



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**LUENTOTILAT JA NIIDEN
SUUNNITTELU**

Tony Vahtera

Tietotekniikan koulutusohjelma

2010

TURUN TIIVISTELMÄ
AMMATTIKORKEAKOULU

Koulutusohjelma: Tietotekniikka	
Tekijä: Tony Vahtera	
Työn nimi: Luentotilat ja niiden suunnittelu	
Suuntautumisvaihtoehto: järjestelmät	Sulautetut Ohjaaja: Tiina Ferm
Opinnäytetyön valmistumisajankohta: Huhtikuu 2010	Sivumäärä: 63
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa hyvät lähtötiedot luentotilojen suunnitteluun tai niiden hankkimiseen Työn pohjana on käytetty itse opittuja asioita. Tietoja on myös tarkennettu myös tarpeellisilla viranomaissuosituksilla.</p> <p>Luentotilojen rakentaminen sekä niiden kalustaminen on ollut erikoisammattilaisten työtä ja harva heistäkään hallitsee koko kokonaisuutta. Joten tilaajan on vain luotettava AV-suunnittelija ja urakoisijan ammattitaitoon, sekä siihen että tarpeet on ymmärretty oikein. Kuitenkin ymmärtämättä tekniikan mahdollisuuksia tai laitteiden ja tilojen asettamia vaatimuksia, on vaikeaa muodostaa lähtökohtia vaatimuksille joita esittää suunnittelijalle tai urakoisijalle.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään perusasioita niin historian, kuin nykypäivän tekniikoiden osalta. Lisäksi esitellään pääasialliset ääni- ja kuvatekniikat sekä niihin liittyvät vaatimukset. Rakenteiden akustiikka on myös sisällytetty mukaan. Työssä annetaan mitoitus-suositukset eri tiloille, niin esityspintojen asemointiin, kuin osallistujien sijoittamiseen sekä perusrakenneakustisiin ratkaisuihin. Lisäksi annetaan myös ohjeistusta luentotilan urakan tilaamiseen ja tekemiseen</p> <p>Tämä työn lukemisen jälkeen on lukijalla parempi käsitys siitä mitä hän mahdollisena tilaajana tarvitsee ja miten sen saa tai mitä ja miten hänen urakoisijana tulee toimittaa.</p>	
Hakusanat: audio, akustiikka, auditorio, kuva, luentotila, ääni	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto, Salo	

Degree Program: Information Technology	
Author: Tony Vahtera	
Title: Designing Lecture Rooms and Auditoriums	
Specialization line: Embedded Systems	Instructor: Tiina Ferm
Date: April 2010	Total number of pages: 63
<p>The purpose of this thesis is to give sufficient knowledge for designing or contracting lecture rooms and auditoriums. Most of the information presented here is self learned. In addition there are needed directions from the authorities.</p> <p>Lecture rooms and furnishing them has been specialists' work and even very few of them have had understanding of full AV-contract. The buyer could only trust that AV-designer and contractor are professionals and that they understand usage requirements in the proper way. However, it is difficult to generate proper requirements, e.g. without knowing technical possibilities or limitations that the space has.</p> <p>In this study the basics from history and modern technology are discussed. Main audio-visual technologies and their demands are also dealt with as well as structural acoustics. This thesis gives design proposals to different spaces and their acoustics, A/V equipment placing as well how to place attendees in the room. In addition, basic instructions are given how to order a lecture room or how to contract it.</p> <p>After reading this the reader knows more what and how she or he should do when ordering a lecture room or when delivering such a room as a contractor.</p>	
Keywords: audio, visual, acoustics, auditorium, lecture room	
Deposit at: Turku University of Applied Sciences, Library, Salo	

SISÄLTÖ

TERMIT JA SELITYKSET

1	TAUSTAA	6
2	YLEISTÄ	7
3	KUVA	9
3.1	Kuvan koko	9
3.2	Kuva eri lähteistä	12
3.2.1	Piirtoheitin	12
3.2.2	Diaprojisioidin kuva	13
3.2.3	Videokuva	14
3.2.4	Muut kuvaformaatit	14
3.3	KUVAPINNAT	14
3.3.1	Valkokankaat ja heijastuspinnat	15
3.3.2	Kankaiden kiinnitys ja mekaniikka	18
4	ÄÄNI JA AKUSTIIKKA	20
4.1	Erilaiset tilat ja niiden akustiikka	21
4.2	Rakenteiden akustiikka	23
4.3	Vaatimuksia	25
5	AV-TEKNIikka JA -KALUSTEET	27
6	TEKNISET JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET	31
6.1	Äänentoistojärjestelmät	31
6.1.1	Puheenvahvistus	31
6.1.2	Ohjelmaaänentoisto	32

6.2	Videositysjärjestelmät	33
6.3	Videosityslaitteet	37
6.3.1	Monitorit	38
6.3.2	Suurkuvaprojektorit	39
6.4	Piirtoheittimet ja diaprojektorit	45
6.5	Muut järjestelmät	46
6.5.1	Ohjausjärjestelmät	46
6.5.2	Konferenssijärjestelmät	48
6.5.3	Tulkkausjärjestelmät	48
6.5.4	Videoneuvottelu- ja etäopetusjärjestelmät	48
7	VALAISTUSPERIAATTEET	50
8	AV-SUUNNITTELU	51
9	YHTEENVETO	56
10	LÄHTEET	57

LIITTEET

LIITE 1. Järjestelmien esimerkki kuvia

KUVIOT

Kuvio 1: Orangen roomalainen teatteri [1].	8
Kuvio 2: Katselualue tilassa [2].	9
Kuvio 3. Pystysuuntainen katselualue tilassa [2].	11
Kuvio 4. Istumapaikkojen sijoittelu [3].	11
Kuvio 5. Piirtoheittimen sijoitusohjeita [3].	13
Kuvio 6. Videotykin sijoitusohjeita [3].	15
Kuvio 7. Puheen kantama [3].	20

Kuvio 8. Äänen heijastukset auditoriossa. [4]	22
Kuvio 9. Puheensiirtoindeksin riippuvuus seinän ilmaääneneristysluvusta. [5]	23
Kuvio 10. Opetustilojen seinät, ilmoitetut arvot laboratorioarvoja. [4]	24
Kuvio 11. DVI-liitimen eri versiot. [5]	35
Kuvio 12. HDMI-liitin.	36
Kuvio 13. Resoluutiokartta. [8]	37
Kuvio 14. LCD ja Plasma-paneelin toimintaperiaate. [9]	38
Kuvio 15. LCD ja CRT-projektori.	40
Kuvio 16. Vääristynyt kuva vs. korjattu.	41
Kuvio 17. Lähikuva peilimatriisista.	42
Kuvio 18. Yksipeilisen projektorin toimintaperiaate. [10]	43
Kuvio 19. Kolmipeilisen projektorin toiminta periaate. [10]	43
Kuvio 20. Toimintaperiaatekuva GLV projektorista. [11]	44
Kuvio 21. Esimerkki ohjauspaneelista.	47
Kuvio 22. Kaavio hankkeet kulusta	52
Kuvio 23. Kalustus mahdollisuuksia 60m ² tilassa [3, sivu 6].	54

