid võimalikult täpselt üksteise ootusi ja vajadusi. Hoone omaniku ja haldusspetsialisti poolt tähendab see võimalikult täpset ja samas hoone tavakasutajale nii lihtsalt mõistetavat kui kättesaadavat hoones kehtivaid reegleid ja soovitusi (sh ka erinevaid sisekliima seadeparametreid ja keskkonnakasutusega seotud tingimusi). Järjest keerulisemate tehniliste lahendustega hoonete puhul võimalikult täpne rollide, ülesannete ja vastutuste jaotuse määramine erinevate osapoolte vahel. Samuti on väga oluline kõikide hoonekasutajate ja ka muude hoonega seotud osapoolte teavitamine.

Mugava töökeskkonna pakkumiseks on hoone haldajal ja omanikul oluline teada hoone kasutajate rahulolu nii hoonega tervikuna, hoones oleva sisekliimaga kui ka hoones pakutavate teenustega. Seetõttu oleks otstarbekas, kui hoone omanik või haldusega tegelev spetsialist viiks läbi regulaarseid, vähemalt üks kord aastas, sisekliimat puudutavaid rahulolu ja tagasiside küsitlusi. Küsitluste läbiviimisel võiks kasutada PMV/PPD meetodikat, mis tagaks analüüside tulemuste võrreldavuse erinevatel aegadel. Samuti võiks tervisesümptomite sh haige hoone sündroomiga seotud ilmingute ning üldised sisekliimaga rahulolu küsimused lülitatud ja rentnikfirmade-sisestesse töötajate

arenguestlustesse ja rahuloluküsitlustesse. Seeläbi saaks ka rentnikfirma juhtkond informatsiooni võimalikest probleemidest, millega pöörduda rendileandja poole.

## 6 KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas kasutuselolev hoonete haldamise ja energijuhtimise praktika Eesti energiatõhusates büroohonetes võimaldab tagada hoone energiatõhusa kasutuse ning hea sisekliima majas töötavatele inimestele.

Magistritöö sisaldab eneses kahel erineval meetodil koostatud uuringut. Autori esimene eesmärk oli välja selgitada vaadeldavate büroohonete tavakasutajate subjektiivne rahulolu, käitumisharjumused ja väärtushinnangud seoses oma tööruumi sisekliima ja energiatõhususega. Teine eesmärk oli hoonega seotud teiste huvipoolte - omanikud/arendajad ja hoone haldajad, huvide, ootuste ja eesmärkide väljaselgitamine seoses kaasaegse energiatõhusa büroohoone energiatõhususe tagamisega hoone elukaare kestel ning hoone lõppkasutaja rollist hoone energiatõhususe eesmärkide saavutamisel.

Uuringu käigus käsitleti kolme kaasaegset energiatõhusat A ja B energiaklassi nõuetele vastavat büroohonet.

Esimese eesmärgi tarbeks läbiviidud uuringu meetodiks oli ankeet-küsitlus vaaadeldavate büroohonete tavakasutajatele. Ankeedi täitis valimis olnud kolme bürooohoone 61 tavatöötajat.

Uuringu teise eesmärgi saavutamiseks viidi läbi ekspertintervjuud käsitletavate büroohonete arendajate/omanike esindajatega ja haldajatega. Lisaks viidi läbi veel täiendavad ekspertintervjuud kütte-, ventilatsiooni- ja hooneautomaatikasüsteemide projekteerijatega.

Büroohonete tavakasutajatega läbiviidud ankeet-küsitluse tulemusel selgus, et kuna tegemist on kaasaegsete ja energiatõhusate büroohonetega, siis üldine rahulolu vaadeldud hoonete sisekliimaga on suhteliselt kõrge, siis üldisest madalam rahulolu oli tööruumide õhuniiskuse, siseõhu kvaliteedi ja ventilatsiooniga.. Kuigi sisekliima erinevate komponentide ruumipõhise reguleerimise võimalused oli vaadeldud hoonetes üsna piiratud, piirdudes valdaval valgustuse ja tööruumi temperatuuri reguleerimise võimalustega, pidasid hoonete tavakasutajad seda oluliseks..

