



Rykmentipuiston monitoimikampuksen elinkaarihanke, Tuusula

LIITE 8.15 LVIA- ja sähkötekniset järjestelmäselostukset
11.11.2022

Sisällysluettelo

21	LVI-PERUSJÄRJESTELMÄT	1
21.1	Lämmitysjärjestelmä	1
21.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	3
21.3	Ilmastointijärjestelmät	5
21.4	Jäähdytysjärjestelmät	8
21.5	Palontorjuntajärjestelmät	8
21.6	Väestönsuojien LVI-järjestelmät	8
22	LVI-ERITYISJÄRJESTELMÄT	9
22.1	Paineilmajärjestelmät	9
22.2	Kaasujärjestelmät	9
22.3	Hitsauskärynpisto	9
22.4	Purunpoistojärjestelmä	9
S	SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT	10
S1	Asennus- ja apujärjestelmät	10
S2	Sähköjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset	11
S4	Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset	16
S5	UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset	16
S6	Turvavalaistusjärjestelmät	16
T	TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT	17
T1	Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät	17
T2	Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät	18
T3	Merkinanto- ja kutsujärjestelmät	19
T4	Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät	19
T5	Tilaturvallisuusjärjestelmät	19
T6	Paloturvallisuusjärjestelmät	21
T7	Viranomaisjärjestelmät	22
T8	Automaatio- ja mittausjärjestelmät	23

© 2022 Caverion Suomi Oy

Torpantie 2, PL 501, 01651 Vantaa

Y-tunnus 0146519-2, kotipaikka Helsinki

www.caverion.fi

Yleiset laatuvaatimukset

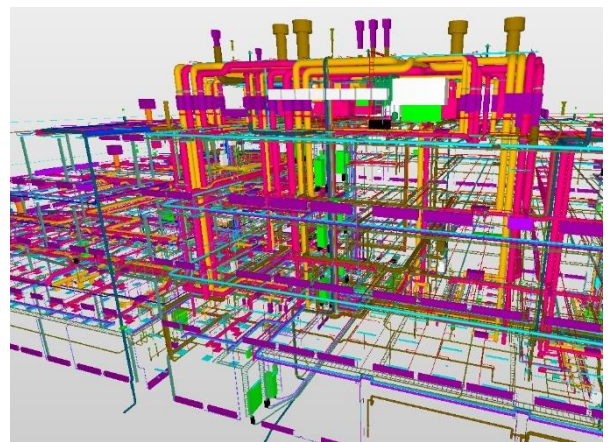
Tässä järjestelmäkuvauksessa esitetään Rykmentinpuiston monitoimikampuksen elinkaarihankkeen talotekniset järjestelmät sekä kuvataan niiden laatutasoa, toiminnallisuutta ja toteutusperiaatteita. Kaikki järjestelmät toteutetaan niin, että tilaajan tarjouspyyntöasiakirjojen vaatimukset toteutuvat. Osassa järjestelmissämme esitämme kuitenkin vaatimukset ylittäviä ratkaisuja, jotta kokonaisuuden toimivuus voidaan varmistaa esimerkiksi elinkaarikustannuksien tai olosuhteiden takaamiseksi.

Talotekniset ratkaisut

Teknisten ratkaisuiden ohjaavia tekijöitä ovat turvallisuus, toiminnallisuus, sisäilmaolosuhteet sekä energiatehokkuus. Rakentamisessa käytetään vain koeteltuja ratkaisuja ja tuotteita, joista on riittävästi tietoa saatavilla sekä omaa kokemusta pitkältä ajalta. Näin varmistamme rakennuksen hyvät sisäilmaolosuhteet ja käytettävyyden läpi rakennuksen elinkaaren.

Ilmanvaihdon runkokanavat sijoitetaan pääosin alakattojen yläpuolelle, josta on LVI-kuilujen kautta pysty-yhteydet kerroksiin. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtasäätimet pyritään sijoittamaan pääosin joko alakattojen yläpuolelle käytäville tai IV konehuoneeseen. Ratkaisu mahdollistaa laitteiden vaivattoman ylläpidon ja huollon ilman häiriöitä opetustiloissa.

Sähköasennuksissa otetaan huomioon tulevaisuuden laajennusvarat. Pääjakoreitteinä käytetään tekniikkatiloja, kuiluja ja katon alaslaskua. Ryhmäkeskukset sijoitetaan tekniikkatiloihin tai niille varattuihin lukittaviin tiloihin. Keskusten ryhmityksessä ja niiden johdotuksissa huomioidaan eri toimintavyöhykkeet ja mitattavat järjestelmät.



Muuntojousto ja monikäyttö

Talotekniset järjestelmät tukevat oleellisesti tilojen monikäyttöä ja ovat tärkeä osa muuttuvaa oppimisympäristöä.

Rakennuksessa on kiinnitetty erityistä huomiota vapaaseen ja helppoon liikkumiseen eri käyttöalueiden välillä sekä erilliskäytössä. Iltakäyttöalueiden rajoilla sähköinen kulunvalvonta avaa kullekin käyttäjälle iltakäyttörajojen ovet, joihin hänellä on kulkuoikeus. Näin ollen käyttäjät, olivat he sitten liikkeellä päivällä tai illalla, pääsevät liikkumaan sovitusti rakennuksessa.

Rakennusautomaatio on läsnä kaikessa rakennuksen toiminnassa. Se varmistaa, että valot syttyvät, kun käyttäjät saapuvat tilaan ja että ilmanvaihto pitää tilan olosuhteet terveellisenä ja raikkaina.

Ilmanvaihto toteutetaan tarpeenmukaisena, joka tarkoittaa, että ilmanvaihdon määrää säädelään aina määrävän tilassa olevan hiilidioksidipitoisuuden (henkilömäärän) tai lämpötilan mukaan. Ilmanvaihdon

palvelualueet on jaettu toimintojen perusteella, jolloin ilmanvaihtoa voidaan ohjata tarpeenmukaisesti niin aikataulun kuin ilmamäärienkin osalta. Näin käyttäjillä on hyvät mahdollisuudet tilojen joustavaan käyttöön energiatehokkaasti.

Valitulla suunnitteluratkaisulla saadaan erittäin energiatehokas sekä tilojen muuntojoustavuuden hyvin huomioiva rakennus, joka auttaa käyttäjiään ymmärtämään oman toiminnan vaikutukset ympäristön hiilikuormitukseen, toimien näin myös omalta osaltaan yhtenä palana hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamisessa. Kiinteistön olosuhteiden ja kulutustietojen mittaustuloksien tietoja välitetään info-tv näytöille kaikkien nähtäville. Ilmanvaihtokanavat ja putkistot tehdään väljinä, jolloin käyttötarkoitusta voidaan myöhemmin muuttaa ilman, että kanavointia mahdollisesti joudutaan muokkaamaan.



Sähkönjakelu kulutuspileille toteutetaan pistorasiapylväin aina kun on mahdollista. Tämä mahdollistaa tilaratkaisujen helpot muutokset, kun kaapelointia väliseinissä on vältetty.

Terveyllisyys ja ekologisuus

Terveyllisyys ja hyvä sisäilmasto ovat järjestelmien toteutusperiaatteiden kulmakiviä.

Sisäilmastoluokka toteutetaan S2/S2+ mukaisesti rakennuksen käyttöaikoina. Ilmanvaihdon painesuhteisiin tullaan kiinnittämään erityistä huomiota, jotta ilman ja kosteuden liikesuunnat rakennuksen vaipassa pysyvät aina oikeanlaisina. Rakentamisen aikaiseen puhtauteen ja painesuhteiden hallintaan tullaan kiinnittämään huomiota, jotta tilat ovat oikeissa olosuhteissa myös rakentamisen aikana.

Valaistuksen osalta kiinnitetään erityistä huomiota laadukkaisiin valonlähteisiin sekä ohjattavuuteen, joka mahdollistaa valoherkille henkilöille viihtyisät opetustilat. Opetus ja työskentelytilojen valaistuksenohjaus mahdollistaa värilämpötilan säädön. Tämä tarkoittaa, että valaistuksen värilämpötilaa voidaan säätää lämpöisemmän valkoiseksi joka on erityisen hyvä rauhallisiin hetkiin ja kylmemmäksi valkoiseksi joka on hyvä silloin kun vireystilaa tulee nostaa. Akustiikkasuunnittelussa on vastaavasti huomioitu ääniyliherkkyys, jotta jokaisella oppilaalla on mahdollisuus rauhalliseen oppimiseen.

Ekologisuus ja ympäristöarvot on otettu huomioon taloteknisissä järjestelmissä. Kaikissa järjestelmävalinnoissa ja –mitoituksissa otetaan huomioon energiatehokkuus. Vedenkäytön vähentämiseen on kiinnitetty huomiota ja kalusteet ovat vettä säästäviä malleja. Rakennuksen vesikatolle toteutetaan mittava aurinkosähkökenttä. Lisäksi toteutetaan lämpöpumppujärjestelmä, jolla saadaan tuotettua lämmitystä mm. lattialämmitettävälle alueille.

Rakennus toteutetaan A-energialuokkaan ja talotekniikan toteutusperiaatteissa on huomioitu RTS-ympäristöluokituksen 4 tähden vaatimukset. Näistä merkittävimpinä S2 sisäilmastoluokituksen mukainen työpisteiden operatiivinen lämpötila rakennuksen käyttöaikana sekä kattava toiminnanvarmistus sekä sen dokumentointi. Näin varmistetaan käyttäjille terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto koko rakennuksen elinkaaren ajalle.