TAULUKOT

Taulukko 1: Merkkikoon merkitys eri katselu etäisyydelle [3].	10
---	----

TERMIT JA SELITYKSET

½ –arvokulma	ilmaisee kulman jossa valoisuusarvo on pudonnut puoleen maksimista
Askelääneneristävyys	kuvaa rakenteiden äänenjohtumisen estämiskykyä
Auditorio	lat. auditorium 1. kuuntelupaikka, luentosali, teatteri; Uusi sivistyssanakirja, 1997, kust. Otava, Keuruu)
Akustointi	tilaan tehdyt muutokset tai lisäykset, jolla on parannettu sekä tilan akustiikka että myös puheen kuuluvuutta.
Dolby	Dolby Laboratories on kehittänyt äänenparannus- ja toistotekniikoita. Ja nykyään niistä on tunnetuimpia Dolby Digital-nimen alla kulkeva monikanava äänitekniikka.
DLP	peilimatriisin avulla tapahtuva digitaalinen valon ohjaus (Digital Light Processing)
DVI	digitaalinen näyttöliityntä (Digital Visual Interface), käytössä esimerkiksi tietokoneissa
GLV	avautuva valoventtiili (Grating Light Valve) jolla moduloidaan valoa ja siten tuotetaan haluttu kuva
Ilmääänen eristysluku	arvo, jolla kuvataan rakenteen ääneen eristävyyttä yhdellä numeroarvolla
Kantataajuus	kaapelissa kulkee yksi perussignaali, kuten esimerkiksi linjatasoinen ääni ja verkoista ethernet
Keystone	niin sanottu perspektiivikorjaus, joka korjaa virheen jossa kuva ei ole enää suorakaiteen muotoinen. Tätä virhettä kutsutaan myös nimellä Keystone effect.
Lux	eli luks (lx) on SI-yksiköiden mukainen määre valon voimakkuudelle tiettyä pinta-alaa kohden.
LV	valoventtiili (Light Valve)

Katselupiste	kohta katsomossa, jossa esitetyn omaksuminen on helpointa
Retrokaappi	mittojen mukaan tehty taustaprojisiomonitori eli rakenteessa oleva projektori heijastaa informaation kankaan takapuolelta
Sivutiesiirtymä	äänen suora tai epäsuora reitti rakenteissa tilasta toiseen
STI	puheensirtoindeksi (Speech Transmission Index)
Taajuusvaste	kuvaa mitatun äänen toistokykyä graafisessa muodossa esitettynä

1 TAUSTAA

Tässä työssä käsitellään toimivan auditorion asettamia vaatimuksia laitteille ja suunnittelulle. Suunniteltaessa auditoriota täytyy ottaa huomioon tilan pääasiallinen käyttötarkoitus, jotta tilaan voitaisiin hankkia tarvittavat laitteet ja näiden valittujen laitteiden tuomat tekniset rajoitukset osattaisiin ottaa huomioon. Valitut laitteet ovat jonkinasteinen kompromissi annetun budjetin ja haluttujen toimintojen välillä. Saatetaan joutua harkitsemaan esimerkiksi normaaleja kuluttaja AV-laitteiden käyttöä, vaikka tiedetään, että niiden käyttöikä ei yleensä vastaa vaatimuksia. Tilaan tulevat laitteet asettavat omat vaatimukset, esimerkiksi kalusteiden muodossa.

Tässä työssä käsitellään yleisiä ohjeita, joita noudattamalla syntyy helpoimmin toimiva luentotila tai auditorio. Työn tarkoitus on olla eräänlainen aloitusopas auditoriota tai luentosalia suunnittelevalle sekä mahdollisesti suunnittelupalvelua tarvitsevalle. Oma innostus aiheeseen alkoi, kun tarvitsin työssäni ohjeita ja neuvoja luentosalin toteuttamiseen. Huomasin, että ohjeita oli kyllä kohtuullisesti, mutta ne olivat hajallaan tai hankalasti saatavia. Tietoa löytyy esimerkiksi Rakennustiedon RT-kortti sarjasta ja kirjoista sekä Sähkötiedon ST-korteista. Näitä lähteitä on käytetty tukena myös tätä työtä kirjoittaessa ja ne löytyvät lähdeluettelosta työn lopusta. Myös osalla laitteiden maahantuojista on tietoa ja taitoa, miten syntyy hyvä luentosali, mutta sitä ei aina ole niin helposti tilaajan saatavilla.

Olen pyrkinyt pitämään tämän työn hyvin yleisenä, jotta siitä olisi enemmän hyötyä kaikille. Aluksi työssä esitellään muutamia perusasioita, jotta tiedetään, mistä on kyse. Seuraavaksi on vuorossa kuvan esittämisen eri muodot sekä niiden vaatimat pinnat. Äänestä käsitellään perusteet, kuten myös akustiikasta. AV-kalusteet ovat tärkeä osa kokonaisuutta, joten niistä löytyy oma kohta. Laitteet sekä järjestelmät käsitellään seuraavassa kokonaisuudessa, omina alakohtinaan niin visuaalisen kuin akustisen esittämisen laitteet. Myös valaistukseen kiinnitetään huomiota. Lopuksi on yleisiä asioita, joita kannattaa ottaa vastaavissa projekteissa huomioon.

2 YLEISTÄ

Auditorion ja muiden vastaavien tilojen sekä esitysjärjestelmistä että laitteista on totuttu käyttämään nimitystä AV-järjestelmät. AV-lyhenne tulee alun perin sanasta audiovisuaalinen, joka tarkoittaa kaikkea näkemällä ja kuulemalla aistittavaa.

AV-järjestelmän osia ovat yleisesti

- puhe- ja ohjelmaaäänentoisto muodostavat äänentoistojärjestelmät
- videojärjestelmät ja tulee muistaa että myös tietokone lasketaan kuvan lähteeksi
- muut kuvan esittämiseen soveltuvat laitteet, esimerkiksi piirtoheittimet, diaprojektorit
- ohjausjärjestelmät, jotka koostuvat tekniikkaa ja tilaa ohjaavista laitteista
- muistiinpanotaulut, heijastus- ja kiinnityspinnat.

Arkkitehdin vastuulla ovat sisustussuunnitteluun kuuluvat asiat, kuten pimennysverhot ja tilojen pinnat. Johdotus ja valaistus kuuluvat taas sähkösuunnitteluun. Eri AV-laitteiden ja muu AV-laitteisiin liittyvän tekniikan ohjaus tulee käsitellä yksityiskohtaisesti. Monin paikoin tarkkoja rajoja on vaikea vetää eri suunnittelualojen välille ja yhden asian muuttaminen voi vaatia usean eri suunnittelijan konsultoimisen.

Ensimmäiset luentotilat rakennettiin tiloiksi, joissa ääni kantaisi edestä aina viimeiselle penkkiriville asti. Kaikkien piti myös nähdä, mitä edessä tapahtui. Joten päädyttiin ratkaisuun, jonka nimi on auditorio. Auditorio oli nousevalla katsomo-osalla varustettu sali. Usein myös penkkirivit ovat loivalla ympyrän kaarella esiintyjään nähden, kuten kuviossa 1. Tämä mahdollisti, että kaikilla kuuntelijoille oli varma näkyvyys niin sanotulle esiintymislavalle asti. Tämä muoto oli periytynyt hyväksi havaittuna antiikin amfiteattereista. Esiintymislavalla voitiin tilasta riippuen opettaa, näytellä tai esittää jotain muuta ihmisiä kiinnostavaa. Myös lavan paikka suhteessa yleisöön oli seurausta

käyttötarkoituksesta: puhtaissa luento- ja opetustiloissa se oli usein samalla tasolla kuin ensimmäinen yleisö rivi, kun taas teattereissa se oli selvästi korkeammalla tasolla. Auditorion alkuperäinen tarkoitus ei ollut alun perin pelkästään olla luentotilana. Tilan säästämiseksi nykyisin varsinkin luento ja opetuskäytössä katsomo-osa rakennetaan tasalattiaiseksi. Luontevampi nimitys onkin näille tiloille luentosali tai luokka, ei siis auditorio.



