Aseri Kooli olemasoleva kütte-ventilatsiooni ning jahutussüsteemi kirjeldus ja uute KVJ süsteemide projekteerimise lähteülesanne

Koostas: Deltae Inseneribüroo
Deltae Insenerid OÜ
Kristjan Mändmets

Www.deltae.ee

Sisukord

1 Ülevaade kompleksist 5
2 Projekteerimise lähtedokumendid ja töö eesmärk 10
3 Lähteülesande eesmärgid küttesüsteemi projekteerimiseks 14
3.1 Olemasoleva küttesüsteemi kirjeldus 14
3.1.1 Küttesüsteemi olukord ja tuvastatud probleemid hoones 14
3.2 Projekteeritava soojussõlme küttekontuurid 20
4 Lahendus hoone küttesüsteemi projekteerimiseks 25
4.1 Soojussõlm 26
4.2 Välisõhu arvutuslikud parameetrid 31
4.3 Sisekliima parameetrid 31
4.4 Küttesüsteemi torustik 32
4.5 Isolatsioon 32
4.6 Küttekehad 32
4.7 Põrandküte 33
4.8 Ventilatsiooniagregaatide küttekalorifeerid 33
4.9 Hoone energiatõhusus 33
4.10 Küttesüsteemi juhtimine ja automaatika 33
4.11 Sooja tarbevee tootmine küttevälisel perioodil 34
4.12 Küttesüsteemi arvestid 38
5 Lähteülesande eesmärgid ventilatsioonisüsteemi projekteerimiseks 39
5.1 Olemasoleva ventilatsioonisüsteemi kirjeldus 39
5.2 Ventilatsioonisüsteemi juhtimine automaatika 52
5.3 Ventilatsioonisüsteemi arvestid 53
5.4 Erisüsteemid, suitsuärastussüsteemid 53
6 Lahendused hoone ventilatsioonisüsteemi projekteerimiseks 54

6.1 Ventilatsiooni õhuvahetus 54
6.2 Ventilatsioonisüsteemide jaotus 54
6.3 Automaatika ja liidestamine 55
6.4 Aspiratsiooni ventilatsioon ja tõmbkappide ventilatsioon 56
6.5 Suitsuärastussüsteemid 56
6.6 Sanruumide lokaalsed väljatõmbed 56
6.7 Ventilatsiooniagregaadid 57
6.8 Ventilatsioonisüsteemi juhtimine automaatika 58
6.9 Õhukanalid 64
6.10 Lõppelemendid 65
6.11 Reguleerklapid 65
6.12 Ventilatsioonisüsteemi arvestid 65
7 Lähteülesande eesmärgid haridushoone jahutussüsteemi projekteerimiseks 67
7.1 Jahutussüsteemi üldpõhimõtted 68
8 Lahendused haridushoone jahutussüsteemiprojekteerimiseks 69
8.1 Otseaurustusega split-tüüpi või multi-split tüüpi jahutussüsteem 69
8.2 Kohtjahutus otseaurustusega split-süsteem (nt serveri- ja tehnilised ruumid) 70
8.3 Tsentraalse jahutussüsteemi nõuded (vajadusel) 70
8.4 Jahutussüsteemi kondensaaditorustik 71
8.5 Jahutussüsteemi juhtimine ja automaatika 71
8.6 Jahutussüsteemi juhtimine ja automaatika 74
8.7 Jahutussüsteemi mõõtmissüsteem 74
9 KVJ süsteemide projekteerimise nõuded 75
10 Põhiseadmed ja materjalid 79
11 Tehnosüsteemide automaatika 84
12 KVJ süsteemide juhtimisautomaatika tehniline kirjeldus 86
13 KVJ põhiprojekti nõuded 91

14 KVJ projekteerimise lähteülesande kokkuvõte 94
15 Objektiga tutvumine 96

1 Ülevaade kompleksist

- Aseri kooli hoonekompleks koosneb osaliselt renoveeritud läänepoolsest tiivast ning renoveerimata hooneosast;
- Hoone on ehitatud 1968. Aastal ning algselt projekteeritud ligikaudu 700 õpilasele, hetkel kasutatakse hoonet oluliselt väiksema koormusega (~115 õpilast) ;
- Läänepoolne hooneosa on rekonstrueeritud perioodil 2018–2019, kus on uuendatud välispiirded, aknad ning rajatud soojustagastusega ventilatsioonisüsteem;
- Renoveerimata hooneosa on valdavalt algses seisukorras, kus välisseinad, aknad ja pööningu soojustus ei vasta tänapäevastele energiatõhususe nõuetele;
- Hoone on kolme korruseline ning osaliselt keldriga, kus keldrikorrus on köetav ning kasutuses (mh tehnoruumid, ladustamine), kuid ventilatsiooni puudumise tõttu esineb niiskusprobleeme;
- Renoveeritud hooneosas paiknevad peamiselt õpperuumid, kus on tagatud kaasaegsem sisekliima ja ventilatsioonilahendus;
- Renoveerimata hooneosas asuvad lisaks klassiruumidele ka muusikaklass, saal, söökla ning muud abiruumid, kus ventilatsioon kas puudub või ei toimi nõuetekohaselt;
- Hoone ventilatsioonilahendus on ebaühtlane – osaliselt olemas soojustagastusega ventilatsioon, osaliselt loomulik ventilatsioon või ventilatsiooni puudumine.

NB! Hoone ruumiplaneering ja kasutus võivad projekteerimise käigus muutuda ning projekteerimisel tuleb arvestada võimalike funktsionaalsete muudatustega.

Konstruktsioon ja piirdetarindid

- Konstruktiivselt on Aseri kooli hoonekompleks üldiselt heas seisukorras ning kandekonstruktsioonid on visuaalsel vaatlusel rahuldavas seisukorras;
- Hoone välispiirete konstruktsioonide parameetrid on määratud olemasolevate projektide, auditite ning objekti ülevaatuse põhjal ning hinnanguliselt on konstruktsioonid ehituslikult rahuldavas seisukorras;
- Hoone läänepoolne renoveeritud osa on soojustatud vastavalt kaasaegsematele nõuetele (välisseinad ~U=0,16 W/m²K, pööningu vahelagi ~U=0,07 W/m²K), mistõttu soojuskaod on selles osas väikesed ;
- Renoveerimata hooneosas on välisseinte soojapidavus madal (hinnanguline U≈0,84 W/m²K) ning pööningu soojustus on ebapiisav, mistõttu soojuskaod läbi piirete on suured ;

- Hoone katusekatteks on valdavalt trapetsprofiilplekk ning pööningu vahelagi on osaliselt soojustatud vananenud materjalidega (klaasvill, saepuru), mille soojuspidavus ei vasta tänapäevastele nõuetele ;
- Renoveeritud hooneosas on kasutusel kolmekordse klaaspaketiga aknad (U≈1,0 W/m²K), renoveerimata osas kahekordse klaaspaketiga aknad (U≈1,5 W/m²K), mis suurendavad soojuskadusid ;
- Hoone välispiirete soojusläbivuse arvutamisel on kasutatud vastavaid standardeid ning tulemused on esitatud energiaauditis (Aseri energiaaudit 04.09.25).

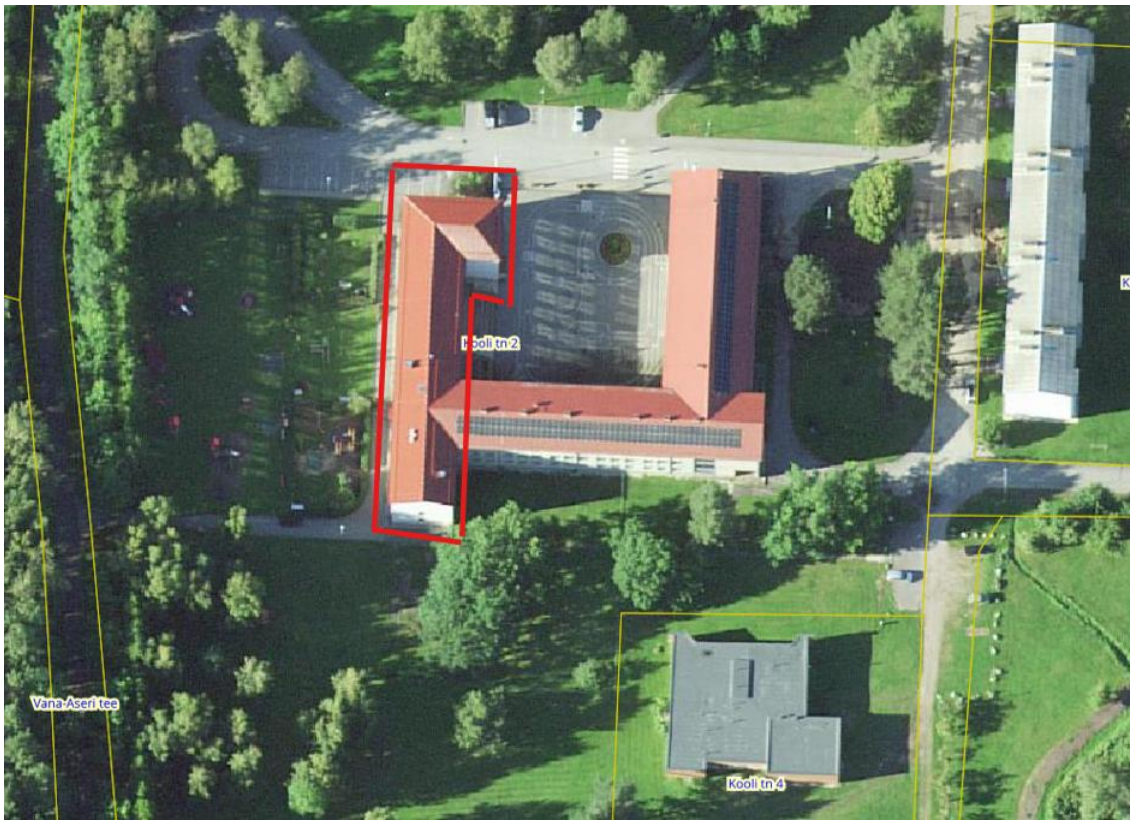
Tabel 1. Hoone piirdetarindite parameetrid

PIIRDETARIND	Ui W/(m2·K)
Renoveeritud hooneosa välissein	0,16
Renoveerimata hooneosa välissein	0,84
Keldri sein (pinnase takistusega)	0,87
Katuslagi ja pööningu põrand (renoveeritud osa)	0,07
Katuslagi ja pööningu põrand (renoveerimata osa)	0,21
Põrand pinnasel (koos pinnase soojatakistusega)	0,20
Välisuksed	1,40
Aknad (renoveeritud osa)	1,0
Aknad (renoveerimata osa)	1,5
Renoveeritud hooneosa välissein	0,16
Renoveerimata hooneosa välissein	0,84

Kütte ja ventilatsioonisüsteem

- Aseri kooli hoonekompleksis on küte valdavalt lahendatud radiaatorküttena ning osaliselt põrandküttena, ventilatsioon on lahendatud osaliselt soojustagastusega süsteemidega ning osaliselt loomuliku ventilatsioonina;

- Renoveeritud hooneosas on küttesüsteem ja ventilatsioonisüsteem välja ehitatud, kuid süsteemide automaatika ei ole korrektselt seadistatud ning seadmed töötavad pidevalt, mistõttu ei ole tagatud energiatõhus töörežiim;
- Renoveerimata hooneosas on ventilatsiooni olukord ebarahuldav, kuna suur osa ruume on ilma toimiva ventilatsioonita või kasutusel on loomulik ventilatsioon, mis ei taga nõuetekohast sisekliimat ;
- Renoveerimata hooneosas on küttesüsteem tehniliselt vananenud ning vajab terviklikku ülevaatamist, tasakaalustamist ja vajadusel rekonstrueerimist;
- Hoones puudub terviklik jahutussüsteem, välja arvatud lokaalsed split-seadmed serveri- ja arvutiklassides, mistõttu esineb suveperioodil ruumide ülekuumenemise risk ;
- Sisekliima tagamine toimub osaliselt akende avamise teel, mis põhjustab ebastabiilset sisekliimat ning suurendab energiakulu;
- Projekteerimisel tuleb keskenduda renoveeritud hooneosa süsteemide korrastamisele (eelkõige automaatika ja juhtimine) ning renoveerimata hooneosa küttesüsteemi ja ventilatsioonisüsteemi terviklikule lahendamisele;
- Kogu hoonekompleksi ulatuses tuleb projekteerida vajaduspõhine ja energiatõhus ventilatsiooni- ja küttesüsteem ning hinnata jahutuse vajadus koos sobiva lahendusega;
- Projekteerimise käigus tuleb teostada olemasolevate süsteemide kontrollmõõdistused ning nende alusel täpsustada rekonstrueerimise ulatus;
- Ventilatsiooni- ja küttesüsteemide automaatika tuleb lahendada terviklikult kogu hoonekompleksi ulatuses, sh integreerida olemasolevad ja uued süsteemid ühtsesse juhtimislahendusse.



Joonis 1. Hoone aerofoto. Punases kastis renoveeritud tehnosüsteemidega osa

Joonis 2. Hoone välisvaade

Tabel 2. Hoonekompleksi üldandmed

Hoone aadress:	Kooli tn 2, Aseri alevik, Viru-Nigula vald, Lääne-Viru maakond
EHR kood	102027118
Ehitusaasta	1968
Hoone kasutusotstarve	Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone (12632)
Minimaalne korruste arv	3
Maksimaalne korruste arv	3
Suletud netopind:	4968,4 m^2
Köetav pind:	4908 m^2
Madala ruumitemperatuuriga pind:	0 m^2
Hoone maht:	20834 m^3
Inimeste arv samaaegselt hoones:	Ligikaudu 140
Keldri olemasolu:	Jah, köetav
Energiatõhususarv tavakasutus ETA	**G (310 kwh/m^2a)**

2 Projekteerimise lähtedokumendid ja töö eesmärk

Süsteemide projekteerimise lähtedokumentideks on:

- Hoone arhitektuursed alusplaanid, lõiked ja fassaadivaated;
- Varasemate rekonstrueerimistööde projektid;
- Deltae Insenerid OÜ poolt koostatud Aseri kooli KVJ süsteemide audit;
- Deltae Insenerid OÜ poolt koostatud Aseri kooli energiaauditi aruanne;
- Objekti ülevaatuse käigus kogutud andmed ning tellija poolt edastatud täiendav lähteinfo;
- Käesolev KVJ projekteerimistööde lähteülesanne.

Töö eesmärgiks on koostada Aseri kooli hoone küttesüsteemi põhiprojekt järgmistele osadele:

- Kavandada hoone üleminek gaasiküttelt kaugküttele ning kontrollida kaugkütte liitumistingimusi, sh hinnata olemasoleva liitumispunkti ja torustiku piisavust arvestades hoone tulevast soojuskoormust (kütte, ventilatsiooni küttekalorifeerid ning tarbevee valmistamine);
- Projekteerida hoonekompleksile uus täiskomplektne soojussõlm koos automaatikaga, mis teenindab kogu hoonet;
- Projekteerida renoveerimata hooneosa küttesüsteem selliselt, et oleks tagatud nõuetekohane sisekliima ja energiatõhus töö;
- Projekteerida ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeeride lahendused (vesiküte) vastavalt kavandatavale ventilatsioonilahendusele;
- Projekteerida kogu hoonekompleksi tarbevee soojendamise süsteem, arvestades olemasolevaid lahendusi ning nende optimeerimise võimalusi;
- Teostada olemasoleva küttesüsteemi kontrollmõõdistused ning hinnata süsteemi seisukorda, sh renoveeritud hooneosas;
- Tagada kogu hoone küttesüsteemide, soojussõlme ja ruumipõhise juhtimise integreerimine ühtsesse automaatika- ja monitooringusüsteemi;
- Projekteerida süsteemid nii, et oleks tagatud nende töökindlus, lihtne hooldatavus ning pikk eluiga (≥20 aastat) koos optimeeritud ülalpidamiskuludega;

- Tagada, et projekteeritud lahendused vastavad kehtivatele normidele, standarditele ning võimaldavad kvaliteetset ehitust teostada;
- Koostada küttesüsteemi projekt põhiprojekti staadiumis.

Töö eesmärgiks on koostada Aseri kooli hoone ventilatsioonisüsteemi põhiprojekt järgmistele osadele:

- Projekteerida renoveerimata hooneosa ventilatsioonisüsteem selliselt, et kõikides ruumides oleks tagatud nõuetekohane õhuvahetus ja sisekliima vastavalt kehtivatele nõuetele;
- Projekteerida kogu hoonekompleksile terviklik soojustagastusega ventilatsioonisüsteem, mis tagab energiatõhusa ja vajaduspõhise töö;
- Teostada olemasolevate ventilatsioonisüsteemide ja õhuhulkade kontrollmõõdistused ning hinnata süsteemide tegelik töö ja vastavus nõuetele; korrastada ja vajadusel rekonstrueerida olemasolevate ventilatsiooniagregaatide automaatika, et välistada pidev 24/7 töö ning tagada süsteemide töö vastavalt kasutusvajadusele ;
- Projekteerida ventilatsioonisüsteemide vajaduspõhine juhtimine (sh CO_2 ja vajadusel temperatuuri alusel), arvestades erinevate ruumide kasutusotstarvet;
- Tagada olemasolevate ja uute ventilatsiooniagregaatide automaatika integreerimine ühtsesse hoone juhtimis- ja monitooringusüsteemi;
- Projekteerida ventilatsioonisüsteemid selliselt, et oleks tagatud nende töökindlus, lihtne hooldatavus ning pikk eluiga (≥20 aastat) koos optimeeritud ülalpidamiskuludega;
- Tagada, et projekteeritud lahendused vastavad kehtivatele normidele, standarditele ning võimaldavad kvaliteetset ehitust teostada;
- Koostada ventilatsioonisüsteemi projekt põhiprojekti staadiumis.

Töö eesmärgiks on koostada Aseri kooli hoone jahutussüsteemi põhiprojekt järgmistele osadele:

- Hinnata kogu hoonekompleksi jahutusvajadust arvestades ruumide kasutusotstarvet, sisekoormusi ja suvist ülekuumenemise riski;

- Projekteerida vajaduspõhine ja energiatõhus jahutussüsteem piirkondadesse, kus sisekliima tagamine seda nõuab (nt klassiruumid, saal, eriruumid);
- Kavandada ventilatsioonisüsteemidega seotud jahutuslahendused (nt jahutusega ventilatsiooniagregaadid), et tagada ruumide temperatuuri kontroll perioodil;
- Arvestada olemasolevate lokaalse jahutuse lahendustega (split-seadmed) ning hinnata nende säilitamise või asendamise vajadust;
- Projekteerida jahutussüsteemid selliselt, et oleks tagatud nende töökindlus, lihtne hooldatavus ning pikk eluiga (≥20 aastat) koos optimeeritud ülalpidamiskuludega;
- Tagada jahutussüsteemide automaatika integreerimine ühtsesse hoone juhtimis- ja monitooringusüsteemi;
- Tagada, et projekteeritud lahendused vastavad kehtivatele normidele ja standarditele ning võimaldavad kvaliteetset ehitust teostada;
- Koostada jahutussüsteemi projekt põhiprojekti staadiumis.

Töö eesmärgiks on koostada Aseri kooli hoone energiatarbimise mõõtmissüsteemi projekt järgmistele osadele:

- Projekteerida hoone küttesüsteemile peasoojusarvesti koos liidestusega hoone automaatikasüsteemi ja kaughaldusega;
- Projekteerida soojussõlme kõikidele küttekontuuridele eraldiseisvad soojusarvestid, et võimaldada energiakasutuse jaotust ja analüüsi;
- Projekteerida elektrienergia arvestid ventilatsioonisüsteemidele (ventilatsiooniagregaatide kaupa);
- Projekteerida elektrienergia arvestid jahutussüsteemidele ja lokaalsele jahutusele (nt split-seadmed);
- Tagada tehnosüsteemide energiatarbimise eraldi mõõdetavus (küte, ventilatsioon, jahutus, tarbevesi), et võimaldada süsteemide töö analüüsi ja optimeerimist;

Projekteerimistööde ettevalmistuse käigus kuulub projekteerija kohustuste hulka:

- Tutvuda objekti olukorraga kohapeal enne projekteerimistööde alustamist ning koguda vajalik lähteinfo (sh fotod ja mõõdistused);
- Koostada projekteerimistööde ajagraafik (sh KVJ ja hooneautomaatika);

- Määratleda projekteerimisprotsessi osapoolte (sh allprojekteerijad, konsultandid, Tellija) vaheline infovahetus ja töökorraldus, sh vajadusel korraldada töökoosolekuid;
- Koostöös Tellijaga kontrollida ja täpsustada projekteerimise lähteülesannet, vajadusi ja nõudeid;

KVJ Tehnosüsteemid projekteeritakse tervikuna lähtudes ruumiplaneeringus määratud pindade funktsioonist. Tehnosüsteemid peavad tagama nõuetekohase sisekliima ja lähtuma üldistest normidest ning käesolevas tehnilises kirjelduses määratud nõuetest.

NB! Projekteerimisel tuleb arvestada, et hoone ruumiplaneering võib projekteerimise käigus muutuda.

3 Lähteülesande eesmärgid küttesüsteemi projekteerimiseks

3.1 Olemasoleva küttesüsteemi kirjeldus

Hoone soojusvarustus on hetkel lahendatud gaasikatlamaja baasil. Hoones on valdavalt kasutusel radiaatorküttesüsteem ning osaliselt põrandaküte.

Ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeerid on renoveeritud hooneosas lahendatud veeküte baasil. Sooja tarbevett valmistatakse osaliselt gaasikatlamaja baasil ning osaliselt elektriboileritega.