Toiminnallisuus ja huolto

Rakennuksen elinkaaren hallinta ja toiminnallisuus ovat suuressa osassa rakennuksen kaikkien valittujen ratkaisujen taustalla.

Rakennusautomaation avulla varmistetaan energiankulutuksen pysyminen sovituisissa rajoissa olosuhteita vaarantamatta. Rakennuksen valaistusta ja ilmanvaihtoa ohjaavat anturit tuottavat samaan aikaan tietoa mm. sisäilmaston tilasta ja mahdollisista haitallisista aineista ilmassa. Näin varmistetaan turvallinen ympäristö kaikille kiinteistön käyttäjille.

Rakennuksen kriittiset osat varustetaan kosteusanturein, jolloin rakennuksen kosteutta voidaan seurata ja mahdollisiin poikkeamatilanteisiin voidaan puuttua välittömästi ja näin ollen varmistaa turvallisen ja terveellisen rakennuksen toiminta.

Tekniset tilat ja kulku niihin on järjestetty siten, että huolto- ja korjaustoimenpiteet voidaan hoitaa häiritsemättä koulun toimintaa.

Henkilöturvallisuus

Talotekniikassa yksi ohjaava tekijä on käyttäjien turvallisuus.

Rakennuksen turvallisuuteen kiinnitetään erityistä huomiota turvajärjestelmillä, mm. kattavalla videovalvontajärjestelmällä, rikosilmoitin- ja kulunvalvontajärjestelmällä sekä hyvällä ulkovalaistuksella. Tarvittaessa ulko-ovet voidaan lukita erillisestä painikkeesta, esim. opettajanhuoneesta tai kouluisännän huoneesta. Järjestelmävalinnat ovat luotettavia ja koeteltuja ratkaisuja. Rakenteelliseen palo-osastointiin ja paloturvallisuuteen sekä savukaasujen leviämisen estämiseen palotilanteessa kiinnitetään huomiota.

Rakennus on jatkuvassa yhteydessä 24/7 HelpDeskiin ja valvomoon, joten käyttäjä voi aina ottaa yhteyttä, jos avulle on tarvetta. Valvomon ansiosta rakennuksen mahdolliset häiriötilanteet havaitaan välittömästi ja niiden voidaan puuttua joko etäohjauksen tai paikalle lähetetyn huoltomiehen toimesta.

21 LVI-PERUSJÄRJESTELMÄT

21.1 Lämmitysjärjestelmä

Kohde liitetään Vantaan Energia kaukolämpöverkoston, joka on kohteen päälämmöntuotantomuoto.

Kaukolämmön lisäksi kohteeseen toteutetaan ilma-vesi-lämpöpumppu, jolla tuotetaan mm. lattialämmitettävien alojen lämmitystä.

21.11 Lämmityksen keskusosat

Rakennus saa lämpönsä Vantaan Energian kaukolämpöverkostosta. Kaukolämmön liittymisjohto ja mittauskeskus tuodaan lämmönjakohuoneeseen, joka sijaitsee rakennuksen 1. kerroksessa.

Lämmitysjärjestelmä toteutetaan neljällä lämmönsiirtimellä, jotka ovat tilalämmitysverkostot 1 ja 2, ilmastointiverkosto sekä lämmin käyttövesi. Lämmönjakokeskus on tehdasvalmis kokonaisuus tai erillisistä lämmönsiirtimistä koottu keskus, joka varustetaan säätöjaloilla, jalaksilla tai vastaavilla, joilla keskus kiinnitetään alustalleen.

Rakennuksen varustetaan ilma-vesi-lämpöpumpulla. Lämpöpumppu tuottaa lämmityskaudella lattialämmitettävien tilojen lämmityksen sekä kesäaikana kiinteistön tarvittavan jäähdytyksen.

Lämmityspiirien alustavat tehot ovat:

- IV-lämmitys 1200 kW (sisältäen kierrätysilmalämmityksen)
- Patterilämmitys 200 kW
- Lattialämmitys 170 kW
- Lämmin käyttövesi noin 450 kW

21.12 Lämmityksen siirto-osat

Lämmitysverkosto

Lämmitysputkistot toteutetaan pääosin teräsputkesta tyyppihyväksytyin liitoksin. Tapauskohtaisesti alle DN40 putket voidaan tehdä happidiffuusiotiivistä PEX-muoviputkesta suojaputkissa tyyppihyväksytyin liitoksin tai komposiittiputkesta.

Lämmitysputket asennetaan siten, että ne pääsevät vapaasti laajenemaan. Putkistot pyritään suunnittelemaan siten, että putkiston luonnolliset mutkat toimivat tasaajina. Putkistojen lävistäessä paloalueen, toteutetaan lävistykset erillisen palokatkosuunnitelman mukaisesti siten, ettei lävistys heikennä rakenteen palonkestävyyttä.

- Lattialämmitysverkostot tehdään happidiffuusiotiivistä PEX-putkesta.
- LTO-putkistot tehdään komposiitti-, RFe-, kupari- tai teräsputkea käyttäen tyyppihyväksytyin liitoksin.

- Mustat teräsputket \leq DN 40 0400
- Mustat teräsputket \geq DN 50 0304

Lämpöjohtoverkoston pumput

Pumput ovat pääsääntöisesti märkämoottoripumppuja taajuusmuuttajin.

Pumpun pesä ja juoksupyörä ovat valurautaa, haponkestävää terästä tai pronssia pumpattavan nesteen mukaisesti, akseli haponkestävää tai ruostumatonta terästä.

Venttiilit

Venttiilien materiaali ja koko valitaan putken materiaalin ja koon mukaan.

Sulkuventtiilit:

- Putket < DN 50: Palloventtiili PN 40, kierreliitoksin
- Putket > DN 50
 - Palloventtiili PN 16, hitsausliitoksin
 - Palloventtiili PN 25, hitsausliitoksin
- Putket > DN 200: Palloventtiili käsivaihteella PN 25, hitsausliitoksin
- Linjasäätöventtiilit:
 - Putket < DN 50: messinkinen linjasäätöventtiili 4014 tai 4012
 - Putket > DN 50: valurautainen säätöventtiili esim. 4014, varustettuna sulkuventtiilillä esim. 3753

21.13 Lämmityksen pääteosat

Kohteen tiloissa käytetään lämmönjakomuotona pääsääntöisesti vesikiertoista lattialämmitystä. Patterit varustetaan termostaattisilla patteriventtiileillä.

Radiaattorit

Vesikiertoisilla lämmityspattereilla lämmitetään mm. aineopetuksen tiloja, piazzaa sekä keittiöstä Patterit ovat levypattereita.

Lämmitysverkosto jaetaan tarvittaessa käyttötarkoituksen ja toiminnallisen tarpeen mukaisiin säätöryhmiin. Suurempien tilojen patteripiirit varustetaan toimilaitteellisilla säätöventtiileillä ja sähköisillä antureilla.

Lattialämmitys

Lattialämmitystä käytetään perusopetustiloissa, päiväkodin tiloissa sekä märkätiloissa (mm. pesu-/pukuhuonetilat). Märkätilat ovat eri piirissä kuin muut tilat mahdollistaen kesäkäytön.

Lattialämmityspiirit kootaan jakotukkeihin, jotka sisältävät:

- sulku- ja säätöventtiilit

- virtausmittarit
- lämpömittarit
- ilmanpoisto- ja tyhjennyshanat
- vuodonilmaisun

Kierrätysilmakoneet / oviverhopuhaltimet

Tuulikaapit, joissa on runsaasti liikennettä (esim. pääsisäänkäynti), varustetaan oviverhopuhaltimilla, jotka kytketään ilmanvaihdon lämmitysverkkoon.

Muiden pienempien sisäänkäyntien oviverhopuhaltimet ovat kattoon asennettavia ja/tai kattopinnasta kierretangoin kannakoitavia kasettikojeita. Laittevalinnoissa toimivuuden lisäksi kiinnitetään erityinen huomio laitteen äänitasoihin ja elinkaarikustannuksiin. Ohjaus toteutetaan ovikytkimen tilatiedon perusteella sekä tarvittaessa termostaattiohjattuna.

21.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

21.21 Vesi- ja viemärijärjestelmien keskusosat

Kiinteistön käyttövesi liitetään Tuusulan vesijohtoverkoston.

Jäteviemäriverdet johdetaan viettoviemärein käsittelemättöminä Tuusulan viemäriverkoston. Keittiön jätevedet johdetaan viettoviemärillä rasvanerotuskaivon kautta Tuusulan jätevesiviemäriverkoston.

Viemärit varustetaan määräysten mukaisin erotinjärjestelmin tarvittavilta osin.

Suunnittelussa huomioidaan erityisesti ulkopuolisten katto- ja sadevesien viemäroinnin suunnittelu sekä järjestelmän toimivuus eri vuodenaikoina.

Etäluettava vesimittari sijoitetaan lämmönjakohuoneeseen rakennuksen alimmassa kerroksessa.

Veden mittaukset on esitetty kohdassa T840 Energianmittausjärjestelmä.

