



Jouni Tonteri

Paritalon sähköseuraussuunnitelma ja sähköautojen latauspisteet

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

2.11.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Jouni Tonteri
Otsikko:	Paritalon sähkösaneeraus suunnitelma ja sähköautojen latauspisteet
Sivumäärä:	37 sivua + 4 liitettä
Aika:	2.11.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Vesa Sippola

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimiva sähkö- ja valaistus suunnitelma paritalon toiseen asuntoon. Kohde oli kärsinyt laajan kosteusvaurion, jonka vuoksi valtaosa järjestelmistä oli syytä saneerata laajojen purkutöiden yhteydessä. Työn tavoitteena oli luoda tasainen ja nykyaikainen valaistus suunnitelma koko asuntoon sekä lisätä asuinmukavuutta maallikon sähkökäyttöpisteitä lisäämällä.

Insinööriyössä toteutettiin sähkö- ja valaistus suunnitelmat paritalon toiseen asuntoon tarkastellen suunnittelutyöhön vaikuttavia ohjeistuksia ja standardeja. Työn sisältöön lukeutui myös sähköautojen latauspisteen mitoitus ja suunnittelu. Kohteen valaistus suunnittelussa tutustuttiin Zigbee valaistuksen ohjaukseen ja sen tuomiin mahdollisuuksiin kotiautomaation hyödynnettävyydessä. Suunnittelun työvaiheet toteutettiin DIALux Evo- ja CADMATIC Draw -piirto-ohjelmilla.

Lopputuloksena tilaajalle saatiin tuotettua suunnitelmat, joiden pohjalta saneerausurakkaa on mahdollista lähteä kilpailuttamaan sekä toteuttamaan.

Avainsanat: sähkösuunnittelu, valaistus suunnittelu, sähköautojen lataus

Abstract

Author: Jouni Tonteri
Title: Semi-detached House Electrical Renovation and Electric Car Charging Points
Number of Pages: 37 pages + 4 appendices
Date: 2 November 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electric power engineering
Instructors: Vesa Sippola, Senior Lecturer

The purpose of this thesis work was to create functional electrical and lighting plans for one apartment in a semi-detached house. The site had suffered extensive moisture damage, which necessitated the renovation of the majority of the systems in connection with extensive demolition work. The aim of the work was to create a uniform and modern lighting plan for the entire apartment, as well as to increase living comfort by increasing the residents' electricity access points. The thesis also deals with the dimensioning of an electric car charging point according to the capacity of the connection.

The regulations and standards to be taken into account in the design, as well as the control of Zigbee lighting, are clarified in the thesis. The work steps were implemented with DIALux Evo and CADMATIC Draw drawing programs.

As a result, plans were produced for the customer, on the basis of which it is possible to start the tender and implement the renovation contract.

Keywords: Electrical design, Lighting design, electric car charging

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kiinteistön nykyiset sähköasennukset	2
2.1	Sähköliittymä ja keskuksat	2
2.2	Kiinteistön ja asennusten katselmus	4
2.3	Vanhan järjestelmän asennuksien hyödynnettävyyden arviointi	5
3	Sähkösuunnittelu	5
3.1	Huipputehon määrittäminen	7
3.1.1	Sähköautojen lataus ilman lataustehon ohjausta	8
3.1.2	Sähköautojen lataus lataustehoa ohjaamalla	9
3.2	Keskusten valinta	9
3.3	Johdotukset ja kaapelointi	11
3.4	Tilakohtaiset suunnitelmat ja niiden vaatimukset	11
3.5	Yleiskaapelointijärjestelmän suunnittelu	19
3.6	Palovarointijärjestelmä	20
3.7	Lattialämmityksien suunnittelu	20
3.7.1	Lämpötilan mitoitus	21
3.7.2	Johtumislämpöhäviöiden laskenta	22
3.7.3	Vuotoilmahäviöiden laskenta	25
3.7.4	Ilmanvaihdon huomiointi lämmityksessä	26
3.7.5	Lämpöhäviöiden laskeminen ja lämmityksen mitoitus	26
4	Sähköautojen latauspisteiden suunnittelu	26
4.1	Sähköautojen lataustavat	27
4.1.1	Sähköautojen latauspistoketyypit	27
4.2	Sähköautojen latauksen suunnittelussa huomioitavat asiat	30
4.3	Sähköautojen latauspisteiden valinta	30
5	Valaistuksen ja ohjauksen suunnittelu	31
5.1	Suunnittelussa huomioon otettavat asiat	31
5.2	Valaistussuunnitelma	32
5.3	Esimerkkejä ohjaustavoista	34

5.4	Valaistuksen energiatehokkuus	36
6	Dokumentit urakkalaskentaan	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1: Sähkösuunnitelmat	
	Liite 2: Lämmityshäviölaskelmat	
	Liite 3: Valaistuksen energiatehokkuuslaskelma LENI	
	Liite 4: DIALux Evo -visualisointi ja laskelmat	

Lyhenteet

- DALI: Digital Adressable Lightning Interface. Valaistuksen digitaalinen ohjausprotokolla.
- LED: Light Emitting Diode hohtodiodi. Puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan sähkövirtaa.
- LENI: Lighting Energy Numeric Indicator. Numeerinen valaistuksen energiatehokkuusindikaattori

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käydään läpi työn kohteena olevan paritalon suunnittelun vaiheita katselmuksesta varsinaiseen sähkösuunnitelmaan. Työssä perehdytään kosteusvaurioasunnon peruskorjauksen yhteydessä toteutettavaan sähköjärjestelmien saneeraukseen siten, että saneerauksen jälkeen kohteessa olisi huomioitu käyttäjien toiveita uusista ratkaisuksista liittyen sähköpisteiden määrään, valaistuksen laatuun sekä tulevaisuuden hankinnankohteena olevan sähköautojen latauspisteiden varautumisella. Työ rajautuu pääosin A-talon muutoksiin yhtiöjärjestyksen ja osakkeen omistajien tahtotilojen vuoksi.

Valaistuksen ohjauksesta luodaan suunnitelma hyödyntäen Zigbee-ohjausjärjestelmää toteuttaen osa valaistuksista matkapuhelimella ja langattomilla kytkimillä ohjattavaksi. Valaistussuunnitelman pohjalta lasketaan kohteelle myös valaistuksen energiatehokkuus LENI-luku.

Sähköautojen latauspisteiden osalta työssä käydään läpi määrittäviä standardeja sekä latauspistokkeiden valintaan vaikuttavia tekijöitä, kuten ladattavan sähköauton tyyppi, latausajat ja -tehot sekä kuormanhallinnan kannalta tarkasteltuna liittymän kokoon vaikuttavia huomioita.

Työn tarkoituksena on luoda urakkalaskentaa varten suunnitelmat, jotka toimisivat myös asennuspiirustuksina urakoitsijalle. Suunnitelmat on luotu CADMATIC ja DIALux Evo -ohjelmistoja käyttäen tarkastellen suunnitteluun vaikuttavia määräyksiä ja standardeja.

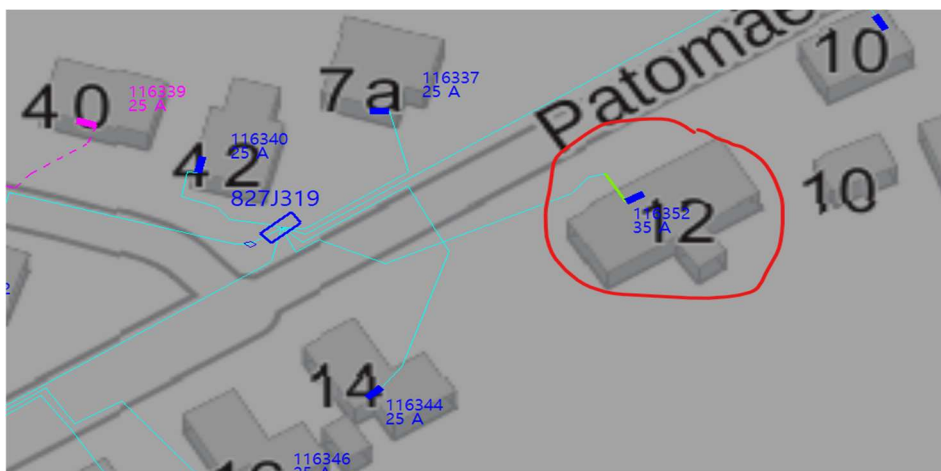
Työstä rajattiin pois asemapiirros, sillä piha-alueen valaistukset piirrettiin tasokuvan suunnitelmien yhteyteen, eikä tontille tuoda uutta liittymää.

2 Kiinteistön nykyiset sähköasennukset

Suunniteltaessa kohteen sähkösanerausta on syytä perehtyä kiinteistön nykyiseen sähköasennusten kuntoon ja vertailla asennuksia nykyisien standardien mukaisiin asennuksiin. Katselmuksen pohjalta on mahdollisuus säästää kustannuksissa saneerauksen osalta, mikäli vanhoja sähkölaitteiden tai putkitusten asennuksia voidaan hyödyntää. Paritalokiinteistössä suoritetussa katselmuksessa voitiin todeta sähköjärjestelmien nykytila tarkasti, sillä huolimatta rakennuksen pitkästä käyttöiästä, ei muutoksia ole juurikaan tehty asuntojen osalta. Näin ollen alkuperäiset sähkösuunnitelmat pitävät pääosin paikkansa ja niiden pohjalta voidaan suunnitella osittain uusia asennuksia. Osana katselmukseen kuuluu myös liittymän perustietojen selvittäminen liittymätarjoajalta.

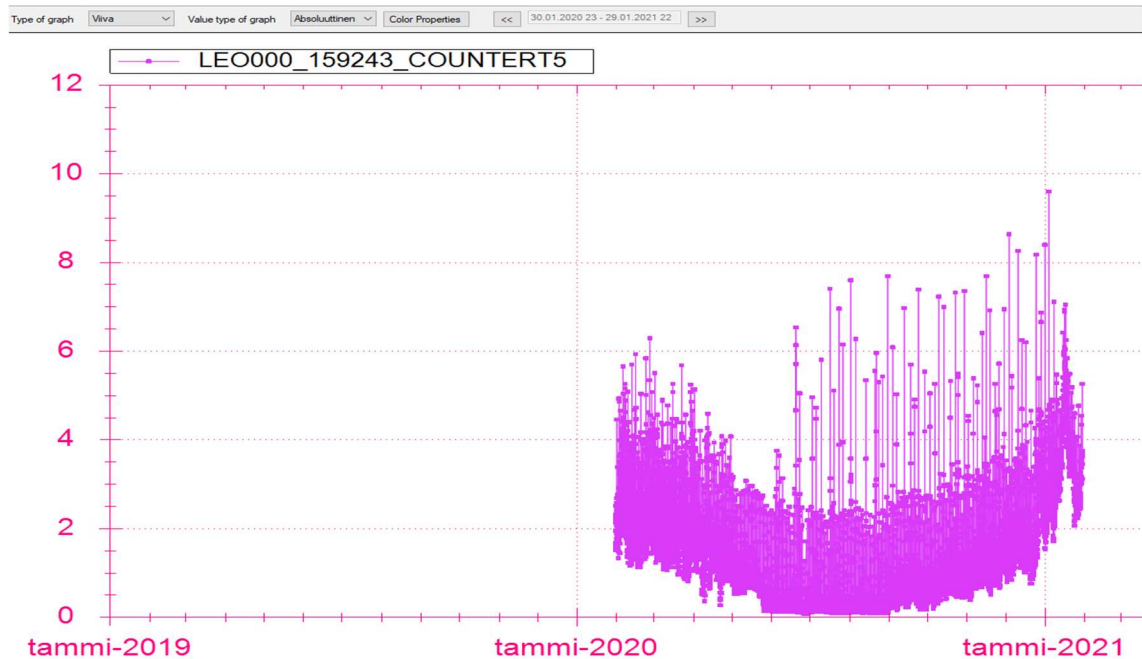
2.1 Sähköliittymä ja keskuskeskukset

Kiinteistössä on kaksi ryhmäkeskusta sekä pääkeskus, jota syöttää Lahti Energia Oy:n katujakokaappi 827J319. Liittymäkaapeli on vuonna 1996 asennettu AMCMK 3x16+10 kaapeli, josta liittymätarjoaja voi toimittaa maksimissaan 3 x 50 ampeerin liittymän (1). Nykyiset pääsulakkeet ovat 3 x 35 A ja ryhmäkeskukset lähöt ovat 3 x 25 A. Kuvassa 1 on esitetty suurpiirteisesti Lahti Energialta saadun tiedon mukaisesti liittymäkaapelin tulosuunta, sekä katujakokaapin muut syötöt. Saneerauskohteena oleva kiinteistö on ympäröity punaisella.



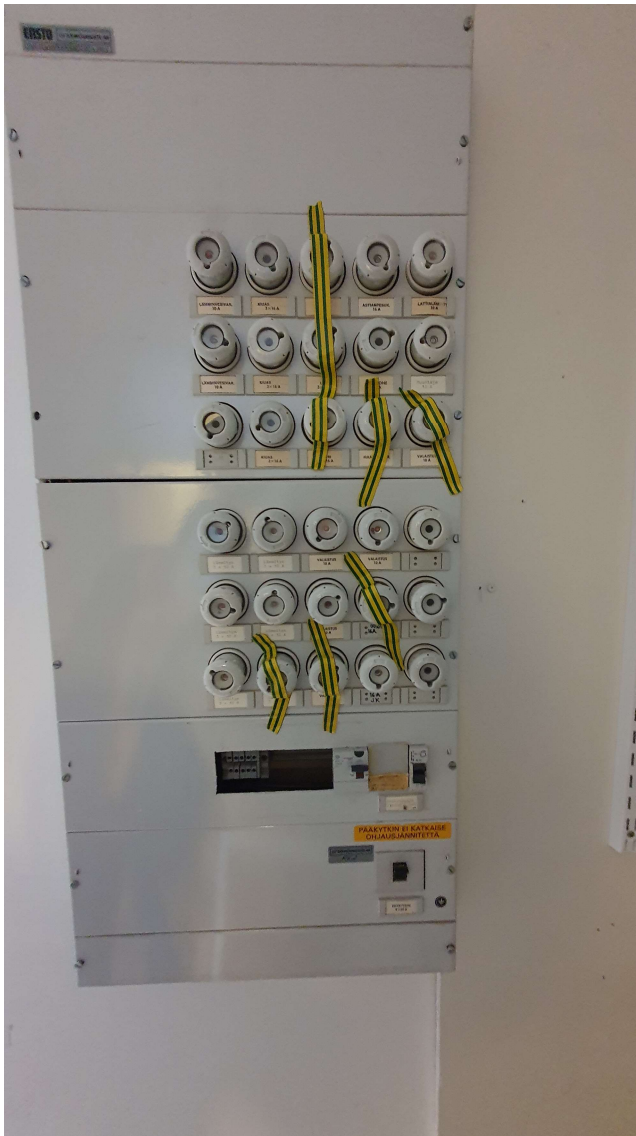
Kuva 1. Lahti Energia Oy:n katujakokaappi 827J319. (1.)

Liittymän koon mahdollisia suurentamistarpeita arvioitaessa on hyvä tarkastella kiinteistön nykyistä sähkönkäytön jakaumaa. Kuvan 2 tehokuvaajasta on nähtävissä, että lämmityskausi nostaa kiinteistön sähkönkulutusta selvästi. Tähän vaikuttaa valtaosin asuntojen suorasähkölämmitys sekä saunojen sähkökiukaiden käyttö.



Kuva 2. Koko liittymän tehokuvaaja. (1.)

Asunnoissa on identtiset ryhmäkeskukset (kuva 3) ja yhteinen pääkeskus, jotka ovat varustettu gG-tulppasulakkein. Ryhmäkeskukset on varustettu PE- ja N-kiskoilla. Asunnon A keskukseen on lisätty 30 mA:n vikavirtasuojakeittiön pistorasioiden aiempien muutostöiden vuoksi. Muutoksen johdosta ryhmäkeskus ei ole enää sähköturvallinen, sillä aukosta on mahdollista työntää esimerkiksi käsi jännitteisiin osiin (kuva 3).



Kuva 3. Asunnon A vanha ryhmäkeskus.

Kohteen korjaustöiden vuoksi käytöstä väliaikaisesti poistetut ryhmät on merkitty keltavihreällä teipillä, jolla viestitään tilojen sähköjen poiskytkennästä. Toimenpiteellä varmistetaan urakoitsijoiden turvallinen työskentely kohteessa ilman sähköiskuvaaraa.

2.2 Kiinteistön ja asennusten katselmus

Asunto A:lla on käytössään seinäpattereiden lisäksi muutaman vuoden vanha ilmalämpöpumppu, jonka asunnonomistaja haluaisi uusia ja samalla siirtää

uuteen paikkaan, sillä koneen kylmäaineputkisto kulkee makuuhuoneen seinän alaosassa kohti eteisessä sijaitsevaa pumppua. Asunto B:n lämmitys hoituu sähköpatterien ja olohuoneen leivinuunin avulla. Molempien asuntojen saunat lämpiävät sähkökiukailla, jotka ovat tehoiltaan 9 kW ja 6 kW.

Asennusten johdotukset ovat pääasiassa TN-C-järjestelmän mukaisia nelijohdin kaapelointeja, jolloin keskukselta käyttöpisteelle kulkee vaihejohtimien lisäksi vain sininen PEN-johdin. Osa pistorasioista on maadoitettuja, mutta maadoitus on toteutettu yhdistämällä pistorasian suojamaadoitus PEN-johtimeen pistorasi-alla. Koska asunto A on kokenut mittavat kosteus- ja mikrobivauriot kokonaisuudessaan, jouduttiin asunnon lattialaatta purkamaan. Tämän vuoksi koko asunnon putkitukset ja johdotukset on syytä suunnitella uusiksi ennen jälleenrakennusvaiheen aloitusta. Myös asunnon sisäkatto puretaan ja höyrynsulkumuovien kunto tarkastetaan. Näin ollen suunnittelun lähtökohtana on uusi sähköjärjestelmä, jonka tulee vastata SFS 6000 -standardisarjassa esitettyjä vaatimuksia.

Asunnon A uusien pistorasioiden ja kytkimien sijoittelu ei aiheuta peruskorjauksen muiden töiden vuoksi lisätyötä. Uudet kaapeloinnit valaisimille ja katon kautta vietäville seinäasenteisille kojeille on mahdollista suorittaa asunnon sisäpuolelta katon koolauksien lomassa puhkomatta höyrynsulkumuovia kauttaaltaan. Sähkösaneeraustyöt tehdään jälleenrakennusurakan mukaisesti edeten.

2.3 Vanhan järjestelmän asennuksien hyödynnettävyyden arviointi

Suunnitteluvaiheeseen siirrytään ajatuksella, jossa ryhmäkeskus uusitaan, mutta pääkeskukseen ei tehdä muutoksia kuin sulakekoon kasvattamisen osalta. Asunto B:n osalta muutoksia järjestelmiin ei haluttu lähteä toteuttamaan, sillä yhtiöjärjestys ei tätä vaadi.

3 Sähkösuunnittelu

Katselmuksen pohjalta aloitettiin suunnittelutyö kartoittamalla osakkaiden halukkuudet muutoksille, toivotuille lisättäville järjestelmille ja asuinmukavuutta

edistäville ratkaisuille. Tästä koostettiin muutostaulukko (taulukko 1), joka toimii suunnittelussa myös eräänlaisena kirjanpitona, jotta kaikki toivotut asiat tulevat varmuudella huomioiduksi.

Taulukko 1. Kohteen muutoksien taulukointi.

Muutos	Asunto A
Pistorasioiden määrän lisääminen	x
Makuuhuoneiden TV-pistokkeiden lisäys	x
Valaistuksen parantaminen ja säädettävyys	x
Kotiautomaatio järjestelmän suunnittelu	x
Autotallien nosto-ovien sähköistys (varaus)	x
Sähköautojen latauspiste	x
Pihavalaistus ja autopaikkojen liiketunnistus	x

Suunnitelman muutosten osalta oli tiedossa, että sähköenergian tehontarve tulisi kasvamaan tulevaisuudessa sähköautojen latauspisteiden vuoksi. Suunnitelman muiden muutoksien osalta ei todennäköisesti synny merkittäviä säästöjä kulutukseen, vaikka valaistuksen ja lämmityksen ohjauksia tehostettaisiin.

Asunnon A valaisimet ovat valmiiksi LED-tekniikalla toimivia valaisimia, paneeleita ja polttimoja, joten kulutuksen pienentymistä ei ole odotettavissa tältä osin. Säästöjä valaistuksen osilta olisi odotettavissa tilanteessa, jossa halogeenipolttimoilla varustettuja valaisimia korvattaisiin LED-valaisimilla tai asunnossa hyödynnettäisiin läsnäolo ja vakiovalo-ohjauksia. Asunnon omistaja halusi pitää valaistuksen ohjauksen mahdollisimman edullisena, jolloin esimerkiksi vakiovoimakkuudella toimivaa itsesäätävää valaistusta ei lähdetty suunnittelemaan

tämän työn aikana. Järjestelmä kuitenkin on mahdollista myöhemmin laajentaa soveltuvilla ohjainlaitteilla säätämään myös päivänvalon mukaan.

