



# **AV- järjestelmän suunnittelu opetustilaan**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2025

Joonas Ahonen

Koulutus Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)  
Tekijä Joonas Ahonen  
Työn nimi AV- järjestelmän suunnittelu opetustilaan  
Ohjaaja Jussi Horelli

Vuosi 2025

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda esimerkkisuunnitelma ja perehtyä audiovisuaalisen järjestelmän laitteistoihin erityisesti opetustilassa. Työn tilaajaan toiveena oli saada esimerkkisuunnitelma ja tietoutta audiovisuaalisesta järjestelmästä. Opinnäytetyön tilaajana toimi Tamperelainen LVIAS-suunnitteluun ja asiantuntijatehtäviin erikoistunut Veloce Consulting Oy. Tilaajan tavoitteena oli saada ratkaisuja helpottamaan AV- järjestelmän suunnittelua osana muuta sähkösuunnittelua, sekä helpottamaan ristiriitaisia tilanteita sähköurakan rakennusvaiheessa.

Työn tulokset saavutettiin tutustumalla audiovisuaalisen järjestelmän eri laite, sekä kytkentätyyppeihin. Lopputulosta saatiin paremmaksi myös perehtymällä laitteiden valintaperusteisiin, sekä tutkimalla olemassa olevia suunnitelmia ja toimintatapoja. Esimerkkisuunnitelman yhtenä keskeisenä tavoitteena oli luoda tilaa ja sen käyttötarkoitusta palveleva järjestelmä. Työssä käytettyjen esimerkkisuunnitelman laitteistojen valinta perustui opiskeluympäristön, sekä tilatyyppin mukaisiin lähtötietoihin ja vaatimuksiin. Esimerkkisuunnitelman dokumentit tuotettiin CadMatic-sovelluksella käyttäen yleisiä piirrosmerkkejä, sekä tulkitsemista helpottavia viitteitä.

Opinnäytetyön esimerkkisuunnitelman toteutustavaksi muodostui laitteiden positiontiin perustuva toteutus. Eri suunnitelman osa-alueet ja komponentit sidottiin kokonaisuudeksi järjestelmäkaavion ja laiteluettelon avulla. Laitteiden positiolla saatiin koottua erilliset esimerkkisuunnitelman dokumentit yhdeksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jota lukijan on helppo seurata esimerkiksi työmaalla. Työssä löydettiin myös keskeisiä laite- ja järjestelmävaatimuksia opetustiloihin, sekä niiden mitoituspäätteitä.

Avainsanat Sähkösuunnittelu, valaistus, audio  
Sivut 31 sivua ja liitteitä 4 sivua

DP Electrical and Automation Engineering  
Author Joonas Ahonen  
Subject Design of an audiovisual system for a teaching space  
Supervisors Jussi Horelli

---

Year 2025

The aim of this thesis was to create an example plan and to get familiar with the hardware of an audiovisual system, especially in a classroom. The client of this thesis wanted to have an example plan and knowledge of the audiovisual system. The client of the thesis was Veloce Consulting Oy, a Tampere-based company specialising in HVAC design and expert services. The client's aim was to obtain solutions to facilitate the design of the AV system as part of other electrical design work, and to ease conflicting situations during the construction phase.

The results of the work were achieved by familiarising the user with the different types of equipment and connections of the audiovisual system. The final result was also improved by familiarising the criteria for equipment selection, and by studying existing designs and practices. One of the key objectives of the example design was to create a system that would serve the space and its intended use. The selection of equipment for the example plan used in this work was based on the initial data and requirements of the learning environment and the type of space. The documents of the example plan were produced with CadMatic using common drawing symbols and references to ease interpretation.

The example plan for the thesis was implemented based on the positioning of the equipment. The different parts and components of the plan were linked to a system diagram and a list of equipment. The equipment positions were used to combine the separate plan documents into one coherent whole, which is easy for the reader to follow. The work also identified key equipment and system requirements for teaching spaces, and their sizing principles.

Keywords Electrical designing, lighting, audio  
Pages 31 pages and appendices 4 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	AV-järjestelmä ja sen laitteet .....	2
2.1	Aktiivikaiuttimet .....	3
2.2	Passiivikaiuttimet .....	3
2.3	Laitekaappi .....	4
2.4	Mikseri .....	4
3	Valaistus ja valaistuksen ohjaus .....	8
3.1	DMX .....	9
3.2	DALI .....	10
4	Induktiosilmukka ja sen mitoitus .....	11
5	Kaiutinkaapeli ja audiolaitteiden kytkennät .....	14
5.1	Mikrofoni- ja instrumenttikaapelit .....	15
5.2	Tiedonsiirtokaapelit .....	15
6	Esimerkki AV- järjestelmän suunnittelusta .....	16
6.1	Järjestelmän yleiskuvaus ja järjestelmäkaavio .....	17
6.2	Yleisvalaistus .....	19
6.3	Vahvavirtakojeet ja ryhmittely .....	21
6.4	Äänentoisto .....	22
6.5	Efektivalot .....	25
6.6	Induktiosilmukka .....	27
7	Yhteenveto .....	28
	Lähteet .....	30

## Kuvat

Kuva 1. Analoginen mikseri (Sipilä, 2022) .....	5
Kuva 2. XLR liitäntä (Sipilä, 2022) .....	6
Kuva 3. Signaalin kulkureitti analogimikserissä (Sipilä, 2022) .....	7
Kuva 4. Typical DMX universe (The Lighting Agency, 2025) .....	9

Kuva 5. DALI- väylä (Helvar, 2021).....	10
Kuva 6. Yksilenkkinen reunasilmutta (kuuloliitto ry, 2020) .....	11
Kuva 7. 8-lenkkinen induktiosilmukka (kuuloliitto ry, 2020).....	12
Kuva 8. Vaihesiirtoinen silmutta (kuuloliitto ry, 2020).....	13
Kuva 9. Naparuuviliitos. (Hirvikunnas, 2020).....	14
Kuva 10. Arkkitehtipohja .....	16
Kuva 11. Järjestelmäkaavio .....	17
Kuva 12. Järjestelmäkaavion selitteet .....	18
Kuva 13. Dialux laskelma.....	20
Kuva 14. Vahvavirtakojeiden sijoitus ja johdotus.....	21
Kuva 15. Aktiivikaiutin (Thomann, 2025) .....	22
Kuva 16. Studiomonitori (Thomann, 2025).....	23
Kuva 17. Heikkovirtakojeiden sijoittelu .....	24
Kuva 18. Efektivalo (Thomann, 2025) .....	25
Kuva 19. Valopöytä (Thomann, 2025).....	26
Kuva 20. Induktiosilmukkavahvistin (Ampetronic, n.d-b).....	27

## Taulukot

Taulukko 1. Valaistusvoimakkuuden arvot sisätiloissa (Sähkötieto ry, 2023).....	8
---	---

## Kaavat

Kaava 1. johtimen resistanssi.....	13
------------------------------------	----

## Liitteet

Liite 1.	Vahvavirtasuunnitelma
Liite 2.	Heikkovirtasuunnitelma
Liite 3.	Järjestelmäkaavio
Liite 4.	Laiteluettelo

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään AV- suunnittelua ja suunnittelun osa-alueita.

Opinnäytetyössä käsitellään AV- järjestelmien laitteita, sekä opetustilaan liittyviä tarpeita. Työssä pyritään vastaamaan kysymykseen, kuinka toteutetaan toimiva AV- järjestelmä ja mitä suunnittelussa tulee ottaa huomioon.

Työ tavoitteena on muodostaa esimerkki kokonaisuudesta, jota voidaan hyödyntää AV- suunnittelun tukena ja tuottaa yritykselle dokumentointimallit, joita käyttää suunnittelussa. Tavoitteena on myös tutustua AV- järjestelmän laitteisiin, sekä kerätä tietoutta järjestelmän toteutustavoista.

Tarkoituksena on tehdä esimerkkisuunnitelma, josta ilmenee laitteiden kaapelointi, kytkentä ja sijoittelu, sekä tehdä laiteluettelo AV- järjestelmän osalta. Tässä tapauksessa myös tilan yleisvalaistus suunnitellaan osana esitysjärjestelmä. Tilaan sijoitetaan myös induktiosilmukka, josta ajetaan esitysääntä kuulokojeellisia oppilaita tai kuuntelijoita varten.

Aihe on tärkeä, sillä AV- järjestelmien oikeanlaisella suunnittelulla voidaan tuottaa käyttäjien toiveita ja tarpeita vastaava kokonaisuus. Parantaa kiinteistön turvallisuutta, sekä edistää kustannus- ja energiatehokasta rakentamista. Toimeksiantajan havaitsema toistuva ongelma työmailla on AV- järjestelmien epäselvät esitystavat ja järkevän kokonaisuuden toteuttaminen.

Aihe on ajankohtainen, sillä etenkin opetustapojen kehittyessä tarvitsee suunnittelussa kiinnittää huomiota opetuksen tai esityksen tukena olevalle järjestelmille. Toimiva ja käytännöllinen AV- järjestelmä toimii opetuksen tukena monella alalla ja mahdollistaa myös monella osa-alueella eri tahojen toimimisen.

Työn tilaaja on Veloce Consulting Oy, joka on LVIAS- suunnitteluun ja asiantuntijatehtäviin erikoistunut yritys. Työn tilaaja hakee materiaalia, sekä suunnittelumalleja, joilla voitaisiin mahdollistaa yritykselle valmiudet toteuttaa ja kommentoida AV- järjestelmiä, sekä niiden suunnitelmia.