Kiinteistö vesijohtoliittymä varustetaan toimilaitteellisella käyttöveden katkaisuventtiilillä, jota ohjataan murtohälytinalitteella sekä kiinteistön automaatiojärjestelmästä. Etäohjattavalla katkaisuventtiilillä voidaan reagoida vesivahinkoihin välittömästi sekä minimoida vahinkojen laajuus.

21.22 Vesi- ja viemärijärjestelmien siirto-osat

Vesijohtoverkoston putkistot

Kylmä- ja lämmin- sekä kiertoveden käyttövesiputket ovat kupariputkia kapillaari- tai puristusosin. Käyttövesiputkistot voidaan rakentaa myös komposiittiputkesta puristusosin.

Pääosin kalusteiden kytkentäjohtoina käytetään uppoasennuksessa PEX-muoviputkia suoja-putkin. Näkyviin jäävät kytkentäjohdot ovat pääsääntöisesti kromattua kupariputkea.

Käyttövesijohdot pyritään asentamaan siten, että mahdolliset vuodot tulevat heti esille. Koteloissa ja hormeissa olevat putkistot varustetaan vuodonilmaisimilla.

Verkostot suunnitellaan siten, että veden seisontajaksot putkistossa ovat lyhyitä, eikä lämmin vesi pääse kohtuuttomasti jäähtymään putkistossa. Vastaavasti kylmävesiverkostot suunnitellaan ja eristetään siten, ettei kylmä vesi pääse kohtuuttomasti lämpenemään.

Runkoputket mitoitetaan pienelle virtausnopeudelle, jolloin niihin voidaan tarvittaessa tehdä uusia putkiliitoksia rakennuksen elinkaaren aikana.

Keittiön vesijohtoihin asennetaan etäluettavat vesimittarit jälkimittaukseen.

Viemäriverkoston putkistot

Jätevesiviemärit tehdään kerroksissa äänieristetyillä tai desibeli muoviviemärillä ja alapohjan alla sekä pihamaalla PP-/PVC-muhviviemäristä. Kalusteiden pintaviemärit ja vesilukot ovat kromattuja.

Viemärit on varustettu tarvittavilla puhdistusluukuilla ja -putkilla. Kaikki viemärit rakennuksen sisällä on asennettu pintaan tai helposti avattavien koteloiden, kattojen tai huoltoluukkujen taakse. Saniteettikalusteet on tarvittaessa irrotettavissa viemärien puhdistusta varten.

Putkimateriaalit rakennuksessa:

- pohjaviemärit haaraviemäreineen PP -muoviviemäriputkia muhviliitoksin; käyttöluokka T (putket $d < 160$)
- mahdollisten puhallinkonvektoreiden jäähdytyslaitteiden kondenssivesiviemärit rakennetaan kupari- tai komposiittiputkesta.
- ilmanvaihtokoneiden kondenssivesiviemärit ovat muoviviemäriputkea.
- keittiön viemärit ovat rasvanerottimelle asti haponkestävää terästä muhviliitoksin

Putkimateriaalit rakennuksen ulkopuolella:

- PP/PVC -muoviviemäriä muhviliitoksin; käyttöluokka T (putket $d < 160$)

Sadevesiviemärit

Rakennuksen sisäpuolisia sadevesiviemäreitä ei ole, vaan kaikki kattojen sadevedet johdetaan syöksytorvin rännikaivoihin. Näin vältämme riskin mahdollisesta vesivahingosta rakennuksen sisällä.

Rakennuksen kattosadevedet ja piha-alueiden hulevedet johdetaan viettoviemärillä tilaajan tarjouspyynnössä määriteltyihin liitoskaivoihin.

Putkimateriaalit ulkopuolella:

- rakennuksen ulkopuoliset maanalaiset viemärit haaraviemäreineen PP/PVC -muoviviemäriputkia muhviliitoksin; käyttöluokka T (putket $d < 160$).

Venttiilit

Venttiilit ovat sinkkikadon kestävästä messinkiä, punametallia, valurautaa (vain kylmälle vedelle). Venttiilit asennetaan avattavin liittimin tai laipoin ja sellaisiin paikkoihin, että niitä on helppo käyttää, huoltaa ja vaihtaa.

Vesimittarin jälkeinen kylmänveden runkojohto varustetaan vakiopaineventtiilillä.

21.23 Vesi- ja viemärijärjestelmien pääteosat

Kalusteet tehdään ensiluokkaisesta laadusta ja ne ovat ulkonäöltään yhdenmukaiset.

Vesikalusteet ovat ääniluokkaa 1 ja kaikki kalusteet varustetaan kalustekohtaisilla kuulasulkuventtiileillä. Käyttövesijärjestelmän suunnittelussa huomioidaan veden käytön minimointi, ja vesikalusteina käytetään vettä säästäviä malleja.

Yleisten tilojen käsienpesuallaiden vesikalusteet (wc-tilat, sosiaalitilat, ruokala, keittiö) ovat kosketusvapaita elektronia kalusteita muuntaja / kiinteällä sähköliitännällä. Pesuhuonetiloissa käytetään aikakatkaisuun perustuvia suihkuhanoja.

Pesuallaina käytetään valkoisia posliinialtaita. Taitopajoissa, teknisissä tiloissa ja siivoustiloissa käytetään RFe-altaita.

Lattiakaivot ovat pääsääntöisesti muovikaivoja RFe-kansin.

WC-tilat varustetaan lattiakaivoilla ja siivoustilat ritiläkaivoilla. WC-tiloissa pesuallaiden viemärit johdetaan lattiakaivon sivuliitokseen piiloasennuksena.

21.24 Vesi- ja viemärijärjestelmien alueosat

Viemärin tarkastuskaivot

Jätevesiviemärien tarkastuskaivot ovat pohjakourullisia ja kourujen suunnanmuutos on enintään 45 °.

Rasvanerotimet

Keittiön rasvanerotin ja näytteenottokaivo sijoitetaan maan alle huoltopihalle.

Hiekkanerotimet

Piha-alueen sadevesikaivot varustetaan hiekkapesillä.

Sadevesikaivot

Sadevesikaivoina käytetään tehdasvalmiita muovikaivoja teleskoopilla. Kansiston mitoituksessa huomioidaan alueelle kohdistuvat kuormat. Kaivot varustetaan hiekkapesillä ja jäätymisenestoelementillä.

21.3 Ilmastointijärjestelmät

Opetus- ja työskentelytiloissa sisäilmaston suunnittelu- ja tavoitearvona tilojen käyttöaikoina käytetään lämpöolosuhteiden osalta sisäilmastoluokituksen S2 (SIL 2018) mukaisia arvoja. Näin varmistetaan käyttäjille terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto.

Eteiset, sosiaalitilat, varastot ja muut toissijaiset tilat ovat Sisäilmastoluokkaa S3.

Ilmanvaihdon koneiden toiminta-alueet määritellään toiminnallisuuden, käyttöaikojen ja palvelualueen koon perusteella, tavoitteena mahdollisimman hyvin tilojen käyttöä vastaavien käyttöaikojen asettelu.

LVI-tarvikkeiden valmistuksessa, kuljetuksessa, varastoinnissa ja asennustyössä noudatetaan "Sisäilmastoluokitus 2018" mukaista rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkaa P1. Rakennusmateriaalien luokitus on M1.

Ilmanvaihdon runkokanavat sijoitetaan pääosin alakattojen sisään, josta lvi-kuilujen kautta pystyy yhteydet kerroksiin. Myös tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtasäätimet pyritään sijoittamaan pääosin joko alakattojen sisään käytävillä ja IV konehuoneeseen. Ratkaisu mahdollistaa laitteiden ylläpidon ja huollon ilman häiriöitä tiloissa.

Tilakohtainen ohjaus

Tilakohtaiset ilmanvaihto- ja lämpötilaohjaukset toteutetaan rakennusautomaatioon liitetyillä säätöjärjestelmillä.

- Ruokasali, aulat, opetustilat, neuvotteluhuoneet, opettajien huone ja muut suuret tilat varustetaan tila- tai vyöhykekohtaisella tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla, joiden ohjaus toteutetaan tapauskohtaisesti huonelämpötilan / CO₂-pitoisuuden / liiketunnistimen avulla.
- Keittiö:
 - Keittiön perusilmanvaihtoa tehostetaan huuvien tehostuskytkimien avulla
 - Keittiössä on myös ns. "emännänkytkin" ilmanvaihdon lisäämää/tehostamista varten.
 - Keittiön poistohuuvat varustetaan rasvansuodatusjärjestelmällä.
 - Keittiön poistohuuvien jäteilmakanavisto varustetaan lämmöntalteenottojärjestelmällä.
- Ilmanvaihdon lisääkapainikkeet harkitaan tapauskohtaisesti esim. iltakäytön tarpeiden mukaan.

21.31

Ilmastoinnin keskusosat

Kohteen ilmanvaihto toteutetaan koneellisilla tulo-/poistoilmakoneilla, joissa on poistoilman lämmöntalteenotto ja sisäilmaolosuhteiden vaatiessa myös tuloilman jäähdytystoiminto. Koneiden palvelualueet jaetaan käyttötarkoituksen ja -ajan mukaisesti. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimien kierroslukua säädetään kulloisenkin tarpeen mukaiseksi siten, että sisäilman lämpötila ja muut laatutavoitteet saavutetaan.