Nykyiset asennukset on ryhmitelty siten, että keittiön syötöt ovat omina ryhmiinään, mutta kuivien tilojen huoneiden sähköpisteitä syötetään saman ryhmän takaa. Tämän yhden syötön varaan kuuluu valaistukset ja pistorasiat. Syöttöjä olisi tarkoitus jatkossa hajauttaa siten, että valaistukset ja pistorasiat olisivat omina ryhminään. Suunniteltaviin muutoksiin edettiin siten, että asunnon A:n osalta tehdään uuden järjestelmän suunnitelmat ja asunto B:n osalta muutos- ja laajennustyösuunnitelmia ei toteuteta, pois lukien sähköautonlatauslaitteen mahdollisen asennuksen huomiointi tulevaisuuden varalta.

3.1 Huipputehon määrittäminen

Kun muutoksien tarpeet tiedetään, on tarpeen mitoittaa liittymänkoko ja liittymäkaapeli. Nykyinen sähköliittymä tarjoaa mahdollisuuden kasvattaa sulakekokoa 3 x 35 ampeerista 3 x 50 A pääsulakkeelle ja maksimi näennäistehoksi saataisiin laskennallisesti n. 35 kVA (kaava 1).

$$S = \sqrt{3} * U_n * I_n = \sqrt{3} * 400V * 50A = 34,64 \text{ kVA} \quad (1)$$

Kohteen ollessa paritalokiinteistö, jossa ei ole suuria induktiivisia kuormia, voidaan pätötehon olettaa olevan yhtä suuri näennäisteholaskelman kanssa. Pätötehon tunnus on W, jolloin liittymän nykyinen maksimi pätöteho olisi n. 35 kW.

Asunnoissa on suorasähkölämmitys seinäpattereita, sähkökiukaat ja sähköinen lämminvesivaraaja. Koska kyseessä on paritalo, käytetään ST-kortin 13.31 kohdan 4.2 taulukkoa 1 omakotitalojen tehon mitoitusta kertomalla tehontarve kahdella (2). Yhden asunnon kokonaispinta-ala on n.120 m².

Nykyisen liittymän mitoitus ilman muutoksia laskettaisiin ST 13.31 ohjeiden perusteella (kaava 2) seuraavasti (2):

$$P_h = 2 * (7,5 + \frac{64 * A}{1000}) = 30,36 \text{ kW} \quad (2)$$

Näin ollen nykyinen liittymäkaapeli ja uudet pääsulakkeet tarjoaisivat noin 5 kW:n tehoreservin.

Sähköautojen latauksen vähimmäistehoksi on asetettu SFS-EN 61851:ssä 2 kW/latauspiste. Vähimmäistoimintavirta on näin ollen 6 A (2). Liittymäkaapelin vaihdon ja 63 A sulakekoon muutoskustannuksien välttämiseksi ylitys on mahdollista hallita dynaamisella kuormanhallinnalla, jossa sähkölaitteet vuorottelevat tehonkäytön suhteen (2). Yksinkertaisimmillaan tämä voidaan toteuttaa siten, että sähköautojen latauslaitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja näiden kokonaisteho rajoitetaan 18 kW, jolloin latausvirta olisi maksimissaan 25 A. Luvussa 4 käsitellään tarkemmin ohjausta ja sen toteutusta. Sähköauton latauksen tehoa arvioidessa määrittävänä tekijänä on latausajan tuottama toimintasäde, joka autolla on mahdollista ajaa. Suunnittelukohteeseen tulee vain asunnon A puolelle yksi latauspiste, joten dynaaminen kuormanhallinta toteutetaan kyseisen asunnon ryhmäkeskuksessa.

3.1.1 Sähköautojen lataus ilman lataustehon ohjausta

Mikäli molempiin asuntoihin tulisi latauspisteet ja autoja ladattaisiin yhtäaikaista, eikä lataustehoa rajoitettaisiin, olisi lataus mahdollista vain 2 kW teholla per auto. Laskennan yhtenäistämiseksi latausajan pituutena käytetään 2 tunnin latausaikaa ja määritetään matka, jonka autolla latauksen jälkeen keskiarvoisesti pystyisi matkustamaan. 2 kW yksivaiheisen lataustehon virta olisi n. 8 A, kun alimmaksi latausvirtavaatimukseksi on asetettu 6A (2). Toimintasäde voidaan laskea ST-käsikirjan 41 sähköautonlataustehon määrittämisen muunnella kaavalla (kaava 3) (3).

$$\text{Toimintasäde}(km) = \frac{P_{\text{lataus}} * \text{latausaika}}{0,20 \text{ kWh/km}} = \frac{2W * 2h}{0,20 \text{ kWh/km}} = 20 \text{ km} \quad (3)$$

Sähköauton akuston lataaminen tyhjästä täyteen ei todennäköisesti olisi mahdollista toteuttaa yön aikana lasketulla teholla.

3.1.2 Sähköautojen lataus lataustehoa ohjaamalla

Mikäli sähköautojen lataus toteutettaisiin mittaamalla ja ohjaamalla latauspisteiden maksimivirtoja, olisi mahdollista käyttää 16 A:n latauspisteitä niin, että yhden latauspisteen ollessa käytössä olisi latausvirta maksimiarvon 16 A:n mukainen. Molempia autoja ladattaessa latausasemat rajoittaisivat virran muun kuorman ja jäljellä olevan kapasiteetin mukaisesti. Näin ollen latausteho olisi suurimmillaan 11 kW ja pienimmillään 2 kW.

Aiemman kaavan 3 mukaisesti toimintasäde lasketaan ohjatulle kuormalle

$$Toimintasäde(km) = \frac{P_{lataus} * latausaika}{0,20kWh/km} = \frac{11kW * 2h}{0,20kWh/km} = 110km \quad (3)$$

Autojen akustojen ja toimintasäteiden kehittyessä olisi kannattavaa panostaa nopeampaan lataustehoon ja varmistaa myös akuutin lyhytaikaisen latauksen tuoma toimintasäteen mahdollisimman pitkä ajokantama. Kohteeseen valittiin pääsulakkeiden rajoittamana ratkaisu, jossa sähköautonlatauspiste toimii maksimissaan 11 kW:n teholla. Lisäksi keskuksen asennetaan virtamuuntajamittauslaite, jolta tieto siirtyy keskuksen lataustehon kapasiteetista latauspisteelle. Näin lataustehoa voidaan automaattisesti rajoittaa, mikäli kulutuksen kokonaisteho olisi vaarassa ylittyä.

3.2 Keskusten valinta

Ryhmäkeskusta valittaessa määrittäviä tekijöitä ovat nimellisjännite ja -virta, taajuus, suojaava sulake sekä keskuksen oikosulkuvirtakestoisuus. Määrittävät arvot ovat kohteessa 400 V, 35 A ja 50 Hz. Kotelointiluokitus IP2XC ryhmäkeskuksilla riittää kuivien tilojen asennuksissa (4). Saneerauksiin tarkoitettuja valmiskeskuksia on saatavilla useilta valmistajilta kuten Ensto, UTU, Norelco, ABB ja Garo. Johdotuksien muutosten vuoksi keskuksen on mahdollistettava TN-S verkon kytkennät. Saneerauskohteisiin löytyy usein valmistajilta valmiiksi kalustettuja valmiskeskuksia, kuvassa 4 esimerkinomaisesti Enston valmistama ryhmäkeskus.



Kuva 4. Ryhmäkeskus Ensto EHSV345.21. (5.)

Keskuksen ja sisäisten komponenttien valintaan vaikuttaa myös käytettävien ryhmälähtöjen lopullinen määrä sekä ohjaustavat. Suunniteltavien ryhmien lisäksi on hyvä jättää varatilaa mahdollisia tulevia laajennuksia varten.

Valittavan keskuksen on vastattava SFS-EN 61439 standardisarjassa asetettuja määräyksiä ja sovelluttava käyttöominaisuuksiltaan maallikon käytettäväksi. Yleisvaatimusten osalta määräykset löytyvät SFS-EN 61439-1 osa 1:stä ja SFS-EN 61439-3 Osa 3:ssa on määräykset maallikoiden käyttöön tarkoitetuista keskuksista. Suomennettu standardikokoelma on koottu SFS-käsikirja 640 Sähkökeskukset -oppaaseen. (6.)

Kohteeseen valittiin Enston edellä mainittu valmiskeskus, sillä se tarjoaa valmiiksi valtaosan vaadittavista komponenteista sekä riittävät tilat asennuksien

toteutukselle. Keskus on myös valmistettu vaatimusten mukaisesti ja soveltuu valmistajan mukaan saneerauskohteisiin (4).

3.3 Johdotukset ja kaapelointi

Keskusten syöttävät johdot on määritettävä standardisarjasta SFS 6000 löytyvän kaapelien kuormitettavuustaulukon mukaisesti. Kaapelin tulee kestää syötön aiheuttama jatkuva kuormavirta. Taulukko on löydettävissä myös D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista -kirjasta. Johdon resistanssin vuoksi johtimessa kulkeva virta lämmittää johdinta ja sen suojaavaa kuorta. Liian suuri virta aiheuttaa yllämpenemisen, joka voi johtaa tulipaloon. Myös johdon oletettu käyttöikä lyhenee eristeiden vanhenemisen johdosta. (7.)

Kaapelin kuormitettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat (8)

- ympäristön lämpötila
- ryhmät, joissa on useita piirejä (SFS 6000-5-52 Liite B52.4)
- eri kokoisia johtimia sisältävät ryhmät (SFS 6000-5-52 Liite B52.5)
- asennustapa SFS 6000-5-52 Liite B52.6)
- harmoniset yliaallot (SFS 6000-5-52 Liite 52E).

Kaapelit mitoitetaan noudattamalla SFS 6000-5-52:2017 standardin ohjeistuksia kaapelin kuormitettavuudesta asennustavanmukaisesti. Valittaessa ryhmäjohtoilta suojalaitetta, valitaan enintään johtimen maksimikuormavirran mukainen suojalaite. (7.)

3.4 Tilakohtaiset suunnitelmat ja niiden vaatimukset

Kiinteistöjen sähköistyksessä on otettava huomioon sekä käyttäjien että tilojen luomia vaatimuksia. Käyttöpisteiden turvallisuuden ja saavutettavuuden lisäksi tiloissa esiintyvät vesipisteet ja löylyhuoneet edellyttävät asennuksilta muista tiloista poikkeavia ratkaisuja. Asennusten osalta sähkölaitteille muodostuu vaatimuksia asennuskorkeuden ja koteloinnin suhteen. Taulukossa 2 esitellään IP-

suojauksen tasoja, jotka kertovat sähkölaitteiden koteloinnin tiiveystasosta ja asennuskelpoisuudesta eri olosuhteisiin.

Taulukko 2. IP-luokkien numeroiden selitteet. (9.)

Ensimmäinen numero	Toinen numero
<p>Laitte on suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäynniltä seuraavasti:</p> <p>0 Suojaamaton</p> <p>1 Kun esineen halkaisija on yli 50 mm</p> <p>2 Kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm</p> <p>3 Kun esineen halkaisija on yli 2,5 mm</p> <p>4 Kun esineen halkaisija on yli 1,0 mm</p> <p>5 Pölysuojattu</p> <p>6 Pölytiivis</p>	<p>Laitte on suojattu veden sisäänkäynnin haitallisilta vaikutuksilta seuraavasti:</p> <p>0 Suojaamaton</p> <p>1 Pystysuoraan tippuvalta vedeltä</p> <p>2 Tippuvalta vedeltä (+/- 15 astetta)</p> <p>3 Satavalta vedeltä (+/- 60 astetta)</p> <p>4 Roiskuvalta vedeltä</p> <p>5 Vesisuihkulta (joka suunnasta)</p> <p>6 Voimakkaalta vesisuihkulta</p> <p>7 Lyhytaikaisesti upotettuna</p> <p>8 Jatkuvasti upotettuna</p>

Kuivissa huoneistotiloissa sähkölaitteiden kotelointi on yleisesti IP2x, jolloin laitteelta vaaditaan kosketussuojauksen toteutumista, mutta veden sisäänkäynnille ei aseteta erityisiä vaatimuksia (10). IP2X-luokasta poikkeavista asennuksista kerrotaan tilakohtaisesti myöhempänä. Kohteen sähkösuunnitelmien valmisteluissa tuleekin perehtyä tilojen asettamille koteloitivaatimuksille, joita käsitellään myöhemmin omissa luvuissaan.

Pistorasioiden ja kytkimien sijoittelulle on määritetty oletuskorkeuksia tilakohtaisesti ST kortissa 51.22 luvussa 3. Kuvassa 5 ilmenee korkeustiedot kalusteille, joten sähkösuunnitelmissa esitetään vain poikkeavia korkeustietoja viiteviivoin.

Asennuskorkeudet yleensä	Lattiasta mm
Ohjauspisteet Kytkimet yms. Termostaatit, mekinantokojeet yms. Palohälytyspainike Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike	1000 1400 1700 1700 tai palohälytyspainikkeen yläpuolella 1900
Pistorasiat, telepisteet Asuinhuoneet Pesu- ja kylpyhuone (tapa 1) Pesu- ja kylpyhuone (tapa 2) Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa, esim. "pesutorni" Siivous Porrashuone, kellarikäytävä Parveke, (tapa 1) Parveke (tapa 2) Keittiön työpöytätaaso Astianpesukone (viereisessä kaapissa) Kylmäkaappiyhdistelmä Liesituuletin Lieden pistorasia, liitántärasia tai keittiön pistorasiaryhmän jakorasia lieden takana Mikroaaltouuni Seinä-tv Soittokello	200 800 tai 1000 1700 1900 1000 tai 1800 1800 300 1700 1000 tai 1200 300 2200 1800 300 Kalustopiirustuksen mukaan, usein työtason yläpuolella olevassa kaapissa, h = 1600 1900–2100 tai kalustopiirustuksen mukaan 2200
Seinävalopisteet Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitänä (Peilin päällä) (Peilin sivulla) Peilikaapin liitänä Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm) Keittiön työtasovalaisin Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm) Keittiön työtasovalaisin Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin Jakorasiat	1900 1700 Kalustopiirustuksen mukaan 1300 1300 1380 1400 2200 tai katossa

Kuva 5. Asennuskalusteiden oletuskorkeudet ST kortin 51.22 mukaan. (11).

Ulkopistorasioille ei ole määriteltyä oletuskorkeutta, mutta asennuksessa on huolehdittava, etteivät ne joudu talvella lumimassojen alle (10). Oletuskorkeuksien lisäksi kalusteille on ohjeistettu asennustapa siten, että heikkovirta- ja vahvavirta kalusteet tulee sijoittaa mainitussa järjestyksessä vasemmalta oikealle. Kojerasia yhdistelmien väliin tulee jättää myös 150 mm:n tila. (11.)

Varsinaisen sähkösuunnitelman ja pistekuvien lisäksi kohteesta tehdyssä sähköselosteessa luetellaan järjestelmien asennuskorkeuksia ja -tapoja sekä

kerrotaan vastuualueista asennustuotteiden hankkimisien ja yhteensopivuuk-sien suhteen.

Makuuhuoneet

Makuuhuoneiden alkuperäisissä asennuksissa pistorasioiden määrä oli vähäi-nen, eikä makuuhuoneen muuntaminen työ- ja viihdekäyttöön onnistunut ilman useiden jatkojohtojen ja antennikaapeleiden kuljettamisia lattiaita pitkin. Makuu-huoneisiin lisättiin pistorasioita sekä antennipistokkeet. Suunnittelun periaat-teena pidettiin molemmissa makuuhuoneissa parisängyn sijoitusta huoneeseen, jolloin molemmin puolin sänkyä olisi sähköpisteet valaisimia sekä muita sähkö-laitteita varten (liite 1). Työpisteen asennussijoittelu haluttiin toteuttaa toiselle seinustalle, jotta makuuhuonekäytössä ollessaan sängystä olisi mahdollisuus katsella esimerkiksi televisiota.

Asuintilojen lähiverkko ja tiedonsiirto toteutetaan asiakkaan toimesta langatto-malla WiFi-verkolla perinteisten RJ45 ja Ethernet kaapeleiden sijaan. Makuu-huoneiden patterilämmityksiä ei haluttu vaihtaa kustannussyistä. Valaistuksen osalta makuuhuoneissa haluttiin mahdollistaa muunnettavuus työhuonekäyttöön soveltuvaksi, joten valaistus suunniteltiin mahdollisimman tasaiseksi ja valais-tusvoimakkuudeltaan riittäväksi (liite 4).

Olohuone

Olohuoneen laajentumisen johdosta tilaan suunniteltiin uusia kulutuspisteitä sähkölaitteille sekä liityntäpisteitä antenniverkkoon. Valaistuksen osalta tilaan pyrittiin tuottamaan mahdollisimman tasainen valaistus, kun tullaan viereisistä avoimista tiloista toisiin. Valaistusta haluttiin säädettävän pareittain, joten ohjaus toteutetaan ZigBee-vastaanottimien avulla kaapeloimalla kaksi valaisinta yhteen vastaanottimeen. Vastaanottimet paritetaan kahdelle langattomalle painonappi-lähtetimelle, joilla voidaan toteuttaa kaikkien valaisimien säätö yhdessä. Mobii-lisovelluksen kautta on mahdollista säätää valaisinrivejä erikseen, jolloin osassa olohuonetilaa valaistus voi olla pois päältä. Ratkaisulla pyrittiin luomaan

mukavuutta suuren laajakuvakankaan ja videotykin käyttötilanteeseen, sillä kankaaseen heijastuva valo heikentää kuvanlaatua, ja tämän vuoksi videotykillä katsottaessa valot ovat usein täysin pois päältä. Säädettyä vain kankaasta kauimpana olevat valaisimet päälle himmennettyinä, saadaan tilaan sopiva tunnelmavalistus ilman että katselukokemus kärsii.

Tilaan jätettiin varaus vaihtoehtoisten valaisimien käytölle, sijoittamalla kattoon kaksi maadoitettua valaisinpistorasiaa (liite 1).

Keittiö

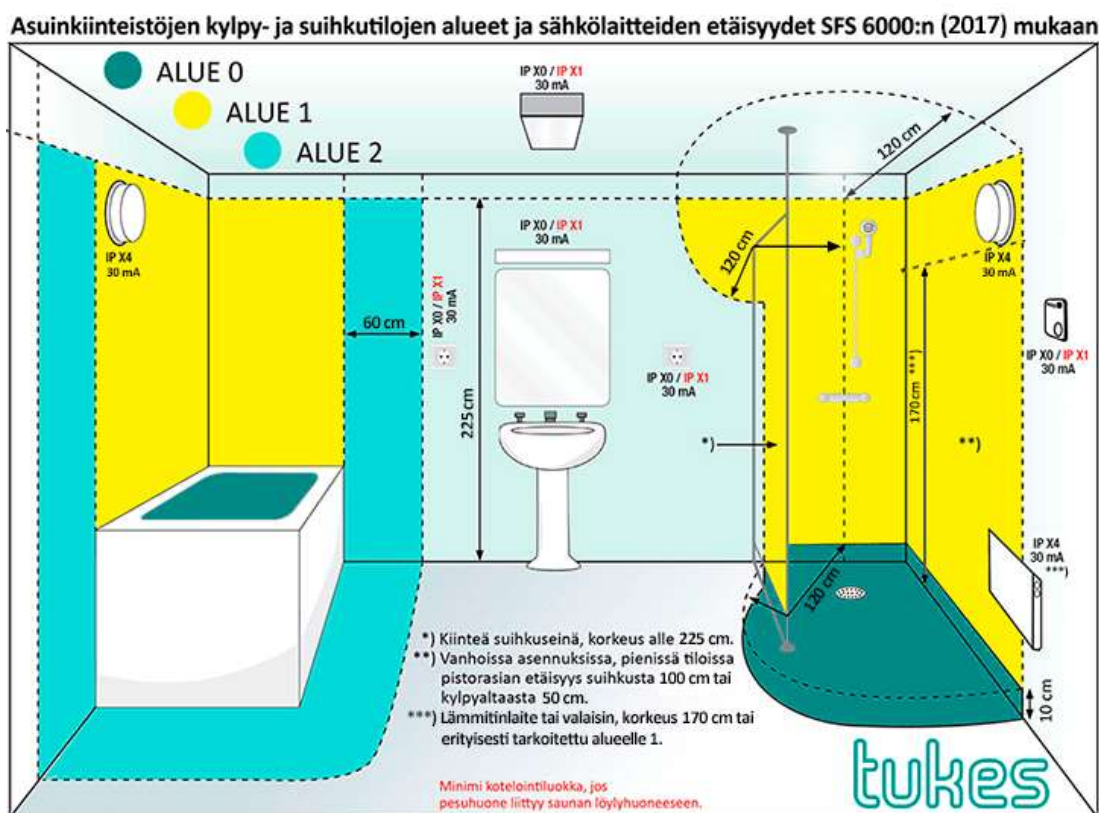
Keittiössä tarvitaan omia sähkösyöttöjä usein suurempitehoisille kodinkoneille, kuten liedelle, uunille, mikroautouunille sekä kahvin- ja vedenkeitimille. Sähkölaitteiden vaatimien kuormien johdosta on syytä tuoda omia syöttöjä suuritehoisimmille koneille. Vikavirtasuojaus on toteutettava kaikissa ryhmissä, joskin jääkaappien ja pakastimien kohdalla voidaan luopua virheellisesti toimivan vikavirtasuojan aiheuttaman sulamisvaaran vuoksi (12).