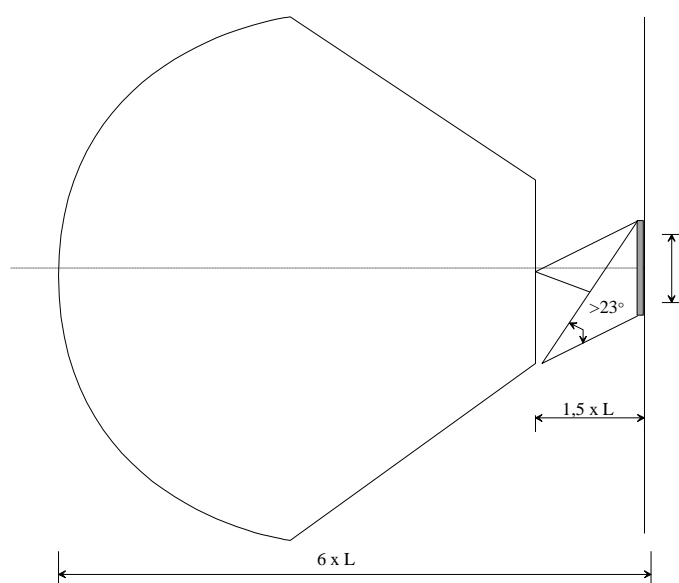
Kuvio 1: Orangen roomalainen teatteri [1].

3 KUVA

Visuaalisesti esitettävä materiaali eli kuva on toinen tärkeä osatekijä esityksissä. Kuvan koko määritellään ensisijaisesti katsomon koon ja muodon mukaan. Jotta esitettävästä materiaalista saa riittävän hyvin selvää, sen tulee täyttää muutamia vaatimuksia. Kuvan pitää olla riittävän suuri, jotta kauimmaiset katsojat saavat kuvan informaatiosta selvää. Toisaalta kuvan pitää kuitenkin olla tarpeeksi pieni, jotteivät lähimmät katsojat ala menettää informaatiota. Optimaalisin katseluetäisyys ja paikka on silloin, kun kuvan sisältämä informaatio saadaan nopeimmin omaksuttua.

3.1 Kuvan koko

Koska oikealle kuvan koolle ei voi asettaa tiukkoja rajoja, perussääntönä on, että mitä kauemmaksi mennään edellä mainitusta optimaalisesta katselupisteestä, sitä hitaampaa informaation omaksuminen on. Jos alkuperäinen esitettävä materiaali on liian pientä tai muuten epäselvää, ei kuvan koolla ole enää vastaavaa merkitystä. Yhtenä esimerkkinä tällaisesta ovat kirjoista otetut kalvokopiot. Hyvänä perussääntönä voi pitää, että pelkällä kalvolla olevan teksti pitää pystyä lukemaan kolmen metrin päästä.



Kuvio 2: Katselualue tilassa [2].

Kuvan lähin katseluetäisyys on puolitoista kertaa kuvan leveys, kun taas kaukaisin on kuusi kertaa kuvan leveys kuten kuviossa 2. Jos halutaan kasvattaa lukunopeutta, täytyy lähin katseluetäisyys kasvattaa kaksi kertaa kuvan leveyteen. Huonompilaatuisia esitysmateriaaleja katsellessa täytyy taas pisintä katseluetäisyyttä pudottaa viisi kertaa kuvan leveyteen.

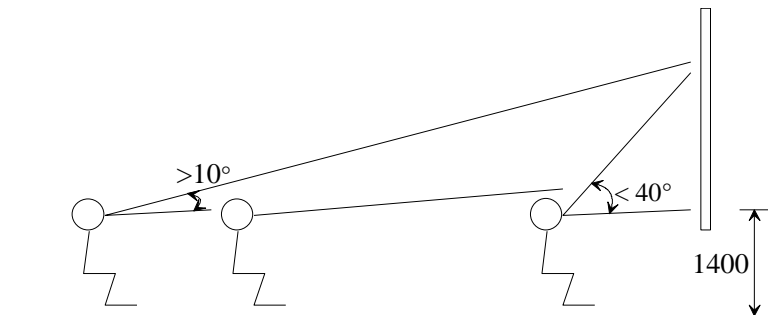
Olisi hyvä, että heijastetun materiaalin merkinnät tulisi olla noin 4,5 mm korkeita jokaista metriä kohti heijastuspinnalta optimaaliseen katselupisteeseen. Merkin korkeus- ja leveyssuhteen tulisi säilyä samana kuin mitä se on alkuperäisessä materiaalissa. Merkin joka on kymmenen metrin etäisyydellä olevalla heijastuspinnalla, tulee olla 45 mm korkea. Taulukossa 1 on muutamia etäisyyksiä esimerkkeinä. Jos käytössä on useampia kuvapintoja, on edellä mainitut laskelmat tehtävä jokaiselle erikseen.

Taulukko 1: Merkkikoon merkitys eri katselu etäisyydelle [3].

Merkkien korkeus:leveys	Katseluetäisyys (m)	Kirjaimen korkeus			Kirjaimen paksuus (mm)
		Vähintään (mm)	Yleensä (mm)	Enintään (mm)	
3:2	0,9	2,4	3,2	4,8	0,3 – 0,7
korkeus:paksuus	2,0	6,6	7,5	9,1	1,0 – 1,5
6:1	4,0	16,5	17,5	18,2	2,7 – 3,0
	7,0	29,0	30,5	32,0	4,8 – 5,3

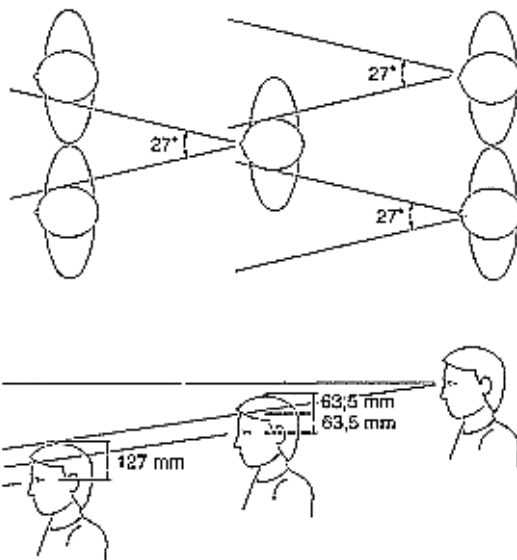
Isot kirjaimet on selvemmin luettavissa kuin vastaavat pienet.
 Tekstin kontrasti on suhteessa taustaan suuri (esim. musta ja valkoinen).
 Tilan valaisu ja lukuetaisyys määrittelevät tekstin koon.
 Merkkien suosituskorkeus on 4,20–4,55 mm jokaista etäisyys metriä kohden.

Kuvan alareunan tulee olla riittävän korkealla. Ohjesääntönä on, että se olisi 1,4 m lattiasta. Näin myös takimmaisat katsojat näkevät kuvan edellä olevien yli, kuten kuviossa 3 esitetään.



Kuvio 3. Pystysuuntainen katselualue tilassa [2].

Kuvapintaa ei tule nostaa liian ylös, jotta ensimmäiset katsojat joudu katsomaan liian ylös. Tästä seuraa helposti keskittymiskyvyn heikkeneminen. Suositus suurimmalle katselukulmalle on noin 40 astetta. Nousevassa katsomossa pätevät samat perussäännöt, sillä poikkeuksella, että myös ylimmän rivin katselijat näkevät alas riittävän hyvin (katsomo-osa ei saa olla liian jyrkkä). Jotta kuvan näkeminen ei estyisi missään tilanteessa, tulisi peräkkäiset penkkirivit sijoittaa lomittain toisiinsa nähden, kuten kuviossa 4.



Kuvio 4. Istumapaikkojen sijoittelu [3].