Jäähdytystarve ja sisäilmastotavoitteiden toteutuminen osoitetaan dynaamisin simuloinnein perustuen SIL 2018 periaatteisiin.

Alustava ilmanvaihtokonejako palvelualueineen, ilmamäärineen ja hyötysuhteineen listattu alla:

Tunnus	Palvelualue	Ilmamäärä (m ³ /s)	LTO hyötysuhde%	Jäähdytys
G301TK	Opetustilat, 1-3.krs	3,5	Pyörivä, 78%	
G302TK	Opetustilat, 1-3.krs	3,5	Pyörivä, 78%	

G303TK	Opetustilat, 1-3.krs	4,3	Pyörivä, 78%	
G304TK	Opetustilat, 1-3.krs	4,3	Pyörivä, 78%	
G305TK	Sosiaali- ja WC-tilat, 1-3.krs	4,4	Vesi-glykoli, 68%	
G306TK	Liikuntasali	4,7	Pyörivä, 78%	
G307TK	Keittiö	n.3,5	Vesi-glykoli, 68% Peuspoisto-LTO. Vesi-glykoli, 55% Rasvapoisto	Jäähdytys
G308TK	Ruokala ja Aulat, 1-2.krs	5,5	Pyörivä, 78%	
G309TK	Hallinto	1,7	Pyörivä, 78%	Jäähdytys
G310TK	Aineopetus, 1-2.krs	3,9	Pyörivä, 78%	
G311TK	Tekninen työ ja kotitalous 1.krs	3,2	Vesi-glykoli, 68%	
G312TK	Ryhmätilat, Sali, Ruokailu- ja Hallintotilat, Päiväkoti, 1-2.krs	4,7	Pyörivä, 78%	Vyöhyke-jäähdytys
G313TK	Sosiaali- ja WC-tilat, Päiväkoti 1-2.krs	1,5	Vesi-glykoli, 68%	

Porrashuone varustetaan vastavirta levylämmönvaihtimella varustetulla LTO koneella. Lisäksi rakennukseen tulee toteutusvaiheessa määriteltävä määrä erillispoistoja (mm. radonpoisto ja kohdepoistot) sekä erilliset, pienet ilmanvaihtokoneet osastoiduille uloskäytävillä. Erillispoistopuhaltimet ovat kanavapuhaltimia ja ne sijoitetaan ilmanvaihtokonehuoneisiin tai muihin teknisiin tiloihin tai huippumureita vesikatolla.

Kojeiden sisään tulevat pyörivät ja värisevät osat eristetään koteloringosta tärinänvaimentimin ja joustavin liitososin. Kaikki kojeet asennetaan palkkialustalle, joissa on säädettävät jalat.

Puhaltimet toimitetaan käyttöineen ja moottoreineen varustettuna tarpeellisin suojuksin, liittimin, kannattimin ja huoltoluukuin ja ikkunoin. Puhaltimet varustetaan sisävaloilla. Koteloidut puhallinosat varustetaan ilmamäärän mittauksella. Ilmamäärän mittaus on digitaalinen rakennusautomaatiikkaan liitettävä osoittavalla näytöllä varustettu mittalaite.

Sähkötehokkuus

Tuloilmakojeiden SFP sähkötehokkuusluku on enintään 1,8 kW/m³/s. SFP_int-luku on nestekiertoisia LTO-laitteita sisältävissä koneistoissa max. 1,4 kW/m³/s, ja muunlaisia LTO-laitteita sisältävissä koneistoissa max. 0,9 kW/m³/s

Ulkoilmasäleikköinä käytetään lumi- ja sadesuojia, joilla ehkäistään tehokkaasti lumen ja veden kulkeutuminen ulkoilmakammioihin. Säleiköt mitoitetaan hyvin pienelle otsapintanopeudelle, ja ulkoilmakammiot varustetaan kuivakaivoilla sähkösaatoin.

21.32 Ilmastoinnin siirto-osat

Kanavaosien mitat noudattaa standardia SFS 3541. Kanavat sekä niiden osat ja varusteet liitetään toisiinsa tiiviisti standardin SFS 4699 vaatimuksia noudattaen.

Ilmanvaihtokanavina käytetään pestyjä kanavia ja osia tai siten valmistettuja, että ne ovat öljyttömiä ja puhtaita. Kanavat toimitetaan työmaalle ja säilytetään siellä tulpattuina, osat muoviin pakattuina. Asennuksen jälkeen kanavat tulpataan välittömästi.

Tarkastus- ja puhdistusluukut toteutetaan määräysten mukaan ja niin, että kanaviston huolto onnistuu rakennuksen elinkaaren aikana tehokkaasti ilman suurempaa häiriötä.

Tuloilman kanavat pääosin lämpöeristetään solukumieristeellä tai diffuusiotiiviisti mineraalivillalla.

Paloeristykset sekä palopellit toteutetaan määräysten mukaisesti palo-osastojen rajalle niin, että rakenteellinen palo-osastointi täyttyy.

Raitisilmakanavien eristys 100mm, jäteilmakanavat 50/100mm, eristeenä mineraalivilla.

21.33 Ilmastoinnin pääteosat

Tuloilman päätelaitteina käytetään pääosin kattomallin suutin- ja pyörrevirtahajottajia ja seinäsäleikköjä sekä piennopeushajottajia. Poistoilman päätelaitteina käytetään pääsääntöisesti pyöreitä poistoventtiileitä ja säleikköjä.

Päätelaitteiden maalaustapa on polttomaalaus ja päätelaitteiden väri on valkoinen tai muu valmistajan vakioväri.

21.4 Jäähdytysjärjestelmät

Rakennuksen jäähdytystarpeen minimoimiseksi käytetään ensisijaisesti rakenteellisia keinoja ulkoisen lämpökuorman vähentämiseksi.

Hallinnon, keittiön ja päiväkodin tuloilma viilennetään ilmastointikoneissa. Muita tiloja viilennetään tapauskohtaisesti tila- tai vyöhykekohtaisilla jäähdytysratkaisulla perustuen olosuhdesimulointeihin siten, että asetetut lämpötilavaatimuksen täyttyvät.

Sähkö- ja/tai serveritilojen jäähdytys toteutetaan ensisijaisesti ulkoilmalla, lisjäähdytys toteutetaan tarvittaessa puhallinkonvektoreilla. Puhallinkonvektorien käyntiä ohjaa huonelämpötila.

21.5 Palontorjuntajärjestelmät

Tilat varustetaan paloteknisen suunnitelman vaatimuksien mukaisesti tarvittaessa pikapalopostein. Kiinteistöä ei varusteta automaattisella vesisammutuslaitteistolla.

21.6 Väestönsuojien LVI-järjestelmät

Rakennukseen toteutetaan S1-luokan väestönsuojat, jonka LVI-tekniikka toteutetaan viranomaismääräysten mukaisesti.

Väestönsuojan jätevedet viemäroidään venttiilikaivon kautta ulos, liitosviemäri venttiilikaivon ja ulkoseinän välillä on HFe-muhviviemäriä.

22 LVI-ERITYISJÄRJESTELMÄT

22.1 Paineilmajärjestelmät

Paineilmapisteitä varten asennetaan painesäiliöllä varustettu paineilmakompressori tarjouspyynnön mukaisesti. Paineilmaa käytetään koneiden ja laitteiden puhdistukseen ja paineilmatyökaluissa.

Paineilmapisteitä on yhteensä n. 9 kpl. Paineilmalaitteisto mitoitetaan 3 kpl paineilmapisteen yhdenaikaiselle käytölle.

Kompressori sijaitsee erillisessä tilassa 1. kerroksessa huoltopihan läheisyydessä. Kompressori käynnistyy automaattisesti. Kompressorin käyntitilasta ja hälytyksistä johdetaan tieto rakennusautomaatioon.

22.2 Kaasujärjestelmät

Kohteen kaasukeskus asennetaan kiinteistön ulkoseinälle rakennettaviin huonetiloihin. Kaasukeskukseen sijoitetaan asetyleeni-, happi-, argon- ja nestekaasut.

22.3 Hitsauskärynpisto

Hitsauspisteet on varustettu syntyvien epäpuhtauksien kohdepoistojärjestelmällä. Käryt poistetaan työpisteistä varrellisella pienkohdepoistosuulakkeella tai kiinteällä imulla.

22.4 Purunpoistojärjestelmä

Kiinteistöön asennetaan purunpoistojärjestelmä. Purunpoisto sijoitetaan erilliseen konttiin.

Purunpoistolaitteisto mitoitetaan siten, että 5 kpl purunpoistoa vaativista laitteista on samanaikaisesti käytössä. Purunpoistokontin laitetila varustetaan määräysten mukaisella paineen purkauksella.

S SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

Yleiset toteutusohjeet ja vaatimukset

Järjestelmien valinnoissa kiinnitetään erityisesti huomiota järjestelmien energiatehokkuuteen, elinkaareen ja muuntojoustavuuteen. Sähköasennukset toteutetaan voimassa olevien standardisarjojen SFS 6000 ja SFS 6001 mukaisesti.

S1 Asennus- ja apujärjestelmät

S110 Kaapelihyllyjärjestelmä

Kaapelihyllyinä käytetään teräsrakenteisia tikashyllyjä sekä näkyvillä osin polttomaalattuja valkoisia levyhyllyjä. Vahva ja heikkovirtakaapelit asennetaan pääosin eri hyllyille. Samalle hyllylle asennettaessa huomioidaan häiriötäisyydet.