Küttesüsteem teenindab kogu hoonekompleksi, kuid süsteemide lahendus ja seisukord on erinev renoveeritud ja renoveerimata hooneosades. Süsteemide automaatika ja reguleerimine ei ole terviklik ning ei võimalda energiatõhusat ja vajaduspõhist juhtimist.

3.1.1 Küttesüsteemi olukord ja tuvastatud probleemid hoones

Hoone soojusenergia allikaks on gaasikatlamaja, mille baasil on lahendatud nii radiaatorküte kui ka ventilatsioonisüsteemide kütmine.

Küttesüsteem ei ole jaotatud selgelt eristatavateks küttekontuurideks vastavalt hooneosadele ja kasutusotstarbele, mistõttu ei ole võimalik erinevaid hooneosi eraldi reguleerida ega energiatarbimist täpselt mõõta.

Hoone renoveeritud ja renoveerimata osade küttekoormused ja vajadused on erinevad, kuid süsteem ei võimalda rakendada eraldi temperatuurigraafikuid ega optimeeritud juhtimist.

Küttesüsteemi lõpptarbijad (radiaatorid) on erinevas tehnilises seisukorras ning lahendusega. Osadel radiaatoritel on paigaldatud termostaatventiilid ja termostaatpead, kuid esineb ka olukordi, kus termostaatpead on puudu või kahjustatud. Samuti esineb radiaatoreid, millel puudub igasugune reguleerimisvõimalus.

Ebaühtlane reguleerimisvõimekus põhjustab küttesüsteemis hüdraulilist tasakaalustamatust – väiksema takistusega radiaatorites on vooluhulgad suuremad ning suurema takistusega radiaatorites ei pruugi olla tagatud piisav soojuskandja läbivool. Selle tulemusena ei ole ruumides tagatud ühtlane temperatuurijaotus.

Tekkinud olukorda kompenseeritakse sageli küttegraafiku tõstmisega, mis omakorda põhjustab osades ruumides ülekütmist ning suurendab energiatarbimist.

Lisaks puudub küttesüsteemil terviklik mõõtmissüsteem, mis võimaldaks eristada erinevate hooneosade ja süsteemide energiakasutust ning hinnata süsteemi töö efektiivsust.

Hoonekompleksi peasoojussõlm:

- Soojussõlm ei ole korrektselt liidestatud hoone automaatika- ja kaughaldussüsteemiga, mistõttu puudub terviklik ülevaade süsteemi tööst ja võimalus seda optimeerida;
- Soojussõlme automaatika on lahendatud lihtsustatud ja kuluefektiivsel viisil, mille tulemusena on süsteemi funktsionaalsus piiratud – puudub võimalus teostada elementaarseid juhtimistoiminguid (nt pumpade manuaalne juhtimine, töörežiimide seadistamine vastavalt välisõhu temperatuurile);
- Soojussõlme küttekontuuridel puuduvad või on ebapiisavad tagasivoolu temperatuuri mõõtmised, mistõttu ei ole võimalik hinnata kontuuride tegelikku soojusväljastust ega tagada nende optimaalset töörežiimi;
- Soojussõlme radiaatorkütte, ventilatsioonikütte ja sooja tarbevee kontuuridel puuduvad alamsoojusarvestid, mis ei võimalda eristada erinevate süsteemide energiatarbimist ega tuvastada kõrvalekaldeid ja liigset soojusenergia kasutust;
- Sooja tarbevee külmavee sisendil puudub veearvesti, mistõttu ei ole võimalik täpselt hinnata sooja tarbevee tarbimist ega selle valmistamiseks kuluvat energiat;
- Kaugküttega liitumise projekt oli energiaauditi koostamise hetkel töös, mistõttu võib soojussõlme tehniline lahendus olla vahepeal osaliselt uuendatud ning olemasolevad andmed ja fotod ei pruugi kajastada täielikult hetkeolukorda – projekteerimisel tuleb lähtuda täpsustatud ja ajakohastatud lähteandmetest.

Soojussõlme ja küttesüsteemi projekteerimise lähtekohad:

- Projekteerimisel tuleb ette näha hoone üleminek kaugküttele ning kavandada uus või rekonstrueeritud kaasaegne soojussõlm koos täiskomplektse automaatikaga, mis teenindab kogu hoonekompleksi;
- Olemasoleva soojussõlme säilitamise või täieliku asendamise vajadus täpsustatakse projekteerimise käigus, arvestades selle tehnilist seisukorda ja kaugkütte liitumistingimusi;

- Soojusvõrgu temperatuurigraafik ja liitumistingimused tuleb täpsustada kaugkütte teenusepakkujalt projekteerimise käigus;
- Olemasoleva küttesüsteemi hinnanguline soojuskoormus ja jaotus tuleb täpsustada projekteerimise käigus, arvestades hoone erinevaid osi ning nende rekonstrueerimise ulatust;
- Projekteerimisel tuleb arvestada lisanduvate ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeeride soojuskoormusega, mis võib oluliselt suurendada soojussõlme vajalikku võimsust;
- Projekteerimisel tuleb arvestada sooja tarbevee süsteemi lahenduse ja võimaliku koormuse muutusega, sh olemasolevate elektriboilerite rolli ja nende võimalikku säilitamist või asendamist.

Renoveerimata hooneosa küttesüsteem:

- Radiaatoritel puuduvad osaliselt reguleerimisvõimalused, mis ei võimalda tagada ühtlast ruumitemperatuuri ega energiatõhusat tööd;
- Küttesüsteem ei ole hüdrauliliselt tasakaalustatud, mis põhjustab ebaühtlast soojusjaotust ja energiakulu suurenemist.

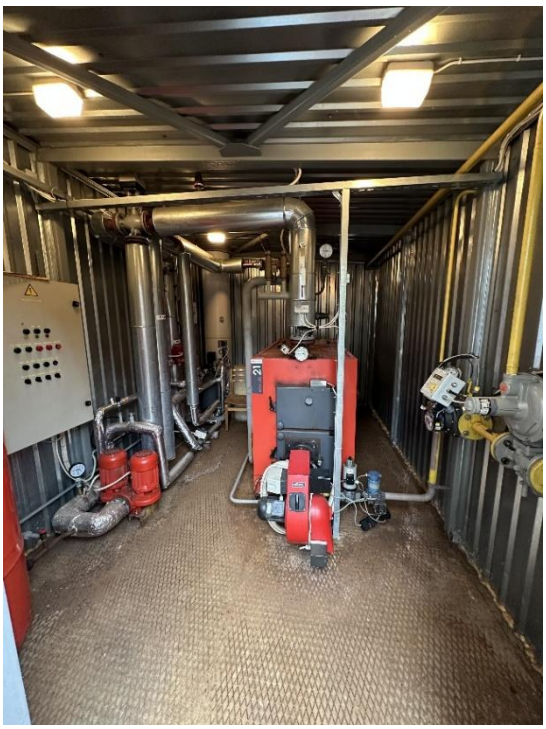
Renoveeritud hooneosa küttesüsteem:

- Renoveeritud hooneosa küttesüsteem on üldjoontes toimiv, kuid puudub terviklik ruumikliima automaatika, mis võimaldaks küttesüsteemi juhtida vastavalt tegelikule vajadusele;
- Küttesüsteemi juhtimine ei ole seotud hoone üldise automaatika- ja monitooringusüsteemiga, mistõttu ei ole tagatud süsteemi optimaalne ja energiatõhus töö.

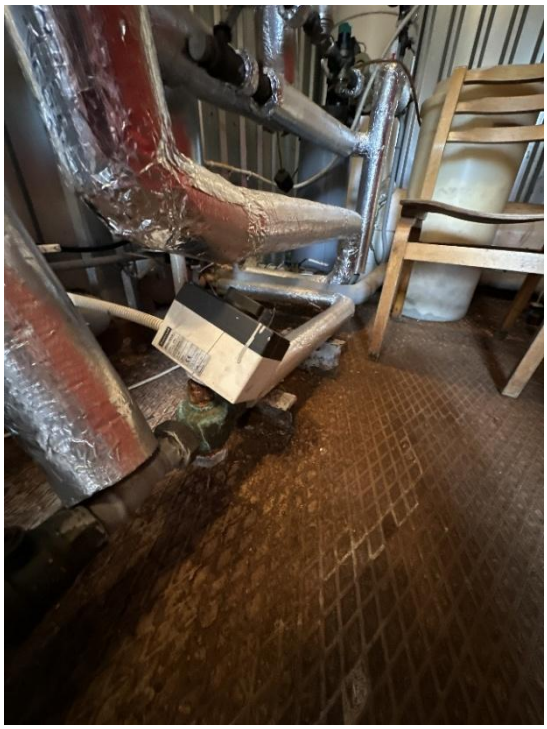
Tabel 3. Olemasoleva soojussõlme tehniline informatsioon ja kirjeldus
(vajalik täielikult renoveerida)

<table>
<tr><th colspan="3">Peasoojussõlm</th></tr>
<tr><td>Asukoht</td><td colspan="2">Katlaruum</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Teenindatavad süsteemid (kontuurid)</td><td colspan="2">Algkooli alamsoojussõlm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vana hoone osa küte</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tarbevesi</td></tr>
<tr><td>Visualiseering</td><td colspan="2">Puudub</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Juhtimine</td><td colspan="2">Automatiseeritud</td></tr>
<tr><td colspan="2">OUMAN EH-203</td></tr>
<tr><td>Biral modula 50-120270 RED</td><td>Primaar ja vana hoone osa küte, ventilatsioon</td></tr>
<tr><td>AE 26/4</td><td>Tarbevesi</td></tr>
</table>

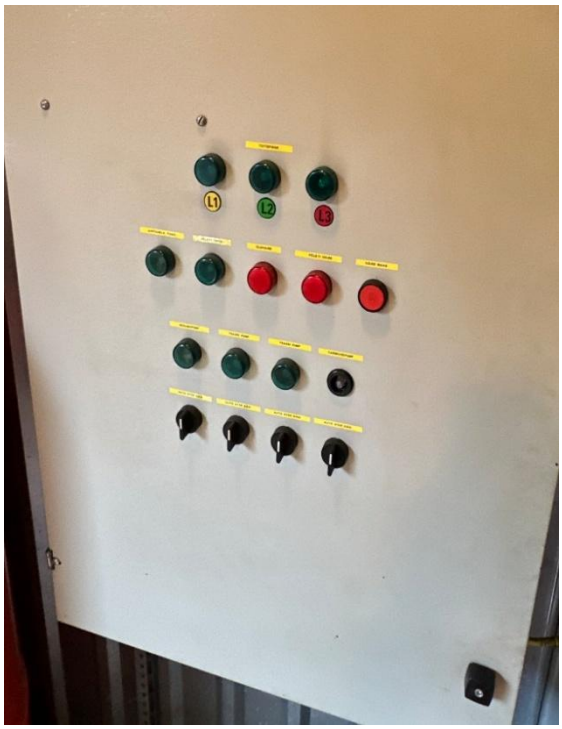
Joonis 3. Soojussõlme juhtkontroller



Joonis 4. Soojussõlme üldpilt

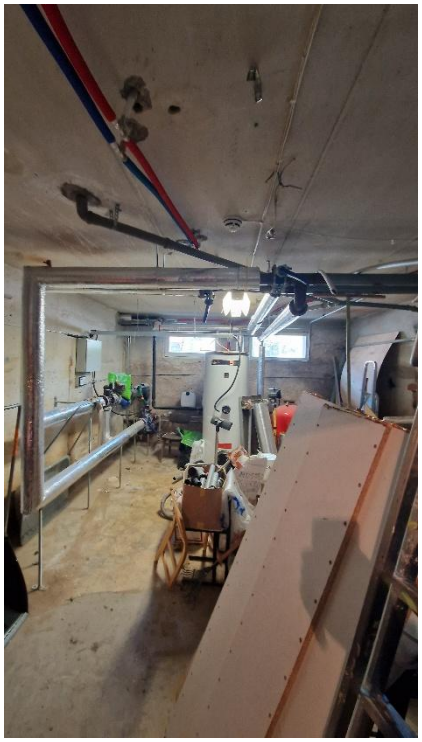


Joonis 5. Soojussõlme kontuuri ventiililt eemaldunud ajam



Joonis 6. Pumbad lülitatud välja manuaalselt

Joonis 7. Soojussõlme kontuuri ventiililt eemaldatud ajam

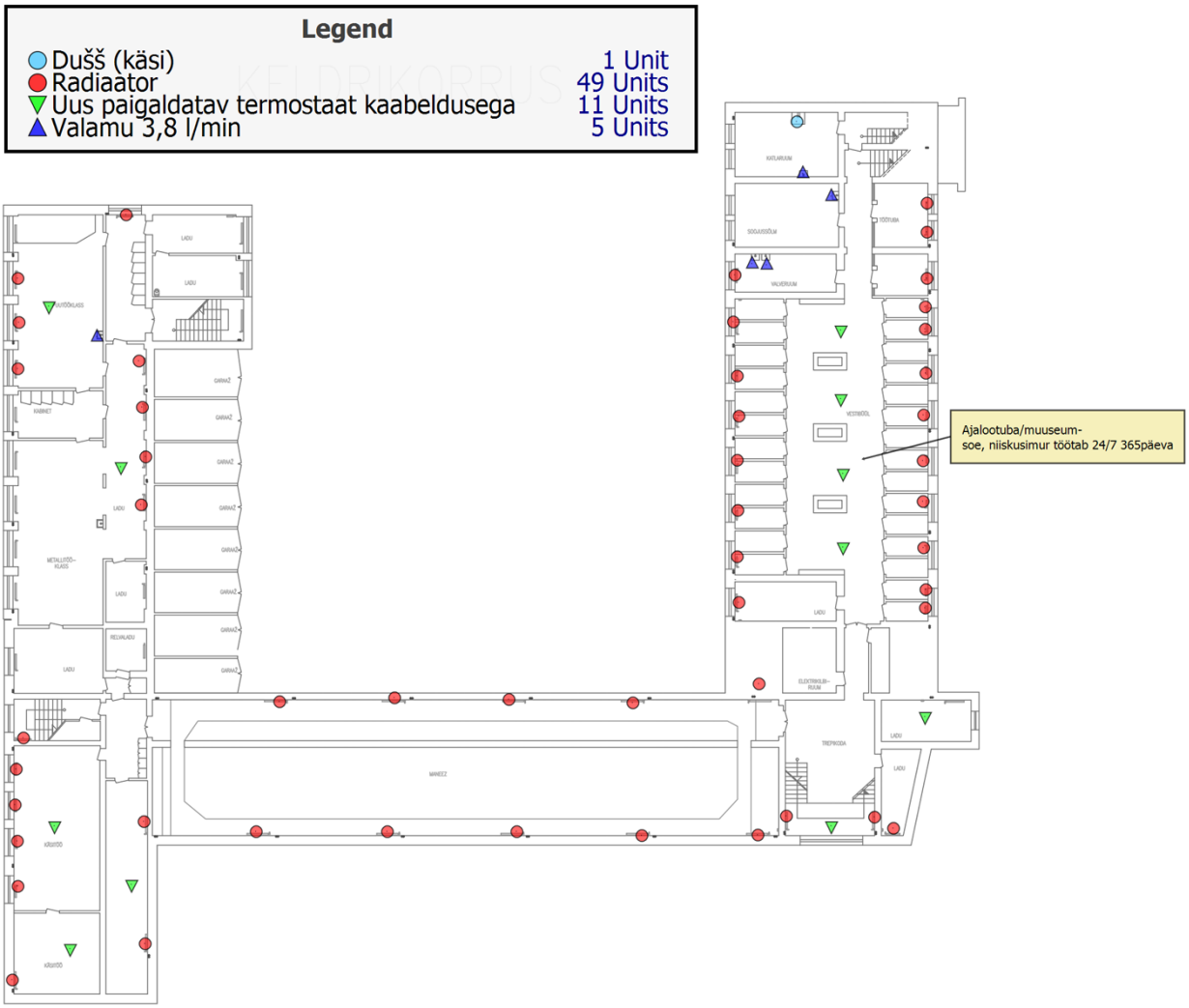


Joonis 8. Soojussõlme torustik jaguneb ka teises ruumis

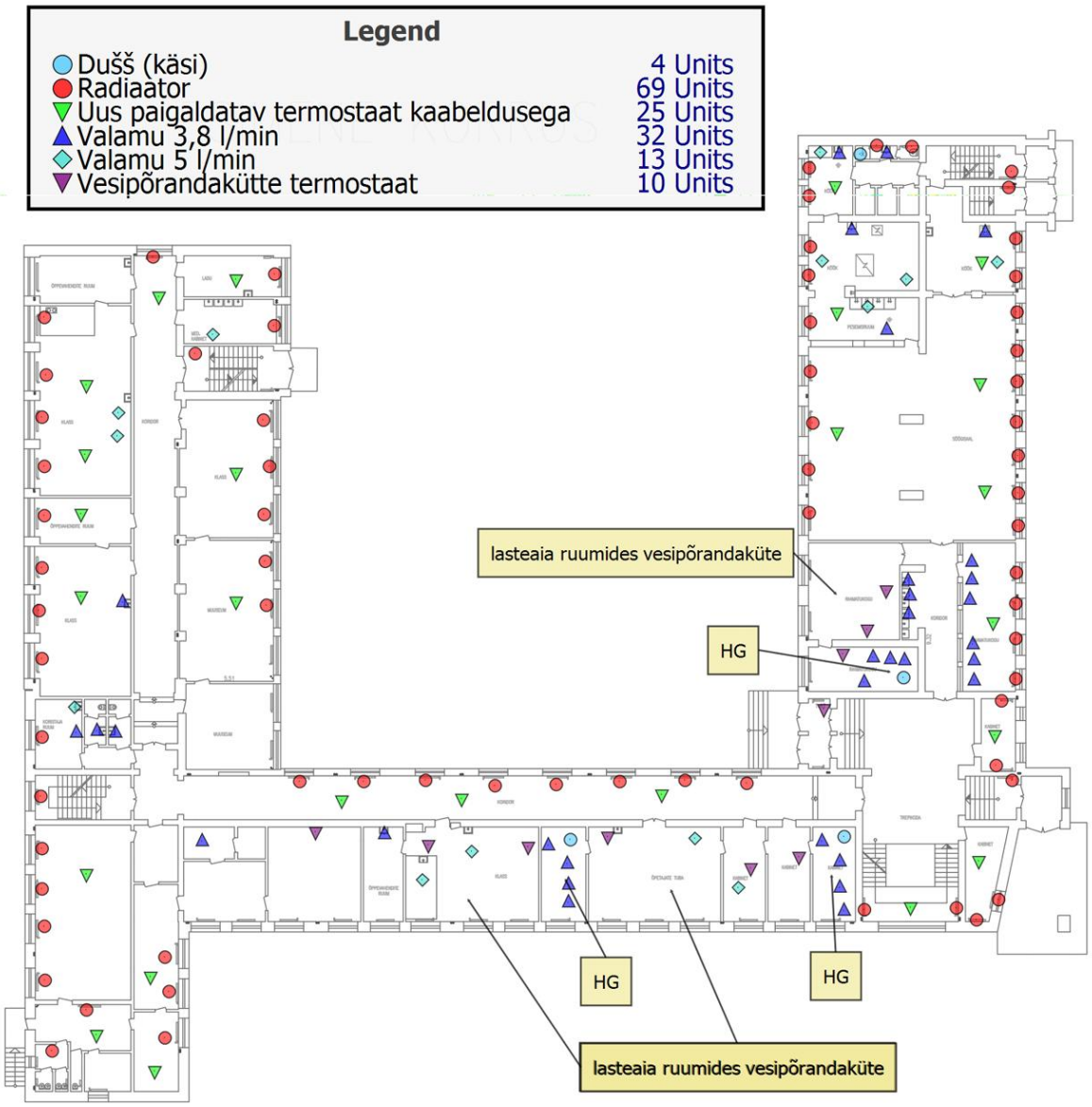
3.2 Projekteeritava soojussõlme küttekontuurid

Soojussõlme projekteerida eraldiseisvad küttekontuurid:

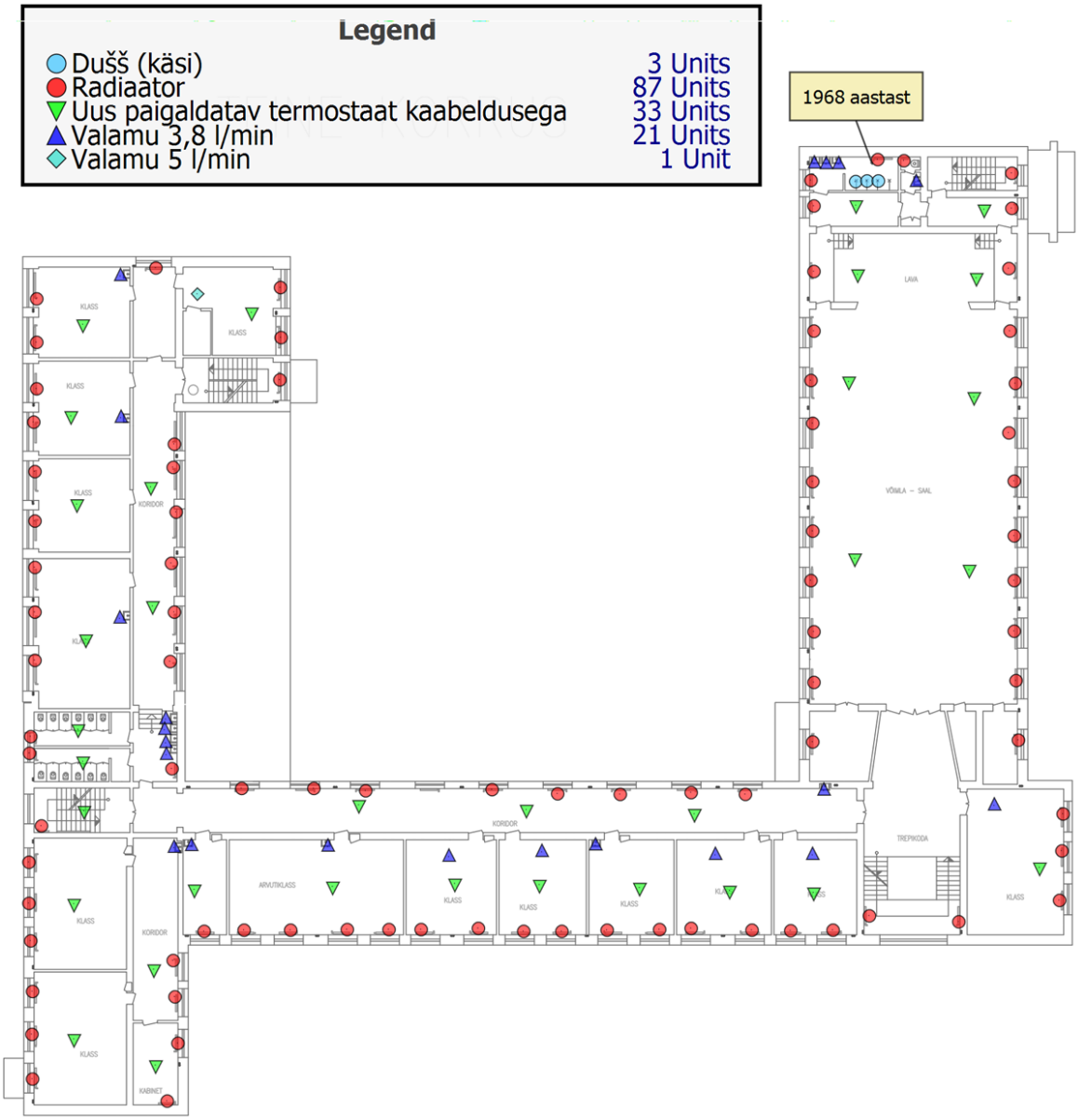
- Radiaatorkütte kontuur renoveeritud hooneosale, võimaldades eraldi temperatuurigraafikut ja juhtimist;
- Radiaatorkütte kontuur renoveerimata hooneosale, arvestades erinevat soojuskoormust ja rekonstrueerimise vajadust;
- Ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeeride kontuur, mis teenindab kõiki projekteeritavaid ja olemasolevaid ventilatsiooniagregaate;
- Sooja tarbevee valmistamise kontuur (või kontuurid), arvestades hoone erinevate osade tarbimisvajadust;
- Kõik küttekontuurid peavad olema varustatud eraldi juhtimise, reguleerimise ja mõõtmissüsteemidega (sh soojusarvestid);
- Kontuuride lahendused peavad võimaldama süsteemide vajaduspõhist ja energiatõhusat juhtimist;
- Projekteerimisel tuleb arvestada erinevate hooneosade (renoveeritud ja renoveerimata) erinevate temperatuurigraafikute ja kasutusrežiimidega;
- Küttekontuuride arv ja lahendus täpsustatakse projekteerimise käigus vastavalt tegelikele koormustele ja süsteemide ülesehitusele.