## 2 AV-järjestelmä ja sen laitteet

AV- lyhenteellä tarkoitetaan audiovisuaalista järjestelmää. Audiovisuaaliselle järjestelmälle ei ole yhtä tiettyä mallia, mutta se voidaan jakaa esimerkiksi kuuteen eri osa-alueeseen. Ensimmäinen osa-alue on näytöt, projektorit ja valkokankaat. Edellä mainittuja laitteita löytää usein koulu ja toimistorakennuksista. (Pehkonranta Oy, 2019)

Kuvansiirto on seuraava AV- järjestelmän osa-alue. Perinteinen tapa siirtää kuvaa esimerkiksi läppäritä jollekin muulle näyttölaitteelle on ollut käyttää esimerkiksi HDMI-kaapelia. Nykyään kuitenkin on alettu suosimaan langattomia vaihtoehtoja. Kuten esimerkiksi USB-donglea. (Pehkonranta Oy, 2019)

Äänentoisto on kolmas audiovisuaalisen järjestelmän osa-alue. Äänentoistolla tarkoitetaan tässä tapauksessa esitykseen tarkoitettuja äänentoisto laitteita. Äänentoiston laitteita voi esimerkiksi olla neuvotteluhuoneissa olevat kaiuttimet ja mikrofonit, tai suuremmassa auditoriossa mikseripöydät ja vahvistimet. (Pehkonranta Oy, 2019)

Videoneuvottelu on neljäs AV- järjestelmän osa-alue ja se liittyy vahvasti aikaisempiin kohtiin. Videoneuvottelussa tulee ottaa huomioon erilaiset kameralaitteet ja niiden kuvansiirto. Videoneuvotteluun käytetään myös usein ohjelmavaltitsimia, joilla pystytään hallinnoimaan neuvottelutilanteita. (Pehkonranta Oy, 2019)

Viides osa-alue on keskusradio ja äänievakuointi. Keskusradio on esimerkiksi kouluissa oleva oma järjestelmä, jolla voidaan tehdä kuulutuksia tai soittaa haluttua audiota koulun käytävillä tai luokkatiloihin. Keskusradio voidaan liittää soittamaan palohälytys tai informatiivisia viestejä yleisiin tiloihin hätätilanteissa. (Pehkonranta Oy, 2019)

Viimeinen kuudes osa-alue on infonäytöt ja niihin liittyvät järjestelmät. Näiden käyttötarkoitus ja suunnittelu poikkeaa paljon ensimmäisen osa-alueen näyttölaitteista. Infonäyttöjen valinnassa tulee huomioida niiden riittävä tehokkuus ja pitkät käynnissä oloajat. Infonäyttöihin liittyy aina myös info ohjelmisto, jonka avulla näytöltä näytetään esimerkiksi yrityksen ilmoitusluontoisia asioita tai aikatauluja käytävillä. (Pehkonranta Oy, 2019)

Näitä edellä mainittuja osa-alueita yhdistelemällä ja liittämällä toisiinsa muodostetaan AV-järjestelmä. Järjestelmiin voi liittyä paljon muita osa-alueita, vaatimuksia ja laitteita, mutta yleisimmät ovat edellä mainitut kuusi kohtaa. (Pehkonranta Oy, 2019)

## 2.1 Aktiivikaiuttimet

Aktiivikaiuttimissa on sisäänrakennetut vahvistimet, jotka ovat suunniteltu toimimaan kaiutinelementin kanssa. Aktiivikaiuttimeen voidaan viedä audiolähteestä suoraan linjatasoista signaalia. Aktiivikaiutin tarvitsee myös oman sähkösyötön äänisignaalin lisäksi. yleisesti aktiivikaiuttimet ovat normaaleja pistotulppaliitäntäisiä laitteita. (Kodintekniikka, 2024)

Aktiivikaiuttimen hyötyjä ovat sen helppokäyttöisyys ja yhteensopivuus. Etuna aktiivikaiuttimissa on myös sen kompakti rakenne vahvistimen ja elementin ollessa samassa laitteessa. Aktiivikaiuttimissa on myös yleensä signaalinkäsittelyä varten sisäänrakennetut säätimet, joka helpottaa kaiuttimen säätämistä ja sopivan kuuntelukokemuksen luomista. (Kodintekniikka, 2024)

Aktiivikaiuttimen huonoja puolia ovat muun muassa sen yleisesti korkeampi hintataso kappaletta kohden. Tämä johtuu erikseen jokaiseen laitteeseen integroiduista vahvistimista ja signaalinkäsittelyominaisuuksista. Tämä kaiutintyyppi on myös yleisesti painavampi ja vaatii tarkempaa suunnittelua sen kannakointiin. Myös kannakoinnin kiinnityspintaan tulee kiinnittää huomiota. (Kodintekniikka, 2024)

## 2.2 Passiivikaiuttimet

Passiivikaiuttimissa ei ole sisäänrakennettua vahvistinta, vaan signaali tuodaan kaiutinkaapelia pitkin erillisestä vahvistimesta. Kaiuttimen päässä valmiiksi vahvistettu signaali jaotellaan tarpeen mukaan jakosuotimilla kaiuttimen eri elementeille. (Kodintekniikka, 2024)

Passiivikaiutin järjestelmä on yleisesti modulaarisempi kuin aktiivikaiuttimilla rakennettu järjestelmä, sillä kaiuttimia on helppo lisätä jo olemassa olevaan vahvistimeen eikä erillistä sähkösyöttöä tarvitse suunnitella. Alhaisempi hintataso on myös passiivikaiuttimien etu, johtuen erillisestä vahvistimesta. (Kodintekniikka, 2024)



## 2.3 Laitekaappi

Räkkikaappiin sijoitetaan mikserin tai muiden säätimien ulkoiset ohjaimet, sekä ristikytkentäpaneelit. Räkkikaapissa on pystysuorat laitoja pitkin kulkevat kiskot, johon komponentit kiinnitetään. Kaappia valittaessa tärkein mitta on kiinnityskiskojen välinen etäisyys. Yleisin koko laitekaapille ja sinne tarkoitetuille laitteille on 19 tuumaa eli 48,3 cm. (Black Box, 2010)

Sopivan laitekaapin leveyden jälkeen seuraavaksi tärkein mitta on kaapin korkeus, joka ilmoitetaan räkkiyksiköiden lukumääränä. Mittayksikön lyhenteenä käytetään kirjainta U ja kaikki räkkiasennukseen soveltuvat laitteet on mitoitettu tällä yksiköllä. Yhden yksikön (1U) korkeus on 44,45 mm, joten esimerkiksi 20U kokoisessa kaapissa on 889 mm tilaa pystysuunnassa. (Black Box, 2010)

## 2.4 Mikseri

Mikserillä säädetään äänilähteistä saatua signaalia ja ne voidaan jaotella analogisiin miksereihin ja digitaalisiin miksereihin. Kuvassa 1 on analoginen mikseri, jossa signaalia ohjataan ja säädetään vaihtosähköä. Tämä on yleisin mikserityyppi ja niitten toiminta on pysynyt samalaisena kauan. Yhden analogimikserin opettelu auttaa täten muidenkin analogisten mikserien käyttöä. (Sipilä, 2022a)

Kuva 1. Analoginen mikseri (Sipilä, 2022).



Digitaalisessa mikserissä audiosignaalia ei prosessoida vaihtosähköä, vaan se muutetaan numeeriseen muotoon biteiksi. Digitaalisissa mikserissä on tällöin käyttöliittymä ja se voidaan räätälöidä vapaasti. Tämänkaltaisissa mikserissä on kuitenkin pyritty pitämään yleisesti säätimet ja käyttöliittymä analogisen mikserin kaltaisena, jotta käyttäminen ja mikserin opettelu olisi mahdollisimman helppoa analogisten mikserien yleisyyden takia. (Sipilä, 2022a)

Miksereiden yleinen rakenne perustuu sen eri lohkoihin. Yleisesti audiolähteet tuodaan mikseriin esimerkiksi kuvassa 2 näkyvillä XLR liittimillä. XLR kaapelin toisessa päässä voi olla esimerkiksi mikrofoni. Mikrofonista saatu äänisignaali tarvitsee vahvistuksen ja mikrofoniin liitännälohkoa kutsutaan yleisesti mikrofoni-etu vahvistimeksi. (Sipilä, 2022b)

Kuva 2. XLR liitäntä (Sipilä, 2022).



Äänisignaali kulkee mikserissä sen sisäisiä signaalireittejä pitkin, yleensä mikserin ylälaidasta alalaitaa kohti. Äänisignaalia prosessoidaan mikserityypin mukaan kompressoreilla, taajuuskorjaimilla, sekä sitä voidaan jakaa SEND lähdöstä toisille audiolaitteilla tai efekteille.

Kuvassa 3 on havainnollistettu äänisignaalin kulkureittiä analogisessa mikserissä. Signaaliketju päättyy mikserin oikeaan laitaan niin sanotulle Master lohkolle, jossa äänisignaalit kootaan yhteen ja ohjataan säätimien kautta mikserin ulosmenoliitäntöihin. (Sipilä, 2022b)

Kuva 3. Signaalin kulkureitti analogimikserissä (Sipilä, 2022).



### 3 Valaistus ja valaistuksen ohjaus

Yleisvalaistuksen suunnittelun perusteena käytetään SFS-EN 12464-1 standardia, jossa on määrittämiä sisätilojen valaistuksen määrällisistä ja laadullisista tarpeista. Sisätilojen valaistusvoimakkuuden vaaditut arvot näkyvät taulukossa 1. Valaistusvoimakkuus mitataan luksiksi arvoina. (Sähkötieto ry, 2023)

Taulukko 1. Valaistusvoimakkuuden arvot sisätiloissa (Sähkötieto ry, 2023).

Tila tehtävä tai toiminta	$E_m$ lx		$U_0$	$R_s$	$R_{UGL}$	$E_{m,z}$ lx	$E_{m,wall}$ lx	$E_{m,ceiling}$ lx	Erityis- vaatimukset
	vaadittu	muutettu							
Käytävät, joissa kulkee ihmisiä	150	200	0,40	60	25	-	50	30	Valaistusvoimakkuus lattiatasolla
Varastotilat	100	150	0,40	80	25	50	50	30	200 lx, jos työskentely on jatkuvaa
Metalliteollisuus, tavallinen kokoonpanotyö	300	500	0,60	80	25	75	75	30	
Toimisto, kirjoittaminen, lukeminen, tietojenkäsittely	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä
Julkisten tilojen odotusaulat	200	300	0,40	80	22	75	75	50	
Luokkahuoneet, opetustilat	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä eri toimintoja varten

Valon värivaikutelmalla tarkoitetaan säteilevän valon väriä eli värilämpötilaa. Valaisimen värilämpötila ilmoitetaan kelvineinä. Lämpimän värivaikutelman omaavan valaisimen kelvin arvo on alle 3300 kelviniä. 3300–5300 kelviniä luokitellaan neutraaliksi ja yli 5300 kelviniä omaavan valaisimen värilämpötilaksi kylmä. (Sähkötieto ry, 2023)

Valaisimen värintoistoindeksillä tarkoitetaan sen kykyä tuottaa laadukasta valoa läpi valospektrin. Standardissa määritetään työ- ja toimialueelle minimiarvot valaisimien värintoistoindeksille. Tilat, joissa työskennellään vakituisesti, tulee varustaa valaisimilla, joidenka värintoistoindeksi on vähintään 80. Maksimi arvo värintoistoindeksille on 100 ja se ilmoitetaan yleensä valaisimen värilämpötilan kanssa. (Sähkötieto ry, 2023)