Valaistus on toteutettu osin Zigbee-väyläohjauksella, mutta työtason LED-nauha valaistusta ohjataan perinteisellä kytkimellä ilman himmennyssäätöä. Valaistussuunnitelmalla halutaan painottaa tarkannäkemisen tarvetta työpöytätasolla, jossa valaistusvoimakkuus on selvästi muuta tilaa korkeampi (liite 4).

Kylpyhuone ja sauna

Kosteiden tilojen suunnitelmissa on otettava huomioon vesipisteiden etäisyys sähkölaitteisiin ja vesihöyryn ja lämmön tuottamat vaatimukset valaisimille sekä kaapeloinneille. Standardissa SFS 6000-7-701:2017 ohjeistetaan erityisvaatimuksista koskien tiloja, joissa on kiinteä kylpyamme tai koko vartalon pesemiseen tarkoitettu käsisuihku. Tukes on luonut standardin sisällön yksinkertaiseen

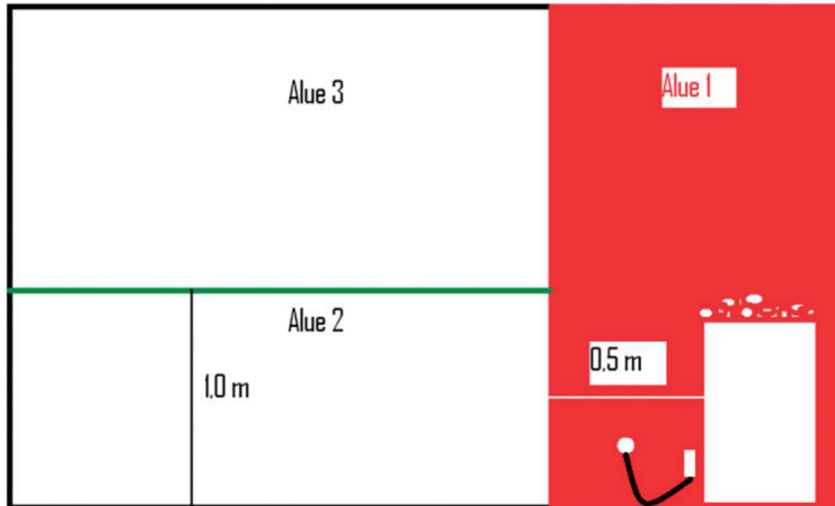
kuvaesitysmuotoon (kuva 6), josta on nähtävissä helposti eri kalusteiden etäisyyss- ja kotelointivaatimukset vesipisteiden suhteen. (13.)



Kuva 6. Kylpyhuonetilan vaatimukset Tukes. (13.)

Kylpyhuoneen yhteydessä on sauna, joten valaisimien on täytettävä vähintään IP21 luokitus (13). Valaisimien muuntaja asennetaan kylpyhuoneen alas laske- tun katon ja välipohjan väliseen tilaan siten, että kytkentöihin päästään huolto- luukun kautta käsiksi tarvittaessa. Valaistuksessa haluttiin toteuttaa asunnon omistajan toiveesta pesuhuoneeseen säädettävä tunnelmavalistus mahdolli- suudella himmentää pienitehoisia pistemäisiä valoja (liite 4).

Löylyhuoneessa on kosteuden lisäksi otettava huomioon lämpötilan aiheuttama rasitus muille sähköisille laitteille kuin kiukaalle itselleen. Lämpötila asettaa ra- jotteita asennuksien sijoittelulle, joita havainnollistetaan kuvassa 7. (14.)



Kuva 7. Lämpötilojen vaikutus asennuksiin SFS 6000-7-703 mukaisesti. (14.)

Alue 1:llä tarkoitetaan tilaa, joka on kiukaan välittömässä läheisyydessä, enintään 50 cm:n päässä kiukaan ulkopinnasta. Tälle alueelle ei saa asentaa kuin kiukaan ja sen käyttöön kuuluvia laitteita ja ohjaimia.

Alue 2 käsittää alle 1,0 metrin korkeudelta kaiken alueen 1 ulkopuolelle jäävän tilan. Alue ei aseta vaatimuksia lämmönkestävyydelle, mutta vedenkestävyydelle on omia vaatimuksiaan.

Alue 3 lämpötilavaatimusten mukaisesti sähkölaitteen on kestävä vähintään 125 °C lämpötila ja johdotusten tulee kestää vähintään 170 °C lämpötila. (14.)

Saunan valaistus toteutetaan LED-nauhalla, joka kiinnitetään alumiiniprofiiliin saunan seinälle lauteiden alle. Nauhan on oltava IPX5, sillä saunan pesussa saatetaan käyttää vesisuihkua. Kiukas asettaa omat rajoituksensa sähkölaitteiden sijainnille sekä etäisyyden että korkeuden puolesta. Muuntaja asennetaan alueelle 2, IP55-koteloinnin sisälle. Kiukaan liityntäkaapelin tulee täyttää SFS-EN 60335-2-53 mukaiset vaatimukset. (14.)

Kylpyhuoneeseen ja saunaan mitoitettiin ja suunniteltiin uusi lattialämmitys vanhan varaavan lattialämmitysratkaisun purun vuoksi. Mitoituslaskelman (liite 1) mukaisesti neliötehoksi tilaan riittää 100W/m².

Tuulikaappi ja eteinen

Tuulikaapin vanha patterilämmitys korvattiin lattialämmityksellä, jotta tilan lattiapinnalle kulkemisen mukana siirtyvä kosteus kuivuisi mahdollisimman tehokkaasti. Valaistus toteutetaan asukkaan itsevalitsemalla valaisimella ja ohjaus perinteisellä valaisinkytkimellä.

Eteistilan valaistus on yhdenmukaisesti suunniteltu säädettäväksi kuten olo- ja makuuhuoneissa sekä keittiössä (liite 4). Näin tiloihin on säädettävissä yhteneväisiä tunnelmavalaisuksia ja valot saa päälle kotiin tultaessa jo parkkipaikalta mobiilisovelluksen avulla.

Autotalli

Autotalliin sijoitettiin sähköautonlatauspiste, sekä omana ryhmänään pistorasia parit molemmin puolin seiniä, mikäli ladataan satunnaisesti väliaikaiseen käyttöön suunnitellulla latauskaapelilla ja yksivaiheisella verkkovirralla (liite 1). Valaistustaso suunniteltiin siten, ettei autotallissa ole tarkoitus suorittaa tarkkuutta vaativia tehtäviä (liite 4).

Ulkotilojen asennukset ja pihavarasto

Pihavalaisimien uudet kaapeloinnit tuodaan katon kautta pinnassa metalliputkin suojattuina. Uudet pollarivalaisimien sähkösyötöt järjestetään tuomalla metalliputkella suojatut kaapelit maanpinnan tasolle ja kaivamalla ne 70 cm:n syvyyteen. Vaihtoehtoisesti kaapeli voidaan asentaa harkinnan varaisesti 30 cm:n syvyyteen, mutta asennussyvyyden ollessa tätä pienempi tulee kaapeli suojata metallisella suojaputkella. Kaapelin reitti on syytä merkitä myös keltaisella varoitusnauhalla. Lisäksi kaapelien päälle tulee asettaa merkinnät keltaisella

muovinauhalla. Lopulliset kaapelireitit tulee merkitä sähkökuviin, jotka jäävät asunnon omistajalle huolto- ja käyttödokumentaatioksi. (15.)

Kohteen piha-alueen valaisimien sijoituksessa otettiin huomioon tärkeimmät kulkureitit ja takapihan oleskelualue (liite 1).

3.5 Yleiskaapelointijärjestelmän suunnittelu

Taloyhtiöön toimitetaan alkuperäisen rakennustekniikan mukaisesti vain puhe-
linliittymä, joka mahdollistaa nykyisillä kaapeloinneillaan maksimissaan 8 Mbit/s
tiedonsiirron ADSL-verkkoa käyttäen. Nykyiset verkonkäyttötarpeet vaativat kui-
tenkin huomattavasti nopeampaa tiedonsiirtoa, sillä muun muassa suoratoisto-
palvelut, verkossa tapahtuva pelaaminen ja useat käyttöpisteet vaativat verkolta
suurta tiedonsiirtokykyä. Kyseisessä kohteessa vaihtoehtoisia ratkaisuja ovat
kiinteä valokuitukaapeli sekä 4G- tai 5G-verkkoon liitetty modeemi. Jälkimmäi-
sen ratkaisun ollessa huomattavasti edullisempi asennuskustannuksiltaan pää-
dyttiin sijoittamaan asuntoon talojakamo, josta verkko voidaan jakaa sekä RJ-45
rasioille, että langattomasti WiFi -sisäverkkoa käyttäen tätä tukeville laitteille.
Kotijakamolta seinärasiapisteille kaapelointi toteutetaan kategorian 6 kaapeloin-
nilla, joka mahdollistaa nopeat jopa 1 Gbit/s tiedonsiirtoyhteydet myös tulevai-
suuteen varautuen (16). Suunnittelussa noudatettiin Tieto- ja Liikenneviraston
määräystä 65, jonka mukaan uudisrakennuksissa tulisi jokaiseen asuinhuonee-
seen tuoda yksi kaksiosainen tai kaksi yksiosaista RJ45 pistettä (17). Puhelin-
pisteen kaapeloinnin kunto tarkastetaan ja tarvittaessa vaihdetaan ennen lattia-
laatan uudelleen valamista. Kotijakamossa tulee olla oma PE-Kisko, joka tulee
yhdistää 6 mm²:n kuparijohtimella ryhmäkeskuksen maadoituspisteeseen. Koti-
jakamon metalliset osat sekä kaapelien metalliset suojakerrokset tulee yhdistää
maadoituskiskoon. (18.)

Nykyiseen antennijärjestelmään liitetään 2 kappaletta uusia huonepistokkeita
makuuhuoneisiin ja yksi olohuoneeseen, sekä uusitaan kaapelointeja, jotka ovat
hajonneet lattialaatan purkutöiden yhteydessä.

3.6 Palovaroitinjärjestelmä

Vastuu palovaroittimien hankkimisesta, asentamisesta ja toimintavarmuudesta on asukkaalla. Sähköverkkoon liitetyillä uudiskohteita suunniteltaessa palovaroitinjärjestelmän on oltava sähköverkkoon kytkettävä patterikäyttöisen sijaan. Palovaroittimen tulee olla CE-merkitty ja sen tulee täyttää SFS – EN 15604 mukaiset vaatimukset. Palovaroittimien teknisistä vaatimuksista on säädetty tarkemmin lisäksi valtioneuvoston asetuksessa 291/2009. (19.)

Palovaroittimien hankintaan ja sijoitteluun on annettu sisäministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009, 3§. Asetuksen mukaan jokaista kerrosta tai tason alkavaa 60m²:ä kohden on sijoitettava vähintään yksi palovaroitin. Sijoitukseltaan sen on oltava savun havaitsemisen kannalta keskeisimmällä paikalla, kuten keskellä huonetta katossa. Savun leviämisen palovaroitinta kohden tulee tapahtua mahdollisimman esteettä. Vähimmäisetäisyys seinistä, nurkista ja kattopalkeista on 50 cm. (19.)

Palovaroittimen toiminta on syytä testata kerran kuukaudessa testipainiketta painamalla. Mikäli palovaroitin on tilassa, jossa se altistuu pölylle, on syytä putсата varoitin muutaman kerran vuodessa. (19.)

Palovaroittimien hankinta ja lopullinen sijoittelu jätettiin työntilaaajan vastuulle, mutta palovaroittimista lisättiin sijoitusehdotelma heikkovirtajärjestelmän tasopii-rustukseen (liite 1). Palovaroittimia ei suositella sijoitettavaksi koisteisiin tiloihin tai keittiöön mahdollisten toistuvien virheellisten hälytyksien vuoksi (19).

3.7 Lattialämmityksien suunnittelu

Rakennuksen lämmitetyistä huonetiloista johtuu konventiolla eristeiden läpi ja vuotaa lämpöenergiaa kohti kylmää ulkoilmaa. Mikäli rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto, on asuntoon tuleva tuloilma viileämpää kuin lämmitetty sisäilma. Lämmityksentarvetta mitoitettaessa on otettava edellä mainitut asiat huomioon, jotta lämmityksen tarve kompensoidaan tehokkaasti. Oikealla

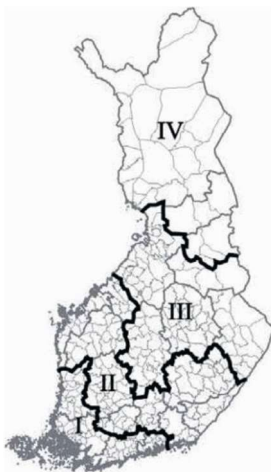
mitoituksella varmistetaan riittävä lämmitysteho sekä voidaan välttää ylimitoitettujen järjestelmien tuomat hankinta ja käyttökustannukset (20). Suunnittelutyössä mitoitettiin vain lattialämmitysjärjestelmät käyttäen ST 55.01 sähkölämmityksen mitoitus -kortin laskentakaavoja. Patterilämmitysjärjestelmää ei lämmityskuvassa (liite 1) esiintyvien lämmityspisteiden osalta saneerata. Kohteesta ei ole saatavilla tarkkoja laskenta-arvoja, joten laskenta perustetaan kortissa ST 55.01 annettuihin vanhojen rakennusten lämpöhäviökertoimiin.

3.7.1 Lämpötilan mitoitus

Rakennuksen lämpimälle sisätilalle on määritettävä ensin miellyttäväksi koettava lämpötilatavoite, jolle huonetilojen käyttötarkoitukset asettavat omia ohjeita (20):

- asuinhuoneet, oleskelutilat, työtilat +21 °C
- kylpyhuone, pesuhuone +22 °C
- kuivaushuone +24 °C
- varasto, aputilat, puolilämpimät tilat +5–17 °C.

Sisälämpötilan lisäksi kylmimmän ajanjakson alin lämpötila vaikuttaa mitoituksen tarpeeseen. Suomi on jaettu neljään vyöhykkeeseen (kuva 8), joiden mukaan ulkolämpötilalle asetetaan ohjeellinen alin arvo.



Kuva 8. Sävyöhykkeeseen jaettu karttakuva. Ympäristöministeriön asetus 1009/2017. (20.)

Vyöhykkeille asetetut ohjearvot esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Mitoittavat ulkolämpötilat vyöhykkeittäin. (20.)

Säävyöhyke	Mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C
I	-26
II	-29
III	-32
IV	-38

Erilaiset lattiarakenteet vaikuttavat alapohjien lämpöhäviöiden mitoituksiin. Lämpötila määritetään paikkakuntakohtaisen tiedon mukaisesti vuoden keskilämpötilan perusteella. Alapohjan rakenteen mukainen lämpötilojen määrittely selviää taulukosta 4.

Taulukko 4. Alapohjan mitoittava ulkolämpötila. (20.)

Lattiarakenne	Mitoittava ulkolämpötila
Maavarainen lattia	Vuoden keskilämpötilaan lisätään kaksi astetta T_u , keski +2 °C
Ryömintätilalla varustettu lattia, tuuletusaukkoja on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta	Vuoden keskilämpötilasta vähennetään kaksi astetta T_u , keski -2 °C
Ryömintätilalla varustettu lattia, lämmönjohtuminen alapohjasta tapahtuu pääasiassa ulkoilmaan	Mitoitusulkolämpötila T_u , mit

3.7.2 Johtumislämpöhäviöiden laskenta

Rakennuksen lämmitystä suunniteltaessa mitoitetaan tilat yleensä huonekohtaisesti. Yhteenlaskettu tilojen lämmitystarve muodostaa kokonaislämmitystarpeen kohteessa. Lähtötiedoiksi laskentaan tarvitaan (20):

- rakenteiden pinta-alat

- rakenteiden lämmönläpäisykertoimet (U-arvot)
- mitoituslämpötilat (sijainti vyöhykkeellä)
- ilmanvaihtojärjestelmän tiedot
- rakennuksen tiiviyskerroin (jos tavanomaista tiiviimpi rakennus).

Energiankulutusta laskettaessa lämpöhäviöiden lisäksi määritetään rakenteille ominaislämpöhäviöitä (H), jotka määritetään rakennekohtaisesti (kaava 4).

$$H_{rakenne} = A_{rakenne} * U_{rakenne} \quad (4)$$

Sisä- ja ulkotilojen lämpötilaerot aiheuttavat rakennuksen vaipan kohdistuvaa johtumishäviötä. Alapohjan mitoituksen ulkolämpötila katsotaan vuoden keskilämpötilasta samalta vyöhyketiedolta kuin ilmanlämpötilakin. Johtumislämpöhäviöt lasketaan huonekohtaisesti (kaava 5). (20.)

$$\Phi_{joht} = \sum H_{rakenne} \Delta T = H_{lattia} (T_s - T_{u,mit,maa}) + H_{katto} (T_s - T_{u,mit,katto}) + H_{seinä} (T_s - T_{u,mit}) + H_{ikkuna} (T_s - T_{u,mit}) + H_{ovi} (T_s - T_{u,mit}) \quad (5)$$

Kaavassa

$H_{rakenne}$ on ominaislämpöhäviö, W/K

$A_{rakenne}$ on rakenteenosan pinta-ala, m²

$U_{rakenne}$ on rakenteen lämmönläpäisykerroin, W/ m²K

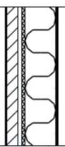
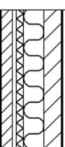
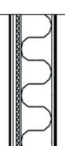
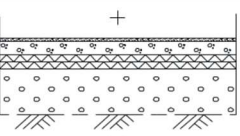
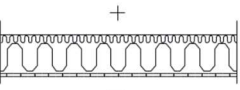
T_s on sisäilman lämpötila °C

$T_{u,mit,maa}$ on maanlämpötila lattiarakenteen alla °C

$T_{u,mit,katto}$ on mitoittava ulkolämpötila (yläpohja) °C

$T_{u,mit}$ on mitoittava ulkolämpötila °C.

Rakennuksen eri osille ei ole saatavilla määritettyjä U-arvoja suunnittelukohteen iän ja dokumentaation puutteen vuoksi. Lämmitysjärjestelmän saneerauksen yhteydessä voidaan käyttää ST55.01-kortin liitteen 1 arvoja, mikäli tarkempia ei ole saatavilla (20). Kuvissa 9 ja 10 esitetään rakenteille sekä ikkunoille ja oville tyypillisiä U-arvoja.

Eristepaksuus min. villa tai styrox	k-arvo W/m ² K		Seinärakenteet - tiili - ilmarako - tuulensuoja - min.villa - höyrysulku - sisäverhous
100mm 125mm 150mm 200mm 250mm	0,42 0,33 0,30 0,24 0,18		
100mm 125mm 150mm 200mm	0,33 0,28 0,24 0,18		- tiili - ilmarako - min.villa - tiili - sisäverhous
100mm 125mm 150mm 200mm 250mm 300mm	0,42 0,33 0,30 0,24 0,18 0,16		
50mm koko alue 100mm koko alue reunat 150mm muu 100mm 150mm koko alue	0,36 0,25 0,23 0,19		- ulkoverhous - ilmarako - tuulensuoja - min.villa - höyrysulku - rakennuslevy/sisäverhous
200mm 250mm 300mm 350mm 400mm	0,22 0,18 0,15 0,13 0,11		Lattiarakenne - pinnoite - betoni - höyrysulku - styrox tai kovavilla - sora - maa
			Kattorakenne - eriste - höyrysulku - sisäverhous

Kuva 9. Vanhojen rakennusten U-arvot esitettynä taulukkomuodossa rakennekohtaisesti. (20.)

Ikkunat ja ovet

Rakenne	Keskimääräinen U-arvo
3-kertainen erillislasi	1,85
3-kertainen umpiolasi	2
2x2-kertainen umpiolasi	1,45
2-kertainen selektiivilasi+ 1-kertainen erillislasi	1,2
Lämpöeristämätön umpiovi	1
Lämpöeristetty umpiovi	0,7

Kuva 10. Ikkunoiden ja ovien U-arvoja. (20.)

Kohteessa ulkoseinän eristeenä on 150 mm ja yläpohjassa 200 mm villaeriste. Alapohjan eristyksenä laskennassa 100 mm koko alueelta. Ikkunalasit ovat 3-kertaista umpiolasia.

3.7.3 Vuotoilmahäviöiden laskenta

Vuotoilmavirtausta rakennuksen vaipan läpi syntyy tuulen ja lämpötilaerojen aiheutumista paine-eroista. Vuodon suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen vaipan tiiviys, rakennuksen sijainti ja korkeus, ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa. (20.)

Ympäristöministeriön Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta ohje 2018:ssa esitetään tyypillisiä arvoja ilmanvuotoluvuille, mutta vuotoilman voi määrittää seuraavilla kaavoilla tarkemmin. (20.)

Vuotoilmavirta $q_{v,vuotoilma}$ (kaava 6) (20):

$$q_{v,vuotoilma} = \eta_{vuotoilma} * \frac{V}{3600} \quad (6)$$

Vuotoilmavirrasta aiheutuva ominaislämpöhäviö (kaava 7) (20):

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{v,vuotoilma} \quad (7)$$

Kertomalla ominaislämpöhäviö sisä- ja ulkolämpötilojen erotuksen (kaava 8) kanssa saadaan tuloksena lämmitystehon tarve. (20.)

$$\Phi_{vuoto} = H_{vuotoilma} * (T_s - T_{u,mit}) \quad (8)$$

Kaavassa

$H_{vuotoilma}$ on ominaislämpöhäviö, W/K

ρ_i on ilmantiheys (1,2 kg/m³)

c_{pi} on ilman ominaislämpökapasiteetti 1000 Ws/(kgK)

$q_{v,vuotoilma}$ on vuotoilmavirta, m³/s

V on tilan ilmatilavuus, m^3

T_s on sisäilman lämpötila $^{\circ}C$

$T_{u,mit}$ on mitoittava ulkolämpötila $^{\circ}C$

$\eta_{vuotoilma}$ on vuotoilmakerroin 1/h (0,16 1/h).