Järjestelmille, joiden kaapelointi on määräysten mukaan tehtävä palonkestävästi, rakennetaan omat erilliset palonkestävät johtotiet. Palonkestävät kaapelit sijoitetaan teräshyllylle siten, ettei niiden päälle voi palotilanteessa pudota mitään.

Muuntojouston ja tulevaisuuden laajennusten varalta, kaapelihyllyt asennetaan niin että niihin voidaan lisätä kaapeleita jälkikäteen.

S120 Johtokanavajärjestelmä

Johtokanavina käytetään polttomaalattuja valkoisia alumiinikanavia, joissa on tarvittaessa erillinen telekaapelitila. Johtokanava-asennuksissa käytetään sellaisia johtokanavakokoja, joihin jää noin 30 % vapaata kaapelointitilaa jälkiasennuksia varten joka, mahdollistaa pienimuotoiset lisäykset jälkikäteen ilman suurempia katkoksia toiminnassa. Johtokanavia käytetään asennuksiin tiloissa, joissa pistorasiapylvään käyttö ei ole tilan- tai toiminnallisuuden kannalta mahdollista.

Kevyissä väliseinissä väliseinien läpi menevät johtokanavat asennetaan katkeamattomina ja äänieristetään myös sisältä. Paloalueiden rajalla johtokanavat katkaistaan.

S130 Lattiakanavajärjestelmä

Tiloihin, joissa on tarpeen rakentaa sähkö- ja tietotekniset liitännät lattian kautta, toteutetaan ne lattiarasiajärjestelmällä, esim. neuvotteluhuoneet sekä ruokala.

S140 Ripustusjärjestelmä

Valaisinripustuskiskoina, varasto- ja teknisissä tiloissa käytetään sinkittyjä teräksisiä valaisinripustuskiskoja. Valaisinripustuskiskot ovat esim. MEK 70 M tai vastaava.

S150 Läpiviennit

Johdot ja johtotiet suojataan läpimenokohdassa mekaanista vaurioitumista vastaan. Kaikki läpimenot tiivistetään lävistetyn rakenteen ominaisuuksia vastaavaksi. Palo-aluerajojen läpimenot tiivistetään lävistetyn rakenteen ominaisuuksia vastaavaksi. Palo-aluerajojen läpiviennit tehdään palosuojamassalla. Myöhempien muutosten varalta läpivienteihin asennetaan varaputkia.

S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset

S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen

S211 Sähköliittymä

Kiinteistö liitetään Carunan sähkönjakeluverkkoon pienjänniteliittymänä maakaapelein. Liittymäkoko on 960 A. Mikäli päiväkotioptiota ei toteuteta samassa rakentamisaikataulussa, koulun sähköliittymän koko on 800A.

Tontin pohjois-päätyyn viherkaistalle sijoitetaan Carunan puistomuuntamo.

S212 Aurinkovoimayksiköt

Kohteeseen toteutetaan aurinkosähköjärjestelmä. Järjestelmän alustava teho on 160 kWp. Järjestelmän tarkemmat energiantuotot on määritelty energiatehokkuus-asiakirjassa (Liite 8 Suunnitteluratkaisun energiatehokkuus).

Aurinkopaneeleiden tuottama sähköenergia siirretään inverttereiden kautta kiinteistön sähköverkkoon. Aurinkosähköllä tuotettu energia jakaantuu tasaisesti kiinteistön verkkoon, sen mukaan missä on tuotantohetkellä kulutusta.

Katolla ja rakennuksen ulkopuolella kulkevat AC- ja DC-kaapeliin ovat koteloituja. Asennus toteutetaan käyttämällä asennustelineissä irrallisia painokiviä telineiden paikallaan pysymiseen.

Palokunnan hyökkäystielle sijoitetaan aurinkosähköjärjestelmän erotuskytkin.

S22 Sähköenergian pääjakelu

Sähkönjakelu sisältää normaalijakelun. Sähkönjakelu toteutetaan 5-johdinjärjestelmän (TN-S) mukaisena tähtimäisenä jakeluna.

S222 Pääjakelujärjestelmät (keskukset)

Sähkönjakelu toteutetaan pääkeskuksilta jakelualueittain sijoitettujen ryhmäkeskusten kautta.

Ryhmäkeskukset sijoitetaan pääsääntöisesti rakennusaineisiin jakokeskuskomeroihin, lukuun ottamatta teknisiin tiloihin sijoitettavia koteloituja keskuksia. Pääkeskuksilta rakennetaan keskuskohtaiset nousukaapeloinnit ryhmäkeskuksille.

Keskukset rakennetaan standardien SFS-EN 60439-1 ja SFS 60439-3 mukaan. Pääkeskukseen asennetaan ylijännitesuojat, jotka toimivat sekä salama- että ylijännitesuojina. Rakennukseen ei toteuteta ulkoista ukkossuojausta.

S2222 Sähköpääkeskus

Rakennuksen sähkönjakelu ryhmäkeskuksille tapahtuu pääkeskuksen kautta. Pääkeskus on lattialla seisova kevyt kennokeskus (IP30). Pääkeskus on nimellisvirraltaan 1000 A.

S2223 Maadoitukset

Kiinteistölle asennetaan maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmä. Maadoitus- ja potentiaalintasaukset toteutetaan standardien SFS 6000 ja SFS 6001 mukaisesti.

S2224 Loistehon kompensointilaitteet

Rakennuksen mahdollinen sähköverkon loisteho kompensoidaan keskitetyllä automaattisella, estokelatyyppisellä kompensointiparistolla. Kompensoinnin tarve selvitetään ensimmäisen palvelujaksovuoden aikana.

S2227 Sähköenergian kulutus-, laatu- yms. mittaukset

Kiinteistön kulutuksia seurataan ja käyttäjän kulutus mittaroidaan erikseen palveluntarjoajan vastuun piirissä olevasta kulutuksesta.

Sähkö

- Kiinteistösähkönkulutus (PT:n vastuulla oleva kokonaisuus)
- Sulanapitojärjestemät (teho > 500 W)
- Jäähdytysjärjestelmä
- Laitoskeittiön jäähdytysjärjestelmä
- Valaistuksen sähkönkulutus, sisä- ja ulkovalaistus erikseen
- Aurinkosähkövoimalan tuottama sähköenergia
- Lämpöpumpun kuluttama sähköenergia
- Ilmanvaihtokoneet, keittiön ilmanvaihtokoneet erikseen
- Käyttäjien sähkönkulutus (sisältää käyttäjäpistorasiat, keittiölaitteet, kylmiöt, purunpoistolaitteet, keramiikkauuni, teknisentyn koneet, AV- ja muut käyttäjälaitteet sekä mahdolliset tilakohtaiset jäähdytyslaitteistot). Käyttäjäsähkönkulutus saadaan vähentämällä rakennuksen kokonaiskulutuksesta palveluntuottajan vastuulle kuuluvat kulutukset.

Lämpö

- Tilalämmitys
- Ilmanvaihdon lämmitys, keittiön ilmanvaihto erikseen
- Lauhdelämmön LTO
- Lämpöpumppujen tuottama energia
- Lämmin käyttövesi (päämittaus-tila/iv lämmitys)

Vesi

- Lämmin käyttövesi
- Lämmin käyttövesi (keittiö)
- Kylmä käyttövesi

S2228 Keskusten väliset syöttöjärjestelmät

Sähkönjakelu pääkeskuksesta ryhmäkeskuksille toteutetaan tavanomaista kaapelointia käyttäen.

S2229 Sähkön jakokeskukset

Rakennuksen ryhmäkeskusten syöttö tapahtuu pääkeskusten kautta. Erillisiä nousukeskuksia ei asenneta. Ryhmäkeskukset ovat kosketussuojattuja kuivan tilan kehikkokeskuksia.

LVI-konehuoneiden ja teknisten tilojen ryhmäkeskukset tehdään metallikoteloituina keskuksina (IP34).

Jakokeskuksissa johtosuojina käytetään johdonsuoja-automaatteja 25 A:n lähtöihin asti ja yli 25 A:n lähdöissä käytetään kahvarokkeita. Keskuksiin suunnitellaan varalähtöjä n. 15 ...20 % mahdollista enimmäiskäytön muutokset ja lisäykset ilman laajempaa katkosta toiminnassa.

S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

Voimaryhmäjohdot mitoitetaan käyttäjältä ja muilta suunnittelijoilta saatavien laite- ja tehotietojen perusteella (keittölaitteet, LVI- laitteet ym.) Voimaryhmäjohtoja asennetaan mm. hissille, LVI-laitteille jne.

S24 Sähköliitännäsjärjestelmät

S241 Pistorasiat

Vahvavirta- ja telerasioiden kalustesarjana käytetään yhtenäistä vakiomallista valkoista kalustesarjaa. Rakennukseen asennetaan tarvittavat pistorasiapisteen merkintätarroit ja niille ryhmäjohdot.

S242 Kosketinkiskojärjestelmä

Rakennukseen asennetaan 3-vaiheisia polttomaalattuja kosketinkiskoja.