### 3.1 DMX

DMX on valojen ohjaamiseen tarkoitettu protokolla, joka muodostuu sanoista Digital Multiplex. Ohjausjärjestelmä perustuu DMX väylässä kulkeviin paketteihin. Paketti sisältää tiedon minkä laitteen tulisi vastaanottaa informaatiota. DMX väylässä kulkeva paketti sisältää 512 bittiä. Jokaisella bitillä voidaan ohjata yhtä valon ominaisuutta, kuten kirkkautta. RGB valaisin tarvitsee kolme bittiä ohjatakseen kolmen värin kirkkaustasoa, jolloin RGB valaisimia voi yhdessä väylässä bittien puolesta olla 170 kappaletta. DMX laitteet kytketään sarjaan 3- tai 5 napaisella DMX kaapelilla. (LEDYI, 2024)

Kuitenkin signaalivoimakkuuden heikkenemisen takia DMX väylään ei kytketä suurimmillaan kuin 32 laitetta. Yksittäisen laitteen, kuten DMX ohjattuun himmennin yksikköön kytketyt valaisimet näyttäytyvät DMX väylälle yhtenä laitteena. (Learn Stage Lighting, 2023)

Yleisesti DMX järjestelmä koostuu signaalin alkupään säätimestä tai ajurista, josta järjestelmän komponentit ketjutetaan kuvan 4 mukaisesti. Linja terminoidaan päätevastukseen, jotta ketjuun ei muodostu heijastussignaaleja. (The Lighting Agency, 2025)

Kuva 4. Typical DMX universe (The Lighting Agency, 2025).

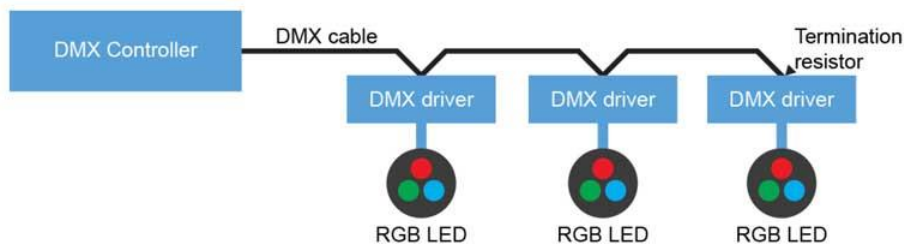


Figure 1 – Typical DMX universe

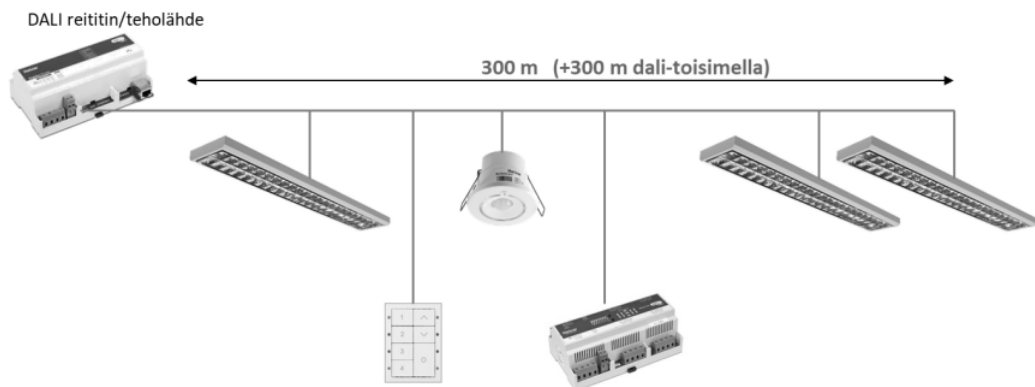
## 3.2 DALI

DALI nimitys on lyhenne sanoista Digital Adressable Lighting Interface. Se on digitaalinen standardisoitu valaistuksenjohtajissa käytetty protokolla. Dali järjestelmän toiminta perustuu digitaaliseen tiedonsiirtoon osoitteellisten laitteiden välillä. Järjestelmään liitettävät valaisimet tarvitsevat normaalien vaihe-, nolla- ja suojamaajohtimen lisäksi DALI- väylän kaksi johdinta. (Fagerhult, 2025)

Yhdessä DALI- väylässä on 64 osoitetta ja väylän virranvoimakkuus voi olla enintään 250mA. Laitetoimittajilta tulee varmistaa järjestelmää suunnitellessa liitettävän komponentin osoitemäärä ja ohjauspiirin virrankulutus. Järjestelmän asennuksen jälkeen se tulee ohjelmoida toimimaan halutulla tavalla käyttölaitteiden ja kojeitten välillä. Järjestelmän koon mukaan ohjelmointi voidaan suorittaa kaukosäätimen, seinäpaneelien tai tietokoneen avulla. (Fagerhult, 2025)

DALI- väylässä pisin kaapelin pituus saa olla 300 m käytettäessä 1,5mm<sup>2</sup> johdinpoikkipinnalla olevaa kaapelia. Väylän pituus mitataan kauimmaisten laitteiden johtimien kulkemaa reittiä pitkin. Kuvassa 5 on havainnollistettu DALI väylää, sen toimintamatkaa ja laitteita. DALI- väylä voidaan kaapeloida valaistuksen syötön kanssa samassa kaapelissa, esimerkiksi MMJ 5x1,5 S kaapelilla.

Kuva 5. DALI- väylä (Helvar, 2021).

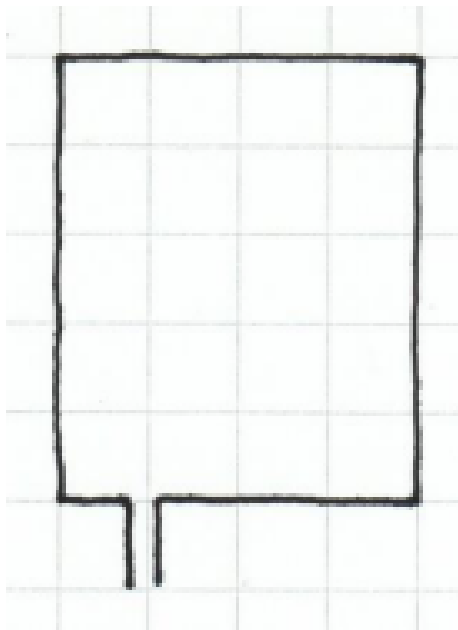


## 4 Induktiosilmukka ja sen mitoitus

Induktiosilmukkaa suunnitellessa tulee aina huomioida ensisijaisesti käyttäjän tarpeet. Tulee huomioida, että esimerkiksi opetustilaan tai konserttisaliin asennettavat induktiosilmukat ovat rakenteeltaan erilaiset. Myös induktiosilmukalla varustettujen tilojen viereiset tilat tulee huomioida silmukkatyyppiä valittaessa, sillä esimerkiksi yksilenkinen silmukka kuuluu viereisissä tiloissa. (Kuuloliitto ry, 2020, s. 21)

Alle 6–8 m leveissä tiloissa toimii kuvassa 6 näkyvä yksilenkinen induktiosilmukka, joka kulkee tilan reunoja pitkin. Tämän tyyliässä silmukassa ääni, kuitenkin vuotaa herkästi viereisiin tiloihin. (Kuuloliitto ry, 2020, ss. 21-22)

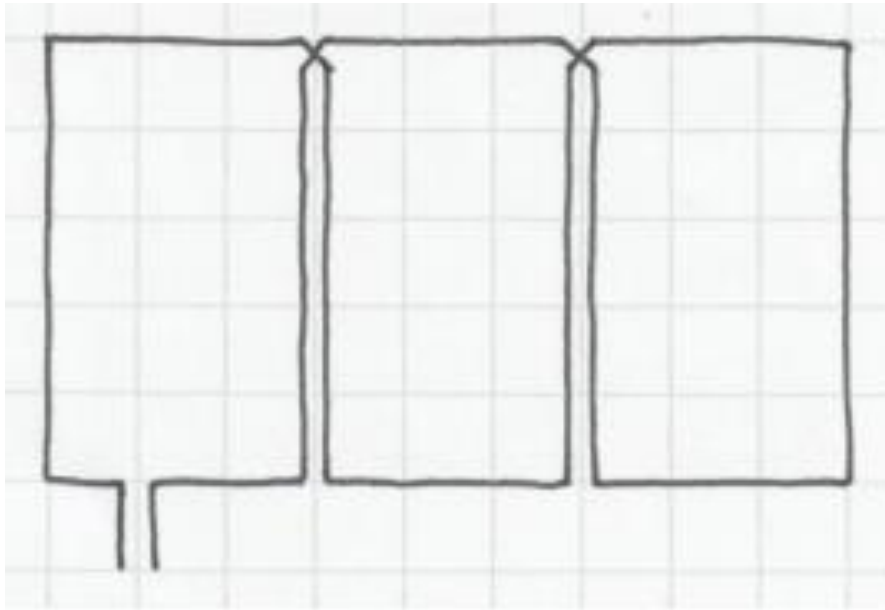
Kuva 6. Yksilenkinen reunasilmukka (kuuloliitto ry, 2020).