Ankeedile vastanud inimesed hindasid oma teadlikkust nii energiasäästu kui sisekliimaga seotud küsimustes üsna kõrgelt ja seetõttu ei olnud väga suurt huvi ja valmidust vastavasisuliste infopäevade või ka põhjalikumate koolituste osas. Hoonete tavakasutajate jaoks olid mõningal määral olulisemad enda mugavuse ja heaoluga seotud teemad võrreldes energiasäästuga seotud küsimustega.

Tervisesümptomite juures ilmnes, et vaatamata et tegemist on kaaseagsete hoonetega, kus on kaasaegsed ja efektiivset ventilatsiooniseadmed, ilmnes ankeedile vastanute hulgas erinevaid tervisesümptomied, mida võib seostada sisekliimaga ja haige hoone sündroomiga, eelkõige õhuniiskuse, siseõhu kvaliteedi ja ventilatsiooniga. Samuti selgus, et sageli ilmnevad inimesetel koos erinevad sümptomid.

Hoonete arendajad/omanikud, projekteerijad ja haldajad pidasid oluliseks, et hoone energiatõhususe ja nõuetekohase sisekliima tagamiseks on oluline, et sisekliima oleks võimalikult suurel määral hoone tasemel kontrollitud ja juhitud. Tavakasutaja rolli nii hoone energiatõhususe kui ka hea sisekliima tagamisel peeti üsna tagasihoidlikuks. Võtmerolli nähti haldusküsimustega tegeleval spetsialistil, kes peaks korraldama ja koordineerima hoone energiakasutust, tehnosüsteemide korrektset tööd ning nende plaanipärast hooldust ja nõuetele vastava sisekliima tagamist.

Töö koostamise ja uuringu läbiviimise käigus ilmnes, et hoone kasutajatele suunatud infos ning koolitusest oleks vaja pöörata olulisemalt suuremat tähelepanu tööruumi sisekliima ja selle erinevate komponentidega seotud teemadele nagu sisekliima komponentide mõju töötajate heaolule ja enesetundele, sisekliima mõju tööviljakusele ja võimalused erinevaid sisekliima komponente, eriti õhuniiskust, ruumipõhiselt mõjutada. Magistritöö käigus sai autor kinnitust, et antud teemapüstitus on seoses üha karmistuvate hoonete energiatõhususe nõuete ja hoone tavakasutajatele mugava töökeskkonna tagamise kontekstis oluline ja vajab edasisi uuringuid ja analüüse eelkõige hoone tavakasutaja aspektist.

Töö eesmärgist tulenevalt selgus läbiviidud uuringu põhjal, et Eestis on olemas teadmine ja kogemus energiatõhusate ja kaasajanõuetele vastavate büroohonete kavandamises, projekteerimises ning ehitamises. Samuti on olemas kogemus ja teadmine, kuidas võiks toimuda erinevate huvi- ja osapoolte koostöö selles protsessis. Samas ilmnes, et energiatõhusate hoonete kasutamise ja haldamise osas on kogemisi ja ka teadmisi oluliselt napimalt. Ka erinevate hoone kasutamise ja majandamisega seotud osapoolte ootused, rollid ja vastutused on väljakujunemata.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Kingma, B; Lichtenbelt, W v M (2015) Energy consumption in buildings and female thermal demand; Nature Climate Change
- [2] Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES COM(2006) 0545, Brussels, 19.10.2006
- [3] EUROPE 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth EUROPEAN COMMISSION COM(2010) 2020 final Brussels, 3.3.2010
- [4] Energy Efficiency Plan 2011 COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS COM(2011) 109 final Brussels, 8.3.2011
- [5] Keskkonnaalast tegevusprogrammi aastani 2020 „Hea elu maakera võimaluste piires” EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU OTSUS nr 1386/2013/EL 20. november 2013
- [6] EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2012/27/EL, milles käsitletakse energiatõhusust, muudetakse direktiive 2009/125/EÜ ja 2010/30/EL ning tunnistatakse kehtetuks direktiivid 2004/8/EÜ ja 2006/32/EÜ 25. oktoober 2012
- [7] EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2010/31/EL Hoonete energiatõhususe kohta 19. mai 2010
- [8] Konkurentsivõime kava "Eesti 2020" <https://riigikantselei.ee/et/konkurentsivoime-kava-eesti-2020>
- [9] Ehitusseadustik. RT I, 05.03.2015, 1
- [10] Kurnitski, J; Thalfeldt,M; Kalamees,T; Voll,H; Uutar,A; Rosin,A (2013) Madal- ja liginullenergiahooned. Büroohoonete põhilahendused eskiis- ja eelprojektis
- [11] Abel, E;Voll,H; Tark, T (2014) Hoonete energiatarve ja sisekliima