Pinnalle heijastetun kuvan valoisuuden lukseissa (lux eli lx) tulisi olla viisinkertainen ympäristöön nähden. Kuitenkin liian suuria valaistuseroja kannattaa välttää, jotta katsojien silmät eivät rasittuisi liikaa pitkäaikaisessa katselussa. [2]

3.2 Kuva eri lähteistä

Erilaisista esityslaitteista ja materiaaleista johtuen kuvapinnalle heijastetaan monen muotoista kuvaa. Olisikin hyvä käydä tilan esityspinnat läpi mahdollisimman monella erityyppisellä materiaalilla, jotta edellä mainitut ohjeavot eivät ylittyisi. Kuvan koon määrää sekä laitteen tyyppi ja objektiivien polttoväli että sen etäisyys pinnasta.

3.2.1 Piirtoheitin

Piirtoheittimen kuva-ala käsittää A4:n sekä vaaka että pystysuunnassa. Valitettavan usein piirtoheitin on sijoitettu liian lähelle kangasta ja tästä seuraa, että kuva jää liian pieneksi ja liian alas. Mutta koska käytettävyyden kannalta piirtoheittimen tulisi sijaita samalla puolella pöytää kuin sen käyttäjäkin, tulee luentopöydän olla tarpeeksi kaukana valkokankaasta. Usein liian alhaalla oleva kuva yritetään korjata kääntämällä heijastusoptiikkaa, jotta kuva saataisiin siirrettyä ylöspäin. Tämä aiheuttaa kuvaan niin sanottua perspektiivivääristymää eli keystone-ilmion. Jos piirtoheittimen optiikkapäätä kallistetaan yli viisi astetta, täytyy perspektiivi vääristymä korjata kallistamalla kuvapintaa, mitä on havainnollistettu kuviossa 5. Tämä on tosin mahdollista vain säädettävillä tai alas vedettävillä valkokankailla. Nousevassa katsomossa voi kallistus olla liikaa ylimpien paikkojen näkyvyydelle.

Toinen keino vääristymän korjaukseen on piirtoheittimen nostaminen. Laitteen käytettävyyttä saattaa kuitenkin kärsiä tai heittimen peiliosa nousta katselijoiden eteen. Kolmas keino on käyttää virheen korjaavaa optiikkaa. Optiikalla on kuitenkin omat rajoituksensa, kuten liiallisesta korjauksesta syntyvät värivirheet kuvan reunoilla.

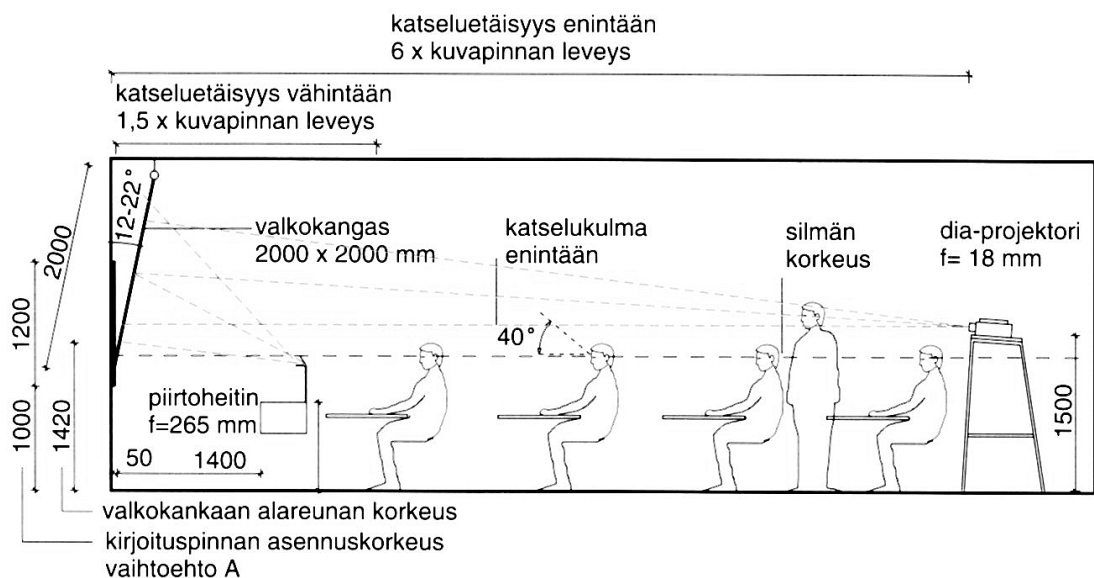
Piirtoheittimen sijoitus ongelmista päästään, jos siirrytään käyttämään lukukameraa yhdistettynä suurkuvaprojektoriin. Lukukamera toimii kuten piirtoheitin, jossa videokamera on sijoitettuna optiikan tilalle. Lukukameralla on paljon laajemmat käyttömahdollisuudet kuin pelkällä piirtoheittimellä, sillä voi näyttää esimerkiksi suoraan kirjasta tai lehdestä kuvaa kuvapinnalle. Ja se ei ole sijoitukseltaan kriittinen, lähinnä sen paikan sanelee normaalit käytettävyyssäännöt.

3.2.2 Diaprojisioidin kuva

Yleisimmin heijastetut diat ovat kinofilmikokoa, jossa sivujen suhde on 2:3 (24 mm x 36 mm). Kuvapinnan korkeus on muistettava tarkistaa myös pystydiojen mukaan.

Diaprojektoreihin on saatavissa lukuisa määrä kiinteäpolttovälisiä tai muuttuva-polttovälisiä eli ns. zoom objektiiveja. Näitä käyttämällä projektorin etäisyys kankaasta voidaan valita melko vapaasti. Myös halutussa paikassa sopivalla objektiivin valinnalla tai asetuksilla saadaan valkokankaalle aikaan halutun kokoinen kuva.

Kuvapinnan ja piirtoheittimen tai diaprojektorin sijoitusperiaatteita



Kuvio 5. Piirtoheittimen sijoitusohjeita [3].

3.2.3 Videokuva

Normaali video- tai tietokoneen kuvan suhde on vielä useimmiten 4:3. Nykyinen niin sanottu laajakuvan suhde on 16:9 ja tätä kuvasuhdetta käytetään yhä enenevässä määrin. Esimerkiksi DVD-elokuvissa käytetään tätä kuvasuhdetta ja jopa laajempia kuvasuhteita löytyy monista levyistä. Tämä kannattaa ottaa huomioon, jos tilassa tullaan katsomaan elokuvia tai ns. HDTV-lähetyksiä: tällöin kuvaan jää mustat raidat ylös ja alas olettaen.

Videoprojektorin kuvakoko ja projektorin etäisyys riippuvat projektorin tekniikasta ja objektiivista. Lisää aiheesta seuraa luvussa 6, *Tekniset järjestelmät ja laitteet*.

3.2.4 Muut kuvaformaattit

Mikäli tilaa käytetään esimerkiksi elokuvaesityksiin, kuvasuhde voi venyä 2.39:1 asti. Jos kuvasuhteet eroavat toisistaan suuresti, jää kuvapinnalle paljon tyhjää joko vaak- tai pystysuunnassa. Tämä voidaan välttää hankkimalla useampi kuvapinta, mitä käsitellään seuraavaksi.