Tilaan voidaan myös sijoittaa monta itsenäisesti toimivaa induktiosilmukkaa, jota voidaan muokata kuuluvuusalueita. Useaa silmukka-aluetta voidaan käyttää esimerkiksi tiloissa, joissa esityspisteet tai kalusteiden sijainti saattaa muuttua. Isommissa huonetiloissa voidaan käyttää kuvassa 8 näkyvää 8- lenkkistä induktiosilmukkaa. Tällä tyyppillä saadaan luotua tasainen kuuluvuuskenttä. (Kuuloliitto ry, 2020, s. 22)

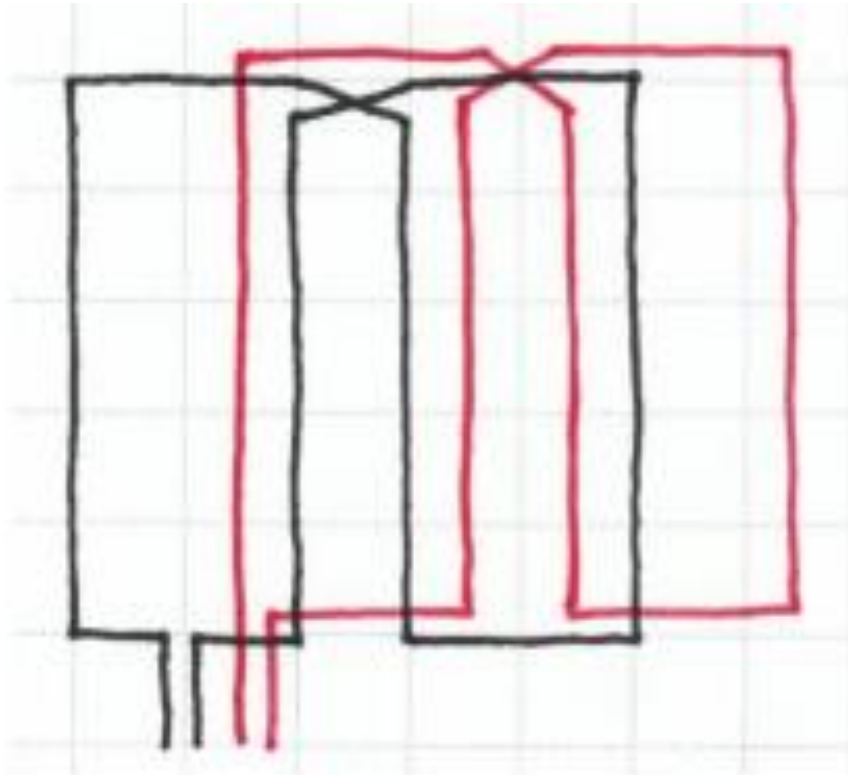


Kuva 7. 8-lenkkinen induktiosilmukka (kuuloliitto ry, 2020).



Yleisin suositeltu silmukkatyyppi on vaihesiirtosilmukka, joka muodostuu kahdesta päällekkäin sijoittavasta silmukasta. Kuvassa 8 näkyy hahmotelma vaihesiirtosilmukasta. Tämän silmukkatyyppin etuja on sen tasainen kuuluvuus ja vähäinen vuoto viereisiin tiloihin. Vaihesiirtosilmukalla saavutetaan helpoiten induktiosilmukkastandardissa määritellyt vaatimukset. (Kuuloliitto ry, 2020, ss. 22-23)

Kuva 8. Vaihesiirtoinen silmukka (kuuloliitto ry, 2020).



Silmukkarakenteen valitsemisen jälkeen tulee mitoittaa sopiva vahvistin ja johdinpaksuus järjestelmälle, jotta silmukka toimii optimaalisesti. Useimmissa silmukkavahvistimissa ilmoitettu jodinresistanssi on  $0.5 \Omega - 2 \Omega$ . Tämä tulee varmistaa vahvistintoimittajalta sopivan vahvistimen valitsemisen jälkeen. (Kuuloliitto ry, 2020, s. 46)

Sopiva kuparijohdin valitaan laskemalla sen resistanssi, joka onnistu kaavalla 1. Valitun johdinpaksuuden resistanssin ollessa liian pieni voi silmukkavahvistin ylirasittua ja sen käyttöikä lyhenee tämän seurauksena. Myös vahvistimen ja silmukan välinen syöttökaapelin pituus täytyy laskea mukaan. (Kuuloliitto ry, 2020, s. 46)

Kaava 1. johtimen resistanssi.

$$R = \rho * \frac{l}{A}$$

Jossa R = johtimen resistanssi,  $\rho$  = johdinmateriaalin ominaisvastus (kuparilla  $0.01678 \cdot 10^{-6}$ ,  $20^\circ\text{C}$  lämpötilassa), l = johtimen pituus, A= johtimen poikkipinta-ala.

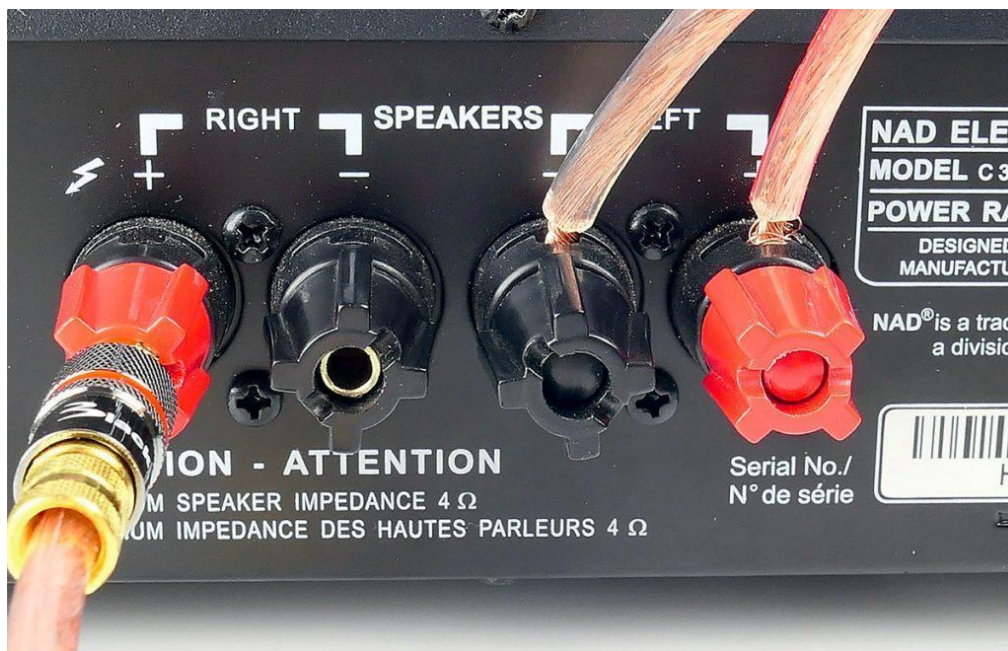
## 5 Kaiutinkaapeli ja audiolaitteiden kytkennät

Kaiutinkaapelia käytetään siirtämään ääni vahvistimelta kaiuttimeen. Kaiutinkaapelissa on kaksi johdinta plus ja miinus. Kytkennän napaisuudella ei ole väliä, kunhan stereoparin kaiuttimet on kytketty samalla tavalla. Eri vaiheistuksella kytketyt kaiuttimet liikuttavat kartioita vastakkaisiin suuntiin ja tällöin kumoavat toistensa sointia. (Hirvikunnas, 2020)

Kaiutinkaapelien paksuuden nyrkkisääntönä pidetään 6–9 m matkalla käytettäisiin 2-3mm<sup>2</sup> poikkipinta-alaltaan olevaa kaapelia. Alle 6 metrin matkalla riittää 1,3mm<sup>2</sup> poikkipinta-alaltaan oleva kaapeli. Kyseiset poikkipinta-alat varmistavat näillä etäisyyksillä sen, että signaalihäviötä ei tapahdu. (HifiKlubben, n.d.)

Yleinen kaiutinkaapelien liitostapa on naparuuviliitos, jossa kaapeli kiristetään kontaktipintojen väliin. Kuvassa 9 näkyy esimerkkiliitos kaiutinkaapeleista vahvistimeen. kontaktipintojen tulee olla puhtaat, jotta vältetään resistanssin kasvamiselta. (Hirvikunnas, 2020)

Kuva 9. Naparuuviliitos. (Hirvikunnas, 2020).



## 5.1 Mikrofoni- ja instrumenttikaapelit

XLR kaapelia käytetään yhdistämään audiolaitteet äänilähteeseen. Kaapeli koostuu yleisimmin kolmesta johtimesta, plus- miinus- ja maajohtimesta. Tämän tyylisessä kaapelissa on hyvä häiriönsietokyky ja sillä pystytään siirtämään ääntä pitkiäkin matkoja. Nyrkkisääntönä voi kuitenkin pitää 100 metrin siirtomatkaa, jonka ylittäessä kannattaa käyttää digitaalista siirtotapaa. (PCM, 2023)

XLR kaapeli sekoitetaan usein DMX kaapeliin niiden samankaltaisen liittimen takia. DMX kaapeli ei kuitenkaan toimi audion siirtämiseen, eikä XLR kaapeli sovellu DMX väylään käytettäväksi luotettavasti. Kaapelityyppien suurin ero on niiden impedanssi, joka DMX kaapelissa on suurempi 120ohm. XLR kaapelissa on matala impedanssi, jotta signaalivoimakkuus ei pienene. (Learn Stage Lighting, 2023)

## 5.2 Tiedonsiirtokaapelit

Tiedonsiirtokaapeleita on kolmea perustyyppiä parikaapelit, koaksiaalikaapelit ja optiset kaapelit. Yleiskaapeloinnissa käytetyt parikaapelit ovat yleensä 4- parisia ja tätä kaapelityyppiä löytää rakennusten yleiskaapelointijärjestelmistä, sekä esimerkiksi televerkosta. (Sähkötieto ry, 2019, s. 137)

Koaksiaalikaapelissa on sisäjohtin, jota ympäröi ulkojohtin. Ulkojohtin toimii sisäjohtimen, johdinparina olemisen lisäksi sen sähköisenä suojana. Tämän takia koaksiaalikaapelia käytetään radiotaajuisen signaalin siirtoon, kuten antennien ja vahvistimien välillä. (Sähkötieto ry, 2019, s. 138)