[12] Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium (2014) Hoonete energiakasutuse tõhusust puudutav ja EU direktiivi 2012/27/EL II peatüki artikkel 4 alusel Euroopa Komisjonile esitatav teatis

[13] Hoone ehitusprojekt, EVS 811:2012

[14] Kinnisvara korrashoid. Kinnisvara keskkonna korraldamine. EVS 807:2010

[15] Töötervishoiu ja tööohutuse seadus RT I, 10.11.2015, 13

[16] Töölepingu seadus RT I, 12.07.2014, 146

[17] Tuulik, K; Harzia, H; Karajeva, G; Saare, K jt (2015) Soojustatud ja soojustamata koolimajade siseõhu kvaliteedi uuring Tallinnas, Keskkonnatervise uuringute keskus, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

[18] Hrenov, G (2007) Kontoritöötajate terviseriskid seoses töökeskkonna ja töötingimustega, Magistritöö, TÜ Tervishoiu instituut

[19] Kurnitski, J; Murdvee, M; Kõiv T-A.; Teichmann, M (2015) Sisekliima, õpitulemus, tööviljakus

[20] Wargocki, P; Seppänen, O; Andersson, J; Boerstra, A (2006) Indoor climate and productivity in offices, REHVA Guidebook No 6

[21] Laht, J (2010) Hoonete sisekliima ja energiatõhusus Tartu koolide ja Valga lasteaia „Kaseke“ näitel, Magistritöö, TÜ Loodus- ja tehnoloogiateaduskond

[22] Albrect, L; Ruumiõhu sündroom, Kursusetöö, TÜ arstiteaduskond

[23] Voll, H (2014) Passiivsete arhitektuuriliste jahutusmeetmete kasutamine ühiskondlike hoonete kavandamisel. Innovatiivne lähenemine energiakokkuhoiule

[24] Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 15251:2007

[25] Hausladen, G; Saldanha de M; Liedl, P; Sager, C (2005) Climate design: solution for buildings that can do more with less technology, Birkenhäuser



- [26] Saks, O; Vilbaste, M; Kinnas, S; Kepler, K (2010) Töökeskkonna füüsikaliste õhutegurite parameetrite mõõtmine. Juhend; Tartu Ülikooli Keemia Instituudi katsekoda
- [27] Holopainen, R., Tuomaala, P; Hernandez,P., Häkkinen,T; Piira, K; Piipo, J (2014) Comfort assessment in the context of sustainable building: Comparison of simplified and detailed human thermal sensation methods. *Building and Environment* 71: 60-70
- [28] Sisikeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. EVS-EN 15251:2007
- [29] Liiske, M (2002) Sisekliima, Eesti Põllumajandusülikool
- [30] Seppänen O, Seppänen M (1998) Hoone sisekliima kujundamine , Koolibri, Tallinn
- [31] Tkáčšova, L (2013) Sisekliima seos töökeskkonna ja tervishoiu nõuetega. Ettekanne EKVÜ seminaril 09.12.2013;
- [32] Levand, E; Jõeorg, K Koolitöökeskkonna näidisriskianalüüs
- [33] Day, J.K; Gunderson,D.E, (2014) Understanding high performance buildings: the link between occupant knowledge of passive design systems, corresponding behaviors, occupant comfort and environmental satisfaction, *Building and Environment* 84 (2015): 114-124
- [34] Dubois M.-C; Blomsterberg (2011) Energy saving potential and strategies for electric lighting in future North European, low energy office buildings: a literature review. *Energy and Buildings* 43 (2011) 2572-2582
- [35] Loomulik valgustus elu- ja bürooruumides, EVS 894:2008+A2:2015
- [36] Kõiv, T-A, Rant, A (2013) Hoonete küte; TTÜ Kirjastus
- [37] E.Seinre, J.Kurnitski ja H. Voll (2014) "Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM"
- [38] Flick, U. (2006). *An introduction to qualitative research* (3rd ed.). Los Angeles etc.: SAGE Publications