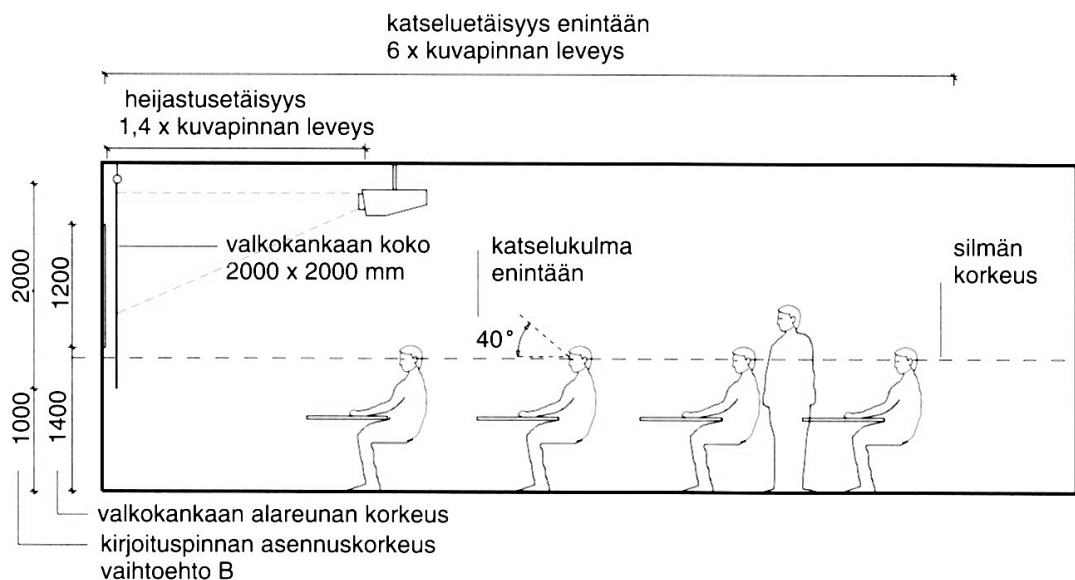
3.3 KUVAPINNAT

Kuvat voidaan heijastaa kuvaseinälle, joka voi olla yksinkertaisesti erikoismaalilla mattavalkoiseksi maalattu seinä. Tarkoitukseen voi myös olla useita eri käyttöön tarkoitettuja kiinteitä, siirreltäviä ja kallistettavia kuvapintoja, kuten nostettavia piirtotauluja, ripustustankoja tai valkokankaita. Kuvapinnan uloimpana osana voi olla verhot tai esiriput, jotka toimivat kuvapinnan rajaajina tai suojana kun kuvapinnan ei käytetä.

3.3.1 Valkokankaat ja heijastuspinnat

Valkokankaat ja heijastuspinnat voidaan jaotella jo pääsääntöisen käyttötarkoituksen mukaan. Heijastavia valkokankaita käytetään ns. etuprojisoinnissa, kun taas läpäisevät soveltuvat taustaprojisointiin. Kuviossa 6 on perusmitoitussuhteita heijastuspinnan ja projektorin sijoitukseen. Heijastuspinnan alareuna tulee olla tasalattiaisessa tilassa istuvan silmien korkeudella ja katselukulman pystysuunnassa alle 40 astetta.

Kuvapinnan ja videotykin sijoitusperiaatteita



Kuvio 6. Videotykin sijoitusohjeita [3].

Etuprojisointiin (pinnan etupuolelta tapahtuva kuvan heijastaminen) voidaan käyttää seuraavia materiaaleja:

Mattapintainen kangas on ns. yleiskangas. Se soveltuu parhaiten leveisiin tiloihin tai tiloihin, joissa on erilaisia esityslaitteita. Mattakankaalla on laaja noin 90 asteen katselukulma, toisin sanoen $\frac{1}{2}$ -arvokulma on noin 45 astetta. Kuva heijastuu tasaisena ja rakeettomana ja kuvan kirkkaus ei juuri muutu siirryttäessä keskilinjalta sivuun. Novolux-tuotemerkillä tehtävä kangas on periaatteeltaan samanlainen kuin mattakangas, mutta pinta on päällystetty helmiäistyyppeä

muistuttavalla pinnoitteella. $\frac{1}{2}$ -arvokulma on noin 40 astetta. Kuvan kirkkausvaikutus on valmistajan mukaan 100% kirkkaampi kuin tavallisella mattakankaalla. [2]

Helmiäiskangas soveltuu kapeisiin tiloihin, koska $\frac{1}{2}$ -arvokulma on kyseisellä kankaalla noin 30 astetta. Suoraan keskilinjalle heijastuva kuva on huomattavasti kirkkaampi kuin sivuille heijastuva. Helmikankaan vastaava $\frac{1}{2}$ -arvokulma on vain noin 20 astetta. Sitä suositellaan pääasiassa kotikäyttöön. [2]

Metalloidut kankaat (esimerkiksi hopeajuova) tulevat kyseeseen kun halutaan suunnata kankaasta heijastuva valo suurella hyötysuhteella johonkin tiettyyn suuntaan. Esim. projektori on katossa kankaan yläreunan yläpuolella ja halutaan, että mahdollisimman paljon heijastuvasta valosta kohdistuisi katsomoon, eikä yläviistoon kattorakenteisiin. Soveltuu myös hyvin kapeisiin tiloihin juuri suuntaavuutensa ansiosta. [2]

Kankaiden lisäksi kuvapintoina voidaan myös käyttää tarkoitukseen soveltuvalla maalilla maalattua seinää. Tällöin pystytään kuvapintana käyttämään koko seinää ja vain vapaa seinäpinta-ala periaatteessa rajoittaa kuvan kokoa ja muotoa. Maalattaessa seinä mattamaalilla menetetään valotehoa jonkin verran vastaavaan valkokankaaseen verrattuna. Esimerkiksi kotiteatteriratkaisuissa päädytään maalattuun seinään tai maalattuun levyyn sen edullisuuden ja helppouden vuoksi.

Jos kaiuttimet halutaan sijoittaa tilaan mahdollisimman huomaamattomasti, voidaan ne sijoittaa valkokankaan taakse. Tällöin kankaan täytyy olla perforoitua eli rei'itettyä. Ohjelmaaänentoiston kannalta paikka on hyvä, sillä tällöin ääni tulee juuri oikeasta suunnasta. Ratkaisun haittana on se, että jos käytössä on LCD-projektori, niin se täytyy asentaa kiinteästi. Jos LCD:n pikselijako sattuu sopimaan rei'ityksen kanssa, niin

kuvassa on helposti havaittavissa ikävää pystyviivaisuutta. Perforoitu kangas vähentää hieman myös valotehoa, mikä tulee ottaa huomioon salin valaistuksessa.

Runsaasti valaistuissa tiloissa voidaan kontrastin parantamiseksi käyttää harmaata kangasta tai maalattua pintaa. Tällöin vaaditaan paljon valotehoa kuvan valkoisen värin saamiseksi. Silmää hämäämällä saadaan lisää kontrastia, kun kuva rajataan esimerkiksi mustalla kaistaleella.

Taustaprojisioidinnissa eli taustaheijastuksessa on etuna se, että katsomossa voidaan pitää voimakkaampaa yleisvalaistusta, kuin mitä voidaan tehdä muilla ratkaisuilla. Projektorin käyntiäänet jäävät vaimeammiksi, kuin mitä etuprojisioidinnissa. Haittana on taas, että taustaprojisiointi vaatii tilaa heijastuspinnan takapuolelta.

Heijastusmateriaali voi olla

- muovikalvo
- kudospohjainen
- kuitupohjainen
- levytyyppiä.

Muovikalvon sisäpintaa voidaan käsitellä mekaanisesti tai kemiallisesti, niin että siihen saadaan haluttu pintakuviointi sen heijastusominaisuuksien parantamiseksi, kuten Freshnell-, ura- ja matrix-yhdistelmiä.

3.3.2 Kankaiden kiinnitys ja mekaniikka

Kankaat voidaan

- kiinnittää ja pingottaa kehyksiin
- varustaa jalustalla, jolloin ne ovat siirreltäviä
- tehdä rullautuviksi, jolloin ne ovat myös suojassa likaantumiselta ja vaurioitumiselta.