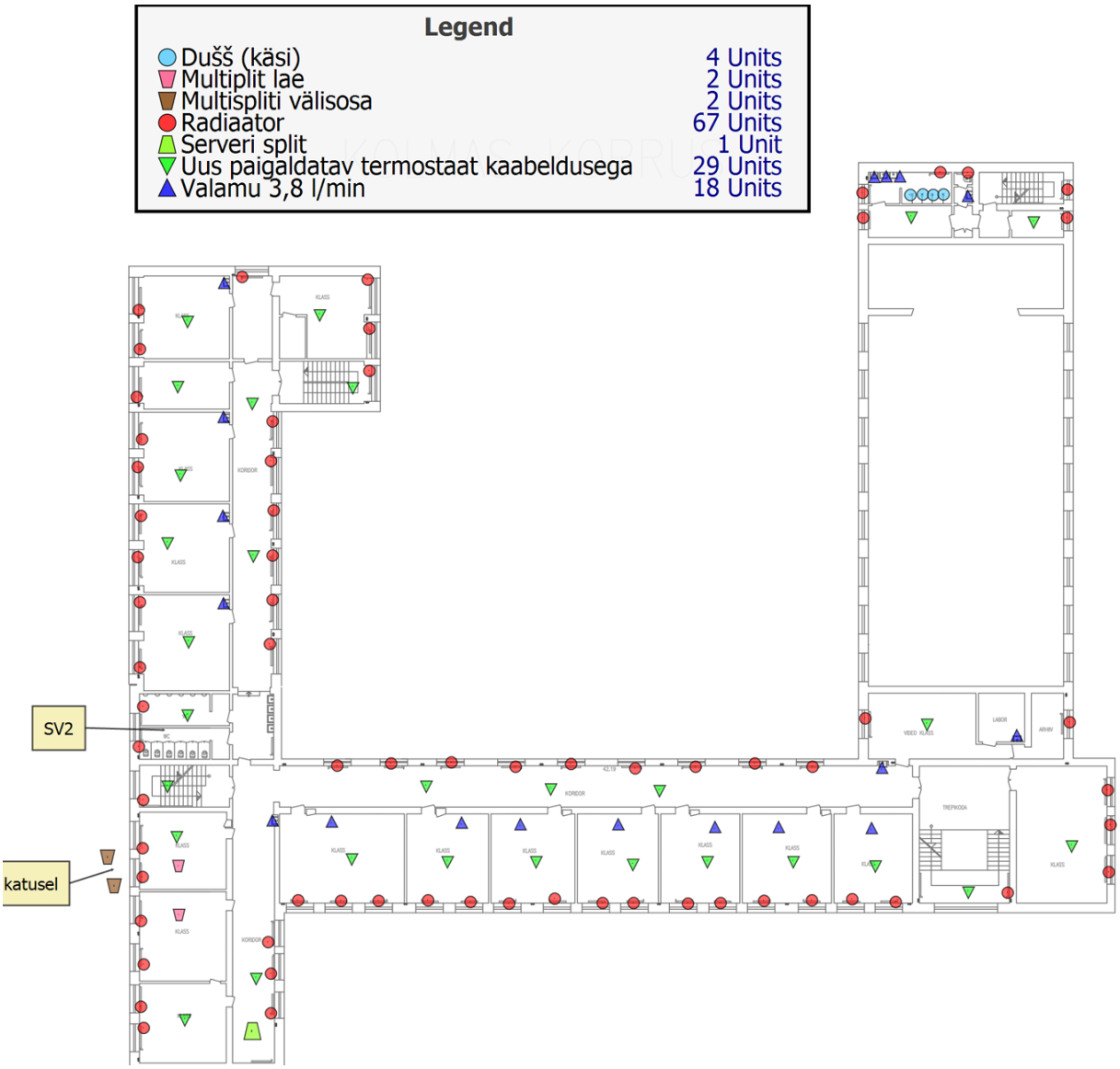
Joonis 9. Ülevaatusel tuvastatud olemasolevate seadmete maht keldrikorrusel



Joonis 10. Ülevaatusel tuvastatud olemasolevate seadmete maht I korrusel



Joonis 11. Ülevaatusel tuvastatud olemasolevate seadmete maht 2. Korrusel



Joonis 12. Ülevaatusel tuvastatud olemasolevate seadmete maht 3. Korrusel

4 Lahendus hoone küttesüsteemi projekteerimiseks

Kütteprojektiga peab tagama järgmist:

- Hoone küttesüsteem lahendatakse kaugkütte baasil, lähtudes energiaauditis kavandatud soojusvarustuse muudatusest;
- Hoonesse projekteeritakse uus kaasaegne soojussõlm koos täiskomplektse automaatikaga, mis võimaldab süsteemide vajaduspõhist juhtimist ja monitooringut;
- Kaugkütte liitumistingimused ja temperatuurigraafik täpsustada soojusenergia tarnijaga projekteerimise käigus;
- Sooja tarbevee tootmine lahendada energiatõhusalt, eelistatult kaugkütte baasil, arvestades olemasolevate lahenduste (nt elektriboilerid) säilitamise või optimeerimise võimalusi;
- Ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeeride soojusvarustus lahendada veeküte baasil, arvestades projekteeritavaid ventilatsioonisüsteeme;
- Projekteerida küttesüsteem selliselt, et oleks tagatud nõuetekohased ruumikliima parameetrid, sh määrata kütteseadmete paiknemine, ruumipõhise juhtimise lahendused ning juhtimisloogika;
- Tagada olemasoleva küttesüsteemi (sh renoveeritud hooneosas) kontrollmõõdistamine, hüdrauliline tasakaalustamine ning vajadusel rekonstrueerimine;
- Tagada küttesüsteemi terviklik toimimine koos automaatika- ja mõõtmissüsteemidega, võimaldades energiakasutuse jälgimist ja optimeerimist;

4.1 Soojussõlm

- Projekteerimisel tuleb täpsustada kaugkütte liitumistingimused ning hinnata olemasoleva liitumispunkti piisavust arvestades lisanduvaid soojuskoormusi;
- Hoonele tuleb projekteerida uus kaasaegne soojussõlm koos täiskomplektse automaatikaga;
- Soojussõlm peab tagama kõigi küttekontuuride (radiaatorküte, ventilatsiooniküte, tarbevesi) töökindla ja energiatõhusa toimimise;
- Projekteerimise käigus tuleb hinnata olemasoleva gaasikatla säilitamise otstarbekust reservsoojusallikana kaugkütte katkestuste, hooldustööde või avariiolukordade puhuks. Tehniline lahendus, vajalikud ümberehitused ning gaasikatla reservi jätmise või demonteerimise lõplik otsus tuleb kooskõlastada Tellijaga;
- Soojusvahetid dimensioneerida vastavalt projekteeritavale koormusele, tagades piisava töövaru ning optimaalse reguleeritavuse;
- Soojussõlm peab võimaldama kõigi kontuuride automaatset juhtimist vastavalt välisõhu temperatuurile;
- Tagada kõigi oluliste parameetrite (temperatuurid, rõhud, ventiilide asendid, pumpade töö) visualiseerimine ja monitoorimine BMS süsteemis;
- Tagada tsirkulatsioonipumpade juhtimine, tööseisundite jälgimine ning hooldust toetavad funktsioonid;
- Tagada energiatarbimise mõõtmine küttekontuuride kaupa;
- Tagada häirete tuvastamine, logimine ja edastamine (nt temperatuuride, rõhkude ja seadmete töö häired);

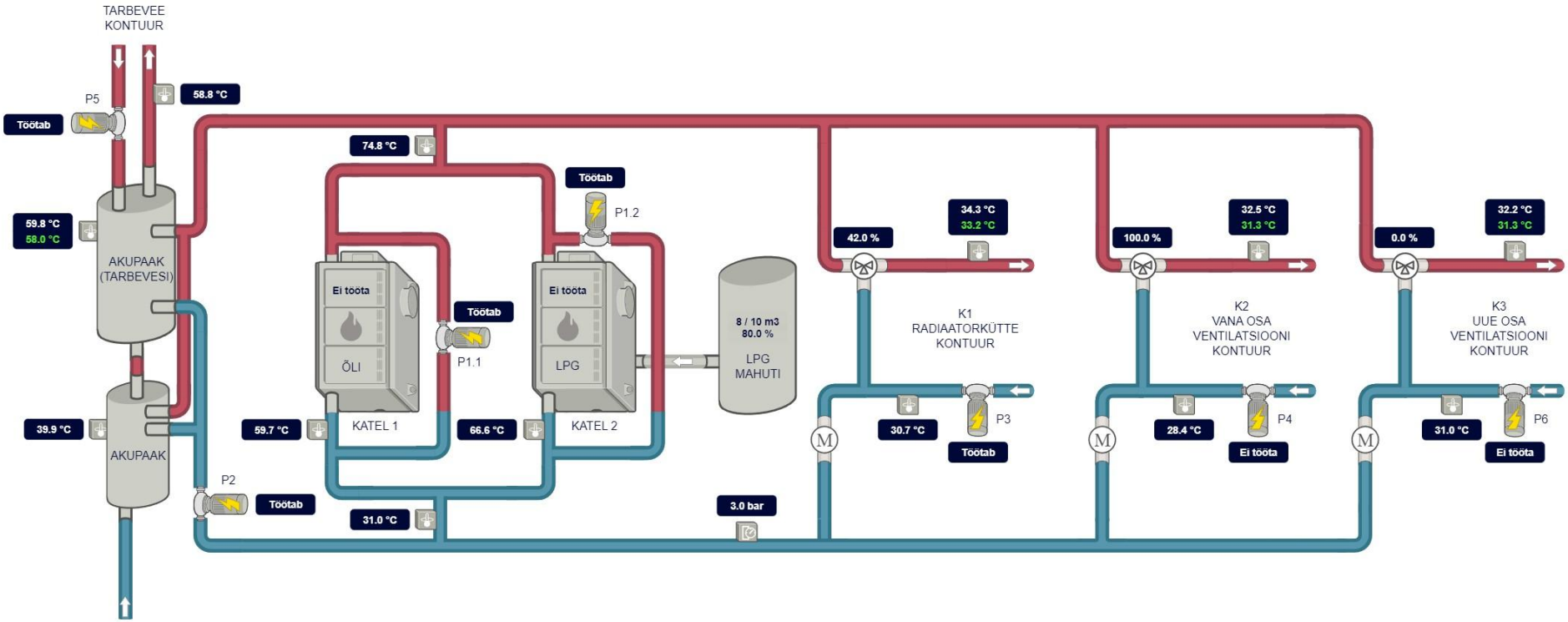
Soojussõlme edaspidiseks seireks/hooduseks tagada järgmine:

- Võimalus automatiseerida kõigi küttekontuuride pealevoolu temperatuuride reguleerimist vastavalt välisõhu temperatuurile (5-punktiline küttegraafik);
- Kõigi küttekontuuride reguleerventiilide olekute visualiseerimine;
- Kaugküttetrassi peale- ja tagasivoolu temperatuuride ning rõhkude visualiseerimine;
- Kõigi küttekontuuride peale- ja tagasivoolu temperatuuride ning rõhkude visualiseerimine;
- Tsirkulatsioonipumpade juhtimise ja tööoleku visualiseerimine ning juhtimine;

- Pumpade töökindluse tagamiseks automaatne treeningrežiim (nt perioodiline käivitus suvisel seiskeseisul);
- Tsirkulatsioonipumpade liidestamine hoone automaatikasüsteemiga (Modbus RTU);
- Küttekontuuride energiakasutuse või vooluhulkade mõõtmine (kas eraldi arvestitega või integreeritud mõõtefunktsioonidega seadmete kaudu);
- Häirete tuvastamine, logimine ja edastamine kasutajale (sh temperatuuride piirväärtuste ületamine, rõhuhäired, pumpade rikked).

Tabel 4. Soojusõlme visualiseeringu nõuded

	Soojussõlmes tuleb visualiseerida järgmised punktid
1	Kõikide kontuuride pealevoolu ja tagasivoolu temperatuurid °C ja seadeväärtused °C, pealevoolu ventiilide oleku %, süsteemi rõhud Pa ja rõhkude ettenähtud seadeväärtused Pa, ringluspumpade olek
2	Kõikide kontuuride (väljaarvatud tarbevesi) 5-punkti graafiku seadeväärtused °C ja arvutatud seadeväärtus °C. 5-punkti graafikud on kuvatud ka joondiagrammina
3	Kõikide kontuuride paralleelnihked °C
4	Välistemperatuur °C
5	Kõikide kontuuride soojuse tarbimised kwh
6	Kõikide ringluspumpade „suvine treeningfunktsioon“/toimivuskontroll
7	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, ajamid, andurid, soojusvahetid, ringluspumbad jms) tähised vastavalt täitedokumentatsiooni funktsionaalskeemile
8	Hooneautomaatika poolt kontrollerile edastatav juhtrežiim/töökäsk ning hetkel kehtiv juhtrežiim/töökäsk (kontrolleri tagasiside)
9	Ajaprogrammid – kõikide kontuuride paralleelnihete automaatseks muutmiseks sõltuvalt kellajast ja nädalapäevast, sh korduvad puhkused ja riigipühad
10	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, ajamid, andurid, ringluspumbad jms) olekud ja väärtused ühisel diagrammil. Diagrammil peab olema võimalik valida soovitavaid andmeid, trende ning ajaperioodi.
11	Diagrammil kuvatavate parameetrite logi peab olema talletatud vähemalt 20 aastat ja 15 minuti täpsusega
12	Alarmide loend, alarmide ajalugu, hetkel aktiveerunud alarmid ja alarmi saajad (e-mailid)
13	Alarmide prioriteetide ning teavituste viiteaegade määramine.



Joonis 13. Soojussõlme visualiseeringu näidis

Joonis 14. Soojussõlme seadistuste visualiseeringu näidis

4.2 Välisõhu arvutuslikud parameetrid

Talvised arvutuslikud välisõhu parameetrid: Talvine arvutuslik välisõhu temperatuur -24 °C ja suhteline niiskus 90%.

4.3 Sisekliima parameetrid

Hoone küttesüsteem peab kütteperioodi jooksul tagama ruumide õhutemperatuuri vastavalt EVS 16798 „Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Sisetemperatuuri reguleerimise täpsus on +/-2 °C

Hoones on ette nähtud tagada optimaalne sisetemperatuur talveperioodil:

- Õpperuumid (klassiruumid) – 21 °C;
- Tööruumid (kabinetid, õpetajate ruumid) – 21 °C;
- Ühiskasutatavad ruumid (nt saal, söögiruum) – 20…21 °C;
- Köök ja toiduvalmistamise ruumid – 20 °C;
- Riietusruumid – 22 °C;
- Tualettruumid – 22 °C;
- Pesemis- ja duširuumid – 24 °C;
- Lao- ja abiruumid – 20 °C;
- Koridorid ja liikumisteed – 20…21 °C;
- Trepikojad – 20 °C;
- Tehnoruumid – 16 °C.

4.4 Küttesüsteemi torustik

- Renoveerimata hooneosa küttetorustik kontrollida, vajadusel projekteerida uus;
- Küttesüsteemi torustik projekteerida vastupidavast ja hoonele sobivast materjalist (nt terastoru, pressteras või samaväärne lahendus);
- Torustiku lahendus peab tagama süsteemi töökindluse, hooldatavuse ning võimaldama tehnilise seisukorra kontrolli;
- Torustiku paigaldus peab olema korrapärane ning kooskõlas hoone arhitektuurse lahendusega;
- Nähtavale jääv torustik tuleb lahendada esteetiliselt ning paigutada võimalusel varjatud tsoonidesse (nt ripplae taha või tehnilistesse šahtidesse).

4.5 Isolatsioon

- Kõik küttesüsteemi torustikud tuleb isoleerida vastavalt kehtivatele normidele, et vähendada soojuskadusid ja tagada süsteemi energiatõhusus;
- Nähtavale jääva torustiku isolatsioon peab olema mehaaniliselt vastupidav ja visuaalselt korrektne;
- Isolatsioonilahendused valida selliselt, et oleks tagatud süsteemi hooldatavus ja pikaajaline vastupidavus.

4.6 Küttekehad

- Olemasolevad küttekehad (radiaatorid) on varasemalt vahetatud ning nende seisukorda ei loeta üldjuhul kriitiliseks;
- Projekteerimise käigus tuleb hinnata olemasolevate küttekehade sobivust projekteeritava küttesüsteemi (sh madalatemperatuuriline töö) jaoks;
- Vajadusel tuleb ette näha üksikute küttekehade väljavahetamine või täiendamine ruumides, kus ei ole võimalik tagada nõuetekohast sisetemperatuuri;
- Kõik küttekehad peavad olema varustatud toimivate reguleerimisvõimalustega (nt termostaatventiilid);
- Vajadusel tuleb ette näha küttekehade reguleerimisseadmete (nt termostaatpead, ventiilid) uuendamine või asendamine ajamitega;
- Küttekehad paigutada ja kasutada selliselt, et oleks tagatud ruumide ühtlane temperatuurijaotus ja sisekliima kvaliteet;

- Projekteerimisel tuleb arvestada küttesüsteemi tervikliku tasakaalustamise ja juhtimisega, mitte üksnes üksikute küttekehade seisukorraga;

4.7 Põrandküte

- Hoone lasteaia osas on olemasolev vesipõrandkütte süsteem, millega tuleb projekteerimisel arvestada ning hinnata selle sobivust kavandatava küttesüsteemiga;
- Vajadusel võib projekteerimisel kaaluda täiendavat elektrilist põrandkütet ruumides, mida kasutatakse aastaringselt või kus on kõrgemad mugavusnõuded;
- Põrandkütte juhtimine peab olema ruumipõhine (nt termostaadi alusel) ning integreeritav hoone automaatikasüsteemiga;
- Põrandkütte lahendus peab olema töökindel, hooldatav ning tagama süsteemi pikaajalise vastupidavuse.

4.8 Ventilatsiooniagregaatide küttekalorifeerid

- Ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeerid lahendada kaugkütte baasil.
- Hoone küttesüsteem peab kütteperioodi jooksul tagama ruumide õhutemperatuuri vastavalt EVS-EN 16798-1:2019 „Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon.“

4.9 Hoone energiatõhusus

- Soojuskandja temperatuurigraafik tuleb valida vastavalt soojusallika tüübile ja hoone eripärale, kuid see peab olema süsteemi efektiivse toimimise tagamiseks võimalikult madal. Ruumides, kus vabasoojuste kõikumised päeva jooksul on suured, tuleb kasutada madala soojussalvestusvõimega soojusjaotussüsteeme.
- Hoone küttesüsteem peab kütteperioodi jooksul tagama ruumide õhutemperatuuri vastavalt EVS 16798 „Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon.
- Küttesüsteemi temperatuurigraafiku valik peab eelkõige lähtuma soojusvarustusest ning arvestama EVS 844 esitatud soovitustega.