3.7.4 Ilmanvaihdon huomiointi lämmityksessä

Mikäli asuntoon liittyy koneellinen ilmanvaihto, on tuloilman lämmityksen tarve otettava myös huomioon lämmitystä suunniteltaessa. Opinnäytetyön kohteena olevassa asunnossa on painovoimainen ilmanvaihto koneellisella poistolla keittiöstä, pesuhuonetilasta sekä saunasta. Korvausilma tulee asuntoon suoraan ulkoa ilman lämmitystä, joten lämmityslaitetta mitoittaessa tämä on huomioitava mitoittamalla hieman laskentaa suurempi järjestelmä. ST-kortti 55.01 luku 3.2.3 käsittelee lämmityksen tarpeen määrittämistä koneelliselle ilmanvaihdolle, mutta kohteen ilmanvaihtojärjestelmän vuoksi sitä ei huomioida laskelmassa. (20.)

3.7.5 Lämpöhäviöiden laskeminen ja lämmityksen mitoitus

Laskenta toteutettiin edellä mainituin kaavoin Excel-laskentataulukkoa hyödyntäen. Tuloksien perusteella valittiin tiloihin soveltuvat lämmityskaapelimatot, jotka ovat helpot asentaa pintavalun ja laatoituksen alle. Lattialämmitys muodoksi toteutettiin siis pintamateriaalin alla säteilevä lämmitysratkaisu varaavan lattialämmityksen sijaan. Tiloihin valittiin mitoitusten perusteella $100W/m^2$ tehoiset lattialämmitysmatot. Laskelmat esitetään liitteessä 2.

4 Sähköautojen latauspisteiden suunnittelu

Polttomoottorikäyttöisten autojen markkinaosuuksien vähentyessä sekä ladattavien hybridi- että täyssähköautojen määrän kasvaessa on syytä varautua tulevaisuuden lataustarpeisiin kiinteistön sähköjä saneerattaessa. Asuntoon A luotiin saneerauksen yhteydessä latauspiste autotallin sisäpuolelle. Sähköautojen erilaiset latausmekanismit ja tehot asettavat vaatimuksia kotilatauspisteille ja sähköliittymille, sillä suurilla akkukapasiteeteilla varustetut pitkänkantaman

sähköautot vaativat verrattain isoa lataustehoa. Useamman kymmenen vuotta vanhat sähköliittymät eivät välttämättä kestä lisääntyntä kuormaa ilman dynaamista kuorman hallintaa ja älykästä ohjausta. Vanhoissa kiinteistöissä ratkaisuksi voikin muodostua kokonaan erillisen sähköliittymän tilaaminen tontille vain sähköautojen latauspisteitä varten. (21.)

Saneerauksen yhteydessä maksimi latauskapasiteetiksi asuntoa kohden muodostui 11kW, sillä sähköliittymän vanha kaapeli rajoittaa maksimivirran koko yhtiölle 50A:n. Latauspisteitä suunniteltaessa onkin tärkeätä selvittää syöttävän järjestelmän nykyinen kuormitus ja laajennettavuus. Sähköautojen latauspisteistä ja suojauksista ohjeistetaan standardijulkaisussa SFS 6000-7-222:2017. Standardin määrittelemänä latauskeskuksen on vastattava SFS-EN 61851 vaatimukset asianmukaiselta osaltaan. (22.)

4.1 Sähköautojen lataustavat

Sähköistettyjen ajoneuvojen lataustapoja on neljää erityyppistä latausratkaisua :

- Lataustapa 1 – kevyiden sähköautojen lataus. Pienitehoisten ajoneuvojen lataus 30mA vikavirtasuojatusta 230V pistorasiasta.
- Lataustapa 2 – hidas lataus. Tilapäiseen lataamisen tarkoitettu pistorasiaan kiinnitettävä latauskaapeli, jonka jatkuva kuormavirta tulisi rajoittaa 8 ampeerin pistorasian kuormituskestävyyden varmistamiseksi.
- Lataustapa 3 – peruslataus. Suositeltavin lataustapa. Tyypin 2 latausjohdolla tapahtuva maksimissaan 43kW lataustehoa hyödyntävä vaihtovirtalaturi. Sisältää tiedonsiirtoväylän, jolla on mahdollista ohjata kuormitusta ja virransyöttöä molempiin suuntiin.
- Lataustapa 4 – tehollataus. Tasavirtalatauspiste, joka voi ladata auton akustoa jopa 350kW teholla latausvirran ollessa satoja ampeereita. (22.)

4.1.1 Sähköautojen latauspistoketyypit

Latauspistoketyyppejä on useita erilaisia ja voidaankin sanoa, että erilaiset pistokkeet kohdentuvat mantereittain ja ajoneuvon valmistusmaiden mukaisesti.

Latauskaapelit ja -pistokkeet toimivat joko vaihtovirralla tai tasasähköllä riippuen

ajoneuvoon suunnitellusta latausjärjestelmästä ja syöttävän verkon jännitteen muodosta. Latausvirran lisäksi kaapelin välityksellä latauslaitteen ja auton välillä siirtyä tietoa latauksen tilasta. Akuston täytyessä ohjaussignaali katkaisee latauslaitteen toiminnan (23). Seuraavassa on esiteltyä yleisimmät pistokeratkaisut Suomessa:

Tyyppin 1 pistokeliitin (kuvassa 11) on yksivaiheiseen virransyöttöön tarkoitettu latauspistoke, jolla on mahdollista syöttää vaihtovirtaa 80 ampeerin asti. Ajoneuvossa itsessään on tällöin tasasuuntaava laturi, joka muuntaa vaihtovirran tasavirraksi ennen akustoon syöttämistä. Yleisimmin latausvirran määrä on 16A. (23).



Kuva 11. Tyyppin 1 latauspistoke ja -liitin. (23.)

Pistoke- ja liitinmalli on käytössä Yhdysvalloissa ja Japanissa valmistetuissa automerkeissä. (23.)

Eurooppalaisissa autoissa käytetään tyyppin 2 latausliitintä, joka mahdollistaa kolmivaiheisen vaihtovirtasyötön 63 ampeerin asti. Tämä liitin tyyppi on standardoitu Suomessa ja Euroopan maissa julkisten latauspisteiden pistokemalliksi. Liitintyyppiä käytetään sekä PHEV-autoissa että täyssähköautoissa. Ladattavan hybridin lataus yleisesti 1x16 A ja täyssähköautoilla jopa 3x32 A. Kuvassa 12 on esitetty sekä latauspistoke sekä auton latausliitin. (23.)



Kuva 12. Tyypin 2 pistoke on standardi Euroopassa. (23.)

Tyypin 2 liitin löytyykin usein Suomessa myytävistä lataustavan 3 mahdollista-
vasta kotilatausasemista integroidun latauskaapelin päästä.

Pikalataukseen tarkoitetut tasavirtasähköä syöttävät latauspistoketyypit ovat
CHAdeMo- ja CCS Combo -standardin mukaisia pistokkeita. Kuvassa 13 esiin-
tyvät CHAdeMo-pikalatausliittimet mahdollistavat 63 kW lataustehon, kun taas
CCS-pikalatausjärjestelmällä ylletään jopa 125 kW pikalataustehoon. (23.)



Kuva 13. DC-pikalatausliittimet CHAdeMo ja CCS Combo. (23.)

Käytännössä pistokemalleja suuritehoiseen lataukseen löytyy vain julkisilta la-
tausasemilta, kuten esimerkiksi huoltoasemalta tai päivittäistavarakaupan park-
kialueella sijaitsevalta latauspalvelupisteeltä.

4.2 Sähköautojen latauksen suunnittelussa huomioitavat asiat

Kotilatauspisteitä suunniteltaessa merkitseviä tekijöitä ovat latausajan ja toimintasäteen määrittelemät kriteerit latausteholle – joskin liittymän koko voi rajoittaa lataustehon maksimi kapasiteettia tarvetta pienemmäksi. Latauslaitteen sijoittelussa on otettava huomioon syöttökaapelien reitit ja johdonkuormitettavuus sekä laitteen asennustapa ja asennuspaikan materiaalit.

ST-käsikirjan 41 mukaisesti jokainen sähköauton latauslaite on suunniteltava omaksi virtapiirikseen, jolloin syöttö on suojattu omalla vähintään 30mA:n A-tyypin vikavirtasuojalla ja ylivirtasuojalla. Latauspisteistä olisi hyvä julkaista ainakin laitevalmistajan aineistoon pohjautuva periaatekaavio. (1.)

Sähköautojen latauspisteet on huomioitava seuraavissa (24),

- sähkötyöselostus
- huipputeholaskelma
- sähkörakennustapaselostus
- mallipääkaavio
- alustava nousujohtokaavio
- yleiskaapeloinnin, rakennusautomaation ja energiamittauksen periaatekaaviot.

Sähköautojen latauspisteet otetaan yleisesti huomioon jo suunnittelu vaiheessa arkkitehdin toimesta, kun kyseessä on uudisrakennuskohde. Sen sijaan linjasaneerauskohteissa on syytä ottaa huomioon mahdolliset vaikutukset rakennusluvanvaraisien muutosten johdosta. Tällöin on syytä antaa arkkitehdille toimeksi selvittää mahdolliset rakennuslupia vaativat muutokset, jotka voisivat vaikuttaa rakenteisiin, julkisivuun tai miljööseen. (1.)

4.3 Sähköautojen latauspisteiden valinta

Suunnittelutyössä kohteeseen valittiin lataustavan 3 mukainen tyypin 2 pistokeilla varustettu DEFA:n valmistama latauslaite. Latauslaitteen ominaisuudet mahdollistavat nykyisellä sähkösuunnittelulla kuormanhallinnan oman

ryhmäkeskuksen kapasiteetin mukaisesti. Tulevaisuudessa, mikäli paritalon toiseen asuntoonkin asennetaan sähköautonlatauspiste, suositellaan käyttämään saman valmistajan vastaavaa tuotetta, jotta latauslaitteet kykenevät jakamaan lataustehoa liittymän nykyisen mitoituksen mukaisesti. Tieto latauslaitteiden välillä liikkuu tiedonsiirtokaapelilla. Pääkeskukseen voidaan asentaa valitun laitevalmistajan virtamuuntajamittauslaite, jolla liittymän kokonaisvirtaa voidaan mitata ja tehokapasiteetti jakautuu latauslaitteiden välille tasaisesti.

5 Valaistuksen ja ohjauksen suunnittelu

Valaistuksen tehtävänä kiinteistössä on luoda käyttäjilleen käytön vaatimuksien mukaiset olosuhteet näkemiselle. Työskentelypaikkoja ja tieliikennealueita määrittelee valaistusstandardit, jotka asettavat näkemiselle tiettyjä ehtoja tilanteen ja tehtävän mukaan. Omakotiasujan kannalta merkittävintä valaistuksessa on valaistusvoimakkuuden riittävä taso, värilämpötila, tasaisuus ja ohjattavuus. Valaistusteknisiä peruskäsitteitä ovat valaistusvoimakkuus, valovoima ja -virta, luminanssi, luminanssiero, värilämpötila, värintoisto, valontuotto, tasaisuus, häikäisy (25).

5.1 Suunnittelussa huomioon otettavat asiat

Asuinhuoneiston valaistusta suunniteltaessa merkitseviä tekijöitä on käyttäjien mieltymyksiin ja tarpeisiin perustuvia. Mahdolliset tunnelmavalaisut ja ohjaukset vaikuttavat luovat käyttäjälle mahdollisuuksia sovittaa tilojen valaistustasoja ja värilämpötiloja tilanteisiin soveltuviksi (26). Asunnon A omistaja harrastaa elokuvien katsomista suurelta kankaalta videotykillä ja toivoi olohuonetilaan mahdollisuuksia säätää valaistusta mahdollisimman laajasti. Myöhemmin käsiteltävällä Zigbeellä on mahdollista asettaa tilatoimintoja, jonka avulla voidaan ennalta määritetyin asetuksin himmentää ja sulkea asunnon valaistuksia elokuvan katsomista varten.

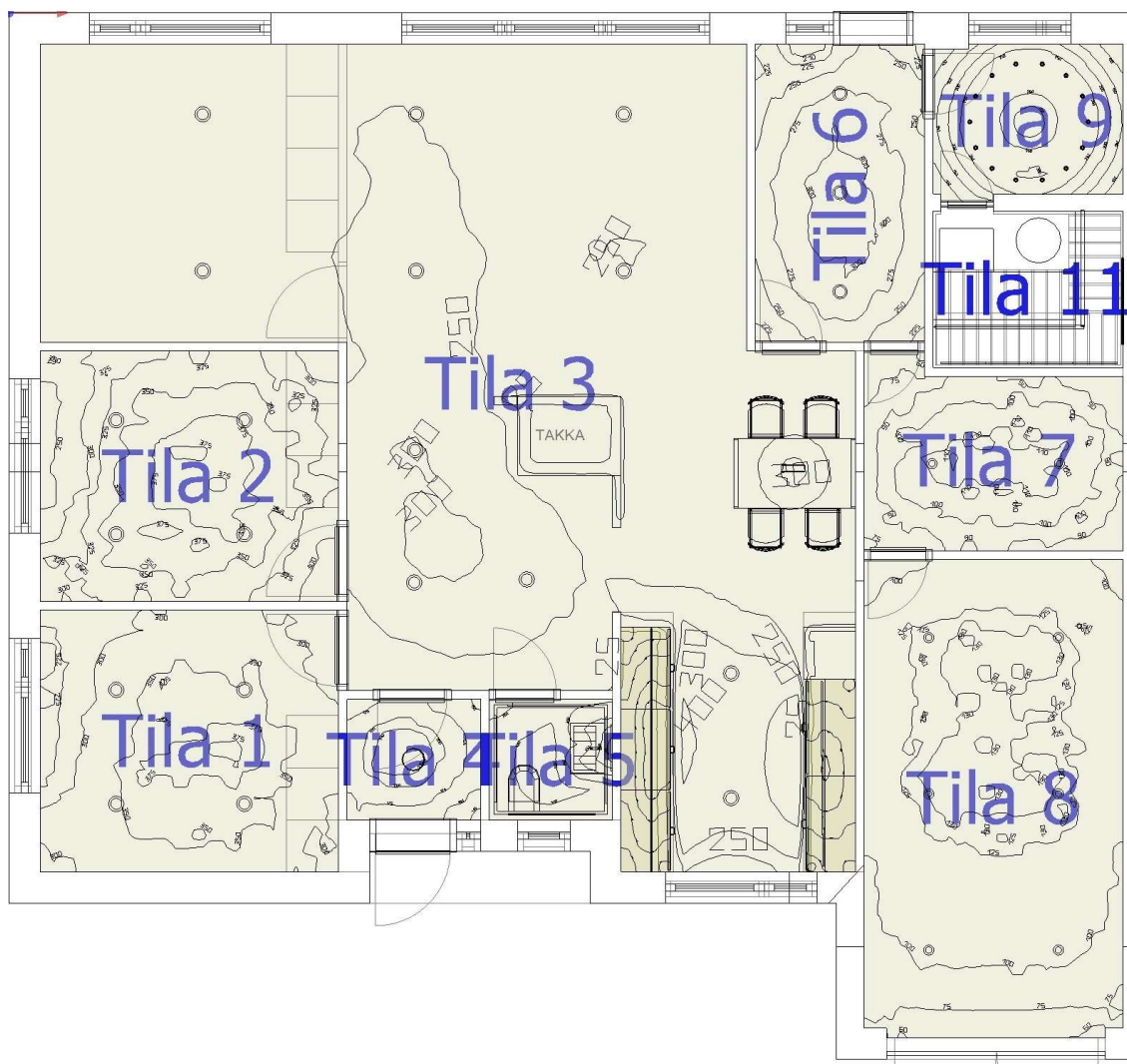
5.2 Valaistussuunnitelma

Valaistussuunnittelu aloitettiin DIALux Evo -ohjelmalla tehden, jotta valaistus-suunnitelman riittävydestä ja tasaisuudesta saatiin mahdollisimman realistinen kuva (liite 4). Kohteeseen suunniteltiin valaistus siten, että valaisimien ikääntymisestä ja likaantumisen johtuva valotehokkuuden heikentyminen olisi otettu huomioon mahdollisimman hyvin. Näin ollen valaistusvoimakkuudet ovat tiloihin erinomaisen riittävät, kun valaisimia käytetään täydellä teholla. Valtaosa valaistuksesta suunniteltiin kuitenkin asiakkaan toiveiden pohjalta himmennettäväksi sekä seinäkatkaisimilla, että matkapuhelinsovelluksella. Asuinrakennuksille ei ole säädetty omia valaistusvoimakkuusstandardeja, joten ohjeellisia arvoja haettiin kokemusten ja valaisinyritysten antamien suositusten pohjalta (taulukko 5).

Taulukko 5. Eri tilojen valaistusvoimakkuudet (26.)

Tila	Valaistusvoimakkuus (lx)
Eteinen	150
Eteinen, kaappien pystypinnat	200
Keittiö, työtasot	300-500
Keittiö, Kaappien pystypinnat	100-200
Keittiö, ruokapöytä	0-500
Makuuhuone	100-200
Makuuhuone, lukuvalaistus	300-500
Lastenhuone	100-200
Lastenhuone, kirjoituspöytä	300-500
Työhuone	300-500
Vaatehuone, kaappien pystypinnat	200
Olohuone	100-200
Olohuone, lukeminen	300-500
Kylpyhuone	100
Sauna	Tunnelmavalistus
Kodinhoituhuone	150-250
Kodinhoituhuone, työtasot	300-500
Varasto	100
Varasto, hyllyjen pystypinnat	100-200
Ulkotilat, katokset, kulkureitit ja sisäänkäynnit	20-30

Osa upotetuista valaisimista sisältää mahdollisuuden myös säätää tilannekohtaisesti sekä värilämpötiloja että värimaailmoja tunnelman luomiseksi tiloihin ja tilanteisiin parhaiten soveltuvalla tavalla. Kuvassa 14 osoitetaan DIALux-laskentaohjelman näkymästä valaisimien sijoittelu asuinhuoneistoissa sekä valaistus-
tasot eri tiloissa suunnitelmalla mukaisilla valaisimilla. Valaistuskentää varten osa Zigbee-ohjatuista valaisimista korvattiin laskentaa varten mahdollisimman läheisillä arvoilla varustetuilla Ensto VELOX PANEL -paneelivalaisimilla, sillä Zigbee-valaisimille ei löytynyt DIALux-käyttöön soveltuvia mallinnuksia. Samoin meneteltiin kylpyhuoneen 1 W valaisimien laskennassa.



Kuva 14. Valaistuskenttä DIALux Evo -ohjelmalla.

Valaistuksen suunnittelussa kiinnitettiin huomiota valaistuksen tasaisuuteen tilakohtaisesti, sekä tiloista toisiin siirryttäessä. Ajatuksen taustalla on, ettei henkilön silmät kokisivat rasitusta valaistustilanteiden vaihtuessa ja siirryttäessä tilasta toiseen. Valaistusta kohdennettiin myös pisteisiin kuten keittiön työtaso ja makuu-/työhuoneet, joissa näkemisen tarkkuudella on merkitystä.

5.3 Esimerkkejä ohjaustavoista

Rakennusten automaatio on viime vuosikymmeninä kehittynyt valtavasti eteenpäin ja ohjaustapoja sekä ohjattavia laitteita on jo runsaasti markkinoilla. Yleisimmät kohteet kotiautomaation piirissä ovat valaistus, lämmitys sekä esimerkiksi lukitukset. Muina sovelluksina voidaan toteuttaa LVI-laitteistojen ja putkien vuotovahteja, jonka tietojen perusteella voidaan asettaa vedentulo katkeamaan tarpeen vaatiessa.

Rakennusautomaatiolla on mahdollista säästää vuositasolla merkittävästi sähkönkulutuksessa ja -kustannuksissa. Laajempi ohjausjärjestelmä vaatii tietenkin enemmän komponentteja, jotka nostavat useasti hankintahintaa ja järjestelmän takaisinmaksuaikaa. Kotiautomaation kohdalla säästöjen lisäksi tavoitellaan varsinaisesti mukavuutta ja arjen toimintoja helpottavia ratkaisuja.

Suuremmissa rakennuksissa käytetään monesti KNX- ja Dali-väyläohjauksia, jotka vaativat omat kiinteät kaapeloinnit. Järjestelmät mahdollistavat suuren kobjemäärän ja niiden avulla ohjataan usein suurempien tilakokonaisuuksien LVI- ja valaistustoimintoja (27). Kohteen ollessa verrattain pieni ja ohjauksien jäädessä valaistuksen tasolle voitiin se toteuttaa Zigbee-väyläisellä ratkaisulla, joka on laajennettavissa kätevästi myös maallikon toimesta, ja siihen on mahdollista liittää useita älykkäitä kodinelektroniikkalaitteita.