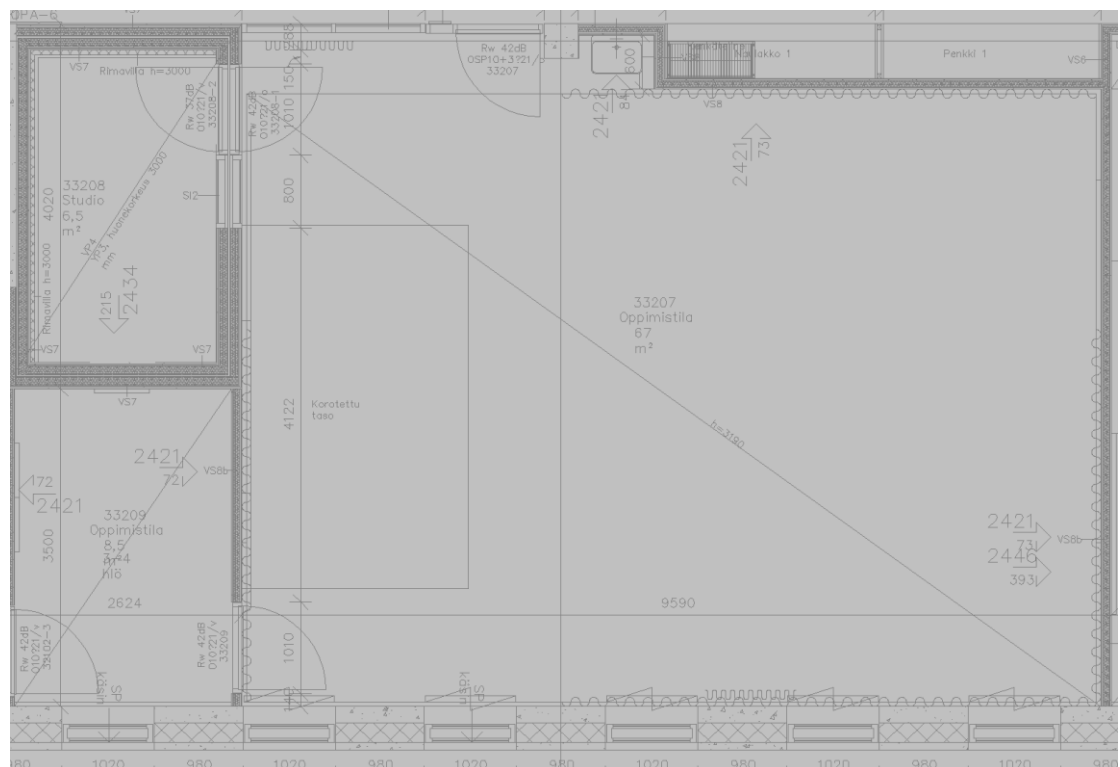
Optinen kaapeli eli paremmin tunnetulla nimellä valokuitu on monesta kvartsilasista rakennetusta kuidusta muodostettu kaapeli. Optisia valokaapeleita käytetään laajalti televerkoissa, yleiskaapeloinnissa ja niiden käyttö erilaisissa sovelluskohteissa kasvaa koko ajan. (Sähkötieto ry, 2019, s. 138)

## 6 Esimerkki AV- järjestelmän suunnittelusta

Kuvassa 10 näkyy tilat, johon esimerkkisuunnitelma tehdään. Kyseessä on koulurakennuksen mediaopetuksen luokka ja studiohuone. Tilaajan toiveena on käyttää tilaa esitelmien pitämiseen, erilaisten äänitystilanteiden harjoitteluun, sekä musiikin esittämiseen. Itse luokkatilan takana on studiotila, josta tarkkaillaan esitys tai nauhoitustilanteita. Studiotilasta käsin säädetään valaistuksen ja äänentoiston laitteita mediatilan puolella.

Koska kyseessä on opetustila, sijoitetaan mediaoppimistilan puolelle myös induktiosilmukka kuulokojeita käyttäviä henkilöitä varten. Induktiosilmukkaan voidaan syöttää esitysäntä tai mikrofoniin signaalia.

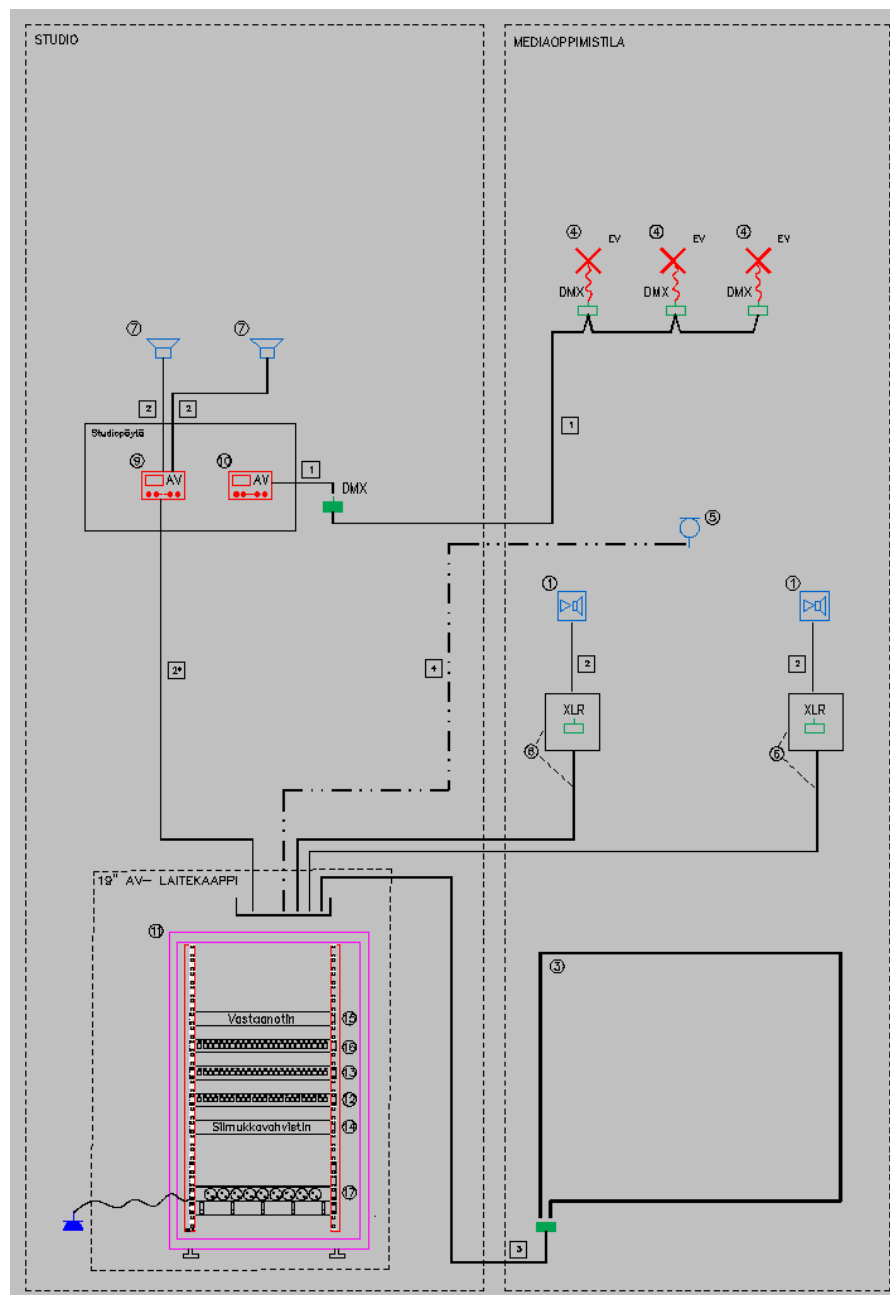
Kuva 10. Arkkitehtipohja.



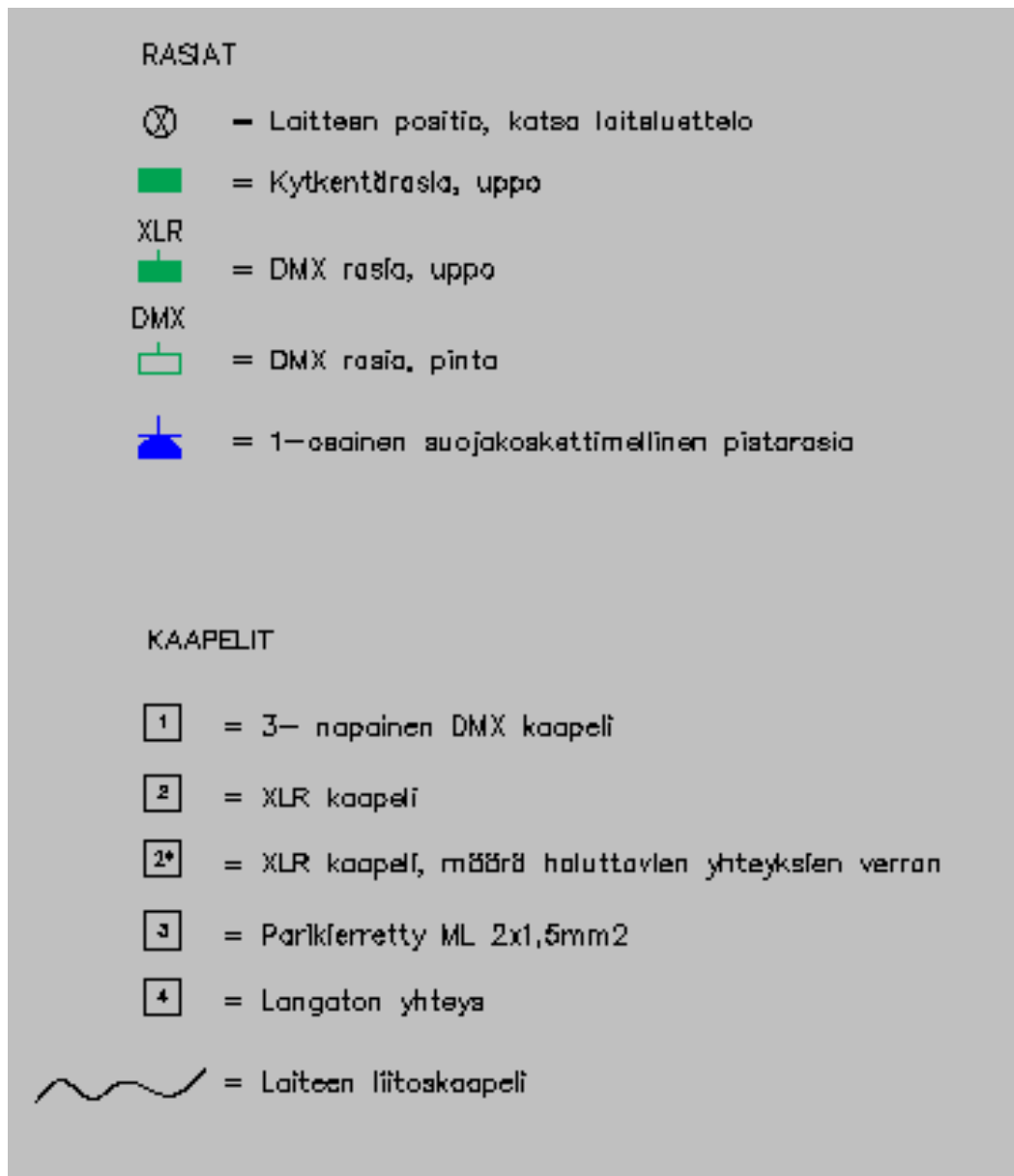
## 6.1 Järjestelmän yleiskuvaus ja järjestelmäkaavio

Ensimmäisenä suunnittelun vaiheena kootaan järjestelmäkaavio, jotta saadaan käsitys järjestelmästä kokonaisuutena. Kuvassa 11 on esimerkkisuunnitelman järjestelmäkaavio, josta ilmenee tilojen ja laitesijaintien väliset kaapelit ja kytkennät. Kaavioon on merkattu laitteiden positiot, jotta kaavion lukeminen olisi sujuvampaa. Järjestelmäkaavion symbolit, kaapelit ja positiomerkit on selitetty kuvassa 12.