4.10 Küttesüsteemi juhtimine ja automaatika

- Küttesüsteemi ruumikliima juhtimine tuleb lahendada kogu hoone ulatuses (sh olemasolev renoveeritud hooneosa ja projekteeritav küttesüsteem);
- Hoone küttesüsteemi juhtimine peab olema kaheastmeline:

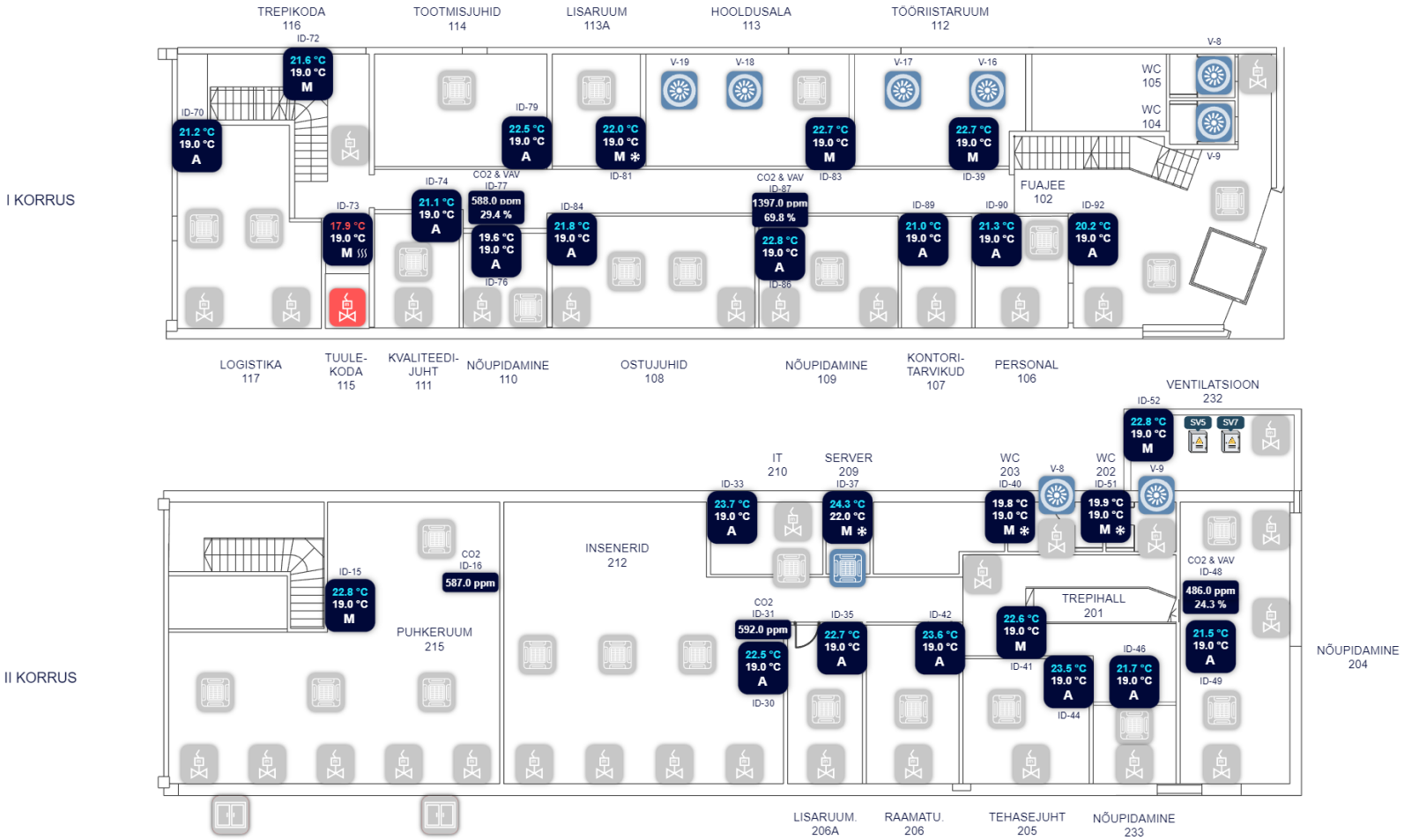
    - Hoone tasandil tuleb juhtida küttesüsteemi pealevoolu temperatuuri vastavalt välisõhu temperatuurile (küttegraafiku alusel);
    - Ruumi tasandil tuleb tagada ruumiõhu temperatuuri juhtimine küttekeha soojusväljastuse reguleerimise kaudu;
- Renoveeritud hooneosas paikneva **alamsoojussõlme** või eraldiseisvate küttekontuuride juhtimine tuleb integreerida hoone üldisesse automaatikasüsteemi, tagades nende töö koordineerituse ja keskse monitooringu;
- Ruumipõhine temperatuuri reguleerimine peab olema lahendatud vastavalt ruumi kasutusotstarbele kas lokaalselt (nt termostaatidega) või hoone automaatikasüsteemi kaudu;
- Kõik kohapealsed seadistused (nt termostaadid või lokaalsed kontrollerid) peavad olema seotud hoone automaatikasüsteemiga ning võimaldama keskset jälgimist ja vajadusel ülekirjutamist;
- Küttesüsteem peab võimaldama kasutusajavälist temperatuuri alandamist (öine ja nädalavahetuse režiim), välja arvatud ruumides, kus see ei ole lubatud;
- Projekteerimisel tuleb täpsustada ruumiõhu temperatuuri reguleerimise täpsus ja seaded koostöös tellijaga;
- Pideva viibimisega ruumides peab küttesüsteem tagama sisetemperatuuri tasemel 21 °C ± 2 °C;

4.11 Sooja tarbevee tootmine küttevälisel perioodil

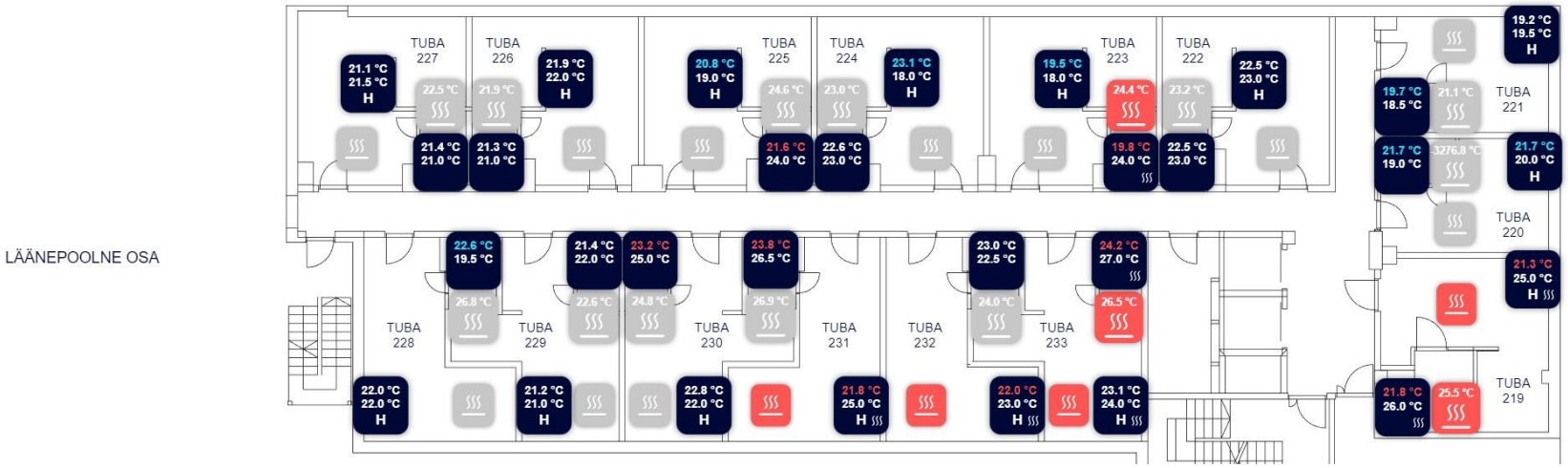
- **Kaugküttevõrk ei ole küttevälisel perioodil kasutuses**, mistõttu ei ole sooja tarbevee tootmine kaugkütte baasil aastaringselt tagatud;
- Projekteerida sooja tarbevee tootmiseks küttevälisel perioodil dubleeriv lahendus;
- Dubleeriva lahendusena tuleb ette näha elektrikatlad, mis tagavad sooja tarbevee tootmise suveperioodil;
- Elektrikatlad tuleb dimensioneerida vastavalt hoone sooja tarbevee vajadusele ning lahendada ilma suurte akumulatsioonimahutiteta;
- Elektrikatelde energiatarbimise mõõtmiseks tuleb ette näha eraldi elektriarvestid.

Tabel 5. Ruumikliima visualiseeirngu nõuded

	Ruumikliimas tuleb visualiseerida järgmised punktid
1	Ruumide korrusepõhised plaanijoonised. Plaanijoonisel on märgitud ruumide nimetused/numbrid
2	Ruumide termostaatide asukohad plaanijoonisel, termostaadi olek/režiim, mõõdetud temperatuur °C, temperatuuri seadeväärtus tööajal °C, temperatuuri seadeväärtus töövälisel ajal °C, termostaadi kütte-ja jahutuse väljundite olek.
3	Ruumi kütte-või jahutusvajadus. Termostaadi ikoonil kuvatav mõõdetud temperatuur värvub siniseks kui ruumis on vaja jahutada ning punaseks kui ruumis on vaja kütta.
4	Ruumi termostaadi kütte ja jahutuse ümberlülitamise vahe ehk hüsterees (dead zone) °C
5	3 päeva keskmine välistemperatuur °C, jahutuse blokeering 3 päeva keskmise välistemperatuuri järgi °C, kütte blokeering 3 päeva keskmise välistemperatuuri järgi °C.
6	Välistemperatuur °C
7	Ruumi CO2 andurite asukoht plaanijoonisel ja näit ppm
8	Ruumi suhtelise niiskuse RH andurite asukoht plaanijoonisel ja näit %
9	Juhitavate kütte- ja jahutusseadmete (nt õhk-õhk soojuspumpade siseosad) asukohad plaanijoonisel ja seadmete olek. Seadme ikoon värvub siniseks kui seade jahutab ja punaseks kui seade kütab. Ikoon on värvusetu/hall kui seade on välja lülitatud ning töökäsk puudub.
10	Ajaprogrammid – termostaadi režiimi ja seadeväärtuse automaatseks muutmiseks sõltuvalt kellajast ja nädalapäevast, sh korduvad puhkused ja riigipühad
11	Ruumipõhised diagrammid, kus kuvatakse ruumis mõõdetud temperatuur °C, temperatuuri seadeväärtust °C, ruumi CO2 anduri näitu ppm, ruumi suhtelise niiskuse RH näitu % ja välistemperatuur. Diagrammil peab olema võimalik valida soovitavaid andmeid, trende ning ajaperioodi.
12	Diagrammil kuvatavate parameetrite logi peab olema talletatud vähemalt 20 aastat ja 15 minuti täpsusega



Joonis 15. Ruumikliima visualiseeringu näidis



Joonis 16. Ruumikliima visualiseeringu näidis

Joonis 17. Seinatermostaadi seadistuste visualiseeringu näidis

4.12 Küttesüsteemi arvestid

Projekteerija on kohustatud koostama hoonele energiatarbimise mõõtmissüsteemi lahenduse:

- Soojusenergia tarbimine tuleb mõõta eraldi küttekontuuride kaupa, võimaldades eristada erinevate hooneosade ja süsteemide energiakasutust;
- Eraldi tuleb mõõta vähemalt:
    - Radiaatorkütte energiatarbimine (eristatuna hooneosade lõikes, kui tehniliselt põhjendatud);
    - Ventilatsioonisüsteemide küttekalorifeeride energiatarbimine;
    - Sooja tarbevee tootmise energiatarbimine (sh ringlus);
- Kogu hoone soojusenergia tarbimine peab olema mõõdetav peasoojusarvestiga;
- Sooja tarbevee tarbimine tuleb mõõta veearvestiga, võimaldades hinnata tarbimist ja sellega seotud energiakulu;
- Mõõtmissüsteem tuleb projekteerida selliselt, et oleks võimalik analüüsida energiakasutust ning tuvastada kõrvalekaldeid ja ebaefektiivset tööd;
- Kõik arvestid peavad olema liidestatud hoone automaatikasüsteemiga (nt M-Bus, Modbus), võimaldades andmete kaugseiret ja salvestamist.

5 Lähteülesande eesmärgid ventilatsioonisüsteemi projekteerimiseks

5.1 Olemasoleva ventilatsioonisüsteemi kirjeldus

Hoones on kasutusel ventilatsioonisüsteemid SV1–SV6, mis teenindavad erinevaid tsoone (klassiruumid, köök, lasteaed, koridorid). Seadmete tehniline seisukord on üldiselt rahuldav, kuid nende juhtimine ei vasta energiatõhususe ega kasutusloogika nõuetele.

Peamised puudused:

- Enamik seadmeid töötab 24/7 sõltumata ruumide kasutusest, mistõttu suur osa energiakulust tekib töövälisel ajal;
- Sissepuhkeõhu temperatuurid on seadistatud liiga kõrgeks (22–24 °C), mis suurendab küttekulu ja soodustab suvist ülekuumenemist;
- Puudub programmgraafikupõhine ja vajaduspõhine juhtimine (nt CO_2 alusel);
- Puudub keskne automaatika, sh alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus;
- Osades süsteemides esineb automaatika- ja seadistuse vigu, mis takistavad seadmete korrektset tööd;
- Hoone osades, kus ventilatsioonisüsteem puudub või ei vasta nõuetele, on vajalik projekteerida ja välja ehitada uued ventilatsioonisüsteemid;

Kokkuvõttes on ventilatsioonisüsteemide energiatõhususe ja sisekliima parandamise peamine potentsiaal seotud automaatika kaasajastamise ja tööloogika korrigeerimisega ning puuduvates tsoonides uute süsteemide väljaehitamisega.

Vajalik on täielikult renoveerida ja kaasajastada olemasolevate ventilatsiooniagregaatide juhtautomaatika.

Renoveerimata hoone osas ventilatsioonisüsteem osaliselt puudub (saal, klassid, 0 korruse ruumid) tuleb tuleb projekteerida ja välja ehitada uued ventilatsioonisüsteemid. Hoone erinevate teenindusalade kogu ventilatsioonisüsteemi juhtimisautomaatika süsteemid on vajalik ühtselt projekteerida ning liidestada ühtsesse monitooringu- ja vajaduspõhisesse juhtimissüsteemi.

Tabel 6. Ventilatsiooni- ja automaatikaprojekti haardeala ventilatsiooniagregaatide mahutabel ja teenindusalad

Seadme tähis	Teeninduspiirkond	Ventilatsiooniagregaat / ventilaator
SV1	Põhikooli klassid	Airvents AV07-RV5000
SV2	Põhikooli klassid	Airvents AV07-RV6000
SV3	Köök ja söökla	Agrsv3
SV4	Lasteaia rühmad	Lindab 6/6 KNND
SV5	Koridor ja WC-d	Deekax Talteri
SV6	Lasteaia 1 rühm	Deekax Talteri

Tabel 7 SV-1 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/ Seade</td><td colspan="4">SV1 // airvents AV07-RV5000</td></tr>
<tr><td>Teenindab/ Asukoht</td><td colspan="4">Klassid 1.-3. Korrus lõunatiib //
3. Korrus ventilatsioonikamber 1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Rootor</td><td>Sagedusmuundur</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvoolu-hulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">1100 l/s (projekteeritud)</td><td colspan="2">1100 l/s (projekteeritud)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">• Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus;
• Seade töötab käsirežiimis või sundfunktsioonis 24/7. Uus soovituslik tööaeg E-R 7:00-16:00, L-P ja vaheajad „OFF“;
• Sissepuhke õhu temperatuur on seadistatud liiga kõrgeks (22 °C), mis ei ole energiatõhus. Soojusenergia säästu silmas pidades oleks soovituslik seadeväärtus klassides 18 °C, eeldusel et ruumiküte toimub eraldi küttesüsteemiga;</td></tr>
</table>

	• **Küttevälisel perioodil aitab 22 °C sissepuhke seadepunkt kaasa ruumide ülekuumenemisele,** kuna soojusvaheti tagastab ruumidest väljatõmmatava soojuse sissepuhkeõhku. Selle asemel oleks soovituslik kasutada **möödaviigu (bypass) funktsiooni**, et suunata jahedam välisõhk otse ruumi; • Ei ole kasutusel programmgraafikupõhist juhtimist; • Seadme juhtpuldis vale kellaaeg.

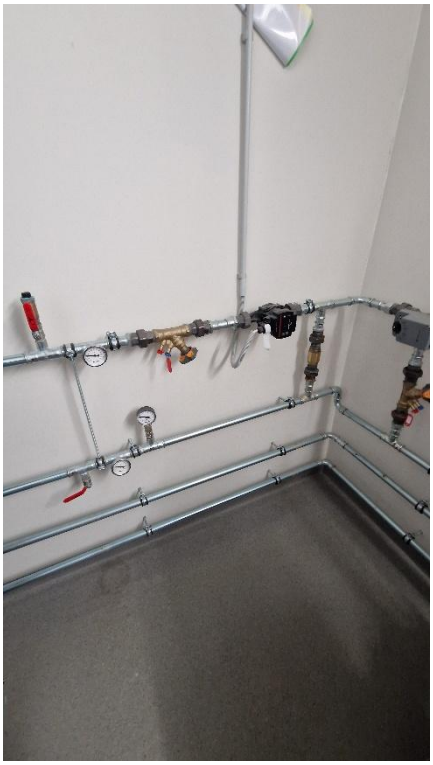
Joonis 18. SV-1 seadme ülevaade

Joonis 19. SV-1 seadme küttesõlm

Tabel 8. SV2 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/seade</td><td colspan="4">SV2 // airvents AV07-RV6000</td></tr>
<tr><td>Teenindab/asukoht</td><td colspan="4">Klassid 1.-3. Korrus põhjaatiib //
3. Korrus ventilatsioonikamber 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Rootor</td><td>Sagedusmuundur</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvooluhulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">1980 l/s (projekteeritud)</td><td colspan="2">1980 l/s (projekteeritud)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">• Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus;
• Seade töötab käsirežiimis või sundfunktsioonis 24/7. Uus soovituslik tööaeg E-R 7:00-16:00, L-P ja vaheajad „OFF“;
• Sissepuhke õhu temperatuur on seadistatud liiga kõrgeks (22 °C), mis ei ole energiatõhus. Soojusenergia säästu silmas pidades oleks soovituslik seadeväärtus klassides 18 °C, eeldusel et ruumiküte toimub eraldi küttesüsteemiga;
• Küttevälisel perioodil aitab 22 °C sissepuhke seadepunkt kaasa ruumide ülekuumenemisele, kuna soojusvaheti tagastab ruumidest väljatõmmatava soojuse sissepuhkeõhku. Selle asemel oleks soovituslik kasutada möödaviigu (bypass) funktsiooni, et suunata jahedam välisõhk otse ruumi;
• Ei ole kasutusel programmgraafikupõhist juhtimist;
• Seadme juhtpuldis vale kellaaeg.</td></tr>
</table>

Joonis 20. SV-2 seadme ülevaade



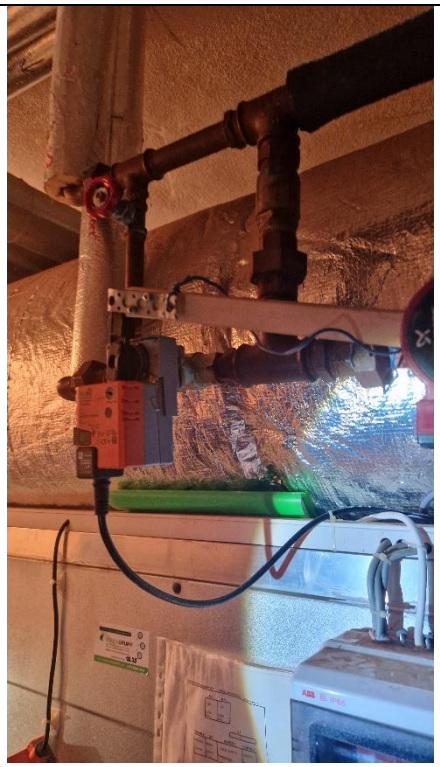
Joonis 21. SV-2 seadme küttesõlm

Tabel 9. SV-3 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/seade</td><td colspan="4">SV3 // agrsv3</td></tr>
<tr><td>Teenindab/asukoht</td><td colspan="4">Köök ja söökla //
Korruse tehnoruum</td></tr>
<tr><td>Juhtimine/Tööajad</td><td colspan="4">Manuaalne juhtimine //
vajaduspõhiselt söökla tööaegade järgi</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Plaat</td><td>1-astmeline</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Juhtimisloogika</td><td>Sissepuhke temp. Järgi</td><td>Väljatõmbe- / ruumi järgi</td><td>Õhukvaliteedi põhine</td><td>Niiskuspõhine</td></tr>
<tr><td>Jah</td><td>Ei</td><td>Ei</td><td>Ei</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvooluhulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">1800 l/s (arvutuslik)</td><td colspan="2">1800 l/s (arvutuslik)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">• Automaatikas on sissepuhke õhu temperatuuri seadepunkt määratud +25 °C, kuid klapi ajam on mehhaaniliselt blokeeritud (puutokiga), mistõttu ei ole tegelik temperatuurijuhtimine võimalik ning süsteem töötab häiritud olekus. Arvutuste aluseks on võetud +20°.
– Suvisel ajal ei saa süsteem jahedamat välisõhku ruumi tuua, kuna soojusvaheti jääb aktiivseks ja tagastab ruumidest tulevat soojust;
– Talvisel ajal võib sissepuhkeõhk olla liigselt soojendatud, kuna ventiili asend on fikseeritud ega vasta tegelikule vajadusele.
• Möödaviigu funktsioon ei ole sellises olukorras täielikult kasutatav, mis halvendab ventilatsiooni efektiivsust nii suvel kui talvel;</td></tr>
</table>

	• Seade töötab käsirežiimis vastavalt käsitsi lülitamisele. Selline lahendus sõltub täielikult kasutajast ning **tekitab ohu, et seade jääb tööle ka tarbetult**, näiteks väljaspool ruumi kasutusaega, mis suurendab energiakulu ja seadme kulumist; • Ei ole kasutusel **programmgraafikupõhist juhtimist**; • Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus.