Zigbee-järjestelmän taustalla toimii Zigbee Alliance, johon kuuluu satoja jäsenyrityksiä. Alliancen tarkoituksena on kehittää järjestelmää yhdessä jäsenien kanssa. Tunnetuimpia jäsenyrityksiä ovat Amazon (Echo Plus), Samsung (SmartThings), Philips (Hue by Signify), IKEA ja Xfinity. Zigbee-verkolla

tavoitellaan yhtenäistä kodin IoT-järjestelmää, joka mahdollistaisi kodin sähköisten laitteiden täydellisen hallinnoimisen esimerkiksi taulutietokoneen avustuksella. (28.)

Zigbee on IEEE 802.15.4-2011-standardin mukaista radioliikenneverkkoa hyödyntävä Allianssin jäsenille avoin tietoliikenneprotokolla. Langattomana tietoverkkona se on vähävirtainen, mahdollistaen langattomien painikkeiden pitkäikäisen paristokäytön. Verkko ja siihen yhteydessä olevat laitteet toimivat viestien 2,4GHz:n taajuudella toisilleen reitittimien ja koordinaattorin välityksellä (28). Zigbee-verkko muodostuu koordinaattorin ympärille, joka perustaa verkon ja hallinnoi sen toimintaa. Verkkoon liitetään reitittämiä vastaanottamaan ja kuljettamaan viestejä päätelaitteilta toisille. Verkkotopologioita on kolme erilaista: tähtimäinen, puumainen ja Mesh-verkko. (29.)

Tähtimäisessä verkossa kaikki viestit kulkevat koordinaattorin kautta. Puutopologiassa viestit kulkevat pääosin koordinaattorin kautta, mutta myös reitittimien välityksellä päätelaitteilta toisille. Mesh-topologiassa jokainen verkon osa voi viestiä suoraan toiselle verkon osalle ilman välittäjää. (29.)

Zigbeellä on useita mahdollisuuksia automatisoinnin ja yhteensopivien järjestelmien suhteen. Esimerkin omaisesti kodinohjauksiin voidaan liittää valaistus, lämmityksen ja ilmastoinnin ohjaus sekä murto- ja palohälytinjärjestelmiä (30). Koko järjestelmä olisi näin liitettävissä yhteen ja ohjattavissa mobiilisovelluksien avulla. Laitteiden liittäminen on monia muita ohjausjärjestelmiä yksinkertaisempaa, sillä kuluttaja/asentaja saa liitettyä suuren osan Zigbee-laitteista yhdistämällä ne WiFi-koordinaattoriin mobiilisovelluksen avulla. Laitteiden ja langattomien kytkimien parittaminen onnistuu viemällä paristokäyttöinen kytkin ohjattavaksi haluttavan vastaanottimen lähelle ja painamalla yhdistystoiminnon käynnistävää painiketta. Tämän jälkeen katkaisija voidaan asettaa haluttuun paikkaan. Yhteys pysyy muistissa myös sähkökatkojen aikana, eikä uudelleen parituksia tarvitse tehdä (31).

Kohteeseen suunniteltiin valaistuksenohjaus käytettäväksi mobiilisovelluksella ja langattomilla painikkeilla. Ohjattavia tiloja haluttiin olevan makuuhuoneet, olohuone, ruokailutila, eteinen ja keittiön kattovalaisimet.

5.4 Valaistuksen energiatehokkuus

Valaistuksen energiatehokkuutta voidaan laskea D3 laskentaoppaan luvun 3.3.1 ohjeistuksen d5 mukaan ja vertailla muiden käyttötarkoituksiltaan yhdenmukaisten rakennusten kesken LENI-luvun (kWh/m²/vuosi) avulla. Laskelmaan vaikuttavia tekijöitä ovat älykkäät ohjausratkaisut, valaismien määrä ja kokonaissähköteho, huoneiden pinta-alat sekä valaistuksen käyttöaika. Kaavalla 9 voidaan laskea valaistuksen sähköenergian kulutus. (32.)

$$W_{valaistus} = \sum \frac{f * P_{valaistus} * A_{huone} * \Delta t}{1000} \quad (9)$$

Laskennassa f on ohjaustavasta riippuva kerroin, joka suunnitelmien mukaisesti on jokaisessa tilassa huonekohtaisen kytkimen kerroin 0,90. Laskennan (liite 3) tulokseksi saadaan 183 kWh. Tuloksen avulla voidaan määrittää kaavan 10 mukaan asunnon LENI-luku.

$$LENI = \frac{W_{valaistus}}{A_{lämmin}} \quad (10)$$

Asunnon valaistukselle laskettu numeerinen LENI-luku on suunnitellulla valaistuksella 1,57 kWh/m²/vuosi. Laskelmassa määritettiin myös valaistuksen käytöstä vuositasolla aiheutuva kustannus, ollen noin 220 €.

6 Dokumentit urakkalaskentaan

Asunnon A omistajan korjaushanketta varten tuotettiin sähköurakoitsijan tarjouslaskennan pohjaksi pistekuvat, johdotuskuvat, keskuskaavio, ohjauksien piirikaavio ja valaisinluettelo (liite 1). Kojeiden, kaapeleiden ja työmäärän arviointi on näiden pohjalta mahdollista tehdä riittäväällä tarkkuudella, jotta urakasta on muodostettavissa vertailukelpoinen tarjous asunnon omistajan käytettäväksi.

Ennen sähkötöiden aloitusta valitulle urakoitsijalle toimitetaan sähköselostus, jossa kuivaillaan tarkemmin järjestelmien asennus-, ohjaus- ja laitetietoja.

Korjaustöiden jälkeen urakoitsijan on määrä toimittaa todellisia asennuksia vastaavat punakynäkorjatut asennuspiirustukset, joiden tietojen mukaisesti varsinaiset kohteen loppupiirustukset luodaan. Nämä dokumentit tulevat jäämään asunnon huoltokirjaan.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda riittävän tarkat suunnitelmat saneerauskohteen sähköistyksestä urakkalaskentaa ja saneerauksen toteutusta varten. Suunnittelun aikana pyrittiin selvittämään asukkaan tarpeita ja toiveita valaistuksen ja muiden sähköistysten osalta. Valaistussuunnittelun tavoitteena oli luoda tasainen ja helposti ohjattava kokonaisuus, joka olisi mahdollista liittää kotiautomaatiojärjestelmään.

Suunnittelutyössä haasteiksi muodostui kohteen muuttuvat tarpeet. Korjaustöiden laajentuminen ja vanhojen järjestelmien käytännössä totaalinen purkutarve ja taloyhtiön toisen asunnon rajautuminen ulos suunnittelusta asetti työlle uudenlaisia vaatimuksia, kun suunnittelutyötä oli ehditty jo tekemään useamman työtunnin ajan.

Kokonaisuudessaan asuntoon suunnitellut järjestelmät luovat käyttäjälleen uutta asuinmukavuutta jatkojohtojen tarpeen poistuessa sekä valaistustasojen parantua kauttaaltaan asunnon joka tilassa. Valaistusratkaisu antaa myös laajenusmahdollisuuksia yksittäisille käyttäjän asentamille älypolttimoille. Zigbee-väylään on mahdollista myös liittää myöhemmässä vaiheessa muitakin kotiautomaation ratkaisuja.

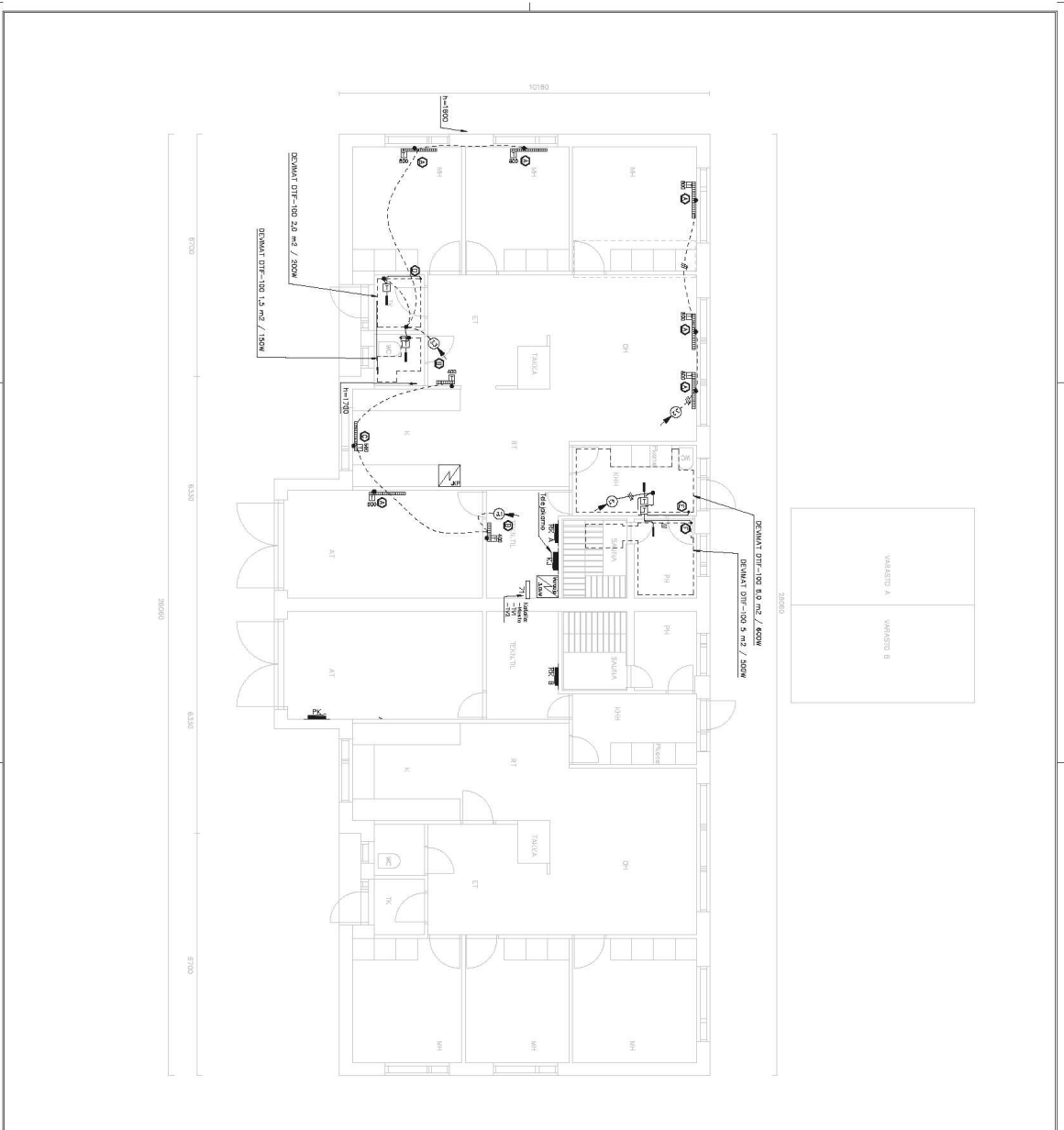
DIALux Evo -ohjelmalla tehdyt 3D-mallinnokset olivat asiakkaalle esitettyjen suunnitelmien tukena ja antoivat käsitystä kohteesta saneeraustöiden päätyttyä.

Lähteet

- 1 Liittymätietojen kysely. Sähköpostikeskustelu. Lahti-Energia 8.3.2021.
- 2 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2020. ST-13.31. Sähköinfo Severi. 15.4.2020.
- 3 ST käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. Tampere: Grano Oy.
- 4 Suomen standardoimisliitto SFS, SFS-EN 61439-3 – Pienjännitekeskukset. Osa 3: Maallikoiden käyttöön tarkoitetut keskukset (jakokeskukset). SESKO ry, 2013.
- 5 Ensto EHSV345.21 ryhmäkeskuksen tuotesivu. Ensto Oy. <https://www.ensto.com/fi/building-systems/tuotteet/sahkokeskukset/ryhma-keskukset-ip20c-waltteri-ja-pikku-waltteri/ehsv345.21/>. Luettu 18.5.2021.
- 6 SFS-käsikirja 640 – Sähkökeskukset. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS.
- 7 Sähköinfo oy. D1-2017, käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sivu 224. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 8 Kaapelin mitoituksessa huomioitavia asioita. 2021. Verkkoaineisto. Reka Oy. <<https://www.reka.fi/kaapelitietoa/kaapeliohjeet/kaapelin-mitoituksessa-huomioitavia-asioita>>. Luettu 15.4.2021.
- 9 IP luokitus. 2021. Verkkoaineisto. STEK ry. <<https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>>. Luettu 16.4.2021.
- 10 SFS 6000-8-804:2017 – Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-804: Täydentävät vaatimukset. Kuivat, kostean ja märät tilat sekä ulkotilat. 2017. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS.
- 11 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. 2013. ST-51.22. Sähköinfo Severi. 15.09.2013.
- 12 Vikavirtasuojat. 2020. ST-53.12. Sähköinfo Severi. 15.12.2020.
- 13 Kylpy- ja suihkutilojen asennukset. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset>>. Luettu 25.8.2021.

- 14 Saunojen sähkölaitteet ja -asennukset. 2019. ST 55.21. Sähköinfo Severi. 3.7.2019.
- 15 SFS 6000-8-814:2017 – Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-814: Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. 2017. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS.
- 16 Cat 6 verkkokaapeli. Verkkoaineisto. 2021. BCC Solutions. <https://www.bccsolutions.fi/teknologiat/cat6-verkkokaapeli/>. Luettu 2.11.2021.
- 17 Määräys 65D/2019 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. 2019. Luku 2, §6. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. 1.1.2020.
- 18 Määräys 65D/2019 kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista. 2019. Luku 5, § 17 Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. 1.1.2020.
- 19 Palovarointimien vaatimukset, sijoittaminen ja kunnossapito. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovarointimet>>. Luettu 20.9.2021.
- 20 Sähkölämmityksen mitoitus. 2021. ST-55.01. Sähköinfo Severi. 28.06.2021.
- 21 Sähköautojen yleistyminen. Verkkoartikkeli. 2021. Rakennuslehti. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/03/sahkoautojen-yleistyminen-pakottaa-taloyhtiot-toimimaan-latausjarjestelyt-eivat-ole-vain-kylla-tai-ei-kysymys/>. 29.3.2021. Luettu 22.9.2021.
- 22 Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021. Verkkoaineisto. Sesko ry. https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus. 17.02.2021. Luettu 4.9.2021.
- 23 Latauspistoketyypit sähköautoille. 2021. Verkkoaineisto. Plugit Oy. <https://plugit.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>. 31.08.2021. Luettu 5.9.2021.
- 24 Suunnittelijan opas. Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa. 2021. Verkkoaineisto. Ensto oy. <https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>. Luettu 2.11.2021.
- 25 Valaistusteknisiä käsitteitä. Verkkoaineisto. Glamox Oy. <<https://glamox.com/fi/valaistusteknisi-ksitteit>>. Luettu 15.6.2021.

- 26 Valaistusvoimakkuudet kodin eri tiloissa. Verkkoaineisto. WINLED Oy. <<https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Valaistusvoimakkuudet-teollisuudessa-ja-kodin-eri-tiloissa>>. 3.12.2019. Luettu 20.7.2021.
- 27 KNX-taloautomaatio on standardi. 2013. Verkkoaineisto. Rakenta.fi. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10575/knxtaloautomaatio_on_standardi_abb.htm. 8.7.2013. Luettu 22.10.2021.
- 28 What is Zigbee? Verkkosivusto. Zigbee Alliance. 2021. <<https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/>>. Luettu 20.8.2021.
- 29 Zigbee Network topology. 2019. Verkkoaineisto. E-Spin corporation. <<https://www.e-spincorp.com/zigbee-network-topology/>>. 14.8.2019. Luettu 24.8.2021.
- 30 Zigbee Applications. 2013. Verkkoaineisto. Tutorial reports. <<http://www.tutorial-reports.com/wireless/zigbee/zigbee-applications.php>>. 18.2.2013. Luettu 24.8.2021.
- 31 Zigbee vastaanottimen tuotesivu. 2021. Superled.fi. <https://www.superled.fi/product/1354/savy-zigbee-vastaanotin-rgbw-cct-ja-yksivarisille-nauhoille>. Luettu 10.9.2021.
- 32 D3 laskentaopas. 2015. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/d3_laskentaopas_2015.pdf>. 7.10.2015. Luettu 24.10.2021.



Patidemioloogilised ettevalmistused

Ettevõtte nimi	SAH	Ettevõtte aadress	SAH 2021001-3
Ettevõtte juhataja		Ettevõtte juhataja	
Ettevõtte registreerimisnumber	0001	Ettevõtte registreerimisnumber	
Ettevõtte registreerimisaja		Ettevõtte registreerimisaja	
Ettevõtte registreerimisriik		Ettevõtte registreerimisriik	
Ettevõtte registreerimisamet		Ettevõtte registreerimisamet	
Ettevõtte registreerimisala		Ettevõtte registreerimisala	
Ettevõtte registreerimisala		Ettevõtte registreerimisala	
Ettevõtte registreerimisala		Ettevõtte registreerimisala	
Ettevõtte registreerimisala		Ettevõtte registreerimisala	
Ettevõtte registreerimisala		Ettevõtte registreerimisala	

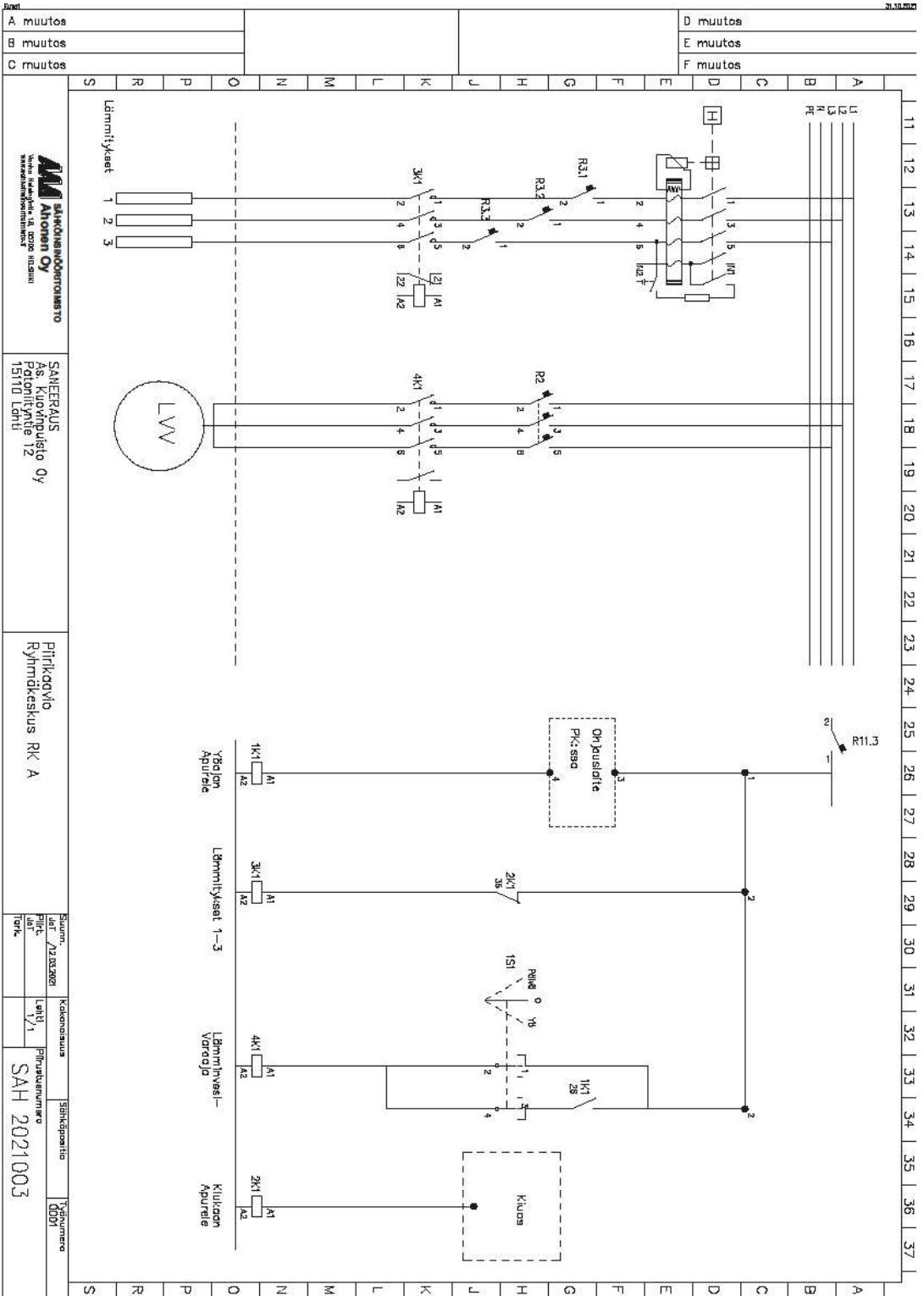
A muutos		D muutos	
B muutos		E muutos	
C muutos		F muutos	
S			
<p>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT:</p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAALUUS 400 V 35 A 50 Hz</p> <p>2. TERMINEN OIKOSULUKESTOISUUS 10 kA</p> <p>3. TASATTU- / ASENETTU TEHO / COSFI kW _____ kVA _____ cosFI _____ V VIRTA _____ A</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEVAKUUS EI _____ ON _____ JÄNNITE _____ V</p> <p>5. AC-KISKOT JA JOHTIMET L1,N _____ L1,L2,L3,N PE _____ L1,L2,L3,N,PE _____</p>			
<p>RAKENNETIEDOT:</p> <p>1. KESKUSALU _____ KENNO _____ KOTILO _____ KEHIKKO _____</p> <p>2. ASENNUSTAPA _____ PINTA _____ UPPO _____ KOTEL. LUOKKA IP 40 _____</p> <p>3. KINNITYS _____ LÄTTÄ _____ SEINÄ _____</p> <p>4. OVLATE _____ LUUKKO _____ SALPA _____</p> <p>5. LÄTTI SEISKESK. POHJALEYTY _____ AVOIN _____ PALOKESTIVÄÄ _____</p> <p>6. MAALAUUS _____ VAKIO _____ ERIKOIS _____</p> <p>7. MITÄT _____ KORKEUS: _____ LEVI: _____ SYVY: _____</p>			
<p>KALUSTUSTIEDOT:</p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI _____ <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ _____ <input type="checkbox"/> ULOSV. _____ <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUSTAPA _____ <input type="checkbox"/> YKSIKÖ _____ <input type="checkbox"/> KESKITETTY _____</p> <p>3. MERKKILAMPUT _____ <input type="checkbox"/> HEIKKU _____ <input type="checkbox"/> HOHTO _____ <input type="checkbox"/> LEDI _____</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITTAMA _____ <input type="checkbox"/> SÄHKÖLÄIOTOS _____ <input type="checkbox"/> VALMISTAJA _____</p>			
<p>KAAPELOINTI:</p> <p>1. SYÖTTÖKAAPELI _____ <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ _____ <input type="checkbox"/> ALHAALTA _____</p> <p>2. PÄÄKAAPELI _____ <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ _____ <input type="checkbox"/> ALHAALTA _____ <input type="checkbox"/> KOJESIIN _____ <input type="checkbox"/> RIVIL _____</p> <p>3. OHJAUSKAAPELI _____ <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ _____ <input type="checkbox"/> ALHAALTA _____ <input type="checkbox"/> KOJESIIN _____ <input type="checkbox"/> RIVIL _____</p>			
<p>TUNNUSMERKINNÄT:</p> <p>1. TUNNUSKILVET _____ <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. _____ <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE _____</p> <p>2. KOJEMERKINNÄT _____ <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA _____ <input type="checkbox"/> KENNIKOHIT. _____ <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE _____</p>			
<p>MUUT TIEDOT: ENSTO ESHV 345,21</p>			
<p>SAANEERAUS As. Kouviontie 12 15110 Lohi</p>		<p>KESKUSKAIVO RHMÄKESKUS RK A</p>	
<p>SAANEERAUS As. Kouviontie 12 15110 Lohi</p>		<p>KESKUSKAIVO RHMÄKESKUS RK A</p>	
<p>Siunni- Piltti- Laitti- Terve-</p>		<p>Kaivonnumero Lohi 175</p>	
<p>SAH 2021002</p>		<p>Sähköpostiosoite Tunnusnumero 0001</p>	



	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S									A	B	C	D	E	F
KESKUS																															
RYHMÄ																															
OSOITE																															
TUNNUS																															
JOHDOTUS																															
kVA/kW																															
A / A																															
HUOM.																															