Kuva 11. Järjestelmäkaavio.



Kuva 12. Järjestelmäkaavion selitteet.



## 6.2 Yleisvalaistus

Koska tilassa mahdollisesti kuvataan paljon, vaatii se valaisimelta hyvää värintoistoindeksiä. Valittu valaisin on värintoistoindeksiltään 940. Tilaa pitää pystyä himmentämään, joten valittu valaisin tulee olla DALI yhteensopiva. Tilan pienen koon takia ei tarvita DALI reitintä ohjausta varten vaan voidaan käyttää paikallista DALI järjestelmää painonappiohjauksella.

Standardin mukainen hyvä valaistusvoimakkuus on käyttötasolla 500lx. Dialux ohjelmalla voidaan laskea kyseinen valaistusvoimakkuus ja määrittää sopiva valaisimien etäisyys tilassa, jotta valo jakautuu tasaisesti.

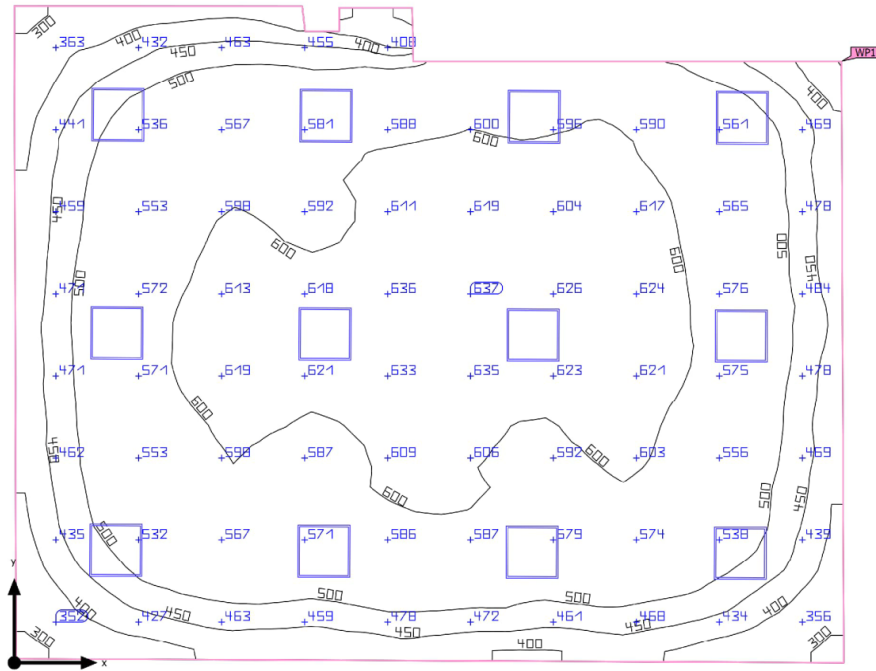
Kuvassa 13 näkyy valaistusvoimakkuuden laskelma mediaoppimistilasta. Laskelmasta voidaan todeta, että valon voimakkuus on riittävä. Laskelma on tehty valaisimen ollessa täydellä voimakkuudella 3200 mm korkeudessa.



## Kuva 13. Dialux-laskelma.

Rakennus 1 · Kerros 1 · Tila 1 (Valaistustilanne 1)

### Yhteenveto

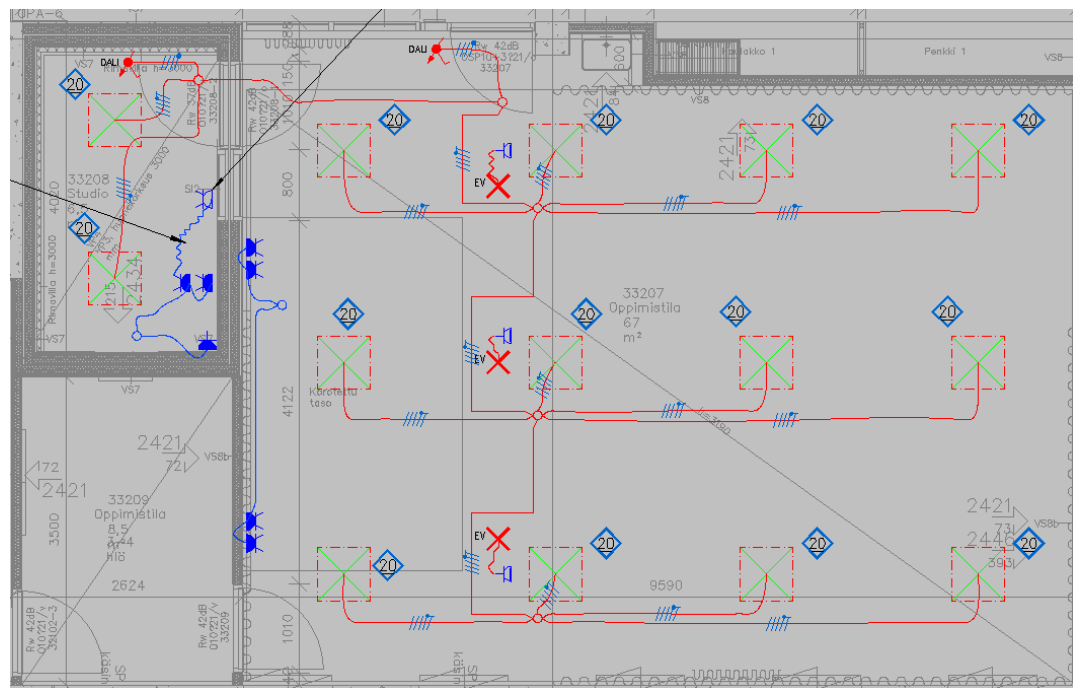


Pohjapinta-ala	66.92 m <sup>2</sup>	Tilan vapaa korkeus	3.200 m
Heijastussuhteet	Katto: 70.0 %, Seinät: 50.0 %, Lattia: 20.0 %	Asennuskorkeus	3.200 m
Alenemakerroin	0.80 (yleiskäyttöinen)	Korkeus Käyttötaso	0.800 m
		Reuna-alue Käyttötaso	0.000 m

### 6.3 Vahvavirtakojeet ja ryhmittely

Dialux laskelman ja järjestelmäkaavion perusteella voidaan piirtää arkkitehtipohjaan laitesyötöt, sähköpisteet ja valaisimet. Alakaton ollessa 600x600 paneeleista koostuva valaisimet jaotellaan ruutujen mukaisesti, joka helpottaa asennusta ja pitää katon ruudukon yhdenmukaisena. Kuvassa 14 näkyy vahvavirtakojeiden sijoittelu ja johdotus opetus- ja studiotilassa.

Kuva 14. Vahvavirtakojeiden sijoitus ja johdotus.



Kaapeleiden päällä olevat johdinmerkit kertovat kaapelityypistä. Valaisimien johdotuksessa käytetty merkki kertoo, että kaapelissa on kolmen vaihejohtimen lisäksi nolla- ja suojamaajohdin. Yhdessä vaihejohtimessa kulkee virta ja kahdessa muussa DALI viesti. DALI säätimen kaapelissa taas on kolme vaihejohtinta ja nolla.

Myös studiotilaan on sijoitettu DALI säädin ja himmennettävät valaisimet, jotta myös studiotilaa voidaan muokata haluttuun valaistustasoon. Tämä lisää työskentelymukavuutta ja tarjoaa mahdollisuuden käyttää tilaa monipuolisesti.

## 6.4 Äänentoisto

Mediaoppimistilaan sijoitetaan kaksi omilla jalustoillaan seisovaa aktiivikaiutinta. Maassa jalustan päällä olevat kaiuttimet mahdollistavat niiden liikuttamisen, jos esiintymis- tai opetustilanne sitä vaatii. Tilassa käytetään aktiivikaiutinta niiden hyvän säädettävyyden, sekä monikäyttöisyyden takia. Aktiivikaiuttimet eivät ole kiinteästi kaapeloitu laiterätkille, joten niihin voidaan kytkeä tarpeen mukaan mediaoppimistilan puolelta suoraan audiolähteitä.

Kuvassa 15 on esimerkki kaiutintyyppistä, joka täyttää kohteessa listatut lähtötiedot. Kaiutin kaapeloidaan järjestelmäkaavion mukaisesti lavaan upotettuun lavarasiaan XLR kaapelilla. Kaapeleita kannattaa hankkia useassa mitassa, jotta kaiuttimien siirtely on mahdollista.

Kuva 15. Aktiivikaiutin (Thomann, 2025).



Studiotilan puolella ääntä kuunnellaan paljon tarkemmin ja säädetään äänittämisen jälkeen. Äänenvoimakkuuden ei tarvitse olla suuri, joten tilassa toimii hyvin esimerkiksi kuvassa 16 näkyvät pienemmät aktiivimonitorit. Monitorit sijoitetaan studion työskentelypöydän kulmiin ja kohdistetaan pöydän ääressä istuvaa henkilöä kohti.