Joonis 22. SV-3 seadme ülevaade



Joonis 23. SV-3 seadme küttesõlm, ventiil mehaaniliselt blokeeritud

Tabel 10. SV4 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/seade</td><td colspan="4">SV4 // Lindab 6/6 KNND</td></tr>
<tr><td>Teenindab/asukoht</td><td colspan="4">Lasteaia rühmad //
Korruse tehnoruum</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Plaat</td><td>Sagedusmuundur</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvooluhulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">150 l/s (arvutuslik)</td><td colspan="2">150 l/s (arvutuslik)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">• Seade töötab sundfunktsioonis 24/7. Uus soovituslik tööaeg E-R 7:00-18:00, L-P ja vaheajad „OFF“;
• Sissepuhke õhu temperatuur on seadistatud liiga kõrgeks (24 °C), mis ei ole energiatõhus. Soojusenergia säästu silmas pidades oleks soovituslik seadeväärtus rühmaruumides 20 °C, eeldusel et ruumiküte toimub eraldi küttesüsteemiga;
• Küttevälisel perioodil aitab 24 °C sissepuhke seadepunkt kaasa ruumide ülekuumenemisele, kuna soojusvaheti tagastab ruumidest väljatõmmatava soojuse sissepuhkeõhku. Selle asemel oleks soovituslik kasutada möödaviigu (bypass) funktsiooni, et suunata jahedam välisõhk otse ruumi;
• Ei ole kasutusel programmgraafikupõhist juhtimist;
• Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus.</td></tr>
</table>

Joonis 24. SV-4 seadme ülevaade

Joonis 25. SV-4 seadme küttesõlm

Tabel 11. SV5 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/seade</td><td colspan="4">SV5 // Deekax Talteri</td></tr>
<tr><td>Teenindab/asukoht</td><td colspan="4">Koridor ja WC-d //
1 korruse koridor</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Plaat</td><td>Sagedusmuundur</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvooluhulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">60 l/s (arvutuslik)</td><td colspan="2">60 l/s (arvutuslik)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">

Seade töötab sundfunktsioonis 24/7. Uus soovituslik tööaeg vastavalt ruumide kasutusaegadele.
Sissepuhke õhu temperatuur on seadistatud liiga kõrgeks (24 °C), mis ei ole energiatõhus. Soojusenergia säästu silmas pidades oleks soovituslik seadeväärtus rühmaruumides 20 °C, eeldusel et ruumiküte toimub eraldi küttesüsteemiga;
Küttevälisel perioodil aitab 24 °C sissepuhke seadepunkt kaasa ruumide ülekuumenemisele, kuna soojusvaheti tagastab ruumidest väljatõmmatava soojuse sissepuhkeõhku. Selle asemel oleks soovituslik kasutada möödaviigu (bypass) funktsiooni, et suunata jahedam välisõhk otse ruumi;
Ei ole kasutusel programmgraafikupõhist juhtimist;
Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus;
Ülevaatuse käigus ventilaatori tööd testides sattus väljatõmbe kanalis olnud lind ventilaatorisse, põhjustades seadme mehaanilise rikke. Soovituslik on kontrollida ja puhastada nii väljatõmbe- kui ka õhuvõtukanalid, et vältida sarnaseid juhtumeid ja tagada seadme töökindlus. Ülevaatusele järgnenud monitoorimise perioodil seda korda ei tehtud ning seetõttu ei ole ka monitoorimisgraafikut.

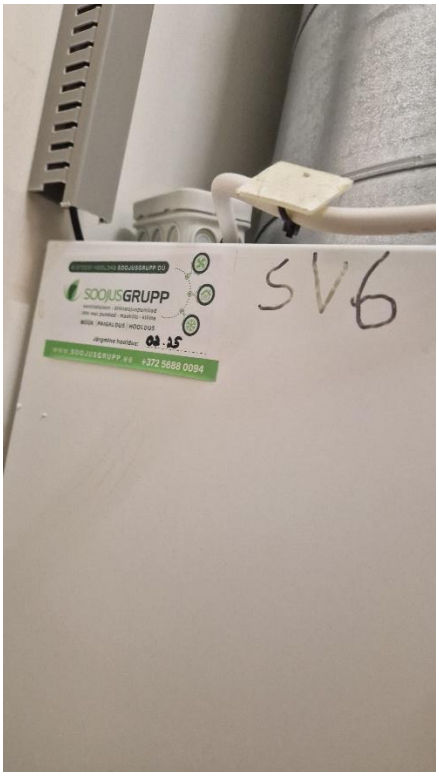
</td></tr>
</table>

Joonis 26. SV-5 seadme ülevaade

Joonis 27. SV-5 seadme küttesõlme kapp

Tabel 12. SV6 olemasoleva ventilatsiooniagregaadi ülevaade

<table>
<tr><td>Süsteemi nr/seade</td><td colspan="4">SV6 // Deekax Talteri</td></tr>
<tr><td>Teenindab/asukoht</td><td colspan="4">Sõimerühm //
1 korruse lasteaia rühmaruum</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Komplektsus</td><td>Kütte-kalorifeer</td><td>Jahutus-kalorifeer</td><td>Soojustagastus</td><td>Ventilaatorite juhtimine</td></tr>
<tr><td>Vesi</td><td>Ei</td><td>Plaat</td><td>Sagedusmuundur</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Õhuvooluhulgad</td><td colspan="2">Sissepuhe</td><td colspan="2">Väljatõmme</td></tr>
<tr><td colspan="2">40 l/s (arvutuslik)</td><td colspan="2">40 l/s (arvutuslik)</td></tr>
<tr><td>Probleemid</td><td colspan="4">• Seade töötab sundfunktsioonis 24/7. Uus soovituslik tööaeg vastavalt ruumide kasutusaegadele.
• Sissepuhke õhu temperatuur on seadistatud liiga kõrgeks (24 °C), mis ei ole energiatõhus. Soojusenergia säästu silmas pidades oleks soovituslik seadeväärtus rühmaruumides 20 °C, eeldusel et ruumiküte toimub eraldi küttesüsteemiga;
• Küttevälisel perioodil aitab 24 °C sissepuhke seadepunkt kaasa ruumide ülekuumenemisele, kuna soojusvaheti tagastab ruumidest väljatõmmatava soojuse sissepuhkeõhku. Selle asemel oleks soovituslik kasutada möödaviigu (bypass) funktsiooni, et suunata jahedam välisõhk otse ruumi;
• Ei ole kasutusel programmgraafikupõhist juhtimist;
• Puudub alarmide edastus, visualiseering ja kaughaldus;</td></tr>
</table>



Joonis 28. SV-6 seadme ülevaade

Joonis 29. SV-6 seadme küttesõlme kapp

5.2 Ventilatsioonisüsteemi juhtimine automaatika

- Ventilatsioonisüsteemide juhtimine tuleb lahendada kogu hoone ulatuses (olemasolevad süsteemid SV1–SV6 ning projekteeritavad uued süsteemid), tagades nende ühtse toimimise ja liidestamise hoone automaatikasüsteemiga;
- Olemasolevate ventilatsiooniagregaatide (SV1–SV6) juhtautomaatika tuleb täielikult kaasajastada, tagades:
    - Programmgraafikupõhine töö;
    - Vajaduspõhine juhtimine;
    - Keskne monitooring ja kaughaldus.
- Suure kasutuskoormusega ruumide ventilatsioon tuleb lahendada vajaduspõhiselt, kasutades ruumiõhu kvaliteedi andureid (nt CO_2);
    - CO_2 põhine juhtimine tuleb ette näha vähemalt järgmistes süsteemides:
    - SV3 (köök ja söökla);
    - Projekteeritavad uued ventilatsioonisüsteemid suure kubatuuriga ruumides (nt spordi- ja kogunemisruumid);
- Pideva viibimisega ruumides tuleb tagada, et CO_2 kontsentratsioon ei ületa 1000 ppm;
- Ventilatsioonisüsteemide töö peab olema seotud ruumide tegeliku kasutusega, kasutades:
    - Ajapõhist juhtimist (tööajad);
    - CO_2 põhist juhtimist;
    - Vajadusel kohalolekuandureid;
- Projekteeritavate uute ventilatsioonisüsteemide automaatika tuleb lahendada terviklikult koos olemasolevate süsteemidega, tagades ühtne juhtimisloogika kogu hoonele;
- Kõik ventilatsioonisüsteemid peavad olema liidestatud hoone automaatikasüsteemiga, võimaldades seadmete töö jälgimist, parameetrite muutmist, häirete tuvastamist ja edastamist.

5.3 Ventilatsioonisüsteemi arvestid

Peab olema võimalik mõõta kõikide hoonekompleksi ventilatsiooniagregaatide elektritarbimist. Kui uued ventilatsiooniagregaadid kavandatakse ühises tehnoruumis, siis võib ventilatsiooniagregaatide elektrienergia tarbimist mõõta ühise elektriarvestiga.

5.4 Erisüsteemid, suitsuärastussüsteemid

Vajalik lahendada ventilatsioonisüsteemi projekteerimistöödega.

6 Lahendused hoone ventilatsioonisüsteemi projekteerimiseks

6.1 Ventilatsiooni õhuvahetus

- Renoveerimata hooneosas tuleb projekteerida ja välja ehitada nõuetekohane mehaaniline soojustagastusega sissepuhke- ja väljatõmbe ventilatsioonisüsteem;
- Ventilatsioonisüsteemide projekteerimisel tuleb arvestada hoone kasutusotstarvet, ruumide koormusi (inimesed, vabasoojused) ning tagada nõuetekohane sisekliima;
- Kõik sissepuhkesüsteemid peavad olema varustatud soojustagastusega, välja arvatud juhul kui selle kasutamine ei ole tehniliselt või majanduslikult põhjendatud;
- Ventilatsioonisüsteemid tuleb projekteerida energiatõhusalt, kasutades vajaduspõhist juhtimist (nt CO_2 või kohaloleku alusel) vastavalt ruumide kasutusintensiivsusele;
- Pideva viibimisega ruumides tuleb tagada, et ruumiõhu CO_2 kontsentratsioon ei ületa 1000 ppm;
- Suuremate ruumide (nt spordi- ja kogunemisruumid) ventilatsioon tuleb lahendada vajaduspõhiselt (nt CO_2 põhine juhtimine);
- Vajadusel tuleb projekteerida muutuva õhuvooluhulgaga süsteemid (nt VAV), kui see on majanduslikult ja funktsionaalselt põhjendatud;
- Kõik ventilatsioonisüsteemid peavad kasutama sissepuhkeks töödeldud välisõhku (filtreeritud, vajadusel soojendatud või jahutatud);
- Õhuvahetuse määramisel lähtuda kehtivatest standarditest (nt EVS 906 või samaväärne);
- Õhujaotus tuleb projekteerida selliselt, et oleks tagatud nõuetekohane õhu liikumiskiirus viibimistsoonis ning hea sisekliima.

6.2 Ventilatsioonisüsteemide jaotus

- Ventilatsioonisüsteemid tuleb jaotada tsoonideks vastavalt ruumide kasutusotstarbele (nt õpperuumid, köök ja söögiala, spordi- ja kogunemisruumid, 0. K abiruumid ja klassid);
- Projekteerimisel tuleb ette näha eraldi ventilatsioonisüsteemid erineva kasutusotstarbega ruumidele, arvestades nende erinevaid koormusi ja töörežiime;
- Tsoonide ja ventilatsioonisüsteemide täpne jaotus ning seadmete arv määratakse projekteerimise käigus;
- Vajadusel võib projekteerimisel ette näha olemasolevate ventilatsioonisüsteemide osaline kasutamine või ühendamine, kui see on tehniliselt põhjendatud.

6.3 Automaatika ja liidestamine

- Kõik ventilatsioonisüsteemid peavad olema varustatud automaatikaga ning liidestatud hoone automaatikasüsteemiga;
- Süsteemid peavad võimaldama töö jälgimist, seadistamist ja häirete edastamist kaughalduse kaudu.

6.4 Aspiratsiooni ventilatsioon ja tõmbkappide ventilatsioon

- Sõltuvalt ruumide kasutusotstarbest tuleb projekteerida lokaalsed väljatõmbesüsteemid eriseadmetele (nt tööõpetuse klassid, puidutöö, keemia- ja loodusõpetuse ruumid);
- Lokaalsed väljatõmbesüsteemid tuleb siduda hoone üldise ventilatsioonisüsteemiga selliselt, et oleks tagatud ruumide õhutasakaal;
- Kui aspiratsioonisüsteem ei ole ruumipõhine, tuleb ette näha vajalikud lahendused (nt VAV-klapid, siirdeõhk), et tagada ventilatsiooni tasakaalustatud töö;
- Keemiaklassides tuleb ette näha kohtäratõmbed ja tõmbekapid vastavalt ruumi kasutusele;
- Keemiaklassid tuleb projekteerida ümbritsevate ruumide suhtes alarõhku ning tagada rõhuvahe kontroll ja juhtimine;
- Rõhuvahe jälgimiseks tuleb ette näha vastavad andurid, mis on liidestatud hoone automaatikasüsteemiga;
- Keemiaklasside ruumilahendused ja tehnilised nõuded (sh hermeetilisus) tuleb täpsustada projekteerimise käigus koostöös arhitektiga.

6.5 Suitsuärastussüsteemid

Ventilatsioonisüsteemi projekteerimisega on vajalik lahendada hoone suitsuärastussüsteem. Projekteerida loomulikul teel olev suitsuärastus (akende avamine, suitsuluugid jms).

6.6 Sanruumide lokaalsed väljatõmbed

- Hoone sanruumide ventilatsioon tuleb lahendada kas lokaalsete väljatõmbesüsteemidena või ühendada tsentraalsete ventilatsioonisüsteemidega, sõltuvalt valitud lahendusest;

- Lokaalsete väljatõmbesüsteemide projekteerimisel tuleb tagada saasteainete efektiivne eemaldamine ning ruumide nõuetekohane sisekliima;
- Väljatõmbeõhu eemaldamine peab olema tasakaalus sissepuhkeõhuga, et vältida soovimatuid rõhuerinevusi hoones;
- Sanruumide ventilatsioon tuleb projekteerida selliselt, et lõhnad ja saasteained ei leviks teistesse ruumidesse;
- Juhul kui ventilatsioonisüsteem teenindab ka sanruume, tuleb kasutada sellist soojustagastuse lahendust, mis välistab saasteainete ülekande sissepuhkeõhku (nt plaatsoojusvaheti või samaväärne lahendus);

6.7 Ventilatsiooniagregaadid

- Ventilatsiooniseadmed peavad olema varustatud seadmepõhise automaatikaga ning liidestatud hoone automaatikasüsteemiga;
- Ventilatsiooniseadmete paiknemisel ja lahenduste valikul tuleb lähtuda maksumuslikust otstarbekusest, hooldatavusest ja ruumiökonoomsusest;
- Ventilatsiooniseadmetena tuleb kasutada standarditele vastavaid tehases valmistatud seadmeid, millel on piisav tehniline dokumentatsioon ja sertifikaadid (nt EUROVENT);
- Ventilatsiooniseadmed peavad olema varustatud soojustagastusega (nt plaat- või rootorsoojustagasti), välja arvatud juhul, kui see ei ole tehniliselt põhjendatud;
- Soojustagastuse lahendus tuleb valida selliselt, et oleks tagatud kõrge energiatõhusus ning välistatud saasteainete ülekandumine sissepuhkeõhku;
- Ventilatsiooniseadmete valikul tuleb arvestada nende aastast soojus- ja elektrienergia tarbimist;
- Ventilatsioonisüsteemid tuleb projekteerida nii, et nende erielektritarve (SFP) ei ületa väärtust 1,8 kw/(m^3/s);
- Soojustagastite kasutegur peab olema piisav, et tagada energiatõhus süsteem (tüüpiliselt vähemalt 70–80% sõltuvalt lahendusest);

- Ventilatsiooniseadmed tuleb projekteerida selliselt, et oleks tagatud nende töökindlus ka madalatel välistemperatuuridel (sh jäätumise vältimine);
- Vajadusel tuleb ventilatsiooniseadmed varustada kütte- ja jahutussektsioonidega, et tagada nõuetekohane sissepuhkeõhu temperatuur;

6.8 Ventilatsioonisüsteemi juhtimine automaatika

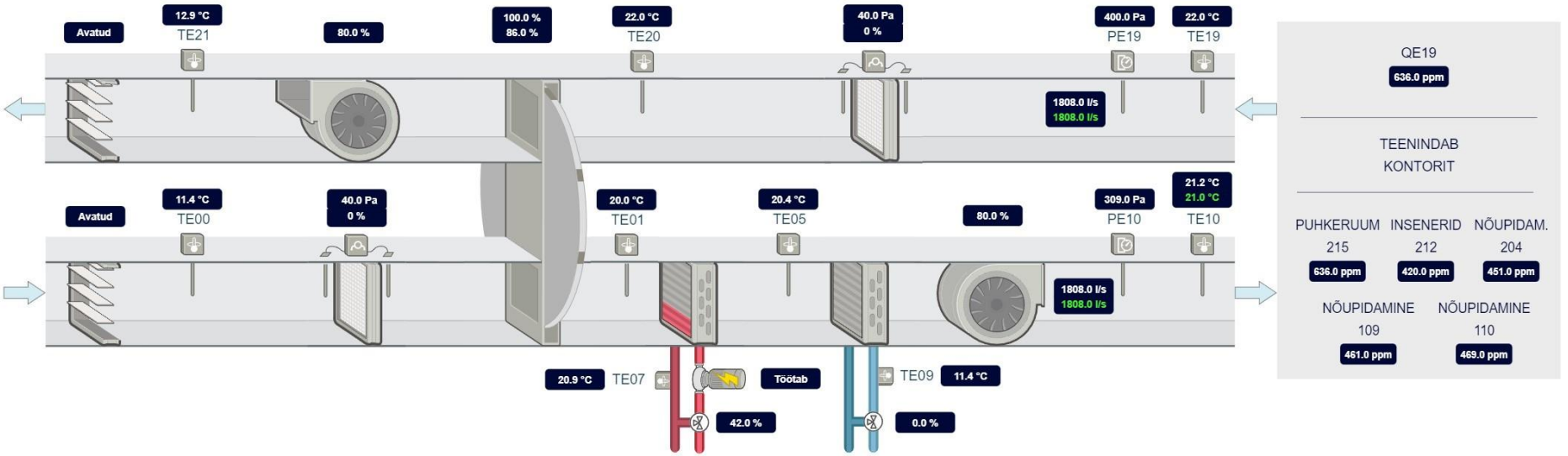
- Kõik ventilatsioonisüsteemid (olemasolevad SV1–SV6 ning projekteeritavad uued süsteemid) tuleb liidestada ühtsesse hoone automaatikasüsteemi, mille kaudu toimub süsteemide jälgimine, juhtimine ning häirete ja trendide käsitlemine;
- Olemasolevate ventilatsiooniagregaatide automaatika tuleb täielikult kaasajastada ning projekteerida tervikliku lahendusena koos uute süsteemidega;
- Ventilatsioonisüsteemide töö peab olema seotud ruumide tegeliku kasutusega ning põhinema ajaprogrammidel, ruumiõhu kvaliteedil (nt CO_2) ja vajadusel kohalolekuanduritel;
- Suure kubatuuriga ja muutuva kasutuskoormusega ruumide (nt aula, spordi- ja kogunemisruumid) ventilatsioon tuleb lahendada vajaduspõhiselt (nt CO_2 alusel);
- Ventilatsioonisüsteemide juhtimisel tuleb tagada nõuetekohane sisekliima ja energiatõhus töö kõigis töörežiimides;
- Ventilatsiooniseadmete automaatika võib olla kas tehaseautomaatika või vabalt programmeeritav kontroller, sõltuvalt seadme keerukusest ja teenindatavate ruumide nõuetest;
- Kõik ventilatsiooniseadmed peavad olema varustatud sidevõimalusega (nt bacnet, Modbus või samaväärne) ning olema juhitavad ja jälgitavad hoone automaatikasüsteemi kaudu;
- Kõigi süsteemide töö peab olema juhitav nii tsentraalselt kui ka lokaalselt (nt operaatorpaneel, kohalik juhtseade);
- Projekteerimisel tuleb määrata automaatika funktsionaalsus ning hooneautomaatikasse liidestatavad punktid;