[39] Kolb, B. (2008). Marketing research: A practical approach. London, etc.: SAGE Publications

[40] Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management. EVS-EN 15232:2012

**LISAD**

## SISEKLIIMA, TÖÖKESKKOND JA ENERGIATÕHUSUS

1. Kuivõrd olete rahul oma põhilise tööruumi alljärgnevate sisekliima näitajatega?

	Ei ole rahul	Pigem ei ole rahul	Enam-vähem	Olen rahul	Olen väga rahul
1.a Loomulik päevavalgus (sh ka valguse rüügis)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.b Tehisvalgus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.c Õhutemperatuur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.d Õhuniiskus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.e Õhuvahetus-ventilatsioon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.f Müra ruumis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.g Väljast tulenev müra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.h Siseõhu kvaliteet (lõhnad, saastunud õhk jms)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Kuivõrd olete rahul järgnevate üldkasutatavate ruumide (koridorid, nõupidamisruumid, puhkeruumid, kööginurgad, WC) sisekliima näitajatega?

	Ei ole rahul	Pigem ei ole rahul	Enam-vähem	Olen rahul	Olen väga rahul
2.a Loomulik päevavalgus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.b Tehisvalgus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.c Õhutemperatuur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>2.d</b> Õhuniiskus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2.e</b> Õhuvahetus-ventilatsioon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2.f</b> Müra ruumis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2.g</b> Väljast tulev müra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2.h</b> Siseõhu kvaliteet (lõhnad, saastunud õhk jms)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 3. Kas saate oma tööruumi sisekliimat kontrollida?

	<b>Jah</b>	<b>Ei</b>
<b>3.a</b> Päevavalguse varjestust reguleerida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>3.b</b> Tehisvalguse tugevust reguleerida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>3.c</b> Õhutemperatuuri reguleerida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>3.d</b> Õhuvahetust-ventilatsiooni reguleerida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>3.e</b> Aknaid avada (õhutamiseks)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 4. Kui Te saate oma tööruumi sisekliimat reguleerida, siis kuidas Te hindate oma võimalusi (teadmised, oskused, tehnilised lahendused) sisekliima parameetrite reguleerimiseks?

	<b>Võimalused puuduvad</b> (reguleeritakse tsentraalse automaatikaga)	<b>Tehnilised võimalused on.</b> Infot ja oskust ei ole	<b>Tehnilised võimalused ja vajalik info on.</b> Praktelist oskust ei ole	<b>On olemas tehnilised võimalused, teadmised ja oskused.</b> Pole tarvis rakendada	<b>Võimalused on olemas ja kasutatakse neid</b>
<b>4.a</b> Tööruumi valgustatust (loomuliku	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

päevavalguse ja erinevate tehisvalguse võimaluste kombineerimine)					
<b>4.b</b> Kütet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>4.c</b> Jahutust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>4.d</b> Õhuniiskust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>4.e</b> Ventilatsiooni-õhuvahetust	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 5. Kas büroohoone omaniku/haldaja poolt ...?

	Jah	Ei
<b>5.a</b> Korraldatakse infopäevi/koolitusi hea sisekliima saavutamise ja energiasäästu teemadel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>5.b</b> On püstitatud hoone energiakulutuse ja/või keskkonnatulemuslikkuse eesmärgid ja indikaatorid hoone kasutajatele	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>5.c</b> Viiakse läbi sisekliima mõõtmisi ja/või kogutakse sisekliima-alast tagasisidet majas töötavatel inimestel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 6. Millised seadmed on teie peamises tööruumis? (Märkige seadme nimetuse taha arv. Juhul, kui vastavat seadet ei ole sisis „0“)

	Mitte ühtegi	1	2-3	4-8	9 ja enam
<b>6.a</b> Statsionaarseid töökohti arvutiga	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>6.b</b> Monitore	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6.c Individuaalseid või väikese töögrupi printereid / bürookombaine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.d Üldkasutatavaid (suuri) printereid/bürookombaine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.e Paberipurustajaid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.f Teisaldatavaid soojapuhureid/radiaatoreid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.g Teisaldatavaid ventilaatoreid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.h Õhuniisutajaid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.i Kohvi / ekspresso- masinaid (sh soojade jookide automaadid)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.j Veeautomaate	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.k Veekeetjaid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.l Telereid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.m Muid elektrik tarbivaid seadmeid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Kui sageli teete oma töökohas alljärgnevat tegevusi energiasäästu kaalutlustel?