Myös kiinteä kangas voi olla pingotettuna kehykseen tai kiinnitettynä levyyn. Rullattavan ja kiinteän kankaan välimuotona voidaan pitää taitettavia, kokoon käännettäviä kehyksiin pingotettavia kankaita.

Rullautuvan kankaan käyttötekniikka voi perustua jousivoimaan, kampi- tai sähkötekniikkaan. Tekniikkaa valittaessa tulee ottaa huomioon rakenteiden paino ja kuinka usein kangasta joudutaan liikuttamaan. Rullattava kangas voi olla jalustamallinen, katto- tai seinäkiinnitteinen. Jalustamallisen rullautuvan kankaan käyttötekniikka perustuu yksinkertaisimmillaan jousivoimaan, kuten rullaverhoissa. Kun koko ylittää kaksi metriä, kampitoiminen nostolaite parantaa toiminnan varmuutta.

Katto- tai seinäkiinnitteinen rullakangas voi toimia myös jousitekniikalla, mutta sitä koskee sama kokorajoitus kuin jalustamalliakin. Kampitekniikan raja tulee käytännössä vastaan noin neljä metriä leveissä kankaissa riippuen toki kankaan paksuudesta ja painosta. Sähkömoottoriavusteisella tekniikalla ei ole ylärajaa liikuteltavan kankaan koolla. Hyvä pintatasaisuus saadaan materiaalilla, jolla on sekä vahvuutta että painoa.

Kankaiden ollessa suuria tulee kiinnittää huomio niiden materiaalin paksuuteen ja painoon. Kankaan tulee vapaasti roikkuessaan pysyä suorana ja toisaalta kehykseen pingotettuna se ei saa venyä. Kankaiden kallistus voi olla myös käsi-, kampi- tai sähkökäyttöinen. Haluttaessa helppokäyttöisyyttä ja automaatiota ohjauslogiikan käskyjen avulla, valitaan sähkötoimiset kankaat koosta riippumatta.

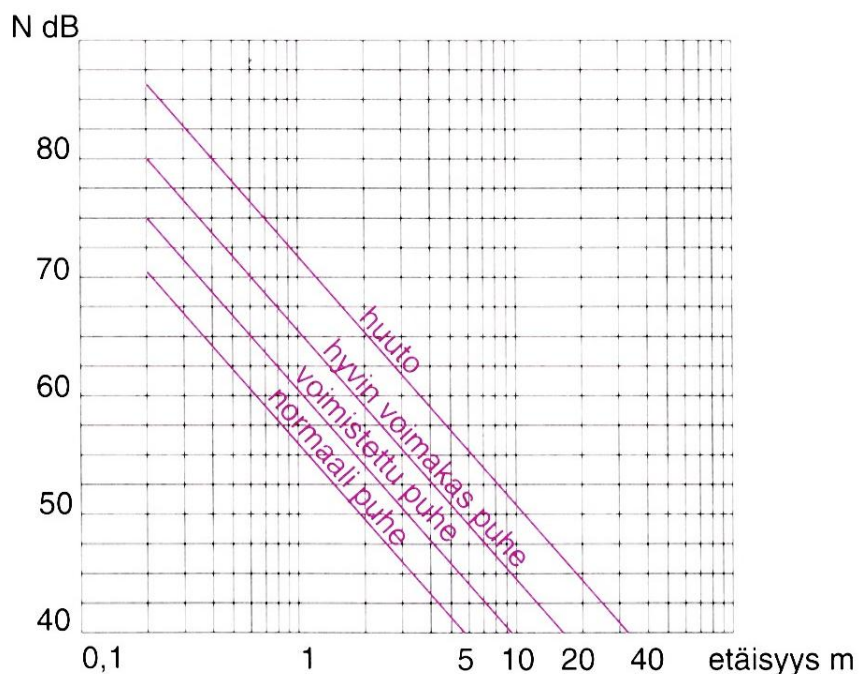
Painavien sekä leveiden kankaiden kallistaminen (> 200 cm) edellyttää sopivaa kiristysmekaniikkaa, että kangas pysyisi tasaisena eikä roikkuisi pusseilla.

4 ÄÄNI JA AKUSTIIKKA

Ääni ja äänentoisto esitystilassa on jaettavissa käyttötarkoituksen mukaan puheenvahvistusjärjestelmiin ja ohjelmaaänen sekä tallenteiden toistojärjestelmiin.

Miten äänentoisto tilassa toteutetaan, riippuu kokonaan siitä, mitä tavoitteita asetetaan järjestelmälle, sekä minkä tasoinen on tulevan tilan akustiikka. Kuviossa 7 on esitetty puheen kantama tilassa.

Yksinkertaisimmillaan pienen tilan äänentoisto on, TV- ja videovaunuun sijoitettu pieni vahvistin joka sisältää integroituna DVD-soittimen ja radion. Ääni toistetaan yhdistelmän kaiuttimista. Yhdistelmään voi liittää myös yksinkertaisen mikrofonesivahvistimen, jolloin yhdistelmää voi käyttää myös tietyin edellytyksin pienimuotoiseen puheen vahvistamiseen.



Kuvio 7. Puheen kantama [3].

Suuremmissa tiloissa tarvitaan yleensä useampia mikrofonilinjoja, sekä ohjelmaaänelle omat linjansa. Tällöin tulee usein kyseeseen automaattimikseri, joka säätää äänentason haluttuun tasoon. Nykyään ohjelmaaäni halutaan toteuttaa monikanavaisesti, joten se lisää omat vaatimuksensa äänentoistolaitteistolle. Asiasta on tarkemmin kerrottuna luvussa 6 *Tekniset järjestelmät ja laitteet*

4.1 Erilaiset tilat ja niiden akustiikka

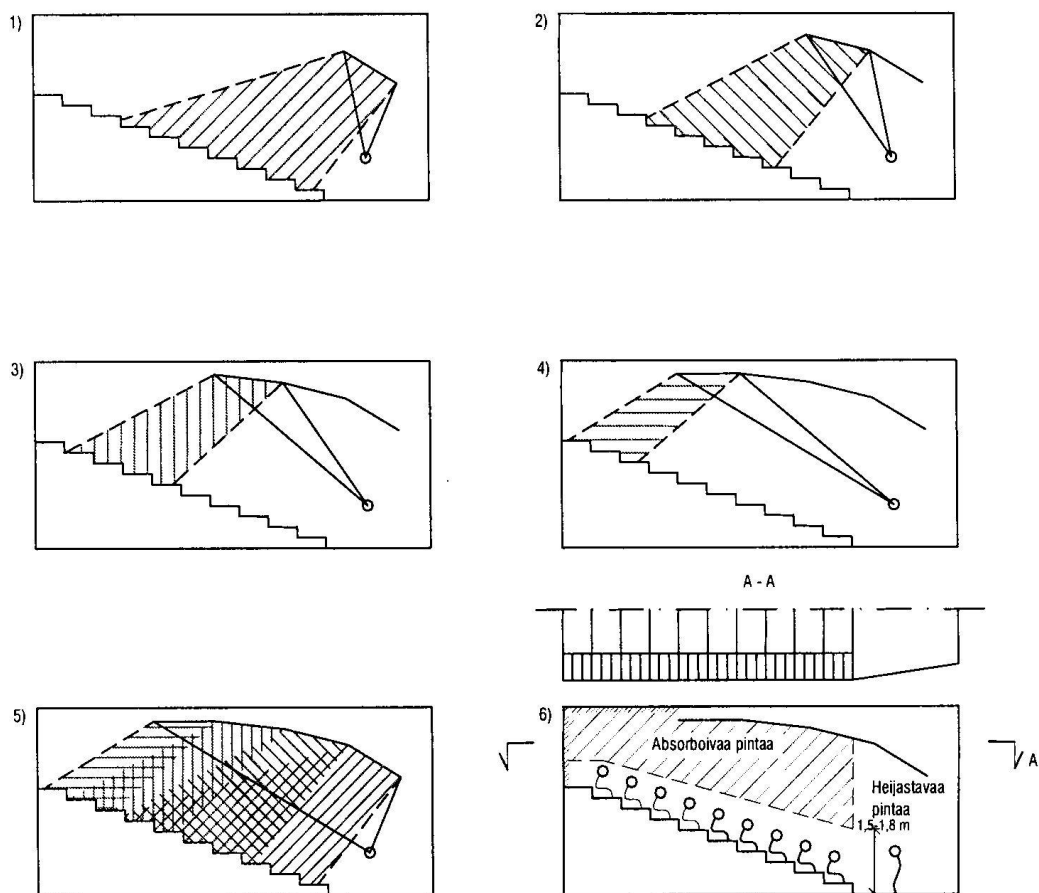
Moniin eri tiloihin on annettu suosituksia ja rakenne-ehdotuksia rakenteiden akustiikasta. Tässä keskitytään pääosin puheopetus ja auditoriotiloihin. Suomen Rakennusinsinöörien Liiton (RIL) julkaisemista kirjoista löytyy myös tietoa muista tiloista sekä perustietoa rakenneakustiikasta. Yleisiä ohjeita ja esimerkkejä on saatavilla myös Rakennustietosäätiön SIT-ohjekortista 05–610038, Huoneakustiikka [12].