Kaikkiin pinta-alaltaan yli 60 m² avoimen oppimisympäristön opetustiloihin (ei tavallisiin luokka- tai ryhmätiloihin) sijoitetaan alakaton tasoon 3 kappaletta 5 metriä pitkiä virtakiskoja (60 m² kohden).

S244 Pistorasiapylväät

Avoimen oppimisympäristön tilojen sähkö- ja tietoteknisten liityntöjen jakelu toteutetaan pääasiassa pistorasiapylväin.

Pistorasiapylväillä toteutettu sähkönjakelu mahdollistaa tilojen helpon muunneltavuuden, kun seinärakenteissa kulkevat kaapeloinnit on viety minimiin. Pylväät liitetään kattoon asennettuihin kosketinkiskoihin.

S245 Autolämmityspistorasiat

Kohteeseen ei toteuteta autolämmityspistorasioita.

S246 Pistorasiakeskukset

Erillisiä pistorasiakeskuksia ei toteuteta kohteeseen.

S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä

Mahdollisten liitin- ja johtosarjajärjestelmien tarve ja mahdollisuudet selvitetään jatkosuunnittelussa. Liitinsarjaa voidaan käyttää mm. valaistuksen ryhmittelyyn sekä pistorasiapylväisen syöttöihin.

S248 Sähköautojen latauspistorasiat

Sähköautojen latauspisteillä varustettuja autopaikkoja rakennetaan 10 % autopaikoista (noin 15 kpl). Latauspisteistä kolme (3 kpl) on tyyppiä 400 VAC 32 A (22 kW) ja loput pienempää (3,6kW). Sähköautojen latausjärjestelmä toteutetaan siten, että latauslaitteet toimittaa sekä kytkee ja asentaa ja operoi ulkoinen, tilaajan hankkima operaattori.

Lisäksi toteutetaan lain vaatima määrä (20% autopaikoista, eli noin 30 kpl) varauksia latauspisteille. Varaus toteutetaan paikoitusalueen yhteyteen asennettavalla katujakokaapilla sekä riittäväillä putkituksilla.

Liittymämitoituksessa ja tehotarkastelussa huomioidaan jokainen em. latauspiste täysimääräisesti ilman tasauskertoimia.

Loppujen parkkipaikkojen yhteyteen tuodaan varausputket vetonaruilla, joiden kautta latauspisteitä voidaan lisätä myöhemmin. Varausputket sijoitetaan siten, että vähintään yksi kulma autopaikasta on sitä kohti. Tarkoittaen sitä, että kaksi vierekkäistä ja niiden vastapäätä olevat paikat voidaan toteuttaa yhdellä varausputkella, joka sijoitetaan niiden keskelle. Varaus toteutetaan katujakokaapilla, jossa on riittävästi lähtöjä varalla. Katujakokaapista putkitetaan reitti sähköpääkeskukseen ja kaapelikaivojen kautta parkkipaikoille.

S25 Valaistusjärjestelmät

Valaistus suunnitellaan tilojen erityisvaatimusten mukaisesti yhteistyössä arkkitehdin ja käyttäjien kanssa, ottaen huomioon tilojen erityistarpeet. Valaistukset toteutetaan pääosin LED-valaisimin. Suunnittelussa hyödynnetään varsinkin LED-valaistuksen tuomaa tilansäästöä, lämpökuorman vähenemää sekä elinkaarikustannuksen tuomaa säästöä.

S251 Sisävalaistusjärjestelmä

Kohteeseen toteutetaan yleisvalaistusjärjestelmä, joka toimii yleis-, kulku- ja työskentelyvalaistuksena. Valonlähteinä käytetään pääosin LED-valaisimia. Pyyhittävien pintojen minimoimiseksi käytetään mahdollisimman paljon alakattorakenteisiin upotettuja valaisimia, 600*600 moduulivalaisimia ja downlight-valaisimia.

Valaistustasoina käytetään seuraavia arvoja (jälkimmäinen lx-lukema valaistuksen "uutena" arvo):

• toimistotilat	500 – 600 lx
• opetustilat (säädetty)	500 – 600 lx
• käytävät ja aulatilat	150 – 300 lx
• ruokala	300 lx
• keittiöt	500 lx
• liikuntasalit (säädetty)	500 lx
• käsityö ja teknisen opetuksen tilat	500 – 600 lx
• tekniset tilat	200 – 300 lx
• sosiaalitilat	200 – 300 lx
• varastot	150 – 200 lx
• aluevalaistus piha-alueen liikennöinti-, toiminta- ja oleskelualueilla	20 lx, 0,4 Emin/EM
• aluevalaistus autojen pysäköintialueella	20 lx, 0,25 Emin/EM
• aluevalaistus pelikentillä	50 lx, 0,5 Emin/EM
• reuna-alueet, pl. metsän kaltaiset osat	0 – 15 lx

Muilta osin sisävalaistus toteutetaan noudattaen standardin SFS EN-12464-1 vaatimuksia.

Valonlähteiden värielämpötila kaikkialla on neutraali (4000 K; tiloissa, joissa on HCL, niin tämä on oletusarvo).

Valaistusta ohjataan pääosin läsnäolotunnistimin. Lisäksi oppimis- ja työtilojen valaistuksiin toteutetaan **valotason ja värielämpötilansäätö** (HCL = Human Centric Lighting). Pukuhuone-, suihku/pukeutumis- ja wc-tiloissa valaistuksia ohjataan läsnäolotunnistimilla. Neuvottelu- ja kokoustilojen valaistus on painikkeista himmennettävissä.

Käytävä-, porras- ja aulatiloissa valaistuksia ohjataan liiketunnistimilla sekä valoisuusantureilla siellä missä luonnonvalo tulee tilaan. Puku-, peseytymis- ja wc-tiloissa sekä muissa vastaavissa tiloissa valaistuksen ohjaus toteutetaan liiketunnistimilla tai valaisimiin sijoitetuin liiketunnistimin.

Ruokalataloissa valaistuksia ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmalla, liiketunnistimilla sekä painikkeilla.

S252 Alue- ja ulkovalaistusjärjestelmä

Alue- ja ulkovalaistuksen valaisimina käytetään LED-valaisimia. Valaistuksen ohjaaminen tapahtuu rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyn valoisuusanturin sekä aikaohjelman kautta. Lisäksi ulkovalaistus on säädettävissä esim. dali-järjestelmän kautta, mm. automaatioon liitetyllä kärke tiedolla. Valaistuksen määrää lasketaan keski- ja aamuyön tunneiksi (esim. 1/3 ja 2/3 ohjauksin).

Lisäksi huomioidaan liikkeen tunnistus myös ulkovalaistuksen ohjauksissa. Alueelle tultaessa valaistus nousee keski- ja aamuyöllä liikkeen havaittuaan ns. normaalitasoon.

Liikuntapaikkojen valaistusta pystytään ohjaamaan erillisenä yleisestä valaistuksen ohjausjärjestelmästä.

Valaistuksessa otetaan huomioon erityisesti turvallisuus ja kameravalvonnan asettamat vaatimukset.

S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä

Rakennukseen ei toteuteta erillistä julkisivuvalaistusjärjestelmää.

S26 Sähkölämmitysjärjestelmät

Rakennuksen sadevesijärjestelmän toimivuus varmistetaan sähkölämmityksellä (sadevesikourut sekä syöksytorvet). Lämmityskaapeleina käytetään itsesäätyviä lämmityskaapeleita.

Sähkösulatukset jaetaan ilmansuunnan perusteella alueisiin ja kunkin alueen lämmitystä ohjataan sen olosuhteiden ja tarpeen mukaan. Lämmityksiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmään liitettyjen lämpö- ja lumiantureiden tiedon perusteella

Rakennuksen luiskien, ovien kynnysten sekä muiden tarpeellisten alueiden kulkukelpoisuus varmistetaan ensisijaisesti katoksilla ja lipoilla. Tarvittaessa kulkukelpoisuus varmistetaan sähköisillä sulanapitojärjestelmillä.

Sähkölämmitysjärjestelmien mitoituksessa otetaan huomioon kovat pakkaset ja nopeat lämpötilanvaihtelut, ja varmistetaan että niitä palvelevat järjestelmät toimivat moitteetta kaikissa olosuhteissa.

S4 Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset

Kohteeseen toteutetaan ulkoseinään maadoituskisko ja liitosyhteet varavoimajärjestelmän liittämistä varten.

Varavoimajärjestelmällä syötetään sähkö mahdollisissa sähkökatkotilanteissa ensimmäisen kerroksen opetustiloihin (yht. vähintään 100 m² alue sis. mm valaistuksen, ilmanvaihdon, pistorasiat yms.). Lisäksi varavoimajärjestelmän tulee syöttää virta rakennuksen turvajärjestelmille, kuten turvavalaistus-, paloilmoin- ja hätäkuulutusjärjestelmä.

Suunnittelussa täytyy huomioida se, että varavoiman kautta on myös mahdollista hoitaa kyseisten tilojen lämmitys (sähkökäyttöiset irtolämmittimet).

Varavoimalaitteiston hankinta on Tilaajan vastuulla.

S5 UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset

Turvajärjestelmien jännitesyöttö tapahtuu omilla virtalähteillä, joissa on oma akusto tai UPS-laite. Videovalvontajärjestelmän tallentimelle asennetaan oma paikallinen UPS-laite järjestelmän turvallista alasajoa varten. Erillistä keskitettyä UPS-järjestelmää ei toteuteta.