	Ei, mitte kunagi	Jah, kuid väga harva (mõnel korral aastas)	Jah, kuid ebaregulaarselt (mõnel korral kuus)	Jah, regulaarselt (mõnel korral nädalas)	Jah, pidevalt (mitu korda päevas)
7.a Reguleerin elektrivalgustust vastavalt vajadusele (piisava päevavalguse puhul lülitan elektrivalguse välja; laevalguse asemel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

kasutan kohtvalgustust, dimmerdan elektrivalguse tugevust vastavalt vajadusele/mugavusele jne)					
<b>7.b</b> Reguleerin aknavarjestust (kardinaid, lamelle, ruloosid)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>7.c</b> Reguleerin tööruumi õhutemperatuuri (kütet/jahutust)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>7.d</b> Reguleerin õhuvahetust (ventilatsiooni)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>7.e</b> Õhutan /jätan õhutamata (avan aknaid, uksti)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Kui Sageli teete oma töökohas alljärgnevaid tegevusi hea enesetunde (töövõime) kaalutlustel?

	<b>Ei, mitte kunagi</b>	<b>Jah, kuid väga harva (mõnel korral aastas)</b>	<b>Jah, kuid ebaregulaarselt (mõnel korral kuus)</b>	<b>Jah, regulaarselt (sessoonselt ja/või mõnel korral nädalas)</b>	<b>Jah, pidevalt (mitu korda päevas)</b>
<b>8.a</b> Reguleerin elektrivalgustust vastavalt vajadusele (piisava päevavalguse puhul lülitan elektrivalguse välja; laevalguse asemel kasutan kohtvalgustust, dimmerdan elektrivalguse tugevust vastavalt vajadusele/mugavusele jne)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



<b>8.b</b> Reguleerin aknavarjestust (kardinaid, lamelle, ruloosid)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>8.c</b> Reguleerin tööruumi temperatuuri (kütet/jahutust)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>8.d</b> Õhutan / jätan õhutamata (avan aknaid, uksi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 9. Palun hinnake, kuivõrd nõustute järgmiste väidetega

	<b>Ei nõustu üldse</b>	<b>Pigem ei nõustu</b>	<b>Enam-vähem</b>	<b>Pigem nõustun</b>	<b>Nõustun täiesti</b>
<b>9.a</b> Mul on piisavalt teadmisi säästmaks energiat tööruumides	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>9.b</b> Mul on piisavalt teadmisi, kuidas tööruumi sisekliimat mugavamaks ja tervislikumaks muuta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>9.c</b> Pean oluliseks, et erinevate lülitite/regulaatorite juures oleks asjakohased selgitavad-meeldetuletavad sildid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>9.d</b> Pean oluliseks, et viiakse läbi sisekliimat ja sisekliima reguleerimist puudutavaid infotunde/koolitusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>9.e</b> Pean oluliseks, et viiakse läbi põhjalikumaid sisekliima, töökeskkonna ja energiatõhususega seotud koolitusi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<p><b>9.f</b> Tean, kelle poole pöörduda, et parandada tööruumide sisekliimat (kütet/jahutust, ventilatsiooni, päevavalguse varjestust)</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p><b>9.g</b> Pean oluliseks, et korraldatakse energiasäästu ja/või keskkonnahoidlikku käitumist motiveerivaid/toetavaid ettevõtmisi</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p><b>9.h</b> Ma püüan energiat säästa isegi siis, kui teised inimesed seda ei tee (nii tööl kui kodus)</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p><b>9.i</b> Ma tunnen kohustumust vähendada oma igapäevaste tegevustega kaasnevat energiakulu (soojus- ja elektrienergia, transpordikasutus jms)</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p><b>9.j</b> Mulle on väga oluline, et minu töökeskkond oleks tervislik</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p><b>9.k</b> Mulle on väga oluline, et minu kodune keskkond oleks tervislik</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Kui sageli olete viimase 2 kuu jooksul täheldanud järgnevaid tervisenähtusid töö ajal ning ka mõnda aega pärast tööd?