Luokkamaisten opetus- ja luentotilojen äänieristys ulkopuolen melua vastaan täytyy ottaa huomioon aivan eri tavalla kuin monen muun tilan. Taustamelun taso täytyy olla riittävän pieni, jotta oppimiselle syntyy riittävät edellytykset. Myös tilan LVIS-laitteiden suunnitteluun pitää kiinnittää erityistä huomiota. Itse tilan akustiikan vaatimukset ovat kyseisissä tiloissa korkeammat kuin muissa, jotta opetuksen aikainen puhe kuuluu koko tilassa. Tärkein mittari on puheensiirtoindeksi (STI), joka yhdistää jälkikaiunta-ajan, taustamelun sekä absorption yhdeksi lukuarvoksi. Tällä lukuarvolla pystytään ilmaisemaan puheen kuuluvuus tilassa [7, sivu 14].

Auditorioissa perusasetelma on hyvin samankaltainen, mutta varsinkin tilan oman akustiikan kohdalla on huomattavasti enemmän kompastuskiviä. Yleensä jo tilan koko ja muoto asettavat omat haasteet. Tilan akustiikka tulisi suunnitella joko vahvistetulle tai vahvistamattomalle äänentoistolalle eikä pyrkiä kompromissi ratkaisuihin. Tällöin äänentoisto ei toimi kunnolla missään käyttöskenaariossa. Yleisenä sääntönä voi pitää, että vahvistamattomalle äänelle suunniteltu akustiikka toimii kohtuullisesti myös vahvistettuna. Koska vahvistetulle äänelle suunniteltu akustiikka vaatii paljon vaimennusta auditorioon, tämä siksi, että vahvistettu ääni saataisiin kuulostamaan siltä

mitä on haluttu. Tästä seuraa, että pelkkä vahvistamaton puhe ei enää kannata tilassa tarpeeksi hyvin. Kuviossa 8 esitetään äänen heijastumiskulmia tilaan ja miten ne summautuvat, sekä mihin vaimennusmateriaalia tulisi asentaa. [4, sivu 51]

Yleensä auditoriota pidetään usein tilana, josta ei itse synny häiriötä ympäristöön. On kuitenkin eri tilanteita joissa auditoriossa pidettävät tilaisuudet aiheuttavat häiriötä. Nämä tilanteet syntyvät hyvin helposti vahvistettua ääntä käytettäessä. Tämä täytyy ottaa huomioon, kun tilaa sijoitetaan rakennukseen ja vaatia urakoitsijalta kunnollisia seinärakenteita sekä LVIS-ratkaisuja.

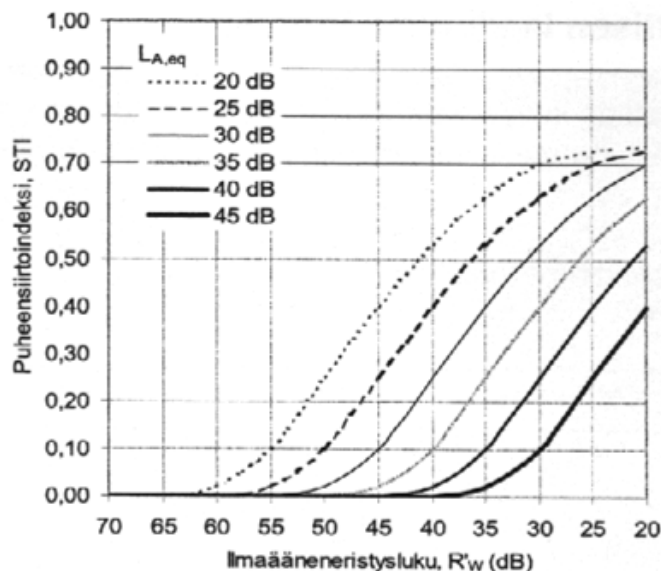


Kuvio 8. Äänen heijastukset auditoriossa. [4]

4.2 Rakenteiden akustiikka

Jotta puheensirtoindeksi saataisiin mahdollisimman hyväksi, tulee tilan taustamelun tason olla tarpeeksi alhainen. Vaikka tilan muut ominaisuudet olisivat kohdallaan, niin liian suuri taustamelun taso pilaa puheen ymmärrettävyyden. Esimerkiksi auditorion LVIS-laitteiden keskiäänentaso $L_{A,eq}$ saa olla 28–33 dB ja maksimi $L_{A,max}$ saa olla 33–38 dB, kun tila on puhekäytössä. [4, sivu 53]

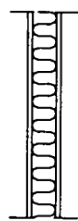
Myös tilan oviin kannattaa kiinnittää huomiota, koska ne ovat ikkunoiden lisäksi ns. heikkoja kohtia tilassa. Pelkkä hyvälaatuinen äänieristysovi ei takaa hyvää lopputulosta, vaan siihen vaikuttavat oven ja myös karmin tiiviys, sekä karmin ja rakenteiden välinen tiiviys. Hyvin helposti karmin ja seinän väli jää kunnolla tiivistämättä ja taustamelu pääsee tilaan sitä kautta. Käytettäessä siirto-ovia sekä vastaavia rakenteita on varauduttava heikompaan ääneneristävyyteen. Usein käy, että esimerkiksi lattia ei ole täysin suora ja siten ääni pääsee vuotaa tilaan. Toinen merkittävä tekijä on se, että siirto-ovet kaipaavat myös huoltoa toimiakseen kunnolla. Hyvin helposti tiiviys menetetään, kun tiivisteet alkavat vuotaa ajan myötä.



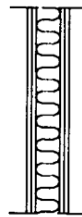
Kuvio 9. Puheensirtoindeksin riippuvuus seinän ilmaääneneristysluvusta. [5]

Viereisestä tilasta mahdollisesti kantautuvan puheen tulisi olla taustamelua 15 dB alempana. Tämän saavuttamiseksi tulee tietää tilassa vallitseva taustamelu sekä väliseinän ääneneristävyys. Toki myös puhujan äänenvoimakkuus vaikuttaa lopputulokseen. Kuviossa 9 kuvataan mikä on mahdollinen puheenerotettavuusindeksi tilojen välillä. Puheenerotettavuusindeksi kuvaa puheen ymmärtämistä subjektiivisessa mielessä.