Tabel 13. Ventilatsioonisüsteemi visualiseeringu nõuded

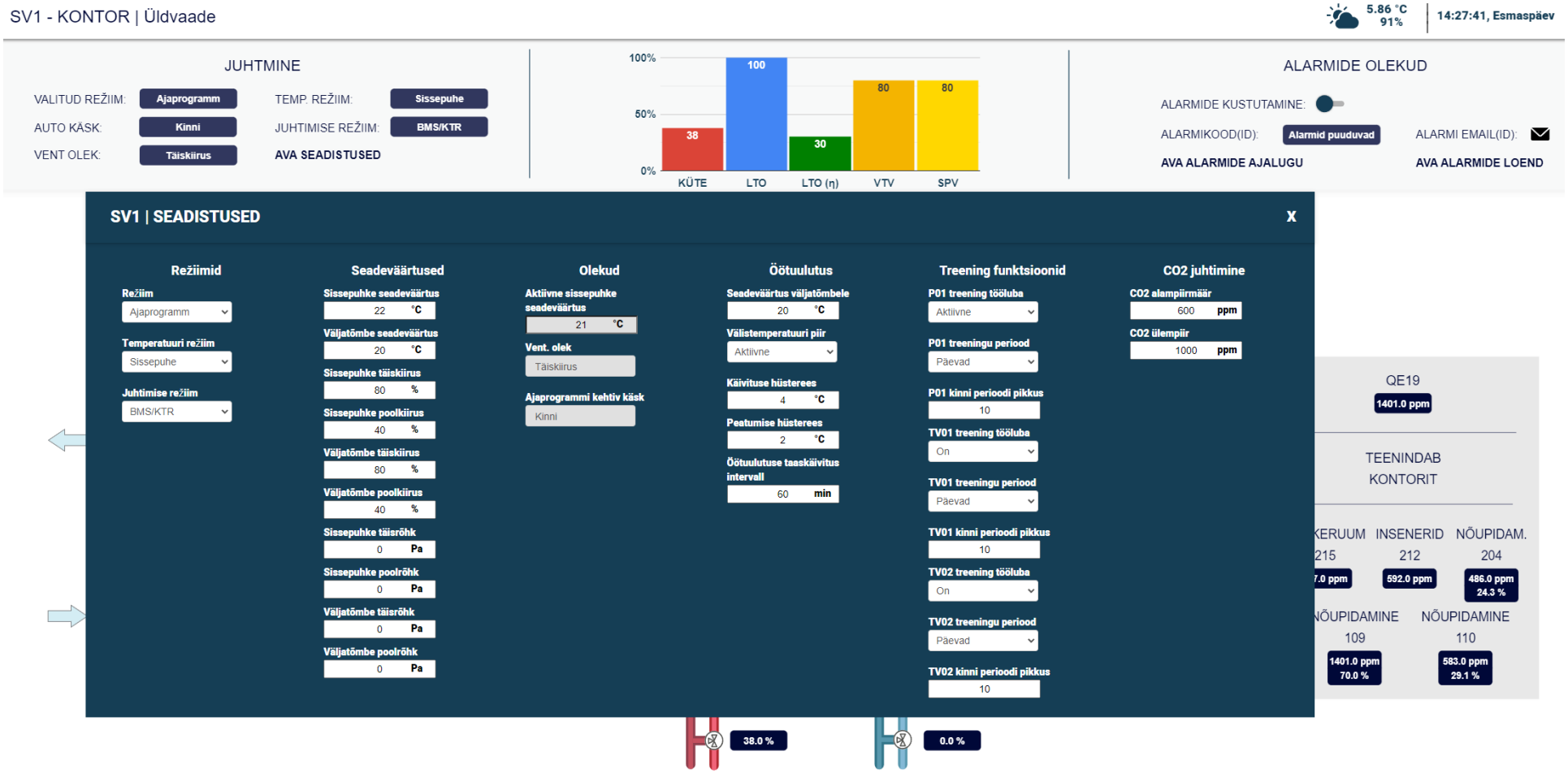
	Ventilatsioonisüsteemidel tuleb visualiseerida järgmised punktid
1	Õhuvõtu ja heitõhu klappide olekud
2	Sissepuhke- ja väljatõmbefiltrite mustumise %, filtrite differentsiaalrõhk Pa ja filtrite mustumise differentsiaalrõhu maksimumväärtus Pa
3	Rootorsoojustagasti kasutamise %, soojustagasti kasuteguri % ja differentsiaalrõhu %. Rootorsoojusvaheti töötamisel on kuvatud pöörlev animatsioon
4	Plaatsoojustagasti kasutamise %, soojustagasti kasuteguri %, ja möödaviigu klapi oleku %
5	Vahesoojuskandjaga soojustagasti kasutamise %, soojustagasti kasuteguri %, ringluspumba olek, 3-T ventiili oleku %, süsteemi rõhk Pa, pealevoolu ja tagasivoolu temperatuur °C
6	Retsirkulatsiooniklapi oleku %
7	Sisspuhke ja väljatõmbeventilaatorite oleku %. Ventilaatorite töötamisel on kuvatud pöörlev animatsioon
8	Sissepuhke ja väljatõmbekanalite rõhud Pa ja rõhkude ettenähtud seadesuurused Pa
9	Sissepuhke ja väljatõmbekanalite õhuvooluhulgad l/s ja õhuvooluhulkade ettenähtud seadesuurused l/s
10	Väljatõmbekanali CO2 anduri näit ppm ja seadesuurus ppm
11	Ventilatsiooniseadme teenindusalas olevate „juhtruumide“ CO2 andurite näidud ppm, temperatuuriandurite näidud °C ja etteantud seadesuurused ppm/°C
12	Sissepuhke ja väljatõmbekanalite suhtelise niiskuse RH andurite näitude % ja seadesuuruste %
13	Veega järelküttekalorifeeri pealevoolu ja tagasivoolu temperatuurid °C, 3-T ventiili oleku % ja ringluspumba olek
14	Elektrilise järelküttekalorifeeri olek

15	Veega jahutuskalorifeeri pealevoolu ja tagasivoolu temperatuurid °C, 3-T ventiili oleku % ja ringluspumba olek
16	Soojuspumbaga jahutuskalorifeeri drosselventiili oleku %.
17	Õhuvõtu temperatuur °C
18	Välistemperatuur °C
19	5-punkti graafiku seadeväärtused °C ja arvutatud seadeväärtus °C. 5-punkti graafik on kuvatud ka joondiagrammina
20	Sissepuhke temperatuur enne soojusvahetit °C, sissepuhke temperatuur peale soojusvahetit °C, sissepuhketemperatuur peale küttekalorifeeri °C ja sissepuhke temperatuur peale jahutuskalorifeeri °C
21	Väljatõmbe temperatuur enne soojusvahetit °C ja väljatõmbe temperatuur peale soojusvahetit °C
22	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, klapid, filtrid, ajamid, andurid, ventilaatorid, ringluspumbad jms) tähised vastavalt täitedokumentatsiooni funktsionaalskeemile
23	Ventilatsioonisüsteemi teenindusala joonis
24	Hooneautomaatika poolt kontrollerile edastatav juhtrežiim/töökäsk ning hetkel kehtiv juhtrežiim/töökäsk (kontrolleri tagasiside)
25	Öötuulutus funktsiooni väljatõmbe seadeväärtus °C, välistemperatuuri piirmäär °C, käivituse hüsterees °C, peatumise hüsterees °C ja taaskäivituse/kontrolli ajaline intervall
26	Ajaprogrammid – ventilatsiooniseadmete juhtrežiimi automaatseks muutmiseks sõltuvalt kellajast ja nädalapäevast, sh korduvad puhkused ja riigipühad
27	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, klapid, filtrid, ajamid, andurid, ventilaatorid, ringluspumbad jms) olekud ja väärtused ühisel diagrammil. Diagrammil peab olema võimalik valida soovitavaid andmeid, trende ning ajaperioodi.
28	Diagrammil kuvatavate parameetrite logi peab olema talletatud vähemalt 20 aastat ja 15 minuti täpsusega
29	Koondtabel –sissepuhke ja väljatõmbe ventilaatorite olekud, sissepuhke ja väljatõmbe õhuvooluhulgad/seadeväärtused, sissepuhke ja väljatõmbe temperatuurid/seadeväärtused ning aktiivsete häirete arv

30	Alarmide loend, alarmide ajalugu, hetkel aktiveerunud alarmid ja alarmi saajad (e-mailid)
31	Alarmide prioriteetide ning teavituste viiteaegade määramine.



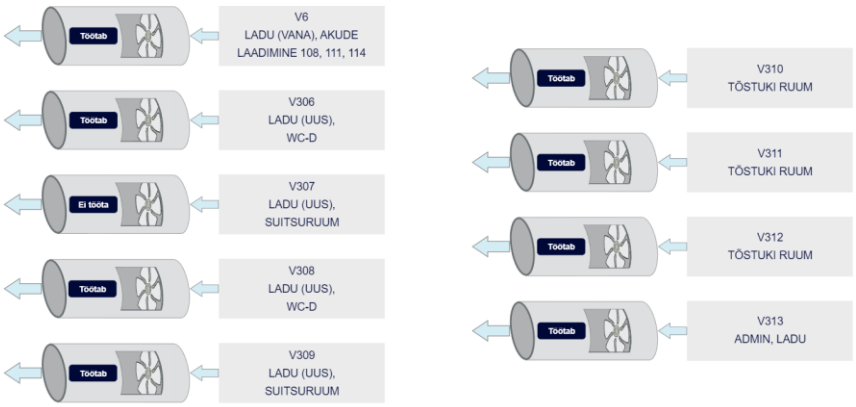
Joonis 30. Ventilatsioonisüsteemi visualiseeringu näidis



Joonis 31. Ventilatsioonisüsteemi seadistuste visualiseeringu näidis

Tabel 14. Väljatõmbeventilaatorite visualiseeringu nõuded

	Väljatõmbeventilaatoritel tuleb visualiseerida järgmised punktid
1	Väljatõmbeventilaatorite olek. Ventilaatorite töötamisel on kuvatud pöörlev animatsioon
2	Väljatõmbeventilaatorite tähised vastavalt täitedokumentatsiooni funktsionaalskeemile
3	Väljatõmbeventilaatorite teenindusalad viitena/tekstina
4	Hooneautomaatika poolt edastatav juhtrežiim/töökäsk ja hetkel kehtiv juhtrežiim/töökäsk (tagasiside)
5	Ajaprogrammid – kõikide ventilaatorite lülitus sõltuvalt kellajast ja nädalapäevast, sh korduvad puhkused ja riigipühad
6	Kõikide ventilaatorite olekud ühisel diagrammil. Diagrammil peab olema võimalik valida soovitavaid andmeid, trende ning ajaperioodi.
7	Diagrammil kuvatavate parameetrite logi peab olema talletatud vähemalt 20 aastat ja 15 minuti täpsusega
8	Alarmide loend, alarmide ajalugu, hetkel aktiveerunud alarmid ja alarmi saajad (e-mailid)
9	Alarmide prioriteetide ning teavituste viiteaegade määramine.
10	Vastuoluhäired



Joonis 32. Väljatõmbeventilaatorite visualiseeringu näide

6.9 Õhukanalid

- Õhukanalid valmistatakse tsingitud plekist, soovitatavalt ümara ristlõikega. Õhukanalite minimaalne tihedusklass on B. Katusel ja välisõhus paiknevad seadmed (ventilaatorid) omavad keskkonnaklassi C3 (tehasvärvitud);
- Köökides ja teistes sellelaadsetes ruumides, kus kanalisse võib koguneda kergestisüttivaid aineid või palju tolmu, peavad väljatõmbekanalid alati olema mittesüttivast materjalist ja takistama tule levikut lähedal asuvatele konstruktsioonidele ning teistesse tuletõkkesektsioonidesse. Kanal peab olema sileda sisepinnaga ja kergesti puhastatav. Suurköögiseadmete kohtäratõmbe väljatõmbekanalid tuleb teha teraslehest, mille paksus on vähemalt 1,2 mm;
- Nähtavale jäävad torustikud tuleb monteerida esteetiliselt, kasutades nõuetekohaseid materjale;
- Ventilatsioonisüsteemid varustatakse puhastusluukidega vastavalt tuletõrje nõuetele ja selliselt, et süsteem oleks kogu ulatuses puhastatav. Puhastusluugid paigaldatakse nii sissepuhke- kui ka väljatõmbetorustikele. Puhastusluukide vahekaugus on 8 m, sissepuhkekanalitel võib puhastusluukide vaheline kaugus olla kuni 15 m. Samuti paigutatakse puhastusluugid tuletõkkeklappide juurde;
- Märgades ruumides paiknevad kande ja riputuskonstruktsioonid peavad olema tehtud alumiiniumist, kuumtsingitud või happekindlast terasest. Umbsetes lagedes peavad olema paigutatud teenindusluugid kõikide puhastusluukide juurde pääsemiseks. Luukide suurused tuleb valida nii, et oleks võimalik juurde pääseda kõigi teenindust vajavate elementideni;
- Kõikidele olulistele hargnemistele õhukanalitel paigaldatakse reguleerklapid.

6.10 Lõppelemendid

- Õhu jaotuseks ja väljatõmbeks kasutatakse vastavalt tehnilisele ja arhitektuursele sobivusele plafoone ning õhujaotajaid. Kõik lõppseadmed ja nende asukohad valitakse kooskõlas arhitekti ja sisekujundajaga;
- Jahutust nõudvates ruumides tuleb põhjendatult valida sobivaim õhujahutusseade (nt aktiiv-jahutustala, ventilaatorkonvektor või kiirgusjahutus). Valik peab olema põhjendatud nii sisekliima kvaliteedi, energiatõhususe kui maksumuse osas. Valikul tuleb arvestada võimalikku tulevast ruumiplaneeringu muutmise vajadust ja võimalust;
- Tualettruumide ustele on ette nähtud siirdeõhurestid. Siirdeõhurestid paigaldada ukse alumisse serva (300 mm põrandast).

6.11 Reguleerklapid

- Kõik põhilised hargnemised varustatakse reguleerklappidega. Samuti paigaldatakse reguleerklapid kõikide õhujaotajate ette, mille konstruktsioonis puudub reguleeriv element või ei ole selle reguleerimisvõime piisav;
- Ümmarguste kanalite klapid on IRIS-tüüpi, mis on varustatud mõõtotsikutega ja mille paigaldus võimaldab õhuhulka mõõta. Kandiliste õhukanalite puhul tuleb kasutada restklappe. Kanalites ristloike pindalaga üle 0,1 m2, kasutatakse mitmelabalisi restklappe.
- Ventilatsiooniseadme ajamiga sulgklapid on ventilatsiooniagregaadi komplektis. Klapi soojajuhtivustegur ei tohi olla halvem kui 3 W/m^2K ja tiheduse klass mitte halvem kui 3 (vastavalt EVS-EN 1751:2014);
- **Eraldi projekteeritakse varieeruva õhuhulga klapid nendele harudele ja tsoonidele, mida ei teeninda eraldiseisev agregaat, aga mille õhuvahetust juhitakse jooksvalt ajas vastavalt CO2 sisaldusele ruumiõhus.**

6.12 Ventilatsioonisüsteemi arvestid

Peab olema võimalik mõõta kõikide hoonekompleksi ventilatsiooniagregaatide elektritarbimist. Kui ventilatsiooniagregaadid asuvad ühises tehnoruumis, siis võib ventilatsiooniagregaatide elektrienergia tarbimist mõõta ühise elektriarvestiga.

- Ventilatsioonisüsteemide elektritarbimise mõõtmisel tuleb arvestada ka sissepuhkeõhu töötlemiseks kasutatavate seadmete (nt jahutusseadmed) energiatarbimisega;
- Projekteerimisel tuleb ette näha piisav arv elektriarvesteid, et oleks võimalik eristada erinevate ventilatsioonisüsteemide ja tsoonide energiakasutust;

- Kõik elektriarvestid peavad olema liidestatud hoone automaatikasüsteemiga, võimaldades energiatarbimise seiret ja analüüsi.

7 Lähteülesande eesmärgid haridushoone jahutussüsteemi projekteerimiseks

- Energiaauditi simulatsiooni järgi on hoone prognoositav jahutuse aastane energiakulu ligikaudu 2000 kwh/a, mistõttu tuleb jahutussüsteemi projekteerimisel vältida üledimensioneeritud ja kõrge investeeringukuluga lahendusi;
- Ruumides, kus esineb kasutusperioodil (kevad–sügis) ülekuumenemise oht, tuleb ette näha jahutuslahendus;
- Jahutussüsteemi projekteerimisel tuleb arvestada hoone kasutusrežiimi, kus suvine intensiivne kasutus on piiratud ning jahutusvajadus esineb peamiselt kevad- ja sügisperioodil;
- Eelistada tuleb lihtsamaid ja lokaalseid jahutuslahendusi (nt ventilatsioonipõhine jahutus, lokaalsed jahutusseadmed), mis katavad kriitilised ruumid;
- Jahutus tuleb ette näha eelkõige suure soojuskoormusega ruumides (nt klassiruumid, kogunemis- ja spordiruumid, lõunapoolse orientatsiooniga ruumid);
- Jahutussüsteemi juhtimine peab olema ruumipõhine ning välistama samaaegse kütte ja jahutuse töö;
- Arvutuslikud välisõhu parameetrid jahutuse projekteerimisel on:
  – välisõhu temperatuur +28 °C;
  – suhteline niiskus 50% (kondensaadivabadel 60%);
- Sisetemperatuuri sihtväärtus suve- ja üleminekuperioodil on üldjuhul kuni +25 °C;
- Jahutuskoormuse määramiseks tuleb teostada arvutus või simulatsioon vastavalt kehtivatele metoodikatele;
- Jahutussüsteemi projekteerijal tuleb koostada uus energiasimulatsioon, et hinnata hoonekompleksi jahutuskoormust ja alasid. **Simulatsioon tuleb koostada uuele arhitektuursele ruumiplaneeringule. Jahutussüsteemi projekteerimisel vajalik koostöös Tellijaga otsustada reaalne jahutussüsteemi väljaehituse maht ja haardeala.**

7.1 Jahutussüsteemi üldpõhimõtted

- Hoones tuleb jahutuslahendus ette näha ruumides, kus esineb ülekuumenemise risk, lähtudes energiaauditi tulemustest ja projekteerimise käigus täpsustuvatest ruumikoormustest;
- **Olemasoleva arvutiklassi** jahutussüsteem tuleb üle vaadata ja viia vastavusse kogu hoone küttesüsteemi ja automaatika loogikaga, tagades, et välistatakse samaaegne kütte ja jahutuse töö;
- Jahutussüsteem tuleb lahendada kogu hoone ulatuses ühtse loogika alusel, vältides erinevate süsteemide omavahelist konflikti;
- Eelistada tuleb lihtsaid ja majanduslikult põhjendatud jahutuslahendusi (nt lokaalsed split- või multi-split süsteemid, ventilatsioonipõhine jahutus). Multi-split süsteemide kasutamisel tuleb eelistada lahendusi, kus üks välisosa teenindab mitut läheduses paiknevat ruumi, et vähendada seadmete arvu ja visuaalset mõju hoonele;
- Tsentraalsete jahutussüsteemide (nt vedelikjahuti ja fan-coil süsteemid) projekteerimine ei ole eelistatud, välja arvatud juhul, kui see on tehniliselt ja majanduslikult põhjendatud;
- Jahutus tuleb ette näha eelkõige suure soojuskoormusega ruumides (nt klassiruumid, arvutiklassid, kogunemisruumid);
- Ventilatsioonisüsteemides tuleb vajadusel ette näha sissepuhkeõhu jahutamine, et vältida ruumide ülekuumenemist;
- Ventilatsioonikanalid tuleb jahutusega süsteemide puhul projekteerida ja isoleerida selliselt, et vältida jahutusenergia kadu ning kondensaadi teket;
- Jahutussüsteemide sise- ja välisosade paigutus tuleb valida selliselt, et tagada seadmete hooldatavus, madal müratase ja minimaalne mõju hoone arhitektuurile;
- Jahutussüsteemide projekteerimisel tuleb arvestada kondensaadi äravoolu lahendamisega;
- Jahutuse juhtimine peab olema ruumipõhine ning välistama samaaegse kütte ja jahutuse töö.

8 Lahendused haridushoone jahutussüsteemiprojekteerimiseks

8.1 Otseaurustusega split-tüüpi või multi-split tüüpi jahutussüsteem

- Otseaurustusega jahutussüsteemi valikul tuleb erilist tähelepanu pöörata jahutussüsteemi külmutusgaaside keskkonnamõjule ja hoone kasutajate ohutusele. **Tuleb kasutada keskkonnale ohutuid külmutusgaase, mille hind kasutusaegse võimaliku lisatäitmise korral oleks tellijale optimaalne (kasutada külmutusgaase, mille keelustamine ei ole lähiaastatel plaanis).** Üldjuhul eelistada inverterkompressoriga seadmeid. Lähtuvalt võimalikust tuleviku muutmisvajadusest tuleb süsteemi projekteerimisel valida optimaalne süsteemi välisosa, millele on võimalik lähtuvalt hoonest lisada siseosasid, mistõttu piiripealne seadmete valik, kus puudub võimalus lisada hilisemalt siseosasid, ei ole lubatud (üledimensioneerimine sõltub hoonest ja täpsustatakse projekteerimisel). Süsteemi siseosade valikul aurustumistemperatuur valida lähtuvalt ruumi tüübist ja ruumi sisekliimast, kuid tavaruumidel ei tohi olla väiksem kui +6°C. Süsteem valida ja seadistada selliselt, et aurustumistemperatuur hoitakse maksimaalselt kõrgel lähtuvalt ruumide jahutusvajadusest ja välisõhu temperatuurist.
- Otseaurustusega jahutusseadmed peavad omama kehtivat EUROVENT sertifikaati (EUROVENT sertifikaadi puudumisel peab projekteerija tõestama, et seadme tehnilises spetsifikatsioonis olevad andmed on tõesed ja valitud seadme väljatrükk on usaldusväärne ning tegu on tellijale parima võimaliku lahendusega) ning valitud seadmete SEER peab olema vastavuses vesijahutussüsteemi näitajatega.
- Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35 db(A).
- Seadmete valikul tuleb arvestada, et ka kütmiseks ette nähtud süsteemide sulatusrežiimiks vajalikku soojusenergiat ei tohi soojusliku mugavuse tagamiseks võtta köetavast ruumist.
- Süsteemi kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevoolne. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika, vajaliku kaldega monteeritud plastmasstoru.
- Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha hooldusvaba (membraan, pall vms) haisuluku kaudu. Pärast kondensaaditorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada.
- Suurema töökindluse saavutamiseks peavad split-süsteemide välisosad olema varustatud karteri soojendusega, kondensaator pööreteregulaatoriga rõhu baasil (cut-off versioon),

välisosa tuulekaitseplekkidega ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Eelistatult peab väliosa olema paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega 400 mm.