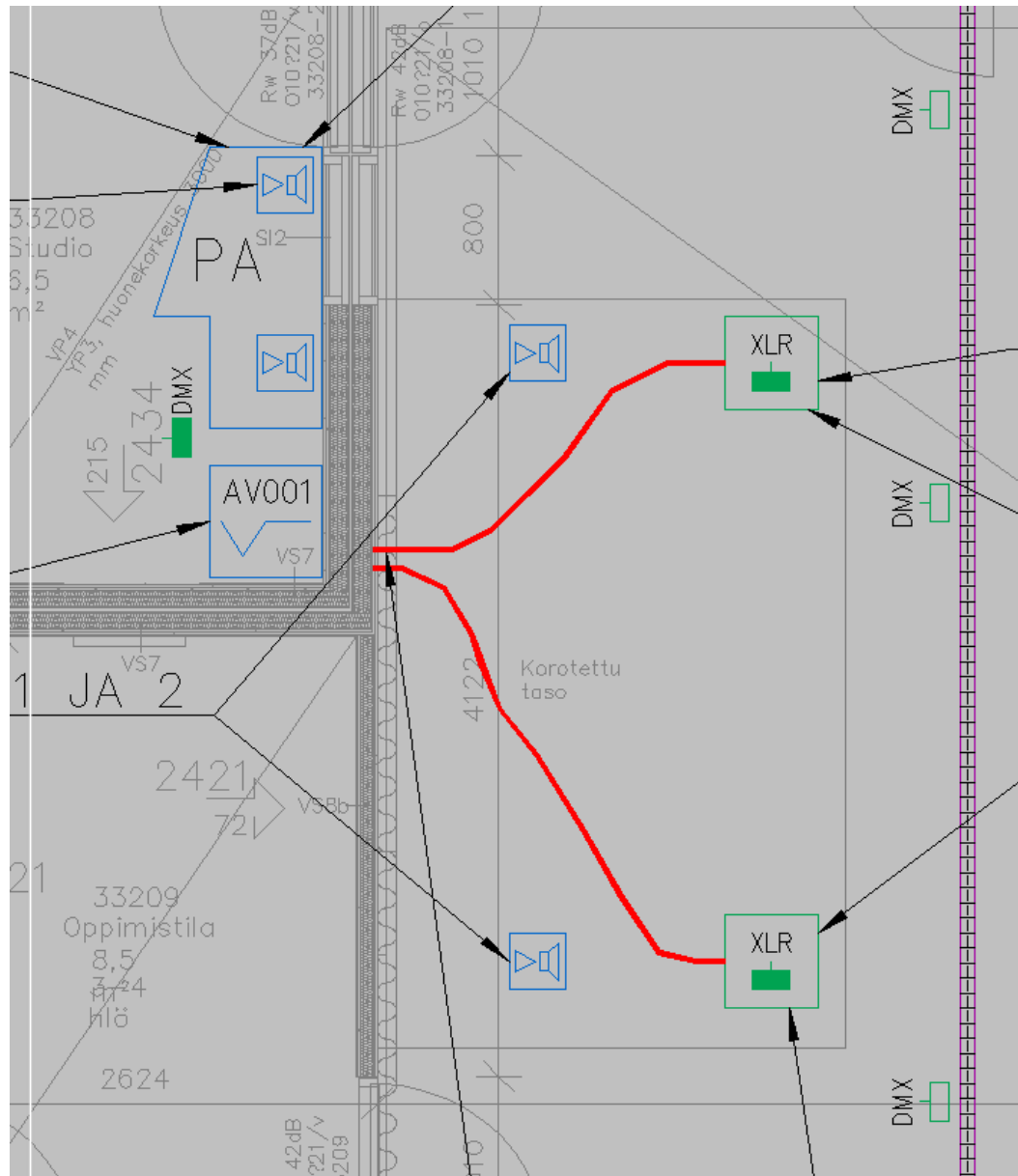
Kuva 16. Studiomonitori (Thomann, 2025).



Studion aktiivimonitorit kaapeloidaan XLR kaapelilla järjestelmäkaavion mukaisesti suoraan studiopöydän mikseriin, sillä kyseisiä monitoreita ei ole tarkoitus käyttää, kuin toistamaan mikseriin tallennettua audiota. Monitoreiden sijoittelu on studiopöydän tolmissa, joten kaapelointi laiteräkille ja takaisin lisäksi kaapelikuormaa huoneen poikki.

Kuvassa 17 näkyy audiolaitteiden sijoittelu, jotka ovat piirrettynä heikkovirtatasolle. Studiopöytä on sijoitettu studion ja mediaoppimistilan välisen ikkunan luo, tällöin ääntä tai valoja ohjaava henkilö voi seurata mitä ohjauksen vaikutusalueella olevassa tilassa tapahtuu.

Kuva 17. Heikkovirtakojeiden sijoittelu.



## 6.5 Efektivalot

Mediaoppimistilan lavalle halutaan kohdistaa erikoisvalaistusta, jotta voidaan tehdä nopeita muutoksia esityksen tai kuvaustilanteen välillä. Näitten valaisimien ohjaukseen käytetään DMX järjestelmää sen nopean reaktiivisuuden takia. Valaisimet kiinnitetään kattoon ja kohdistetaan lava kohti. Valaisimien väriä ja kirkkautta pitää pystyä säätämään.

Kuvassa 18 näkyvä esimerkkivalaisin on 3 napaisella DMX kaapelilla liitettävissä DMX rasiaan, jonka vastakappale löytyy valopöydän luota. Valaisimet kiinnitetään T- listakattoon niiden mukana tulevalla kiinnityksellä. Valaisimen ilmoitettu paino on 5.5Kg, joten katon kantavuus tulee tarkistaa ennen asennusta.

Kuva 18. Efektivalo (Thomann, 2025).



Valitun valaisimen ilmoitettu teho on 150W, joka vastaa noin 0,65A virtaa. Sähkösyöttöjä suunnitelman kolmelle efektivalolle ei täten tarvitse olla, kuin yksi. Suunnitelmiin on kuitenkin sijoitettu jokaiselle valaisimelle oma pistorasia valaisimen kytkemistä helpottamaan. Tällöin ei tarvitse myöskään jatkaa valaisimen omaa virtajohtoa.

Valoja ohjataan studiotilan työpisteeltä valopöydän avulla. Valopöydän avulla voidaan säätää valaisimia reaaliaikaisesti tai luoda valmiiksi valaistus tilanteita. Valaisimet kaapeloidaan DMX väylällä hyödyntäen DMX liitäntärasioita, jotta voidaan myöhemmin vaihtaa valaisinta tai ohjainta helpommin.

Kuvassa 19 näkyy kohteeseen sopiva esimerkkivalopöytä. Esimerkkituotteeksi on valikoitunut valopöytä, jossa riittää kanavat ja säätimet ohjaamaan suurempia valomääriä, kuin kohteessa on tarve. Tämä on tietoisesti tehty valinta, jotta myöhemmin voidaan lisätä lisää DMX laitteita ilman tarvetta päivittää ohjainta.

Kuva 19. Valopöytä (Thomann, 2025).



## 6.6 Induktiosilmukka

Induktiosilmukka sijoitetaan lattian pintavaluun putken sisään kulkemaan luokan ympäri, sen kaapelin päät päätetään mediaoppimistilan puoleiselle seinälle kytkentärasiaan.

Induktiosilmukkavahvistimelta vedetään kaapeli kytkentärasiaan.

Induktiosilmukkavahvistimeen voidaan ajaa ohjelmaaäntä mikseristä, sekä mediaoppimistilan puolella olevista langattomista mikrofoneista.

Tilassa käytetään yksilenkkistä silmukkaa, sillä tila ei ole suuri eikä vuoto viereisiin tiloihin haittaa käyttäjiä. Kuvassa 20 on esimerkki induktiosilmukkavahvistimesta, joka sijoitetaan studiotilan laitekaappiin.

Kuva 20. Induktiosilmukkavahvistin (Ampetronic, n.d-b).



Johdinpoikkipinnaksi saatiin  $1 \times 0.75 \text{ mm}^2$  paksu kaapeli syöttöpään pituus huomioituna mukaan laskelmaan. Johtimen kokonaispituudeksi tuli 26 m. Kuvassa X näkyy induktiosilmukka piirrettynä suunnitelman. Induktiosilmukka on piirretty äänentoiston kojeiden kanssa samalle piirustustasolle, jottei suunnitelmasta tule vaikealukuinen usean elementin päällekkäisyyden takia.



## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä luotiin esimerkkisuunnitelma audiovisuaalisen järjestelmän toteutuksesta koulumaisen rakennuksen opetustilaan. Esimerkkisuunnitelman tarkoituksena oli luoda yleiskäsitys AV- järjestelmän eri osa-alueista, sekä tutustuttaa lukija järjestelmän erilaisiin laitetyppeihin, toteutustapoihin ja kytkentöihin.

Työn tuloksena saatiin esimerkkisuunnitelma, joka sisältää sähkökuva, laiteluettelo, järjestelmäkaavio, Dialux laskelma, sekä heikkovirtakuva. Kuvien lisäksi työssä luotiin perustelut valituille laitteistoille ja sidottiin ne standardien vaatimuksiin ja käytännöllisyyteen.

Työn keskeinen sisältö muodostuu luoduista esimerkkisuunnitelmista, jotka ovat itseään dokumentoivia ja auttaa aiheeseen perehtyvää suunnittelijaa luomaan käsityksen audiovisuaalisesta järjestelmästä kokonaisuutena. Työn johtopäätöksenä voi todeta, että AV- järjestelmän suunnittelu ja laajuus lähtee aina käyttäjän tarpeista.

Järjestelmän toteutustapoja on paljon, mutta tietyt peruseriaatteet ja dokumentointityylit voivat edistää suunnittelua kaikissa kohteissa. Tuloksena syntyneet dokumentit eivät ole täysin kattava katsaus audiovisuaalisesta järjestelmästä, sillä kyseisiä järjestelmiä löytää monesta erilaisesta kohteesta tai rakennuksesta.

Työtä tehdessä tiettyjen toimintatapojen tärkeys korostui. Tällaisia asioita olivat järjestelmäkaavion tärkeys, jossa on kootusti koko järjestelmän liitännät ja josta ilmenee järjestelmän kokonaisuus ja toiminta-ajatus. Myös laitteiden numerointi muodostui tärkeäksi osaksi suunnitelmaa, numeroinnilla tai positiomerkeillä saatiin sidottua suunnitteludokumentit toistensa kanssa.

Haasteita työtä tehdessä oli sopivan lähdemateriaalin löytäminen laitteista ja kytkennöistä, myös järjestelmän laajuuden rajaaminen oli haastavaa. Sopivan tiedon valitseminen esimerkiksi valaistukseen oli vaikeata valita, sillä aiheeseen voi syventyä niin tarkasti. Järjestelmän olisi voinut toteuttaa eri lailla, jos lähtötiedoissa olisi tilan käyttötarkoitus rajattu toisenlaiseksi ja tämä olisi tuottanut erilaisen esimerkkisuunnitelman.