A muutos	
B muutos	
C muutos	
D muutos	
E muutos	
F muutos	

SAKOLINHOITOPAINO Aioton Oy Valtiakatu 11, 00210 Helsinki puh. 09-19810000	SÄHKÖSUUNNITTELU SÄHKÖSUUNNITTELU AS. KUOPUNPUISTO OY PATONKITTYLIE 12 15110 Lohi	KESKUSKAAVO RYHMÄKESKUS RK A	Suunn. /202002 Pilt. /202002 JHT JHT Tark.	Kolonnisuus Lehti 2/3	Suunnitelman numero SAH 2021002	Työnumero 0001
--	---	---------------------------------	--	-----------------------------	---------------------------------------	-------------------



A muutos			
B muutos			
C muutos			
D muutos			
E muutos			
F muutos			

SAHKOINENKORTTI
Atonen Oy
 www.ahon.fi, 0202 813311
 www.ahon.fi

SAREERAS
 As. Kuopijärvi Oy
 Pääkonttori 12
 15110 Lohi

Piirikaavio
 Ryhmäkeskus RK A

Suunn. 22.03.2003
 Piir. 1/1
 Tekn.

Kokoonpanus
 1/1

Sähköpiirio
 Pituusnumero

Työnumero
 0001
SAH 2021003

Lämmityshäviölaskelmat

Lämmityshäviöt ST 55.01 kortin kaavaston mukaisesti laskettuna

Mitoituslämpötilat vyöhykkeen II mukaisesti	(°C)
Ulkolämpötila	-29
Maan lämpötila (vuoden ka +2°C)	7

Talon tekniset tiedot ja rakenteiden kuvaus	U-arvo
Seinäeristys villa 150mm	0,3
Yläpohja eriste kovavilla, 200mm	0,22
Alapohja maavarainen betonilaatta 100mm	0,25
Ikkuna ulkoseinällä 3-kertainen erillislasi	1,85
Ulko-ovi	0,7

Kylpyhuoneen lämmitystarve (+22 °C):

Johtumislämpöhäviöt:

$$H_{rakenne} = A_{rakenne} * U_{rakenne}$$

Rakenteiden pinta-alat (m²)	korkeus	pituus	leveys	m2	Hrakenne
Ulkoseinä	2,5	2,2		4,95	1,485
Yläpohja		2,2	1,73	3,806	0,83732
Alapohja		2,2	1,73	3,806	0,9515
Ikkuna (vähennetään ulkoseinän alasta)		1,1	0,5	0,55	1,0175

$$\begin{aligned} \Phi_{joht} &= \sum H_{rakenne} \Delta T \\ &= H_{lattiat} (T_s - T_{u,mit,maa}) + H_{katto} (T_s - T_{u,mit,katto}) + H_{seinä} (T_s - T_{u,mit}) \\ &\quad + H_{ikkuna} (T_s - T_{u,mit}) + H_{ovi} (T_s - T_{u,mit}) \end{aligned}$$

Lämpötilaerot ($\Delta T = T_s - T_{mit}$)	ΔT (K)	Hrakenne	Φ_{joht} (W)
Ulkoseinä	51	1,485	75,735
Yläpohja	51	0,83732	42,70332
Alapohja	15	0,9515	14,2725
Ikkuna	51	1,0175	51,8925
Yhteensä			184,6033

Lämpöhäviöt laskelman mukaisesti 184,60332 W

Vuotoilmahäviöt:

Tilan ilmatilavuus (m³) (l*k*p)	9,515
Vuotoilmakerroin (1/h)	0,16
Ilmantiheys (kg/m³)	1,2
Ilman ominaislämpökapasiteetti (Ws/(kgK))	1000

$$q_{v,vuotoilma} = n_{vuotoilma} * \frac{V}{3600} = 0,0004229 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{v,vuotoilma} = 0,5074667$$

$$\Phi_{vuoto} = H_{vuotoilma} * (T_s - T_{u,mit}) = 25,8808 \text{ W}$$

Lämpöhäviöt yhteensä:	210,48412 W
Lattialämmityskerroin pintamatto toteutuksella	1,3
Lämmitystarve häviöiden kompensoimiseksi	273,62936 W
Tarvittava neliöteho	71,894208 W/m ²
Valittava lämmitysmaton teho	100 W/m ²

Tuulikaapin lämmitystarve (+21 °C):

Johtumislämpöhäviöt:

$$H_{rakenne} = A_{rakenne} * U_{rakenne}$$

Rakenteiden pinta-alat (m ²)	korkeus	pituus	leveys	m ²	Hrakenne	
Ulkoseinä	2,5	1,55		1,675	0,5025	
Yläpohja		1,55	1,39	2,1545	0,47399	
Alapohja		1,55	1,39	2,1545	0,538625	
Ovi (vähenetään ulkoseinän alasta)	2,2			1	2,2	1,54

$$\Phi_{joht} = \sum H_{rakenne} \Delta T$$

$$= H_{iattia}(T_s - T_{u,mit,maa}) + H_{katto}(T_s - T_{u,mit,katto}) + H_{seina}(T_s - T_{u,mit}) + H_{ikkuna}(T_s - T_{u,mit}) + H_{ovi} \cdot ovi(T_s - T_{u,mit})$$

Lämpötilaerot ($\Delta T = T_s - T_{mit}$)	ΔT (K)	Hrakenne	Φ_{joht} (W)
Ulkoseinä	51	0,5025	25,6275
Yläpohja	51	0,47399	24,17349
Alapohja	15	0,538625	8,079375
Ikkuna	51	1,54	78,54
Yhteensä			136,4204

Lämpöhäviöt laskelman mukaisesti 136,42037 W

Vuotoilmahäviöt:

Tilan ilmatilavuus (m ³) (l ³ *k ³ *p)	5,38625
Vuotoilmakerroin (1/h)	0,16
Ilmantiheys (kg/m ³)	1,2
Ilman ominaislämpökapasiteetti (Ws/(kgK))	1000

$$q_{vuotoilma} = \eta_{vuotoilma} * \frac{V}{3600} \quad 0,0002394 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{vuotoilma} \quad 0,2872667$$

$$\Phi_{vuoto} = H_{vuotoilma} * (T_s - T_{u,mit}) \quad 14,6506 \text{ W}$$

Lämpöhäviöt yhteensä:	151,07097 W
Lattialämmityskerroin pintamatto toteutuksella	1,3
Lämmitystarve häviöiden kompensoimiseksi	196,39225 W
Tarvittava neliöteho	91,154446 W/m ²
Valittava lämmitysmaton teho	100 W/m ²

WC:n lämmitystarve (+21 °C):

Johtumislämpöhäviöt:

$$H_{rakenne} = A_{rakenne} * U_{rakenne}$$

Rakenteiden pinta-alat (m²)	korkeus	pituus	leveys	m2	Hrakenne
Ulkoseinä	2,5	1,42		3,19	0,957
Yläpohja		1,42	1,39	1,9738	0,434236
Alapohja		1,42	1,39	1,9738	0,49345
Ikkuna (vähennetään ulkoseinän alasta)	0,6			0,6	0,666

$$\Phi_{joht} = \sum H_{rakenne} \Delta T$$

$$= H_{lattia}(T_z - T_{u,mit,maa}) + H_{katto}(T_z - T_{u,mit,katto}) + H_{seinä}(T_z - T_{u,mit}) + H_{ikkuna}(T_z - T_{u,mit}) + H_{ovi\ ovi}(T_z - T_{u,mit})$$

Lämpötilaerot ($\Delta T = T_z - T_{mit}$)	ΔT (K)	Hrakenne	Φ_{joht} (W)
Ulkoseinä	51	0,957	48,807
Yläpohja	51	0,434236	22,14604
Alapohja	15	0,49345	7,40175
Ikkuna	51	0,666	33,966
Yhteensä			112,3208

Lämpöhäviöt laskelman mukaisesti 112,32079 W

Vuotoilmahäviöt:

Tilan ilmatilavuus (m³) (l*k*p)	4,9345
Vuotoilmakerroin (1/h)	0,16
Ilmantiheys (kg/m³)	1,2
Ilman ominaislämpökapasiteetti (Ws/(kgK))	1000

$$q_{vuotoilma} = n_{vuotoilma} * \frac{V}{3600} = 0,0002193 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{vuotoilma} = 0,2631733$$

$$\Phi_{vuoto} = H_{vuotoilma} * (T_z - T_{u,mit}) = 13,42184 \text{ W}$$

Lämpöhäviöt yhteensä:	125,74263 W
Lattialämmityskerroin pintamatto toteutuksella	1,3
Lämmitystarve häviöiden kompensoimiseksi	163,46541 W
Tarvittava neliöteho	82,817618 W/m²
Valittava lämmitysmaton teho	100 W/m²

Kodinhoitohuoneen lämmitystarve (+21 °C):

Johtumislämpöhäviöt:

$$H_{rakenne} = A_{rakenne} * U_{rakenne}$$

Rakenteiden pinta-alat (m²)	korkeus	pituus	leveys	m2	Hrakenne
Ulkoseinä	2,5	3,44		8,24	2,472
Yläpohja		3,44	1,95	6,708	1,47576
Alapohja		3,44	1,95	6,708	1,677
Ikkuna (vähennetään ulkoseinän alasta)	0,6			0,36	0,666
Ovi (vähennetään ulkoseinän alasta)	2,2			1,76	1,232

$$\Phi_{joht} = \sum H_{rakenne} \Delta T$$

$$= H_{lattia} (T_s - T_{u,mit,maa}) + H_{katto} (T_s - T_{u,mit,katto}) + H_{seinä} (T_s - T_{u,mit}) + H_{ikkuna} (T_s - T_{u,mit}) + H_{ovi} (T_s - T_{u,mit})$$

Lämpötilaerot ($\Delta T = T_s - T_{mit}$)	ΔT (K)	Hrakenne	Φ_{joht} (W)
Ulkoseinä	51	2,472	126,072
Yläpohja	51	1,47576	75,26376
Alapohja	15	1,677	25,155
Ikkuna	51	0,666	33,966
Yhteensä			260,4568

Lämpöhäviöt laskelman mukaisesti 260,45676 W

Vuotoilmahäviöt:

Tilan ilmatilavuus (m³) (l*k*p)	16,77
Vuotoilmakerroin (1/h)	0,16
Ilmantiheys (kg/m³)	1,2
Ilman ominaislämpökapasiteetti (Ws/(kgK))	1000

$$q_{vuotoilma} = n_{vuotoilma} * \frac{V}{3600} = 0,0007453 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{vuotoilma} = 0,8944$$

$$\Phi_{vuoto} = H_{vuotoilma} * (T_s - T_{u,mit}) = 45,6144 \text{ W}$$

Lämpöhäviöt yhteensä: 306,07116 W

Lattialämmityskerroin pintamatto toteutuksella 1,3

Lämmitystarve häviöiden kompensoimiseksi 397,89251 W

Tarvittava neliöteho 59,316116 W/m²

Valittava lämmitysmaton teho 100 W/m²

Mitoitus 100W, sillä Wc istuimen ja kaapistojen alle ei asenneta mattoa

Valaistuksen energiatehokkuuslaskelma LENI

Valaistuksen energiatehokkuuslaskelma LENI

Valaistuksen energian kulutus vuodessa:

Kohde: pientalo

$$W_{\text{valaistus}} = \sum \frac{f * P_{\text{valaistus}} * A_{\text{huone}} * \Delta t}{1000}$$

käyttöaika
 $\Delta T=550\text{h}$

Huone	f	Valaisimien neliötehokkuus (W/m ²)	A (m ²)	W (kWh)
Tuuliikaappi	0,9	3,270111184	2,1406	3,465
Eteinen	0,9	2,939735424	9,1845	13,365
MH1	0,9	3,465270291	10,3888	17,82
MH2	0,9	3,63372093	9,9072	17,82
Olohuone	0,9	1,774377982	30,4332	26,73
RT	0,9	0,738279808	8,127	2,97
Keittiö	0,9	2,229654404	8,073	8,91
Kodinhoituhuone	0,9	3,11461794	6,7424	10,395
Kylpyhuone	0,9	3,695198881	3,7887	6,93
Sauna	0,9	16,18908855	3,7062	29,7
Tekn. tila	0,9	1,996705436	6,0099	5,94
Autotalli	0,9	1,486436269	16,146	11,88
WC	0,9	27,86503192	1,9738	27,225
Yhteensä			116,6213	183,15

LENI-Luvun laskenta

$$LENI = \frac{W_{\text{valaistus}}}{A_{\text{summa}}} = 1,57046783 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Valaistuksen käytön hinta nykyisen sähkösopimuksen hinnaston mukaisesti

Sähköhinta (07-22)	4,4 snt/kWh
Siirtohintaa (07-22)	4,82 snt/kWh
Siirtohintaa (22-07)	2,05 snt/kWh
sähköveroluokka 1	2,7937 snt/kWh
Hinta/kWh	12,0137snt/kWh

Valaistuksen hinnan määrittämisessä käytetään vain päiväsiirron hintaa

Vuotuinen kustannus: Kustannus = $W_{\text{valaistus}} * \text{hinta/kWh}$ 220,030916 €

DIALux Evo -visualisointi ja laskelmat

Päivämäärä

17.8.2021

DIALux



Patoniityntie 12

Paritalon asunto A valaistus suunnittelu

Objekti
Patoniityntie 12

Patenttilyntie 12

DIALux

Esihuomautukset

Huomautus!

Valaistuslaskentaa osittain toteutettu korvaamalla valittu valaisin samantyyppisellä tuotteella.
Tarkista oikeat valaisimet S25.01 valaisinluettelosta.

Tämä on karsittu laskentaversio opinnäytetyön liitekäyttöön.

Suunnittelua koskevia huomautuksia:

Energiankulutuksen suuret eivät huomioi valotilanteita ja niiden himmennyskiä.

Patonilähtentie 12

DIALux

Kuvat

Patonilähtentie 12 (171)

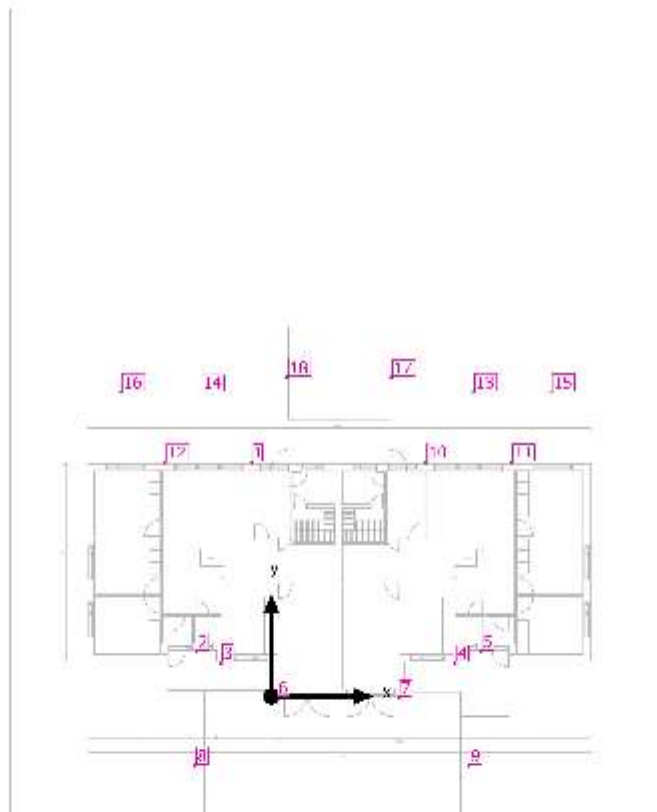


Patonniityntie 12

DIALux

Patonniityntie 12

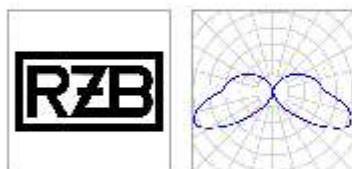
Valaisinten sijaintikaavio



Patoniiityntie 12

Patoniiityntie 12

Valaisinten sijaintikaavio



Valmistaja	RZB	P	10.0 W
Tavarnumero	611994.0031	ΦValaisin	600 lm
Tuotteen nimi	Mega Lamelle		
Varustus	1x 600 lm, 10 W		

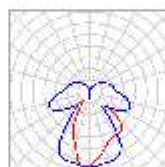
Yksittäiset valaisimet

X	Y	Asennuskorkeus	Valaisin
-3.952 m	-3.584 m	0.550 m	8
10.200 m	-3.584 m	0.550 m	9
10.464 m	15.766 m	0.550 m	13
-3.688 m	15.766 m	0.550 m	14
14.500 m	15.766 m	0.550 m	15
-7.800 m	15.766 m	0.550 m	16

Patoniityntie 12

Patoniityntie 12

Valaisinten sijaintikaavio



Valmistaja	RZB	P	14.0 W
Tavarnumero	621099.0231	ΦValaisin	750 lm
Tuotteen nimi	Mega Lamelle		
Varustus	1x 1xLED Modul 14 W		

Yksittäiset valaisimet

X	Y	Asennuskorkeus	Valaisin
-1.013 m	12.060 m	1.500 m	1
-3.888 m	2.400 m	1.700 m	2
-2.606 m	1.800 m	1.700 m	3
9.516 m	1.800 m	1.700 m	4
10.868 m	2.400 m	1.700 m	5
0.246 m	0.000 m	2.000 m	6
6.616 m	0.000 m	2.000 m	7
8.000 m	12.060 m	1.500 m	10
12.458 m	12.060 m	1.500 m	11
-5.528 m	12.060 m	1.500 m	12
6.110 m	16.533 m	1.600 m	17
0.860 m	16.533 m	1.600 m	18