8.2 Kohtjahutus otseaurustusega split-süsteem (nt serveri- ja tehnilised ruumid)

- Autonoomsete split-jahutussüsteemide kasutamine on otstarbekas, kui jahutamist vajavad ainult üksikud ruumid. Reeglina tuleb kasutada inverter tüüpi õhk-õhk soojuspumpa, mis omab EUROVENT sertifikaati ja on vähemalt A++ energiaklassi.
- Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35 db(A). Tehnilisi ruume teenindavad splitid peavad töötama välisõhutemperatuurini -15 ºC - +35 ºC, kusjuures siseõhutemperatuur ei tohi tõusta kõrgemaks kui +24ºC. Kriitilistel ruumidel tuleb ette näha jahutusvalmidus ka madalamatel välisõhutemperatuuridel (nt jahutamine välisõhuga vms).
- Split-süsteemide kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevoolne. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika, vajaliku kaldega monteeritud plastmasstoru.
- Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha hooldusvaba (membraan, pall vms) haisuluku kaudu. Pärast kondensaaditorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada.
- Suurema töökindluse saavutamiseks peavad split-süsteemide välisosad olema varustatud karteri soojendusega, kondensaator pööreteregulaatoriga rõhu baasil (cut-off versioon), välisosa tuulekaitseplekkidega ja muude töökindlust tagavate meetmetega. Eelistatult peab väliosa olema paigaldatud maaraamile minimaalse kõrgusega 400 mm.
- Autonoomsete split-jahutussüsteemide kasutamine on otstarbekas, kui jahutamist vajavad ainult üksikud ruumid (nõrkvooluruum, UPS-i ruum, arhiiviruum). Reeglina tuleb kasutada inverter tüüpi õhk-õhk soojuspumpa, mis omab EUROVENT sertifikaati ja on vähemalt A++ energiaklassi.

8.3 Tsentraalse jahutussüsteemi nõuded (vajadusel)

- Kui projekteerimise käigus valitakse tsentraalne jahutussüsteem (nt külmamasin ja vedelikjahuti), tuleb lahendus eraldi tehniliselt ja majanduslikult põhjendada;
- Tsentraalse jahutussüsteemi valikul tuleb arvestada selle kõrgemat investeeringu- ja hoolduskulu ning võrrelda seda lokaalsete lahendustega;
- Süsteem tuleb projekteerida energiatõhusalt, võimaldades jahutusvõimsuse reguleerimist vastavalt tegelikule koormusele;
- Tsentraalne jahutussüsteem tuleb liidestada hoone automaatikasüsteemiga ning tagada järgmiste parameetrite jälgimine ja juhtimine:

    - Külmamasina tööolek ja temperatuurid;
    - Külmakandja peale- ja tagasivoolu temperatuurid;
    - Ringluspumpade töö ja olek;
    - Süsteemi rõhud;
    - Välistemperatuur ja sellest sõltuvad töörežiimid;
- Süsteem peab võimaldama tööparameetrite trendimist, alarmide edastamist ning töörežiimide juhtimist hooneautomaatika kaudu;
- Vajadusel tuleb ette näha vabajahutuse (free cooling) kasutamise võimalus;
- Süsteemi automaatika peab võimaldama ajaprogrammide kasutamist ning töö optimeerimist vastavalt hoone kasutusrežiimile;

8.4 Jahutussüsteemi kondensaaditorustik

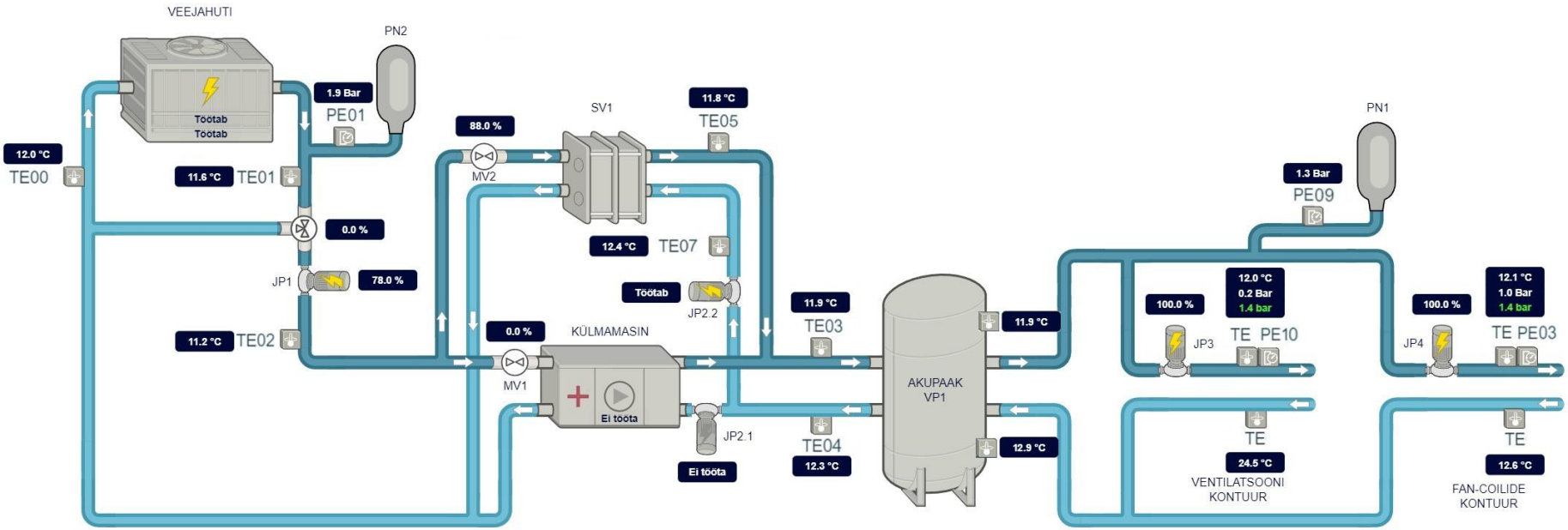
- Jahutusseadmete kondensaadi äravool peab olema võimalusel isevoolne. Selle paigaldamisel tuleb kasutada jäika, vajaliku kaldega monteeritud plastmasstoru.
- Kõik ühendused üldkanalisatsiooni tuleb teha hooldusvaba (membraan, pall vms) haisuluku kaudu. Pärast kondensaaditorustike väljaehitamist tuleb kõik lõigud eraldi katsetada.

8.5 Jahutussüsteemi juhtimine ja automaatika

Jahutussüsteemi automaatika tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, jahutuskompressorid tuleb tarnida koos Bacnet või Modbus võrgukaardiga ja visualiseerida hooneautomaatikas. Kõik külmavarustusseadmed peavad olema hooneautomaatika süsteemi abil juhitavad ja jälgitavad. Jahutussüsteemi külmakandja temperatuur või otseaurustusega jahutussüsteemi aurustumistemperatuur peab olema muutuv lähtuvalt tegelikust jahutuskoormusest.

Tabel 15. Tsentraalse jahutussüsteemi visualiseeringu nõuded

	Tsentraalsel jahutussüsteemil tuleb visualiseerida järgmised punktid
1	Külmamasina olek, väljuva vee temperatuur ja seadeväärtus °C, siseneva vee temperatuur °C, ringluspumba olek.
2	Vedelikjahuti ventilaatorite olek, vee temperatuur ja seadeväärtus °C, siseneva vee temperatuur °C, süsteemi rõhk Pa, ringluspumba olek.
3	Kõikide kontuuride pealevoolu ja tagasivoolu temperatuurid °C ja seadeväärtused °C, pealevoolu ventiilide oleku %, süsteemi rõhud Pa ja rõhkude ettenähtud seadeväärtused Pa, ringluspumpade olek.
4	Külmamasina blokeering välisõhust sõltuvalt °C.
5	Vedelikjahuti 5-punkti graafiku seadeväärtused °C ja arvutatud seadeväärtus °C. Graafikud on kuvatud ka joondiagrammina.
6	Kõikide kontuuride paralleelnihked °C.
7	Välistemperatuur °C.
8	Vabajahutuse kontuuri peale ja tagasivoolu temperatuurid enne ja pärast soojusvahetit °C, vabajahutuse ventiili oleku % ja ringluspumba olek.
9	Vabajahutuse rakendumise seadeväärtus välisõhust sõltuvalt °C.
10	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, ajamid, andurid, ringluspumbad jms) tähised vastavalt täitedokumentatsiooni funktsionaalskeemile.
11	Hooneautomaatika poolt kontrollerile edastatav juhtrežiim/töökäsk ning hetkel kehtiv juhtrežiim/töökäsk (kontrolleri tagasiside).
12	Ajaprogrammid – kõikide kontuuride paralleelnihete automaatseks muutmiseks ning külmamasina lülitus sõltuvalt kellajast ja nädalapäevast, sh korduvad puhkused ja riigipühad..
13	Kõikide süsteemikomponentide (ventiilid, ajamid, andurid, ringluspumbad jms) olekud ja väärtused ühisel diagrammil. Diagrammil peab olema võimalik valida soovitavaid andmeid, trende ning ajaperioodi.
14	Diagrammil kuvatavate parameetrite logi peab olema talletatud vähemalt 20 aastat ja 15 minuti täpsusega.
15	Alarmide loend, alarmide ajalugu, hetkel aktiveerunud alarmid ja alarmi saajad (e-mailid).
16	Alarmide prioriteetide ning teavituste viiteaegade määramine.



Joonis 33. Tsentraalse jahutussüsteemi visualiseeringu näidis

8.6 Jahutussüsteemi juhtimine ja automaatika

Jahutussüsteemi automaatika tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, jahutuskompressorid konditsioneerid tuleb tarnida koos Bacnet või Modbus võrgukaardiga ja visualiseerida hooneautomaatikas. Kõik külmavarustusseadmed peavad olema hooneautomaatika süsteemi abil juhitavad ja jälgitavad. Jahutussüsteemi külmakandja temperatuur või otseaurustusega jahutussüsteemi aurustumistemperatuur peab olema muutuv lähtuvalt tegelikust jahutuskoormusest.

8.7 Jahutussüsteemi mõõtmissüsteem

Jahutuse elektrienergia tarbimise mõõtmine teostada võimalusel seadmepõhiselt. Energiaarvestite maht ja asukohad täpsustuvad jahutussüsteemi projekteerimise raames.

9 KVJ süsteemide projekteerimise nõuded

Projekteerimise nõuded peavad vastama järgmistele standarditele, juhistele ja määrustele

Tabel 16. Projekteerimise nõuete vastavus standarditele, juhistele ja määrustele

Standard/määrus/normid/juhised	
EVS 932:2017	„Ehitusprojekt“
EVS-EN 16798-1:2019	Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast MTM nr. 97 Nõuded ehitusprojektile.
Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri määrus nr 63	Hoone energiatõhususe miinimumnõuded.
Majandus-ja taristuministri määrus nr. 58	Hoone energiatõhususe arvutamisemetoodika.
RKAS Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele	RKAS „Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele“ kehtivas versioonis, kui need ei ole vastuolus Tellija lähteülesande või kehtivate õigusaktidega.
Sotsiaalministri 4. Märtsi 2002 määrus nr 42	Müra normtasemed elu-ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid (redaktsiooni jõustumise kuupäev:01.01.2021).
RYL2002	Hoone Tehnosüsteemide RYL 2002 I osa.
LVI 12-10370	Soome juhendmaterjal 2004 Torustike ja kanalite kinnitamine.

Standard/määrus/normid/juhised	
LVI 20-10348	Soome juhendmaterjal 2004 Torustike paigaldamine.
Majandus-ja taristuministri määrus nr 97	Nõuded ehitusprojektile (redaktsioonijõustumise kuupäev: 01.03.2021).
Tuleohutus	• Siseministri määrus 30.03.2017 nr. 17 Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele. • EVS 812-1:2017 Ehitiste tuleohutus. Osa 1: Sõnavara. • EVS 812-2:2014 Ehitiste tuleohutus. Osa 2: Ventilatsioonisüsteemid. • EVS 812-7:2018 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus.
Küttesüsteem	• Eesti Vabariigi Standard EVS 844:2022 Hoonete kütte projekteerimine. • EVS-EN 16798-1:2019 Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 16798-1:2019/NA:2019. • EVS-EN ISO 6946:2017 Hoonete piirdetarindid ja komponendid. Soojustakistus ja soojusläbivus. Arvutusmeetodid. • EVS-EN ISO 52016-1:2017 „Ehitiste energiatõhusus. Energiatarbimise leidmine ruumide kütmiseks ja jahutamiseks“.
Ventilatsioon	• EVS-EN 16798-1:2019 Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Osa 1: Sisekeskkonna lähteandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust keskkonnast, valgustusest ja akustikast. Moodul M1-6.

Standard/määrus/normid/juhised	
	• EVS 906:2026 Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 16798-3:2017. • EVS 860-1:2020 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsioonimaterjalid ja –elemendid.
Jahutus	• RKAS „Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele“ kehtivas versioonis, kui need ei ole vastuolus Tellija lähteülesande või kehtivate õigusaktidega. • Tehnosüsteemidest põhjustatud müratasemed peavad vastama kehtivatele müra- ja sisekliimanõuetele ning projekteerija peab kasutama projekteerimise ajal kehtivaid õigusakte ja standardeid. • EVS 906 „Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele.“ Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 16798-3:2017. • EVS-EN 16798-3:2017 Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele.
Isolatsioon	• EVS 860:2020 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Torustikud, mahutid ja seadmed • Soojusisolatsiooni teostus EVS 860-1:2010 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 1: Torustikud, mahutid ja seadmed. Isolatsioonimaterjalid ja-elemendid. • EVS 860-5:2017 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustikud, mahutid ja seadmed. Dimensioneerimine.

Standard/määrus/normid/juhised	
	• EVS 860-6:2020 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 6: Torustikud, mahutid ja seadmed. Külmaisolatsioon.

10 Põhiseadmed ja materjalid

Seade/materjal	Nõuded seadmele
Soojussõlm	• Kaugkütte baasil hoone soojusvarustus tuleb lahendada vastavalt võrguvaldaja tehnilistele tingimustele; • Projekteerida uus täiskomplektse automaatikaga soojussõlm, mis teenindab kogu hoonekompleksi (ka alamsoojussõlme); • Soojussõlmes tuleb ette näha eraldiseisvad küttekontuurid vähemalt: radiaatorküte, ventilatsiooniküte ja soe tarbevesi; • Kõik küttekontuurid varustada vooluhulga-, temperatuuri- ja rõhuanduritega ning liidestada hooneautomaatikaga; • Kõigile kontuuridele paigaldada eraldiseisvad soojusarvestid; • Soe tarbevesi tuleb lahendada aastaringselt, arvestades, et kaugküttevõrk ei pruugi suveperioodil töötada (vajalik dubleeriv lahendus elektrikateldega); • Soojusvahetid dimensioneerida vähemalt 10% varuga (v.a tarbevesi, mis dimensioneeritakse vastavalt vajadusele); • Tsirkulatsioonipumpadena kasutada energiatõhusaid sagedusjuhtimisega pumpasid; Küttevee parameetrid (suunavad) • Radiaatorküte: süsteem (nt 60/40 °C); • Ventilatsiooniküte: madaltemperatuuriline süsteem (nt 45/35 °C);

Seade/materjal	Nõuded seadmele
	• Põrandküte: ca 35/28 °C;
Küttekehad	• Olemasolevad radiaatorid säilitada, kuid kogu süsteem tuleb kontrollida, tasakaalustada ja vajadusel täiendada; • Kõik küttekehad peavad olema reguleeritavad (termostaatventiilid või ajamid);
Reguleer- ja sulgarmatuur	• Süsteem peab olema täielikult tasakaalustatav; • Kasutada dünaamilisi tasakaalustusventiile; • Tagada võimalus süsteemi osaliseks sulgemiseks hooldustöödeks;
Torustik	• Torustik paigaldada nii, et oleks tagatud hooldatavus ja kontrollitavus; • Konstruktsioonides paiknev torustik kaitsta hülsstoruga;
Elektriküte	• Riietusruumides ja pesuruumides • Otse elektrikütet võib kasutada väikestes riietus- ja pesuruumides, serveri- ja nõrkvooluruumides ning õhkkardinates soojusvõimsusega kuni 5 kw.
Jahutuse multi- split või split süsteem	• Õhk-õhk tüüpi soojuspumpade korral tuleb arvestada sellega, et siseosa nimivõimsus oleks tagatud keskmisel kiirusel ja tehnosüsteemide üheaegsel töötamisel ei tohi müra ületada standardis EVS 842

Seade/materjal	Nõuded seadmele
	toodud väärtusi. Nimetatud nõue on oluline võimsusreservi tagamiseks ja müra vältimiseks. Seade peab olema A-klassi energiatõhususega. • Paigaldatavad soojuspumbad peavad omama kas Eurovent või EHPA (Euroopa Soojuspumba Liit) väljastatud sertifikaati. Tootelehe väljatrükil peab olema esitatud kinnitatud soojuspumba SCOP ja SEER vastavalt standardile EVS-EN 14511-3:2022. • Inimeste pideva viibimisega ruumis tuleb jahutusseadmete siseosade nimivõimsus arvestada keskmisel kiirusel ja sel juhul ei tohi siseosade müratase koos hoone üldventilatsiooniga ületada 35 db(A).
Jahutustrassi reguleer- ja sulgarmatuur	• Torustik peab olema varustatud vajaliku arvu reguleer- ja sulgarmatuuridega selliselt, et süsteemi saab häälestada projektijärgsetele veevooluhulkadele ning sulgeda süsteemi osi selliselt, et kõigi seadmete vahetused on võimalik teostada võimalikult väikese veekaoga. • Kõiki paigaldatud reguleer- ja sulgarmatuurelemente peab olema mugav kasutada ja hooldada.
Jahutustrass	• Jahutustrass peab olema teostatud terastoruga ning ühendused tuleb teostada keevisühendustega. Keermesliitmikke lubatakse kasutada sulg- ja reguleerarmatuuride ühendamiseks, segamissõlmedes ning tehnilistes ruumides. • Kõik keevised peavad olema tehtud vastavalt standardile EVS-EN ISO 5817 (klass D).