Suunnittelun johdonmukaisuus, käyttäjän tarpeiden huomioiminen, tilan käyttötarkoitus ja vaatimukset ovat tärkeimmät asiat AV- järjestelmän suunnittelussa, jotta voidaan toteuttaa toimiva ja turvallinen kokonaisuus. Tämä opinnäytetyö tarjoaa esimerkin, johon nojautua ja käyttää esimerkkinä audiovisuaalisen järjestelmän suunnittelun pohjana. Työstä voidaan koostaa suunnitteluohje tai dokumentointimallit käytettäväksi yritykselle ja työn lukija pystyy ymmärtämään AV- suunnitelmia.

## Lähteet

Black Box. (2010). *Räkkiaapin tai avoräkin valinta*.

[https://www.blackbox.fi/AppData/cms/file/Finland/21011\\_BB\\_kaapit.pdf](https://www.blackbox.fi/AppData/cms/file/Finland/21011_BB_kaapit.pdf)

Fagerhult. (2025). *DALI – standardisoitu digitaalinen valonohjausprotokolla*.

<https://www.fagerhult.com/fi/valonohjaus/e-sense-customised/dali/>

Helvar. (2021). *DALI-järjestelmän suunnittelun perusteet*.

HifiKlubben. (n.d.). *Kaapelit*. <https://www.hifiklubben.fi/kaapelit/>

Hirvikunnas, T. (30.10.2020). *AVPlus Totuus esiin? Kaiutinkaapelit: "Onko eroja vai eikö ole?"*.

<https://avplus.fi/2020/10/vertailussa-kaiutinkaapelit-onko-eroja-vai-eiko-ole/>

Hyttinen, R. (2017). *Yleisäänentoistojärjestelmät*. ST-ohjeisto 23: Sähkötieto ry.

Hyttinen, R.;Laine, J.;Mattila, H.;Myllys, M.;Jetzinger, U.;Portin, T.; . . Arenius, K. (2018). *Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmät*. ST- Ohjeisto 21: sähkötieto ry.

Kodintekniikka. (2024). *Kodintekniikka*. <https://reeltime.fi/>

Kuuloliitto ry. (10.12.2020). *Suomalainen Induktiosilmukkaopas*. <https://www.kuuloliitto.fi/wp-content/uploads/2021/02/SUOMALAINEN-induktiosilmukkaopas201210-Nettiversio.pdf>

Learn Stage Lighting. (8.3.2023). *Can You Use Microphone Cables for Lighting? DMX Vs. XLR Demystified*. <https://www.learnstagelighting.com/blog/can-i-use-microphone-cables-for-dmx-lighting%2F>

Learn Stage Lighting. (2023). *Learn Stage Lighting*. <https://www.learnstagelighting.com/blog/how-to-wire-dmx%2F>

LEDYI. (2024). *DMX vs. DALI Lighting Control: Which One to Choose?*

<https://www.ledyilighting.com/fi/dmx-vs-dali-lighting-control/?utm>

PCM. (6.5.2023). *Onko XLR-kaapeleilla eroja?* <https://fi.pcm-cable.com/info/is-there-a-difference-in-xlr-cables-82137812.html>

Pehkonranta Oy. (Toukokuu 2019). *AV-järjestelmät, mitä ne ovat*. <https://www.pehkonranta.fi/uutiset/>

Sinopoli, J. (2010). *Smart Building Systems for Architects, Owners, and Builders*. Elsevier.

Sipilä, J. (2022a). *Mikserit, osa 1 - Mikä on mikseri?* <https://emute.edu.fi/mikserit/mikserit-osa-1-mik-on-mikseri>

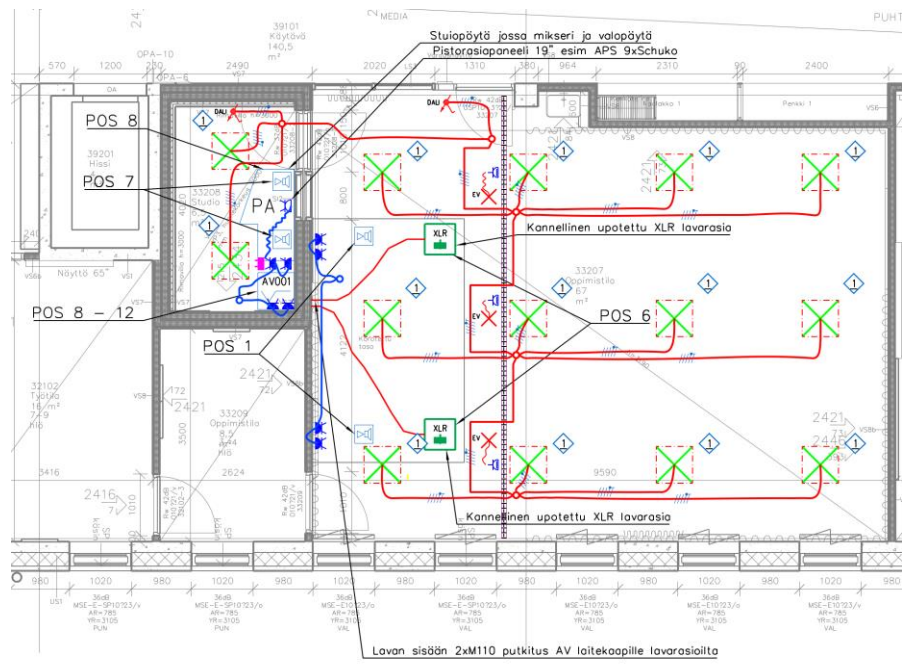
Sipilä, J. (2022b). *Mikserit, osa 8 - Mikserin lohkorakenne*. <https://emute.edu.fi/mikserit/mikserit-osa-8-mikserin-lohkorakenne>

Sähkötieto ry. (2019). *ST-käsikirja 16 Yleiskaapelointijärjestelmät*.

Sähkötieto ry. (2023). *ST58.02*. Espoo: Sähkötieto Ry.

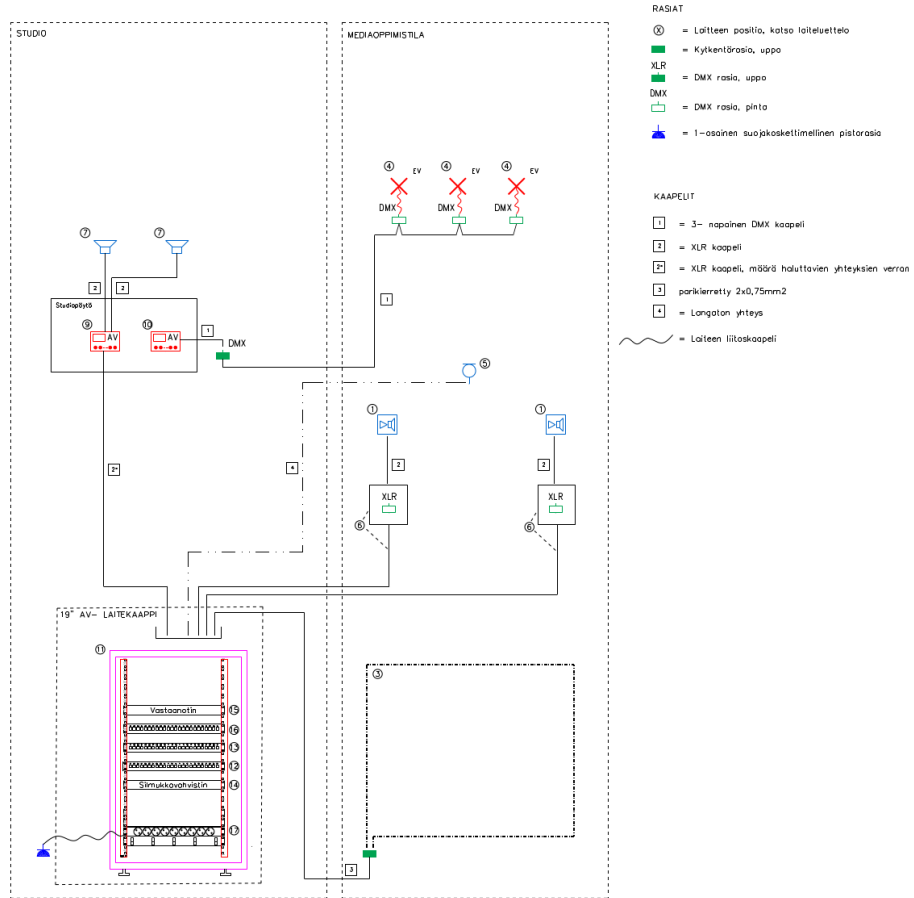
The Lighting Agency. (2025). *DMX and nLight: What You Need to Know from the TLA Controls Team*.  
<https://thelightingagency.com/blog/tech-corner/dmx-and-nlight-what-you-need-to-know-from-the-tla-controls-team/>

Liite 1. Vahvavirtasuunnitelma





Liite 3. Järjestelmäkaavio



## Liite 4. Laiteluettelo

## Laiteluettelo

## Mediaoppimistila

POS 1	Aktiivikaiuttimet	JBL EON 710
POS 2	Aktiivikaiuttimien lattiatelineet	Roadworx Speaker Stand 2
POS 3	Induktiosilmukka	Parikierretty 0,75mm johdin
POS 4	Esiintymisvalaisimet 3 kpl	Stairville RevueLED 120 COB RGB WW DMX
POS 5	Langaton käsimikrofoni systeemi	LD Systems U518 HHD2 ( vastaanotin studion laiteräkkiin)
POS 6	Lavarasiat 2kpl	pro snake mts 8/4s multicore 10M
<b>Studio</b>		
POS 7	Aktiivimonitorit 2kpl	Genelec 8030 CP
POS 8	Studion työskentelypöytä	Millenium SD-180 B StudioDesk
POS 9	Äänitysmikseri	Midas M32R Live
POS 10	Valopöytä	Stairville DMX-Master 3 - FX
POS 11	Laiteräkki 19" 20U	Thon Studio Rack 20U 50 black
<b>Laiteräkin varusteet</b>		
POS 12	Ristiyhtäjäpaneeli OUT	Millenium PB16 XLR Out
POS 13	Ristiyhtäjäpaneeli IN	Millenium PB16 XLR
POS 14	Induktiosilmukkavahvistin	Ampetronic C5-1
POS 15	Langattomien mikkien vastaanotin	LD Systems U518 HHD2
POS 16	XLR signaalijakaja	ART S8 Microphone Splitter
POS 17	Pistorasiapaneeli	NESCON LV2604 9xSCHUKO
<b>Yleisvalaistus</b>		
POS 20	600x600 moduulivalaisin	Ensto DIANA FLAT DL6x6M/940 4400lm