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1

Kuvaus

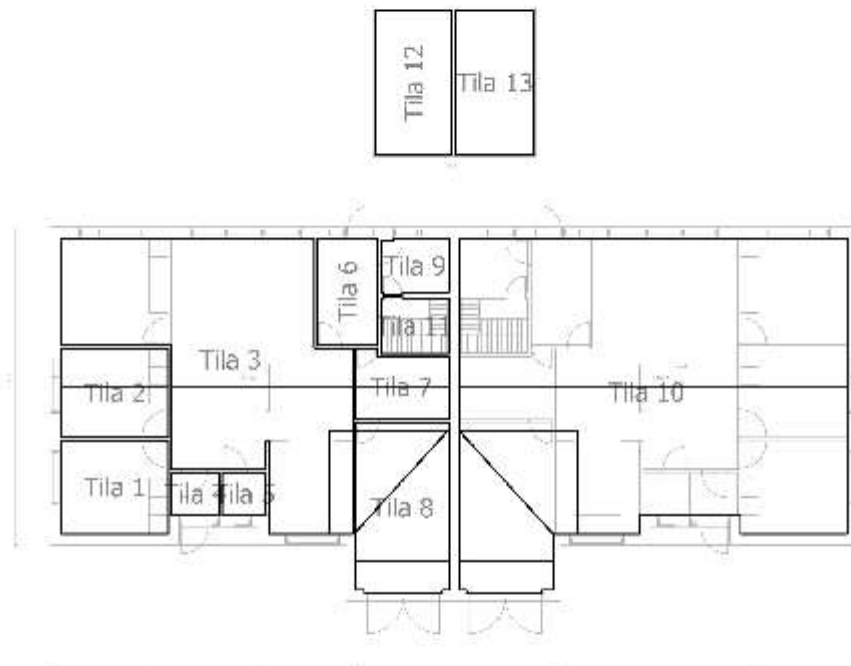


Rakennus 1 - Kerros 1

Kuvaus

Rakennus 1 - Kerros 1

Tilaluettelo (Energia-arvio)



Rakennus 1 - Kerros 1

Tilaluettelo (Energia-arvio)

Tila 4

Pistonaan 17.0 W	Alta 2.14 m ²	Ominaisliitäntäteho 7.94 W/m ² = 4.30 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 185 lx
---------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
1	DELTA-LIGHT	6 274 87 2515 ED8	z-SUPERNOVA XS 260 DIM8	17.0 W	946 lm

Tila 5

Pistonaan 48.8 W	Alta 1.97 m ²	Ominaisliitäntäteho 24.72 W/m ² = 6.71 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 368 lx
---------------------	-----------------------------	--	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
4	EGLO	62233 klar	LED stripe	12.2 W	929 lm

Tila 6

Pistonaan 33.6 W	Alta 6.71 m ²	Ominaisliitäntäteho 5.01 W/m ² = 1.84 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 272 lx
---------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
3	EGLO	99203	Fueva 5	11.2 W	756 lm

Rakennus 1 - Kerros 1

Tilaluettelo (Energia-arvio)

Tila 4

Pistonaan 17.0 W	Alta 2.14 m ²	Ominaisliitäntäteho 7.94 W/m ² = 4.30 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 185 lx
---------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
1	DELTA-LIGHT	6 274 87 2515 ED8	z-SUPERNOVA XS 260 DIM8	17.0 W	946 lm

Tila 5

Pistonaan 48.8 W	Alta 1.97 m ²	Ominaisliitäntäteho 24.72 W/m ² = 6.71 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 368 lx
---------------------	-----------------------------	--	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
4	EGLO	62233 klar	LED stripe	12.2 W	929 lm

Tila 6

Pistonaan 33.6 W	Alta 6.71 m ²	Ominaisliitäntäteho 5.01 W/m ² = 1.84 W/m ² /100 lx (Tila)	Ē Ei-ohitus (käyttösäe) 272 lx
---------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ _{Valaisin}
3	EGLO	99203	Fueva 5	11.2 W	756 lm

Patonilintynte 12

DIALUX

Rakennus 1 - Kerros 1

Tilaluettelo (Energia-arvio)

Tila 7

Pistokseen	Altti	Ominaisliitântäteho	Ésitysvoora (Käyttöaso)
13.2 W	6.21 m ²	2.12 W/m ² = 2.18 W/m ² /100 lx (Tila)	97.4 lx

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
2	EGLO	94047	LED Spot Fueva 1 round	6.6 W	393 lm

Tila 8

Pistokseen	Altti	Ominaisliitântäteho	Ésitysvoora (Käyttöaso)
39.6 W	16.42 m ²	2.41 W/m ² = 2.15 W/m ² /100 lx (Tila)	112 lx

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
6	EGLO	94047	LED Spot Fueva 1 round	6.6 W	393 lm

Tila 9

Pistokseen	Altti	Ominaisliitântäteho	Ésitysvoora (Käyttöaso)
14.0 W	3.82 m ²	3.67 W/m ² = 1.63 W/m ² /100 lx (Tila)	225 lx

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
14	MP_LIGHTI NG	L503-L52	1W 3000K 30° HS	1.0 W	70 lm

Päivilytymie 12

DIALUX

Rakennus 1 - Kerros 1

Tilaluettelo (Energia-arvio)

Tila 11

Pistolaan 48.0 W	Alta 3.96 m ²	Ominaisliitântäteho 12.05 W/m ² = 5.08 W/m ² /100 lx (Tila)	Éiohtisuus (käyttöäen) 237 lx
---------------------	-----------------------------	--	----------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
4	rutec	SPGF055	VARDAflex Platin TVQ IP67/IP68	12.0 W	495 lm

Tila 12

Pistolaan 14.0 W	Alta 11.33 m ²	Ominaisliitântäteho 1.24 W/m ² = 1.75 W/m ² /100 lx (Tila)	Éiohtisuus (käyttöäen) 70.5 lx
---------------------	------------------------------	---	-----------------------------------

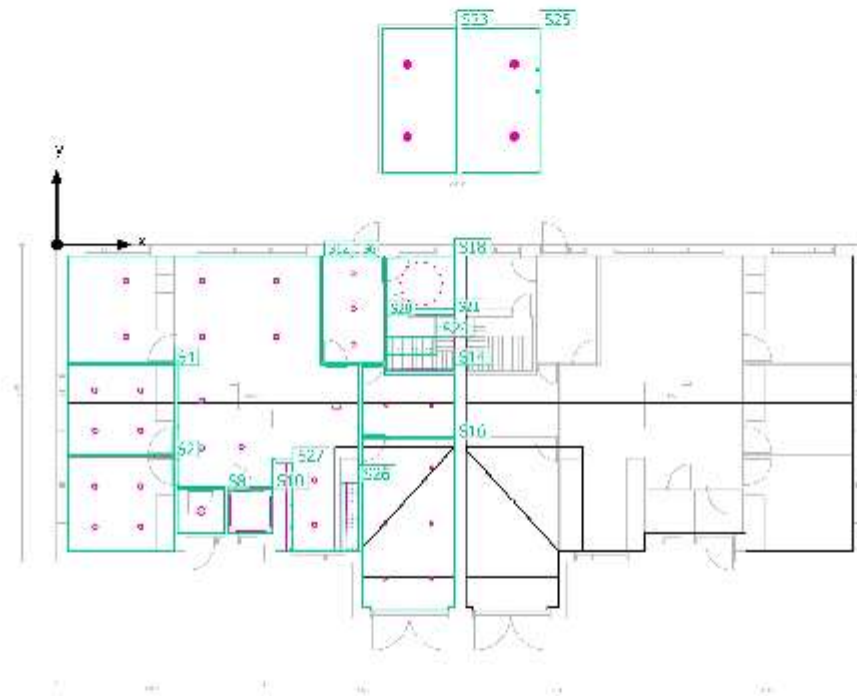
Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
2	SG	5046605042	Frame Round Twilight White 7W LED 3000K Ra>80	7.0 W	670 lm

Tila 13

Pistolaan 14.0 W	Alta 11.77 m ²	Ominaisliitântäteho 1.19 W/m ² = 2.01 W/m ² /100 lx (Tila)	Éiohtisuus (käyttöäen) 59.2 lx
---------------------	------------------------------	---	-----------------------------------

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	ΦValaisin
2	SG	5046605042	Frame Round Twilight White 7W LED 3000K Ra>80	7.0 W	670 lm

Rakennus 1 - Kerros 1
Laskennan kohteet



Rakennus 1 - Kerros 1
Laskennan kohteet

Käyttötasot

Ominaisuuudet	E	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Hakemisto
Käyttötaso (Tila 1) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	328 lx	214 lx	382 lx	0.65	0.56	S2
Käyttötaso (Tila 2) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	337 lx	229 lx	389 lx	0.68	0.59	S4
Käyttötaso (Tila 3) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	219 lx	0.53 lx	479 lx	0.002	0.001	S6
Käyttötaso (Tila 4) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	185 lx	127 lx	220 lx	0.69	0.58	S8
Käyttötaso (Tila 5) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	368 lx	178 lx	425 lx	0.48	0.42	S10
Käyttötaso (Tila 6) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	272 lx	203 lx	311 lx	0.75	0.65	S12
Käyttötaso (Tila 7) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	97.4 lx	56.0 lx	115 lx	0.57	0.49	S14
Käyttötaso (Tila 8) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	112 lx	55.9 lx	135 lx	0.50	0.41	S16
Käyttötaso (Tila 9) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	225 lx	67.3 lx	302 lx	0.30	0.22	S18
Käyttötaso (Tila 11) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.400 m, Reuna-alue: 0.000 m	237 lx	1.04 lx	753 lx	0.004	0.001	S21
Käyttötaso (Tila 12) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	70.5 lx	41.4 lx	89.4 lx	0.59	0.46	S23

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1
Laskennan kohteet

Käyttötaso (Tila 13) Kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva) Korkeus: 0.800 m, Reuna-alue: 0.000 m	59.2 lx	32.6 lx	78.4 lx	0.55	0.42	525
---	---------	---------	---------	------	------	-----

Laskettavat pinnat

Ominaisuudet	E	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Hakemisto
Keittiön taso 1 Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 0.900 m	535 lx	341 lx	655 lx	0.64	0.52	526
Keittiön taso 2 Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 0.900 m	421 lx	281 lx	486 lx	0.67	0.58	527
Laskettava pinta 3 Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 1.250 m	4.44 lx	3.18 lx	6.16 lx	0.72	0.52	528
Laskettava pinta 4 Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 0.800 m	17.0 lx	9.34 lx	28.6 lx	0.55	0.32	529

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 1

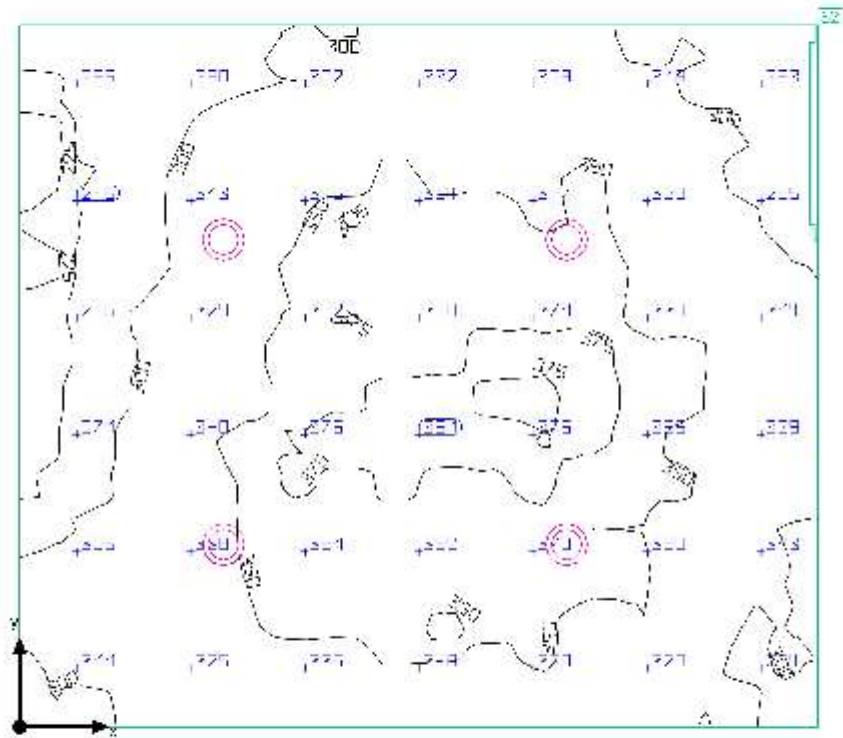
Kuvaus

Makuuhuone 1

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 1
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 10,39 m² | Heijastussuhteet: Katto: 71,0 %, Seinät: 87,5 %, Lattia: 86,0 % | Alenemakerroin: 0,80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 3,097 m | Asennuskorkeus: 2,520 m

Patonityntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 1

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Bohmisuora	328 lx	≥ 500 lx	✗	S2
	g _i	0.65	-	-	S2
Kulutussuureet	Kulutus	[62 - 99] kWh/a	maks. 400 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	3.47 W/m ²	-	-	
		1.06 W/m ² /100 lx	-	-	

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratunnus	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
4	ENSTO	ALSD180PU/ DW	VELOX PANEL 180PU IP44 LED 11W/830-840	9.0 W	750 lm	83.3 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 2

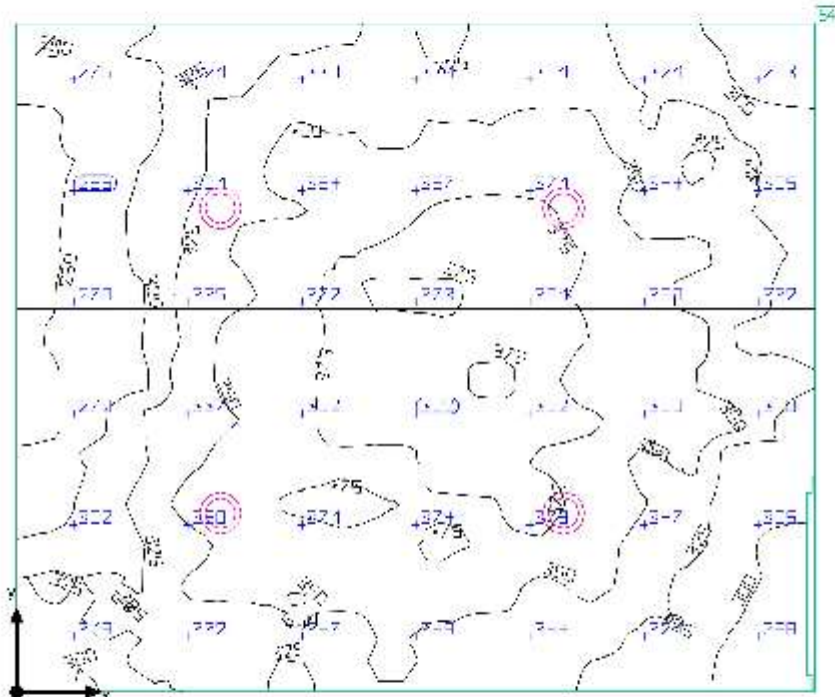
Kuvaus

Makuuhuone 2

Patonitöytä 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 2
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 9,91 m² | Heijastussuhteet: Katto: 12,7 %, Seinät: 87,8 %, Lattia: 96,0 % | Alenemäkerroin: 0,80 (yleiskäyttönä) |
Tilan vapaa korkeus: 3,260 m - 3,321 m | Asennuskorkeus: 2,520 m

Patonityntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 2

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Ennuste	337 lx	≥ 500 lx	✗	S4
	g _r	0.68	-	-	S4
Kulutussuureet	Kulutus	[62 - 99] kWh/a	maks. 350 kWh/a	✓	
Ominaislähtäteho	Tila	3.63 W/m ²	-	-	
		1.08 W/m ² /100 lx	-	-	

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratunnus	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
4	ENSTO	ALSD180PU/ DW	VELOX PANEL 180PU IP44 LED 11W/830-840	9.0 W	750 lm	83.3 lm/W

Patonilähtö 12

DIALux

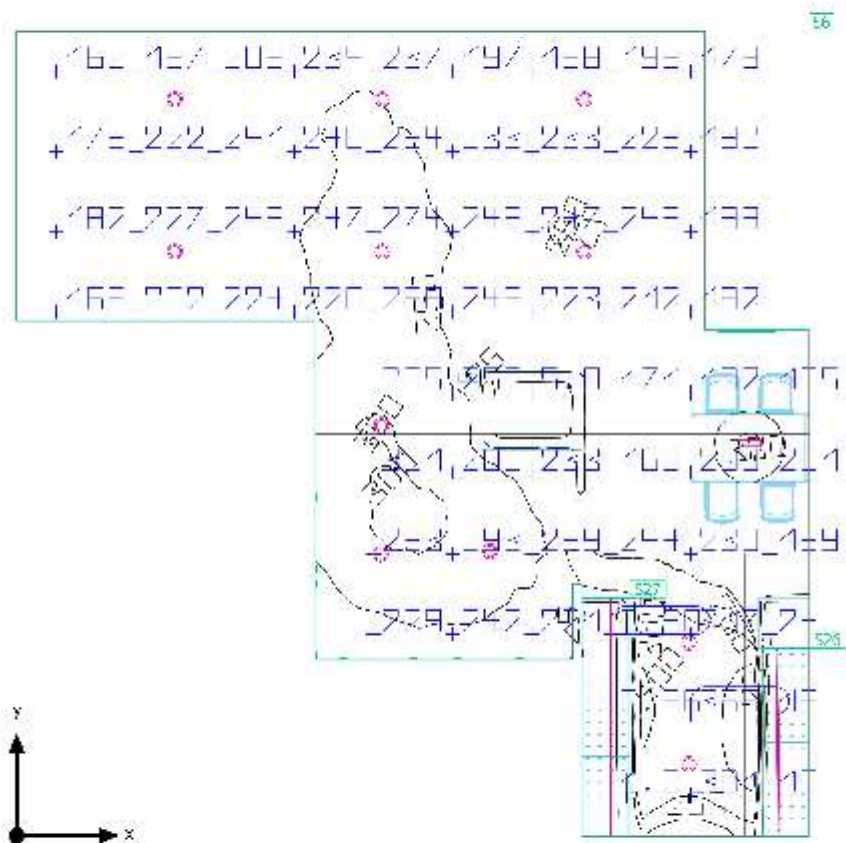


Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 3

Kuvaus

Olohuone + RT + Keittiö

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 3
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 56.96 m² | Heijastussuhteet: Katto: 33.0 %, Seinät: 84.5 %, Lattia: 86.0 % | Alenemäkerroin: 0.80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 3.260 m - 3.321 m | Asennuskorkeus: 1.500 m - 2.520 m

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 3

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Ennuste	219 lx	≥ 500 lx	✗	56
	g _r	0.002	-	-	56
Kulutussuureet	Kulutus	[250 - 400] kWh/a	maks. 2000 kWh/a	✓	
Ominaislähtäteho	Tila	2.58 W/m ²	-	-	
		1.18 W/m ² /100 lx	-	-	

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratnumero	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
6	EGLO	62231 opal	LED stripe	7.0 W	340 lm	48.5 lm/W
1	EGLO	64442	Corleone	5.9 W	353 lm	59.8 lm/W
11	ENSTO	ALSD180PLJ/ DW	VELOX PANEL 180PU IP44 LED 11W/B30-B40	9.0 W	750 lm	83.3 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 4

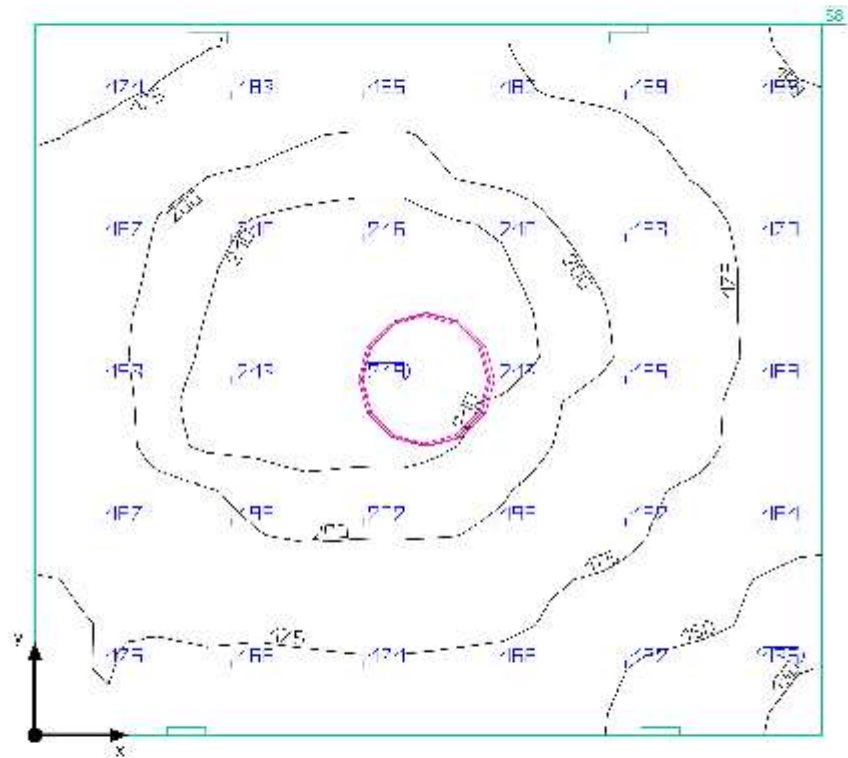
Kuvaus

Tuulikaappi

Patonilintuntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 4
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 2,14 m² | Heijastussuhteet: Katto: 71,2 %, Seinät: 87,7 %, Lattia: 17,3 % | Alenemakerroin: 0,80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 2,965 m | Asennuskorkeus: 2,520 m

Patenttilyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 4

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Ennuste	185 lx	≥ 500 lx	✗	SB
	g _r	0.69	-	-	SB
Kulutussuureet	Kulutus	[29 - 47] kWh/a	maks. 100 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	7.94 W/m ²	-	-	
		4.30 W/m ² /100 lx	-	-	

Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratunnus	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
1	DELTA-LIGHT	6 274 87 2515 EDB	z-SUPERNOVA XS 260 DIM8	17.0 W	946 lm	55.6 lm/W

Patonilintie 12

DIALux

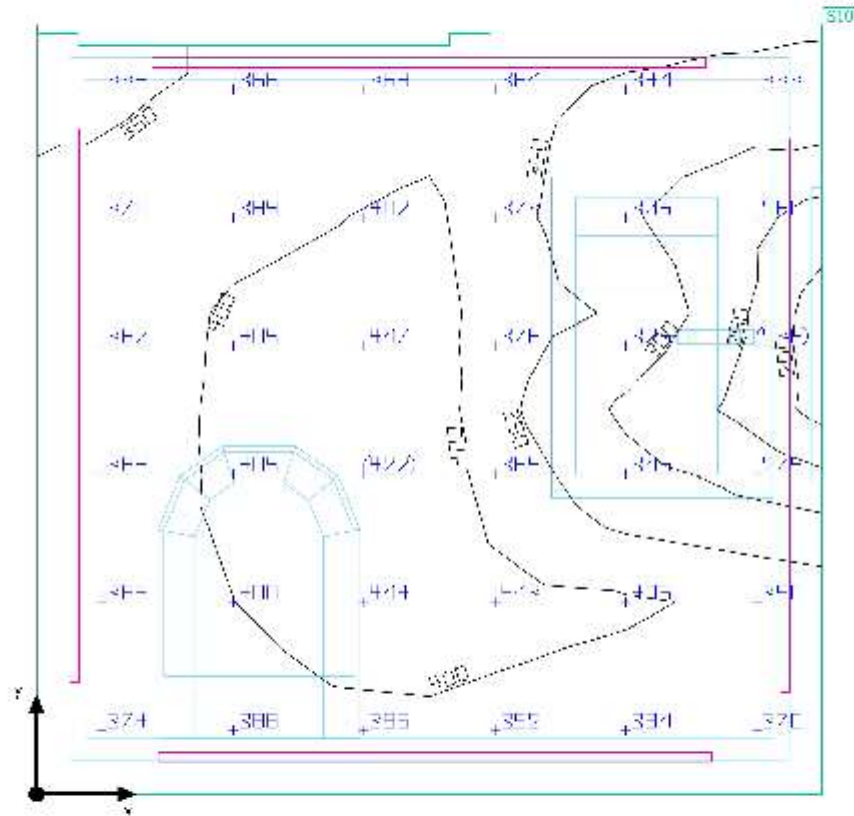


Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 5

Kuvaus

WC:n epäsuoravalistus

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 5
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 1,97 m² | Heijastussuhteet: Katto: 71,2 %, Seinät: 88,0 %, Lattia: 17,3 % | Alenemakerroin: 0,80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 2,965 m | Asennuskorkeus: 2,430 m - 2,432 m

Patonityntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 5

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Ennuste	368 lx	≥ 500 lx	✗	S10
	g _r	0.48	-	-	S10
Kulutussuureet	Kulutus	[85 - 130] kWh/a	maks. 100 kWh/a	✗	
Ominaisliitäntäteho	Tila	24.72 W/m ²	-	-	
		6.71 W/m ² /100 lx	-	-	

Käyttöprofiili: DIALux-esiselustus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratunnus	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
4	EGLO	62233 klar	LED stripe	12.2 W	929 lm	76.2 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 6

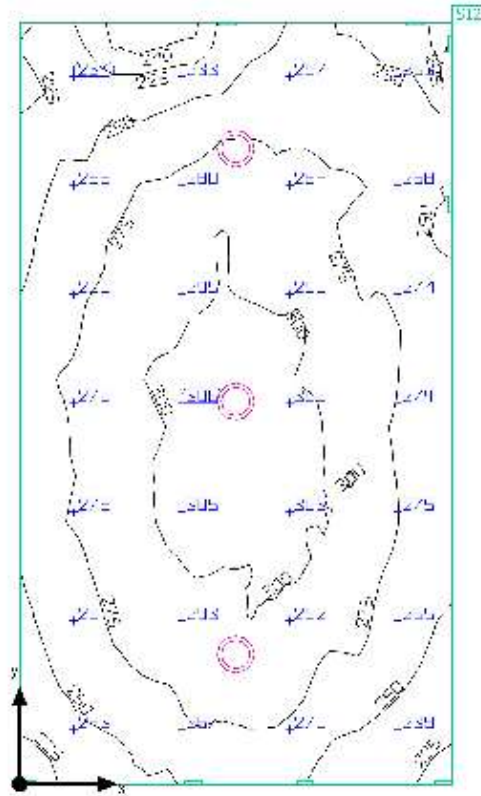
Kuvaus

Kodinhoitohuone

Patonilintuntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 6
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 6.71 m² | Heijastussuhteet: Katto: 42.5 %, Seinät: 87.9 %, Lattia: 75.6 % | Alenemakerroin: 0.80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 3.151 m | Asennuskorkeus: 2.548 m

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 6

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Bohmisuora	272 lx	≥ 500 lx	✗	S12
	g _r	0.75	-	-	S12
Kulutussuureet	Kulutus	[58 - 92] kWh/a	maks. 250 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	5.01 W/m ²	-	-	
		1.84 W/m ² /100 lx	-	-	

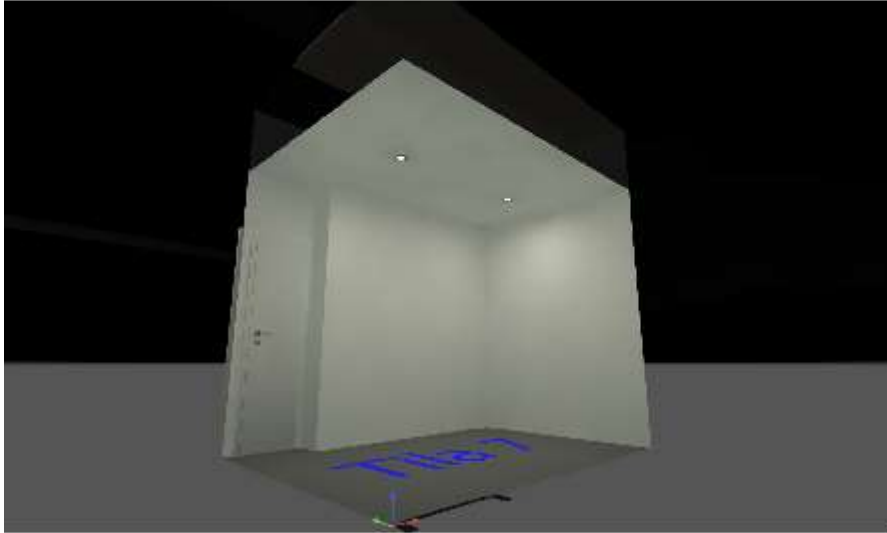
Käyttöprofiili: DIALux-esiselustus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavarnumero	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
3	EGLO	99203	Fueva 5	11.2 W	756 lm	67.5 lm/W

Patonilintie 12

DIALux

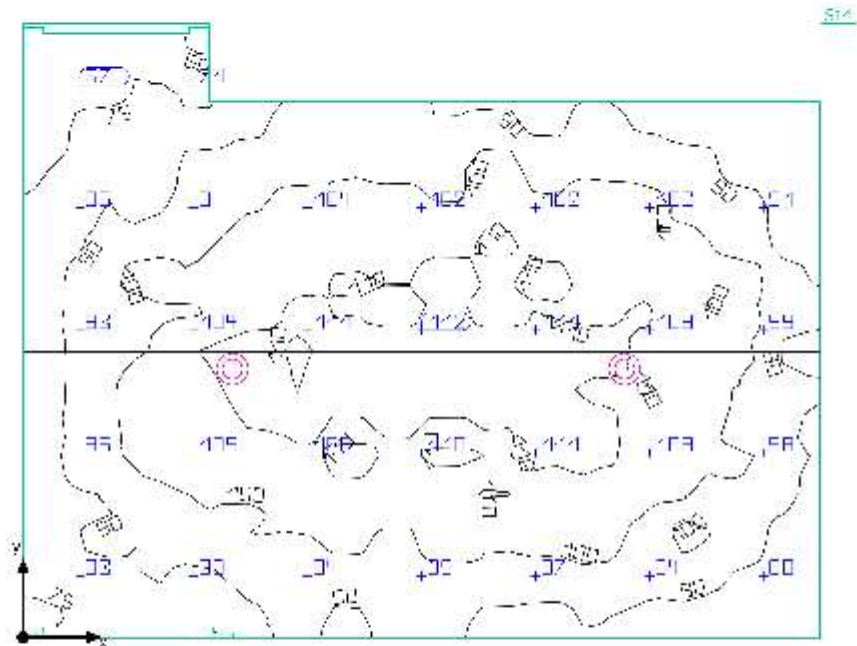


Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 7

Kuvaus

Tekninen tila

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 7
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 6.21 m² | Heijastussuhteet: Katto: 8.7 %, Seinät: 87.9 %, Lattia: 20.0 % | Alenemakertoim: 0.80 (yleiskäyttöinen) | Tilän vapaa korkeus: 3.260 m - 3.321 m | Asennuskorkeus: 2.520 m

Patenttilyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 7

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Ennuste	97.4 lx	≥ 500 lx	✗	S14
	g _r	0.57	-	-	S14
Kulutussuureet	Kulutus	36 kWh/a	maks. 250 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	2.12 W/m ²	-	-	
		2.18 W/m ² /100 lx	-	-	

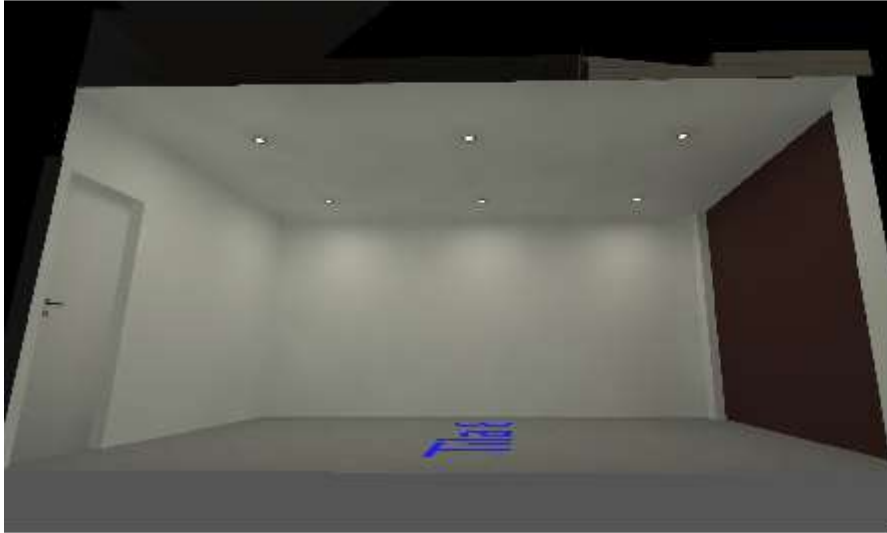
Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratnumero	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
2	EGLO	94047	LED Spot Fueva 1 round	6.6 W	393 lm	59.6 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 8

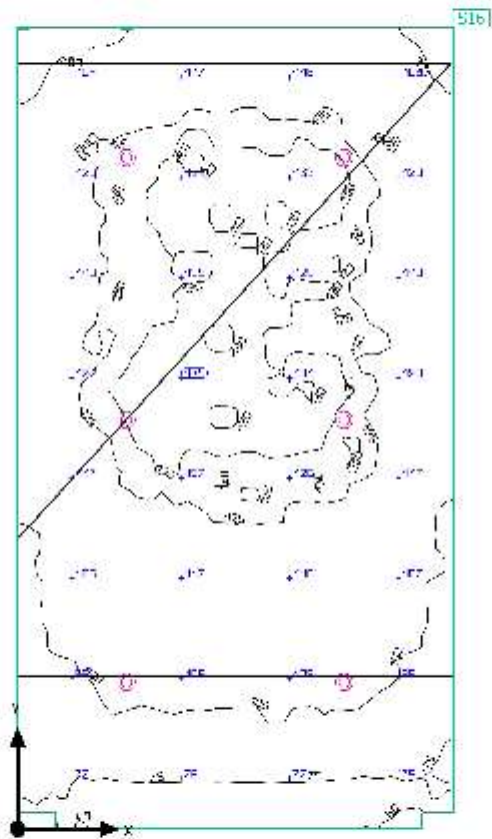
Kuvaus

Autotalli

Patonilintie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 8
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 16.42 m² | Heijastussuhteet: Katto: 67.8 %, Seinät: 76.3 %, Lattia: 34.2 % | Alenemakeroin: 0.80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 3.171 m | Asennuskorkeus: 2.520 m

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 8

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Bohmisuora	112 lx	≥ 500 lx	✗	S16
	g _r	0.50	-	-	S16
Kulutussuureet	Kulutus	110 kWh/a	maks. 600 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	2.41 W/m ²	-	-	
		2.15 W/m ² /100 lx	-	-	

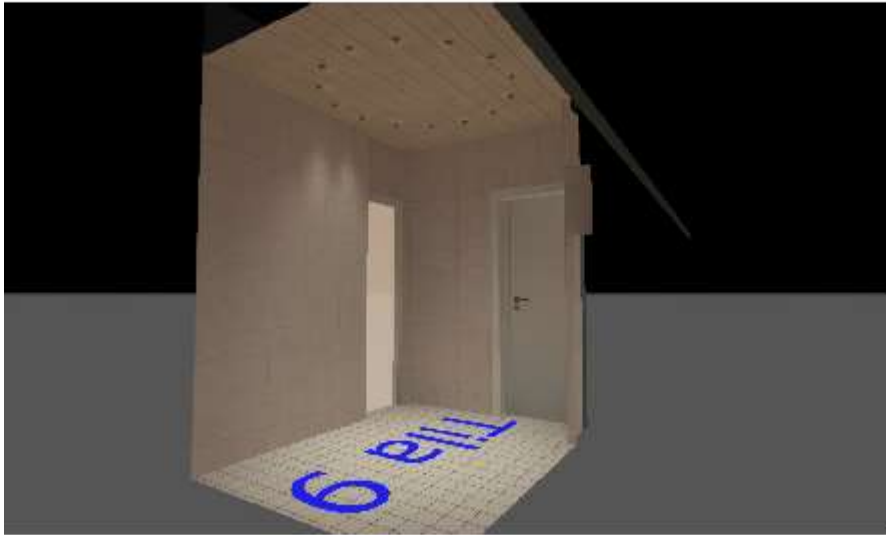
Käyttöprofiili: DIALux-esiselustus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratnumero	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
6	EGLO	94047	LED Spot Fueva 1 round	6.6 W	393 lm	59.6 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 9

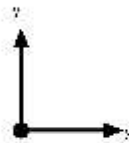
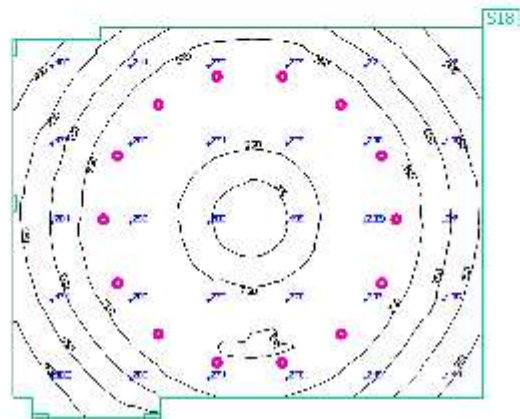
Kuvaus

Kylpyhuone

Patonilientie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 9
Yhteenveto



Pohjapinta-ala: 3.82 m² | Heijastussuhteet: Katto: 42.8 %, Seinät: 70.1 %, Lattia: 75.6 % | Alenemakeroin: 0.80 (yleiskäyttöinen) |
Tilan vapaa korkeus: 2.520 m | Asennuskorkeus: 2.520 m

Patoniteyntie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 9

Yhteenveto

Tulokset

	Koko	Laskettu	Ohje	Kunnossa	Hakemisto
Käyttötaso	Bohmisuora	225 lx	≥ 500 lx	✗	S18
	g _r	0.30	-	-	S18
Kulutussuureet	Kulutus	[24 - 39] kWh/a	maks. 150 kWh/a	✓	
Ominaisliitäntäteho	Tila	3.67 W/m ²	-	-	
		1.63 W/m ² /100 lx	-	-	

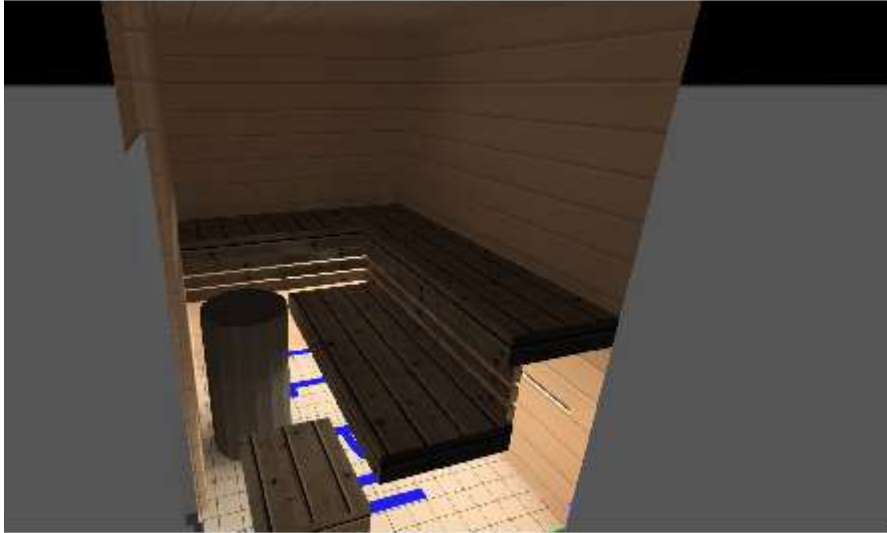
Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Vakio (toimisto)

Valaisinluettelo

Kpl	Valmistaja	Tavaratnumero	Tuotteen nimi	P	Φ	Valotehokkuus
14	MP_LIGHT NG	L503-L52	1W 3000K 30° HS	1.0 W	70 lm	70.3 lm/W

Patonilintie 12

DIALux



Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 11

Kuvaus

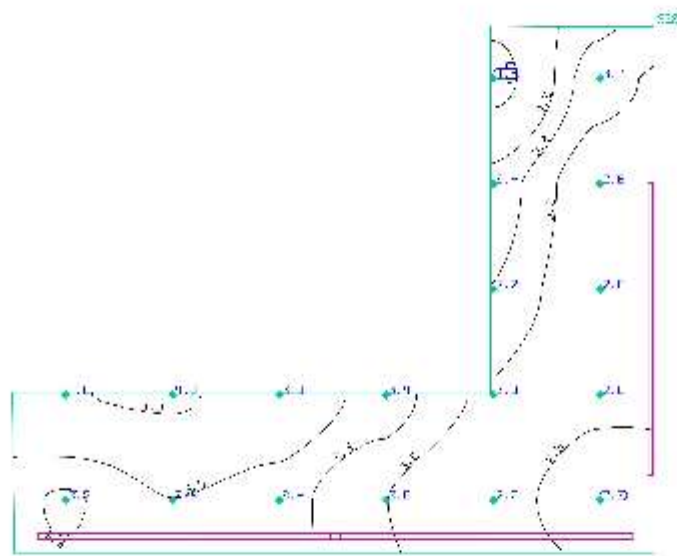
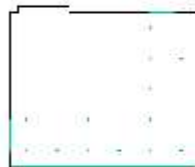
Sauna

Patonilintie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 11

Ylälaude



Ominaisuudet	E	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Hakemisto
Ylälaude Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 1.250 m	3.24 lx	2.31 lx	4.13 lx	0.71	0.56	S2B

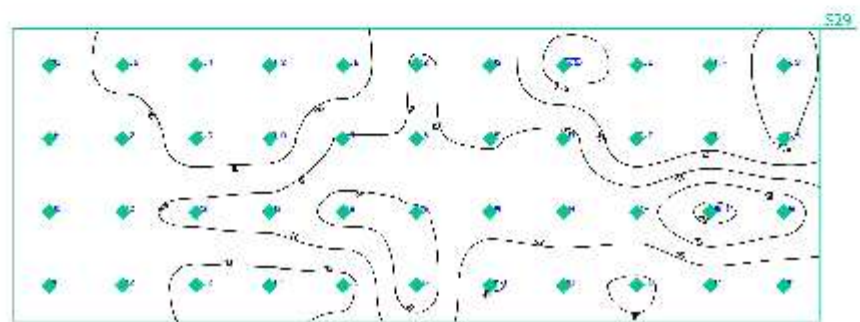
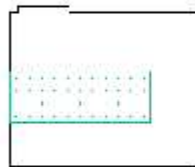
Käyttöprofiili: DIALux-esiasetus, Välikö (toimisto)

Patonilintie 12

DIALux

Rakennus 1 - Kerros 1 - Tila 11

Jalkataso



Ominaisuudet	E	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Hakemisto
Jalkataso Kohtisuora valaistusvoimakkuus Korkeus: 0,800 m	11,2 lx	6,53 lx	18,0 lx	0,58	0,36	S29

Käyttöprofiili: DIALux-esilaseetus, Välikö (toimisto)