Seade/materjal	Nõuded seadmele
	• Mistahes pinnakattega terastorustik tuleb puhastada ja katta korrosioonivastase värviga vähemalt kahes kihis. Siseruumides paikneva torustiku värvikihi paksus on minimaalselt 80 µm, välistingimustes vähemalt 200 µm.
Ventilatsiooniseadmed	• Kasutada soojustagastusega ventilatsiooniagregaate; • Soojustagasti kasutegur vähemalt 80%; • Ventilatsiooniseadmed peavad olema liidestatud hooneautomaatikaga; • Ventilatsiooniagregaatide SFP ≤ 1,8 kW/(m³/s);
Filtrid	• Sissepuhkel vähemalt ePM1 (F7 tasemel); • Väljatõmbel vähemalt ePM10 (M5 tasemel);
Automaatika	• Ventilatsiooniagregaadid tuleb ühendada tsentraalse hooneautomaatikaga, mille kaudu toimib jälgimine, juhtimine ja häirete töötlemine. Ventilatsiooniagregaatide juhtimine ning automaatikaskeemid kirjeldatakse ära automaatikaprojektis. Ventilatsiooniagregaatidel võib kasutada ka tehases paigaldatavat automaatikat, kui see vastab hooneautomaatika kaardile ning on varustatud hooneautomaatikas kasutatava protokolliga.
Ventilatsiooni-kanalid	• Spiraalvaltsiga Zn kattega plekist ümarkanalid või vajadusel kandilised kandilised. Kanalite tuleohutus vastavalt EVS 812-2:2014 nõuetele. Kinnitused vastavalt EVS-EN 12236:2002. Enne ekspluatatsiooni andmist peavad kanalid olema tolmust ja õlist puhtad. • Kanalid projekteerida nii, et oleks tagatud puhastatavus ja hooldatavus;

Seade/materjal	Nõuded seadmele
Ventilatsiooni-kanalite isolatsioon	• Ventilatsioonikanalite isoleerimine peab tagama, et soojuskaod ei oleks optimaalsetest suuremad. • Kasutada alumiiniumkattega klaasvillast toruisolatsiooni, mis ei sisalda korrosiooni põhjustavaid elemente, mittepõlev, tuleleviku klass 1, soojusjuhtivus < 0,032 W/mk. Õhukanalite isolatsioon peab vastama Soome LVI 50-10345 nõuetele. • Välisõhus olevate kanalite soojusisolatsioon tuleb katta nõuetele vastava veetiheda tsingitud plekiga. Tuletõkkeisolatsiooni materjali ning paksuse valikul tuleb lähtuda kehtivatest nõuetest. • Jahutusega süsteemides tuleb sissepuhkekanalid isoleerida kondensaadi vältimiseks ja jahutusenergia kadude vähendamiseks;
Ruumielemendid (õhujaoturid, sissepuhke- ja väljatõmberestid)	• Õhu sissepuhkeks ning väljatõmbeks kasutatavad restid või õhujaotajad tuleb valida nii, et kogu viibimistsooni ulatuses oleks tagatud efektiivne ja nõuetekohane õhuvahetus, ei teki lubatust suuremat müra, lõpuelemendid summutavad piisavalt ventilatsioonitorustikust levivat müra ja omavad piisavat reguleerimisvõimet.
Automaatika	• Kõik tehnosüsteemid tuleb liidestada ühtsesse hooneautomaatikasse; • Tagada süsteemide jälgimine, juhtimine ja häirete edastamine; • Süsteemid peavad olema juhitavad nii lokaalselt kui kaughalduse kaudu;

11 Tehnosüsteemide automaatika

- Hoonele projekteeritakse terviklik hooneautomaatika süsteem, mis hõlmab kõiki KVJ süsteeme (küte, ventilatsioon, jahutus, soojussõlm ja mõõtmissüsteemid);
- Hooneautomaatikale peab olema ligipääs brauseripõhiselt ning vajadusel mobiilirakenduse kaudu;
- Häirete ja rikete kohta tuleb seadistada automaatsed teavitused (e-post, vajadusel SMS);
- Kõik tehnosüsteemide arvestid (soojus, elekter, vesi) peavad olema liidestatud hooneautomaatikaga;
- **Põhilised funktsioonid**
    - Hooneautomaatika peab võimaldama küttesüsteemi juhtimist välistemperatuuri ja küttegraafiku alusel ning ruumipõhiselt termostaatide kaudu;
    - Ventilatsiooniseadmete juhtimine toimub seadmepõhise automaatika kaudu, kuid kõik tööparameetrid, häired ja olekud peavad olema nähtavad hooneautomaatikas;
    - Soojussõlme juhtimine toimub lokaalse automaatikaga, kuid kõik kontuurid, temperatuurid, rõhud ja seadmete olekud peavad olema visualiseeritud;
    - Süsteem peab välistama kütte ja jahutuse samaaegse töötamise;
    - Võimaldada aja- ja sündmuspõhist juhtimist (nt tööajad, koolivaheajad, öörežiim);
- **Visualiseerimine ja seire**
    - Hooneautomaatikas tuleb luua ventilatsiooni- ja soojusvarustuse koondvaated, kus kuvatakse vähemalt:
        - süsteemide olekud;
        - temperatuurid (seadeväärtus ja tegelik);
        - ventilaatorite ja pumpade tööolek;
        - ventiilide asendid;
        - rõhud ja häired;
    - Ruumide sisekliima tuleb visualiseerida korruseplaanidel (temperatuur, seadeväärtus, kütte/jahutuse olek);
    - Süsteem peab võimaldama trendide jälgimist ja andmete salvestamist;
- **Juhtimine ja kasutajaliides**
    - Kõik süsteemid peavad olema juhitavad nii lokaalselt kui ka kaughalduse kaudu;
    - Ajagraafikute haldamine peab toimuma tsentraalselt hooneautomaatikas;
    - Süsteemis peab olema võimalik kasutada ühist juhtkalendrit, mis võimaldab korraga hallata kõiki ventilatsiooniseadmeid;

- **Hooldus ja töökindlus**
    - Kõik suuremad seadmed (ventilatsiooniagregaadid, pumbad, jahutusseadmed) peavad olema varustatud töötundide loenduritega;
    - Hooldusintervallide täitumisel peab süsteem genereerima teavituse;
    - Kõik olulised häired (temperatuur, rõhk, seadmete rike) peavad olema logitavad ja edastatavad kasutajale;

12 KVJ süsteemide juhtimisautomaatika tehniline kirjeldus

Tehnosüsteemid ja seadmed	Juhtimise kirjeldus	Standardid mida kasutada BMS liidestamisel
Soojussõlm	• Komplektne sõlm liidestada MODBUS TCP protokollil BMS-ga. Kui komplektne sõlm ei võimalda täita allpool toodud nõudeid siis tuleb hooneautomaatika mahus lisada vajalikus mahus kontroller ja andurid, et oleks tagatud nõuded. • Soojussõlme tsirkulatsiooni pumbad peavad omama järgmisi sisendeid/väljundeid: olek (DO, töötab/seisab), töökäsk (DI, ON/OFF), alarm/viga (DO korras/häire). Antud sisendid/väljundid peavad olema liidestatud kas otse või läbi soojussõlme kontrolleri BMS-ga. • Peab võimaldama alarmide logimist ja edastamist kasutajale. • Soojussõlme visualiseeringus peab olema võimalik näha ja juhtida kaugküttetrassi pealevoolude temperatuure, 3T ventiile. • Peab olema võimalik näha ja muuta tsirkulatsioonipumpade tööd ja seadesuuruseid (rõhk, vooluhulk, treening režiim) vastavalt vajadusele (nt suvel treening režiim). • Lisaks peab olema visualiseeritud kõikide kontuuride peale ja tagasivoolu temperatuurid ning rõhud sh kaugkütte võrgu omad. • Peab olema võimalik automatiseerida kõigi kontuuride pealevoolu temperatuuride reguleerimist vähemalt 5 punkti graafikuga vastavalt välistemperatuurile. • Süsteemi parameetrite logi peab olema talletatud 20 aastat ja 1 minuti täpsusega	MODBUS TCP, et oleks tagatud ühtsus Tellija ülejäänud hoonetes kasutusel oleva kommunikatsiooni protokolliga.

Tehnosüsteemid ja seadmed	Juhtimise kirjeldus	Standardid mida kasutada BMS liidestamisel
Radiaatorid	• Termostaatajamid ja ruumitermostaadid võimaldama BMS-st juhtimine, visualiseering	Avatud kommunikatsiooni protokollidele MODBUS või bacnet.
Ruumikliima	• Juhtimise esimene aste: hoone soojusvarustuse abil tuleb juhtida välistemperatuurist ja soojusvarustuse primaarpoole tagastuva temperatuuri alusel küttesüsteemi sekundaarpoole pealevoolu temperatuuri, mis peab olema teostatud läbi küttegraafiku. • Juhtimise teine aste: ruumi või hoone osa ruumiõhutemperatuuri juhtimine kütteelemendi juhtimise kaudu. • Kõikidele kütte ja/või jahutusega ruumid varustada termostaadiga, mis tuleb liidestada hooneautomaatikaga (BMS). • Kõikidesse ruumidesse (va abi ja tehnoruumid) näha ette CO2 ja rH andur (mis on kütte termostaati sisseehitatud). • Kasutada ruumide küttekehade ventiiliajamiteks 230V ON/OFF, mis kuuluvad kütte töövõtja tarnesse. • Ruumikliima juhtimine ja visualiseerimine ühtsest BMS süsteemist.	Avatud kommunikatsiooni protokollidele MODBUS või bacnet. Kasutatakse ruumi ja seadme/süsteemi põhiseid kontrollereid, mis on töötavad iseseisvalt ja liidetakse ühtsesse BMS-i süsteemi.

Tehnosüsteemid ja seadmed	Juhtimise kirjeldus	Standardid mida kasutada BMS liidestamisel
	• Küttegraafikuid peab olema võimalik seadistada ruumi põhiselt või tervet üksust korraga, mis muudab hoonete haldamise lihtsamaks. • Kütte- ja jahutusgraafikute töötamine lahendada võimalusel valgustuse DALI päevavalguse ja kohaloleku anduri baasil. • Peab võimaldama alarmide logimist ja edastamist kasutajatele • Süsteemi parameetrite logi peab olema talletatud 20 aastat ja 15 minuti täpsusega.	
Ventilatsiooni-agregaadid	• Agregaatide juhtimine ja visualiseerimine ühtsest BMS süsteemist. • Peab olema võimalik seadistada ajast, temperatuurist, CO2 tasemest sõltuv ajaprogramm iga ventilatsioonikontrolleri kohta. • Kõik ventilatsiooni tööga seotus parameetrid peavad olema logitud sh temperatuurid, CO2 tasemed jne. • Projekteerida tehaseautomaatikaga vent. seadmed, millel on MODBUS TCP kommunikatsiooni liides, et liidestada BMS-ga. Kui komplektne seade ei võimalda täita allpool toodud nõudeid siis tuleb hooneautomaatika mahus lisada vajalikus mahus kontroller ja andurid, et oleks tagatud nõuded. • Öötuulutuse režiim, kasutades hoone sise- ja välisõhu temperatuuri. Öötuulutuse funktsiooni, kus on ära määratud järgnevad parameetrid:	Avatud kommunikatsiooni protokollidele MODBUS või bacnet.

Tehnosüsteemid ja seadmed	Juhtimise kirjeldus	Standardid mida kasutada BMS liidestamisel
	välisõhu ja heiteõhu delta T, välisõhu temperatuuri piirmäär (alla mille öötuulutus ei toimu), kui tihti teeb masin proovikäivituse (nt kord tunnis). • Ventilatsiooniseadmetel peavad olema: - 6 temperatuuriandurit (õhuvõtt, väljavise, sissepuhe, väljatõmme, pärast soojustagastust, pärast kütte/jahutuskalorifeeri). - õhuvooluandurid; • Muud vent seadmete olekud ja alarmid liidestada BMS-ga. • Peab võimaldama alarmide logimist ja edastamist kasutajale.	
Jahutussüsteemid	• Komplektsed seadmed liidestada MODBUS TCP protokollil BMS-ga. • Siseosade juhtimine ja visualiseerimine ühtsest BMS süsteemist, ruumitermostaatidega. • Välisosade parameetrite logi peab olema talletatud 20 aastat ja 1 minuti täpsusega. • Peab võimaldama alarmide logimist ja edastamist kasutajale.	Avatud kommunikatsiooni protokollidele MODBUS või bacnet.
Eripunktid, ruumikliima	• Peab võimaldama BMS-st juhtimine, visualiseering, alarmide logimine ja edastamine kasutajale. • Visualiseeringust peab olema võimalik anda töölube, näha häireid ja lugeda olekuid.	Ühendada BMS-i keskserveri külge füüsiliste sisendite/väljunditega (I/O-d).

Tehnosüsteemid ja seadmed	Juhtimise kirjeldus	Standardid mida kasutada BMS liidestamisel
Arvestite kauglugemissüsteem	• Kõik hoonesse paigaldatavad arvestid liidestada BMS-ga. • Täpne ulatus kirjeldatud eraldiseisvas projekteerimistingimustes.	M-bus/MODBUS-RTU/TCP, Eleringi andmeladu, et oleks tagatud ühtsus Tellija ülejäänud hoonetes kasutusel oleva kommunikatsiooni protokolliga.

13 KVJ põhiprojekti nõuded

- Põhiprojekti eesmärk on Projektdokumentatsiooni alusel määrata ehitustöövõttude maksumus.
- Põhiprojektis antakse kavandatava tehnosüsteemide lahendus ja seadmete tehnilised parameetrid, vajalike materjalide ja tööde kvaliteedinõuded, mahud. Põhiprojekt peab sisaldama vähemalt järgmist:
    - Töövõtupiiride määratlus.
    - Süsteemide töökirjeldused, nõuded kasutatavatele materjalidele, toodetele, seadmetele, tööde kvaliteedile, mürasummutusele jms.
    - Seletuskiri.
    - Ehitise lõiked, millel näidatakse kõigi eriosade süsteemide omavaheline paiknemine kõigi vajalike andmetega (koostöös teiste osade projekteerijatega).
    - Kõigi süsteemide (küte, ventilatsioon, jahutus) korruste plaanid (1:100) kõigi vajalike andmetega ruumide, torustike, isolatsiooni, püstikute ja seadmete (agregaatide) kohta, vajalike luukide, restide, palkide, klappide/ventiilide, puhastustükkide, jmt. Asukohad.
    - Kõigi tehnosüsteemide koondplaanid kõigi vajalike andmetega (koostöös teiste eriosade projekteerijatega), vajadusel plaanide ja lõigete detailid (1:20 … 1:50).
    - Soojakadude arvutused ruumide kaupa, küttekehade valik.
    - Torustike hüdraulilised arvutused, süsteemide rõhukadude arvutused.
    - Seadeventiilide vooluhulkade ja läbimõõtude tabelid.
    - Ventilatsiooni õhuhulkade ja seadmete vajalike parameetrite täpsustamine, lõpp- ja reguleerimiselementide ning mürasummutite valik.
    - Kõigi osade seadmete koondtabelid koos tehniliste parameetritega (seadmete
    - Lõplikuks valikuks).
    - Seadmete juhtimise automaatika kirjeldus, ülesanded elektri- ja automaatika projekteerijale.
    - Ruumide sisekliima täpsustatud koondtabel.
    - Kõik vajalikud spetsifikatsioonid ehituspakkumiste küsimiseks.
    - Liini- ja termostaatventiilide Kv-arvude tabelid.
- Põhiprojekt koostatakse põhjalikus mahus, kus on näidatud kõigi seadmete ja komponentide paiknemine, nende paigutusviisid ja tööpõhimõtted, grupitähised, põhimagistraalid, põhiskeemid ja juhtimisskeemid.

- Põhiprojekt peab olema koostatud tasemel, mille alusel on Ehitustöövõtjal ja Tellijal võimalik tööde mahust üheselt aru saada ja võtta hinnapakkumisi tööde teostamiseks.
- Põhiprojektis kajastatakse: tehnosüsteemide olemasolev olukord; erinevate tehnosüsteemide osade teeninduspiirkonnad; olemasolevad, säilitatavad, rekonstrueeritavad ja uued paigaldised (jooniste failides eri värvidega ja eri kihtidena).
- Projekti koostajal on kohustus esitada kogu hoonet hõlmav projekt, ehk ka need hoone osad, kus ehitustöid ette nähtud teostada ei ole. Lõplik projekt peab hõlmama kogu hoone terviklikult. Teostatavad uued osad peavad vastama hetkel kehtivatele standarditele. Esitatakse tehnosüsteemide tööpõhimõtted ja kirjeldused. Kirjeldatakse kõik vajalikud tööd, mis on vajalik teostada hoone olemasolevate osade ehitusaegseks kasutamiseks, süsteemide rekonstrueerimiseks, demonteerimiseks ja uute paigaldiste teostamiseks. Esitatakse nõuded materjalidele, paigaldiste teostamiseks ja paigaldamiseks.
- Põhiprojekti mahus esitatakse spetsifikatsioonid koos kõigi vajalike põhimaterjalide ja eri tüüpi seadmete kohta. Materjalide loetelud ja spetsifikatsiooni dokumentatsioon esitatakse töödeldavas tabelprogrammis (nt. Excel).
- Projekteerija esitab spetsifikatsioonides projekteerimisel aluseks olnud konkreetset tüüpi materjalid ja seadmed. Seadmete ja materjalide valik peab olema otsustatud lähtudes olemasoleva hoone tehnosüsteemide eripärast, laiendamise võimalustest, materjalide võimalikust elueast ja mõistlikust kvaliteedi ning hinnatasemest.
- Seadmete ja materjalide valik kooskõlastatakse eelnevalt Tellija esindaja või tema konsultandiga. Spetsifikatsioonides esitatakse põhiliste installatsioonimaterjalide (torud, kaablid jms.) Orienteeruvad kogused.
- Magistraalskeemid ja joonised esitatakse selliselt, et need kajastavad kogu hoonet ja viitavad vajadusel osaskeemidele. Magistraalskeemidel ja osaskeemidel, ning asjakohastel joonistel ja dokumentides esitatakse vajalikud arvutused, mis tõendavad projekteeritud lahenduse õigsust.
- Skeemid koostatakse põhjalikult, milles on näha olemasoleva olukorra sidumine uute süsteemidega. Skeemidel kajastatakse selgelt töövõtupiiritlus erinevate eriosade töövõtu piiride vahel. Skeemid peavad olema koostatud sellisel tasemel, et sellel loeb selgelt välja teostatava töö mahu ning vastava osasüsteemi toimimise. Esitada tuleb projekteeritavate kilpide sekundaarskeemid.
- Korruseplaanid esitatakse digitaalsel kujul korruste lõikes käsitledes kogu projekteeritava hoone.

- Korruseplaani väljatrüki joonised (*layout*-id) koostatakse minimaalses võimalikus mõõdustikus, vastates mõõtkavale 1:100. Oluline on seejuures jooniste loetavus ja kasutatavus ehitusobjektil. Soovituslik paberi formaat ei ole suurem, kui A1. Kui joonistel on küsitud formaadis loetavus raskesti saavutatav, esitatakse need mõõtkavas 1:50. Kui joonistel on ehitusliku informatsiooni osakaal vähene, esitatakse joonised formaadis 1:200. Hooneautomaatika ja nõrkvoolupaigaldistes näidatakse kõik seadmed korruseplaanil. Projekti joonised esitatakse 2D kujul järeltöödeldavas DWG formaadis konverteerituna cad14 versiooni. Spetsiaalprogrammides koostatud failid konverteerida DWG jooniseks. Esitada tuleb iga DWG joonise kohta ka identsed PDF joonised. Korruseplaanil näidatakse ära kõik säilitatavad, rekonstrueeritavad, demonteeritavad ja ehitatavad paigaldiste osad ja komponendid.
- Plaanidel näidatakse ära kaabliteekonnad, süsteemide, seadmete ja kilpide teeninduspiirkonnad. Seadmete ja komponentide tähised ja grupinumbrid. Näidatakse kõik kommunikatsioonide kulgemisteekonnad. Projekteerimise käigus vältida ristumisi teiste kommunikatsioonidega.

14 KVJ projekteerimise lähteülesande kokkuvõte

Käesoleva lähteülesande käigus kaardistati hoone olemasolevad kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid ning määrati vajalikud rekonstrueerimis- ja uute süsteemide rajamise põhimõtted. Lähteülesanne annab projekteerijale sisendi energiatõhusa, töökindla ja hoone kasutusotstarbele vastava sisekliima tagamiseks kogu hoonekompleksis.

- Kuna olemasolevad projektid on koostatud erinevatel ajaperioodidel ning erinevate projekteerimislahenduste alusel, siis tuleb kogu hoone ulatuses **lähtuda projekteerimisel kehtivast arhitektuursest ruumiplaneeringust**;
- Kogu hoone soojusvarustus lahendada kaugkütte baasil ning projekteerida uus soojussõlm;
- Arvestada, et kaugküttevõrk ei taga suveperioodil sooja tarbevett – projekteerida dubleeriv lahendus (nt elektrikatlad) koos eraldi elektriarvestitega;
- Projekteerida soojussõlmes kõik küttekontuurid eraldi mõõdetavaks (radiaatorküte, ventilatsiooniküte, soe tarbevesi koos tsirkulatsiooniga);
- Olemasolev küttesüsteem kontrollida ja hinnata tervikuna, vajadusel tasakaalustada ja kaasajastada;
- Arvestada, et radiaatorid on varasemalt osaliselt uuendatud ning nende väljavahetus ei ole üldjuhul vajalik;
- Lasteaia osas arvestada olemasoleva põrandküttega ning täpsustada elektrilise põrandkütte vajadus märgades ruumides;
- Olemasolevad ventilatsioonisüsteemid (SV1–SV6) säilitada, kuid nende juhtautomaatika täielikult kaasajastada ja liidestada hooneautomaatikasse;
- Kõik ventilatsiooniagregaadid viia üle vajaduspõhisele juhtimisele (ajagraafik, CO_2 või kohalolek);
- Olemasolevad õhuhulgad kontrollmõõdistada ja süsteemid tasakaalustada;
- Renoveerimata hoone osas projekteerida puuduv ventilatsioonisüsteem vastavalt kehtivatele nõuetele;
- Ventilatsioonisüsteemide energiatarbimine peab olema mõõdetav vähemalt agregaadipõhiselt;
- Jahutuslahendus projekteerida majanduslikult otstarbekalt, arvestades hoone kasutust (peamiselt kevad–sügis periood);

- Eelistada lihtsamaid ja lokaalseid lahendusi (nt ventilatsioonipõhine jahutus ja split/multi-split süsteemid);
- Arvutiklassi olemasolev jahutuslahendus korrigeerida ja siduda küttesüsteemi ning automaatikaga;
- Jahutuse vajadus ja ulatus täpsustada projekteerimise käigus;
- Jahutussüsteemide energiatarbimine peab olema mõõdetav;
- Rajada ühtne hooneautomaatika süsteem, millega liidestatakse kõik KVJ süsteemid;
- Tagada süsteemide kaughaldus, visualiseerimine ja häirete edastus (e-post, vajadusel SMS);
- Tagada, et kütte, ventilatsiooni ja jahutuse samaaegne töö oleks välistatud;
- Ruumitermostaadid peavad olema ühendatud hooneautomaatikasse ja võimaldama ruumipõhist juhtimist;
- Hooneautomaatika peab võimaldama tulevikus teiste tehnosüsteemide liidestamist;
- Eesmärk on luua terviklik, energiatõhus ja juhitav tehnosüsteemide lahendus, mis tagab hoones nõuetekohase sisekliima ning võimaldab süsteemide efektiivset haldamist kogu elutsükli vältel.

15 Objektiga tutvumine

- Pakkuja peab tulema enne pakkumuse koostamist ja esitamist kohale ning tutvuma olemasolevate kütte- jahutuse ja ventilatsioonisüsteemidega. Tutvumise aeg tuleb eelnevalt kokku leppida.
- Pakkumuse esitamisega kinnitab pakkuja, et ta on tutvunud lepingu täitmise kohaga ning pakkuja esindaja on vastava akti kohapeal allkirjastanud. Kui pakkuja ei ole hankija poolt määratud ajal käinud tutvumas lepingu täitmise kohaga ja pakkuja esindaja ei ole aktile allkirja andnud, siis puudub pakkujal pakkumuse esitamise õigus ning hankija jätab hankija sellise pakkuja poolt esitatud pakkumuse läbi vaatamata.