	<b>Mitte kunagi</b>	<b>Harva</b> (kord kuus või harvem)	<b>Mõnikord</b> (2-4 korda kuus)	<b>Sageli</b> (vähemalt paar korda nädalas)	<b>Iga päev</b>
<b>10.a</b> Kuiv, kähe kurk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.b</b> Ärritusköha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.c</b> Janutunne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.d</b> Õhupuuduse tunne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.e</b> Kinnine nina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.f</b> Vesine nina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.g</b> Kuiv või kihelev kätenahk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.h</b> Näonaha ärritus (õhetus, lööve)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.i</b> Silmade kihelus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.j</b> Silmade kuivus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.k</b> Silmade pisaratevool	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.l</b> Silmade punetus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.m</b> Valud kaela-õla piirkonnas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.n</b> Seljavalud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.o</b> Valud nimmepiirkonnas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>10.p</b> Iiveldus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.q</b> Pearinglus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.r</b> Peavalu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.s</b> Keskendumisraskused	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.t</b> Seletamatu meeleolu langus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>10.u</b> Seletamatu väsimus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Kas Teil on arsti poolt diagnoositud järgnevaid haiguseid)

	<b>Jah</b>	<b>Ei</b>
Allergia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Astma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Depressioon või psühholoogilised probleemid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heinanohu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kroonilised hingamisvaevused	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Migreen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mõni südamehaigus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mõni muu krooniline haigus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Põskkoopa põletik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uinumisraskused	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Kas Te viibite oma tööruumis igapäevaselt keskmiselt?

	tundi
12.a 7 või enam	<input type="radio"/>
12.b 4-6	<input type="radio"/>
12.c alla 4	<input type="radio"/>

13. Kuivõrd rahul olete järgnevate tööelu aspektidega?

	Ei ole üldse rahul	Pigem ei ole rahul	Nii ja naa	Pigem rahul	Olen väga rahul
13.a Oma tööga üldiselt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13.b Suhetega oma töökaaslastega	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Millised on Teie igapäevasel peamised liikumis-/liiklemismoodused?

	Auto	Ühistransport	Jalgsi/jalgrattaga
14.a Kodu-töö-kodu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14.b Töö ajal (tööülesannete täitmisel)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14.c Vabal ajal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Mitu minutit päevas keskmiselt käite jalgsi või sõidate jalgrattaga?

	Töölekoju	Töö ajal (tööülesannete täitmisel)	Vabal ajal
15.a Vähem kui 15 minutit päevas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15.b 15-30 minutit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>15.c</b> 30-60 minutit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>15.d</b> enam kui 60 minutit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Milline on Teie ametikoha tüüp ja tööruum?

	<b>Üksinad eraldi kabinetis</b>	<b>Väikese meeskonnaga (2-3 inimest) tööruumis</b>	<b>Suurema meeskonnaga (4-6 inimest) tööruumis</b>	<b>Avatud tööruumis (7 ja enam töötajat)</b>
<b>16.a</b> Tippjuht (tippjuhtkonna liige)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>16.b</b> Juhtiv töötaja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>16.c</b> Keskastme juht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>16.d</b> Spetsialist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>16.e</b> Tehniline töötaja (administratiivtöö)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Teie sugu ja kõrgeim lõpetatud haridustase

	<b>Mees</b>	<b>Naine</b>
<b>17.a</b> Põhiharidus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>17.b</b> Gümnaasium / keskkool	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>17.c</b> Kutseharidus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>17.d</b> Bakalaureuse kraad / rakenduskõrgharidus (või sellele vastav haridus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>17.e</b> Magistrikraad (või sellele vastav haridus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17.f Doktorikraad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-------------------	-----------------------	-----------------------

18. Teie vanus?

---