S6 Turvavalaistusjärjestelmät

Sähkökatkosten varalta asennetaan rakennukseen turva- ja poistumisopastevalaistusjärjestelmä, jolla taataan turvallinen poistuminen rakennuksesta. Järjestelmä toteutetaan voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Valaisimet ovat yksikkökullisia LED-valaisimia.

Yksikkökullisten valaisimien akun käyttöikä on vähintään 7 vuotta.

T TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

T1 Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät

T110 Antennijärjestelmä

Kohteeseen ei toteuteta erillistä antennijärjestelmää. VSS-tiloihin tarvitaan kuitenkin riittävät poikkeusolojen viestintäyhteydet.

T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä

Rakennuksen kuulutukset tapahtuvat äänentoistojärjestelmän avulla. Järjestelmä toteutetaan osana Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmää (T670).

T130 Yleiskaapelointijärjestelmä

Kohde liitetään tele- ja tietoliikenneverkkoihin valokuidulla.

Rakennukseen asennetaan nopeaan tiedonsiirtoon soveltuva yleiskaapelointi ATK- ja puhelinyhteyksiä varten. Runkokaapelointi pääjakamolta kerrosjakamoihin toteutetaan OS-2-luokan yksimuotokaapelilla. Työpistekaapelointi kerrosjakamoilta työpisteille toteutetaan CAT7 S/FTP-kaapelein ja Cat 6A mukaisilla RJ-45 liitinyksiköillä. Järjestelmän siirtotieluokka on Ea.

Alustavasti pisteitä varataan seuraavasti:

- toimiston työpiste 2 x 2 kpl / työpiste. **)
- opettajan pöytä oppimistilassa 2 x 2 kpl / opettajan pöytä. **)
- oppimistilassa oleville kiinteille älytauluille/projektoreille 2 kpl / luokka. **)
- oppimistilassa oleville siirrettäville älytauluille 2 x 2 kpl / eri puolille oppimistilaa. **)
- oppimistilan tietokonevaunulle latauspiste 2 kpl / oppimistila. **)
- oppimistiloihin virtakiskojen yhteyteen 2 x 2 kpl / kisko. **)
- kopiokoneet, faksit ja info-tv –järjestelmä 2 kpl / piste. **)
- äänentoistojärjestelmän keskusyksikkö 2 kpl. **)
- ruokalan, aulatilán, liikuntasalin tms. esitystilat 4 kpl / tila. ***)
- lattiarasiat ja muut työpisteiden mukaisesti 2 kpl / piste. **)
- oppimistilojen, neuvottelutilojen ovenpielet 1 kpl / ovi ***)
- näyttämön ja salin sivuseinän puolenvälin väliin 4 kpl (suora yhteys)
- WLAN pisteet 1 x 2 kpl / paikka
- tulostaulu (tarvittaessa)

*) 1 kpl tarkoittaa yhtä yksiosaista RJ-45 pistoketta

**) 2 kpl tarkoittaa yhtä kaksiosaista RJ-45 pistoketta

***) 4 kpl tarkoittaa kahta kaksiosaista RJ-45 pistoketta

Tarvittavat yleiskaapelointi- ja pistorasiapisteet asennetaan koko rakennuksen kattaville WLAN-tukiasemille (pois lukien toissijaiset tilat kuten vessat, varastot jne.). Wlan-tukiasemat, aktiivilaitteet, ristikytkennän liitoskaapelit sekä työasemakaapelit hankkii käyttäjä.

T140 Puhelinjärjestelmä

Puhelinjärjestelmä rakennetaan atk-verkon kanssa yhteisenä yleiskaapelointiverkkona. Järjestelmän liitännäispisteinä käytetään RJ45-rasioita.

T150 Ovipuhelinjärjestelmä

Kohteeseen asennetaan ovipuhelinjärjestelmiä sisälle pääsemistä varten tilanteisiin, joissa ulko-ovet ovat lukittuina.

Pääovelle toteutetaan IP-pohjainen ovipuhelinjärjestelmä, joka siirtää ääntä ja kuvaa mm. mobiililaitteisiin ennalta määriteltäviin numeroihin/laitteisiin (esim. kohdevastaava), ja jonka kautta ovi voidaan avata.

Muille käyttöulko-oville (mm. oppimissolut, keittiö, liikuntatilat) asennetaan valaistut painonapit ja sisätiloihin summerit.

T170 Matkaviestintäverkkojen sisääntennijärjestelmä

Tarvittaessa matkapuhelinten kuuluvuus varmistetaan rakentamalla rakennukseen lisääntennit, joilla puhelinten kuuluvuus varmistetaan. Matkapuhelimien kuuluvuus tarkistetaan ja mitataan rakentamisvaiheessa. Mahdollisen monioperaattoriverkon keskuslaitteet ovat tilaajan hankinnassa.

T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät

T210 AV-järjestelmä

Kuvan, puheen, äänen sekä muiden ohjelmälähteiden tuottaman ohjelman tai esityksen välittämistä varten osa rakennuksen tiloista varustetaan AV-järjestelmän laitteilla ja varusteilla.

Ruokala/näyttämö sekä monitoimisali varustetaan esitystekniikan valaisinansoilla: monitoimisaliin 2 kpl sekä piazzalle 1 kpl. Valaisinansaat Palveluntuottajan hankinnassa, mutta kohdevalaisimien hankinta Tilaajan AV-laitepotissa.

Projektorihissi toteutetaan monitoimisaliin. Piazzan kuvantoisto toteutetaan näyttöseinällä (ei projektorilla). Näyttöseinä Tilaajan hankinnassa.

T240 Kuulolaitejärjestelmä

Kuulolaitejärjestelmillä siirretään ääni, tilan äänentoistojärjestelmästä tai mikrofoniin, induktiivisesti kuulolaitteisiin ja mahdollistetaan näin kuulolaitteiden käyttäjille selkeä ja häiriötön ohjelmaaänen kuuntelu.

Keskeiset yleisötilat kuten liikuntasalit, musiikkiluokat ja ruokasali tulee varustaa induktiosilmukalla. Kiinteä induktiosilmukka tulee toteuttaa siten, että se kattaa ruokasalista 100 % ja liikuntasalista n. 50 % (katsomokäyttöön tarkoitettu alue).

Vahtimestarin/kouluisännän tilaan toteutetaan palvelupistesilmukka.

T3 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät

T320 Varattuvalojärjestelmä

Erillistä varattu-valo järjestelmää ei toteuteta.

T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä

Sisäänpyyntöjärjestelmiä toteutetaan tarvittaessa rehtorien, koulusihteerien ja oppilashuollon huoneisiin.

T340 Avunpyyntöjärjestelmä

Kohteen LE-WC tiloihin asennetaan avunpyyntöjärjestelmät välitöntä apua tarvitsevien henkilöiden varalle. Avunpyynnöt välitetään kouluisännän huoneeseen.

T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät

T410 Ajannäyttöjärjestelmä

Ajannäyttöjärjestelmä toteutetaan jokaiseen toiminnalliseen tilaan (1 kpl/tila): oppimistilat, työtilat, sosiaalityötilat, keittiö, ravintolasali. Lisäksi ulkokelloja asennetaan välituntipihojen seinustalle, yhteensä 6 kpl.

Järjestelmän pääkello antaa sivukelloja tahdistavia pulsseja. Pääkellon tahdistus toteutetaan NTP- tai RDS- tahdistimella. Sivukelloina käytetään alumiinikehyksisiä pyöreitä minuuttisivukelloja. Verkkokatkoksen jälkeen järjestelmä ajaa automaattisesti sivukellot oikeaan aikaan.

T420 Informaatiopalvelujärjestelmä

Kohteeseen toteutetaan informaatiojärjestelmä johon tuotetaan rakennusautomaatiojärjestelmän kautta tietoa obix-rajapinnan kautta rakennuksen energiankulutuksesta, lämpötiloista sekä sisäilmanolosuhteista. Kulutustiedot välitetään rajapinnan kautta Tilaaajan info-tv järjestelmään.

Informaatiojärjestelmän näyttöjen liitäntäpisteitä(1 kpl pistorasia + 1 kpl yleiskaapelointipiste) sijoitetaan 1 kpl seuraaviin tiloihin: auloihin, ruokailutiloihin, oppimisauloihin sekä opettajien huoneeseen.

T5 Tilaturvallisuusjärjestelmät

Rakennus varustetaan kulunvalvontajärjestelmällä sekä rikosilmoitinjärjestelmällä. Lisäksi ulko-oville, jotka on tarkoitettu rakennuksen sisäänkäynneiksi, asennetaan valvonta-kamerat.

T510 Sähkölukitusjärjestelmä

Ulko-ovet varustetaan sähkölukoin ja pin-koodi etälukijoin, iLoq s5 Online (ei asenneta varastojen, teknisten tilojen ja aputilojen oviin). Ulko-ovien lukitus varmistetaan teljen tiedoilla ulko-ovissa.

Sähköiset lukitukset ja lukituksen sähköiset ohjaukset toteutetaan osana kulunvalvontajärjestelmää.

T520 Kulunvalvontajärjestelmä

Kohteeseen asennetaan ovien lukitusta ja lukitusten sähköistä ohjausta sekä kulunvalvontaa varten sähkölukitusjärjestelmä iLoq s5 Online. Järjestelmän tehtävänä on tunnistaa ja rekisteröidä henkilöt, jotka kulkevat luvallisesti kiinteistöön sisään sekä estää luvattomien sisäänpääsyn.

Kohteen järjestelmä liitetään osaksi Tilaajan keskitettyä iLoq Onlinea.

Sähköisen kulunvalvonnan (iLoq s5 Online) piiriin liitetään ulko-ovet sekä iltakäyttötilojen rajojen ovet. Lopulliset kulunvalvottujen ovien määrät ja paikat selvitetään käyttäjän toiveet huomioiden.

Muut toiminnalliset tilat, kuten opetus-, varasto- ja työtilat sekä hissit ovat lukittu iLoq S5 lukoilla (ns. offline lukko).

Oheis- ja iltakäyttöä varten tulee asentaa tarvittaviin ulko- ja välioviin iLoq:n numeronäppäimistöllinen etälukija, johon on voitava integroida tilaajan ajanvaraus/kulunhallintajärjestelmä (Timmi). Timmin koodilla tulee päästä ovista sisälle ja sen tulee kytkeä murtohälytys pois päältä niistä tiloista, mihin käyttöoikeus on.

Järjestelmästä välitetään rakennusautomaatiojärjestelmään esim. hälytykset ja huoltotiedot kärkitietona.

Järjestelmässä on Web-käyttöliittymä joka mahdollistaa esim. ovien avaamisen rakennuksen ulkopuolelta. Järjestelmä on akkuvarmennettu. Työajanseurantajärjestelmän laitteet ja niiden asennus on käyttäjän hankinta.

Kaappilukitus

- Henkilökunnan henkilökohtaisten tavaroiden säilyttämiseen tarkoitetut kalusteet varustetaan iLoq s5 yhteensopivilla kalustelukoilla.
- Oppilaiden henkilökohtaisten tavaroiden säilytyskalusteet tulee toimia tunnisteavaimella
- Henkilökunnan sosiaalityötilojen pukeutumiskaapit tulee toimia tunnisteavaimella

T530 Murtoilmaisujärjestelmä

Murtoilmaisujärjestelmällä valvotaan luvattonta tunkeutumista tai liikkumista rakennuksessa.

Rakennuksen kuori valvotaan pääosin liiketunnistimilla tai lasirikkoilmaisimin (ikkunat) sekä magneettikoskettimin (ovet). Lisäksi liikeilmaisimilla valvotaan opettajanhuoneet, sekä tiloja joissa on valvottavaa omaisuutta.

T550 Kameravalvontajärjestelmä

Sisään tulevien kulkijoiden tunnistamiseksi sekä tilojen ja omaisuuden valvontaa varten kohteeseen toteutetaan osoitteellinen videovalvontajärjestelmä. Järjestelmän IP – kamerat on varustettu liiketunnistimilla. Liike aktivoi kameras ja digitaalitalennin tallentaa ko. kamerasta jatkuvaa kuvaa. Tallennus on kahdennettu. Järjestelmää voidaan käyttää verkon kautta halutuista paikoista.

Kameroille asennetaan yleiskaapelointipiste. Kameroitten sähkönsyöttö tapahtuu yleiskaapelointipisteen kautta (POE), myös ulkokamerat. Ulkokameran kaapelit päätetään koteloihin. Järjestelmän tallennin varmennetaan UPS-laitteella järjestelmän turvallista alasajoa varten.

Kameroita sijoitetaan sisäänkäyntien yhteyteen rakennuksen sisäpuolelle, ulkoseinälinjoille valvomaan rakennuksen julkisivua, ulkokatoksiin, huoltopihalle ja lastaussillalle, pää- ja kerrosauloihin, pääkäytäviin, kulkuportaitkoihin, yleisiin tiloihin, liikuntasaliin sekä soveltuvilta osin piha-alueelle.

T570 Henkilöturvajärjestelmä

Terveydenhoitajalle ja kuraattorille asennetaan hiljainen hälytysjärjestelmä mahdollisten häiriöhenkilöiden ja uhkatilanteiden varalle. Pöydän alle asennetaan hälytyspainike josta välitetään tieto rakennuksen rikosilmoitinjärjestelmään josta hälytys välitetään eteenpäin vartijalle. Lisäksi järjestelmästä tulee paikallinen hiljainen hälytys tilan ulkopuolelle (vain valo) ja hälytys opettajainhuoneeseen.

T6 Paloturvallisuusjärjestelmät

T610 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmällä valvotaan rakennuksen tiloja tulipalon tai savunmuodostuksen havaitsemiseksi. Rakennukseen asennetaan koko kiinteistön kattava viranomaismääräysten ja ohjeiden mukainen, automaattinen, osoitteellinen, analoginen paloilmoitinjärjestelmä.

T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmällä edesautetaan savun poistamista rakennuksesta tulipalotilanteissa. Järjestelmä ohjaa ja valvoo rakennukseen asennettuja savunpoistoluukkuja ja -puhaltimia. Järjestelmää ohjataan manuaalisesti savunpoiston ohjauskeskuksesta.

Mikäli savunpoistoluukun edessä on pimennysverho, se avautuu automaattisesti palohälytyksen tullen.

T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä

Kohteeseen toteutetaan digitaalinen äänievakuointijärjestelmä. Järjestelmää on mahdollista käyttää kuulutuksien ja taustamusiikin toistoon, 1-ohjelmainen. Ohjelman valinta tapahtuu vahvistinkeskuksesta.

Viranomaismääräysten perusteella toteutettavassa järjestelmässä noudatetaan seuraavia standardeja:

- Järjestelmän ja vahvistinkeskuksen virtalähteet standardin EN54-4 mukaisia
- Vahvistinkeskuksen laitteet standardin EN54-16 mukaisia

- Kaiuttimet standardin EN54-24 mukaisia.

Järjestelmässä on kuulutusalueita 6 kpl ja kuulutuskojeita 6 kpl.

Palohälytyksiin liittyvät kuulutukset annetaan paloilmoituskeskuksen ohjaamina vuorotellen palokellojen äänihälytysten kanssa.

Pieniä, alle 5m² tiloja (esim. wc ja varastotilat), joissa ei ole jatkuvaa toimintaa ei varusteta kaiuttimella.

T7 Viranomaisjärjestelmät

T710 Viranomaisviestijärjestelmä

Rakennus varustetaan tarvittaessa viranomaisviestijärjestelmällä (VIRVE), mikäli kuuluvuus ei ole riittävä ilman erillisiä vahvistimia ja pelastusviranomaisen näin edellyttää.

T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät

T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennusautomaatiojärjestelmällä hallitaan rakennuskohteen energiankäyttöä ja käyttöolosuhteita siten, että kohteelle asetetut sisäilmaston tavoitearvot ja kulutustavoitteet saavutetaan. Rakennusautomaation säädöt ja mittaukset toteutetaan avoimeen DDC-järjestelmään perustuvalla järjestelmällä, jota pystytään säätämään ja valvomaan graafisesti valvomosta.

Yleistä

Rakennusautomaatiojärjestelmä toteutetaan vapaasti ohjelmoitavalla PC-pohjaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä. Järjestelmällä ohjataan esim. ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä sekä sähköjärjestelmän pisteitä kuten valaistukset ja sulatukset.

Järjestelmän rakenne on hajautettu, jotta käyttöönotto voidaan suorittaa osakokonaisuuksittain. Hajautus tukee myös huolto- ja ylläpitotoimintaa, kun vikakorjaukset ja huoltotyöt voidaan kohdentaa yksittäisiin järjestelmiin.

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu alakeskuksista, huonesäätimistä, kenttälaitteista ja niitä yhdistävästä tiedonsiirtoverkosta. Toimintoja voidaan ylläpitää kiinteistön valvomosta ja paikallisista alakeskuksista.

Tilakohtaiset säädöt

Jokaisen muuttuvailmamääräisen sekä jäähdytetyn tilan olosuhteet ovat hallittavissa rakennusautomaatiojärjestelmällä.

Olosuhdemittaukset

Olosuhdemittaukset (lämpötila, hiilidioksidi, kosteus) asennetaan tarvittaviin tiloihin. Näin muodostetaan kattava olosuhdemittausten verkko, jonka avulla kiinteistön ylläpito voi varmistua käyttäjien ja asiakkaiden tarvitsemien olosuhteiden oikeellisuudesta. Olosuhdemittauksia hyödynnetään myös mittarointijärjestelmän avulla.

Olosuhdemittausten perusteella ohjataan ilmastoinnin käytön tasoa sekä jäähdytysten ja lämmitysten toimintaa. Käyttötoimenpiteitä varten käyttöliittymä toteutetaan niin, että yleissilmäyksellä voidaan saada kattava kuva kiinteistöjen olosuhteista.

Erillisjärjestelmät

Erillisjärjestelmistä kuten paloilmoitin, turvavalaistus jne. liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään hälytykset. Hälytysten avulla tuetaan ennakoivaa huoltoa.

Mittarointi

Mittarit valitaan niin, niiltä on luettavissa hetkellinen teho/kulutus ja kumulatiivinen kulutus. Mittarit säilyttävät em. tiedot mahdollisten liikennöinti/sähkökatkosten ajan.

Mittarointilaajuus on esitetty tarkemmin kohdassa S2227.