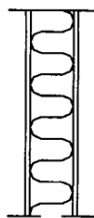
Itse seinärakenteita tehdessä tulee ottaa huomioon luentotilojen tavallista kovempi ääneneristävyysvaatimus eli pyritään mahdollisimman hyvään ilmaäänenerityslukuun. Kuviossa 10 on muutamia esimerkkejä mahdollisista seinärakenteista ja niiden mahdollisista ilmaääneneristyslukuista.



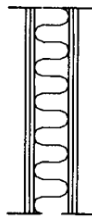
$R_w = 47$ dB:
 - erikoiskova kipsilevy 13 mm
 - mineraalivilla ja tavallinen teräsranka 66 mm k600
 - erikoiskova kipsilevy 13 mm



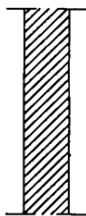
$R_w = 46$ dB:
 - 2 x normaali kipsilevy 13 mm
 - mineraalivilla ja puuranka 70 mm k600
 - 2 x normaali kipsilevy 13 mm



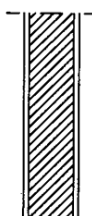
$R_w = 52$ dB:
 - erikoiskova kipsilevy 13 mm tai puukipsilevy 12 mm
 - joustava teräsranka 125 mm k600
 - erikoiskova kipsilevy 13 mm tai puukipsilevy 12 mm



$R_w = 54$ dB:
 - 2 x normaali kipsilevy 13 mm
 - mineraalivilla ja tavallinen teräsranka 95 mm k600
 - 2 x normaali kipsilevy 13 mm



$R_w = 46$ dB:
 - puhtaaksimuurattu tiili tai kalkkihiekkakivi 130 mm (tiheys vähintään 1500 kg/m³)



$R_w = 49$ dB:
 - rappaus 15 mm
 - tiili tai kalkkihiekkakivi 130 mm (tiheys vähintään 1500 kg/m³)
 - rappaus 15 mm

Kuvio 10. Opetustilojen seinät, ilmoitetut arvot laboratorioarvoja. [4]

Kaikki poikkeamat optimista yleensä huonontavat, kuten myös mahdolliset sivutiesiirtymät. Sivutiesiirtymät ovat kaikki ne äänen kulkeutumisreitit, joihin osallistuu ainakin yksi tilojen välinen rakenne. [6] Näitä sivutiesiirtymiä syntyy aina rakenteissa, koska harvoin on mahdollisuutta tai edes järkevää tehdä äänistudioluokan eristyksiä rakenteisiin. Näitä sivutiesiirtymiä voidaan kuitenkin tehokkaasti vaimentaa järkevillä ja helpoillakin ratkaisuilla. Monin paikoin rakenteiden katkaiseminen auttaa eli ei käytetä yhtä materiaalia läpi seinän. Toki esimerkiksi muurattu seinä toimii hyvin äänen vaimentimena jo puhtaan massansa ansiosta. Samaan ja parempaankin kokonaistulokseen päästään, kun käytetään esimerkiksi kipsilevyä, teräsrankaa ja mineraalivillaa. Hyötynä jälkimmäisestä on rakenteen keveys ja nopeus tekovaiheessa, joka näkyy usein myös positiivisesti hinnassa.

4.3 Vaatimuksia

Opetustilojen vaatimuksena on puheenymmärrettävyys, jota kuvaa puheensirtoindeksi (STI). Puheensirtoindeksi määritetään IEC20268–16 mukaan. Arvo voi vaihdella

0.00 ja 1.00 välillä. Se kuvaa puheen siirron laatua tavuerotettavuuden kannalta. Arvo 1.00 voidaan saavuttaa vain puhujan läheisyydessä ja normaaleissa huonetiloissa. Toista ääripäätä edustava 0.00 kuvaa tilannetta, jossa puheessa ei saa mitään selvää. Mittaus suoritetaan yleensä alle 8kHz alueella ja puheenomaisella signaalilla, kuten esimerkiksi ITU–T Rec P.59 mukaisella keinopuheella. Opetustiloissa puheensirtoindeksin suositeltava arvo on yli 0.75. [4, sivu 19]

Yksi tärkeä osatekijä puheensirron kannalta on tilan ilmääneneristävyys, jota kuvataan termillä R (dB). Ilmääneneristävyys on taajuusriippuvainen ja tästä saadaan laskettua ilmääneneristävyysluku, kun mitattua arvoa verrataan vertailukäyrään. Rakennuksessa tehtävän mittauksen lopputuloksena on siis $R'w$ (dB), joka kuvaa rakennuksessa ilman kautta johtuvaa äänen vaimennusta tilasta toiseen. Mittaukset tulee tehdä SFS–EN ISO 140–4 standardin mukaan.

Toinen tekijä on askelääneneristävyys, joka kuvaa johtuvaa runkoääntä tilasta toiseen. Samoin kuten ilmaääneneristävydestä saadaan mittaustulos vertaamalla standardoituun vertailukäyrään askelääneneristävyysluku $L'_{n,w}$ (dB) rakennuksessa. Toisin kuten eristyslukuissa, yleensä on askelääneneristävyysluku sitä parempi, mitä pienempi se on. Mittaukset tulee tehdä SFS-EN ISO 140-7 standardin mukaan.

5 AV-TEKNIikka JA -KALUSTEET

Merkittävä osa suunnittelua on esitysteknisten laitteiden sijoittaminen tilaan ja kalusteisiin, niin että niillä saadaan haluttu lopputulos ja että käytettävät laitteet eivät tule hallitsevaksi tekijäksi ja huomion kohteeksi. Tilan käyttötarkoitus ja arkkitehtoniset ratkaisut sanelevat paljon, miltä sen visuaalisen ilmeen tulee näyttää.

Jos esimerkiksi vanhan ja arvokkaan tilan kalustukseen ei haluta liitettäväksi mitään tekniikkaa, niin että ne tulisivat näkyviin. Voidaan kalustus suunnitella niin, että lähes kaikki laitteet sijoitetaan kaapistoihin ja valkokankaat piilotetaan kattoon. Vain ohjauspaneeli tuodaan näkyville kuitenkin ottaen huomioon alkuperäisen ulkoasun.

Toisaalta taas monitoiminen koulutushuone voidaan kalustaa niin, että kaikki laitteet ovat siirrettävillä vaunuilla. Vaunuista voidaan johdotus tuoda moninapaliittimellä haluttuihin sijoituskohtiin ja valkokankaat ja taulut sijoittaa ripustuskiskoille. Liian eksoottisia ratkaisuja tulee aina välttää, koska yleensä niiden tuomat kustannukset ja myös toimintavarmuus eivät ole niin hyviä kuin yksinkertaisemmat ratkaisut.

Valmiita AV-kalusteita on saatavilla monenlaisia, kuten esimerkiksi

- taulukaapit
- tv- ja videovaunut
- piirtoheitinpöydät
- diaprojektoritasot
- ripustusjärjestelmät
- kiinteät AV-kalusteet.

Taulukaapit ovat ovilla varustettuja kaappeja, jotka voivat olla yksi tai kaksipuolisia noin 10 cm syviä ja joissa voi olla sisällä jokin näistä:

- tussipinta
- lehtiötaulu
- kallistettava valkokangas.

Ratkaisu sopii hyvin pieniin tiloihin, joissa kaappi halutaan tarvittaessa pois näkyvistä. On huomattava, että kaapit valitaan tarvittavan taulun ja/tai valkokankaan koon mukaan. Muutoin valkokangas tai taulu ei toimi kuten pitää.

TV- ja/tai videovaunut, ovat pyörillä varustettuja avohyllyjä tai hyllyjä ja kaappi. Vaunuihin voidaan sijoittaa esimerkiksi päälle tv, alapuolelle lukittavaan kaappiin videonauhuri sekä DVD-soitin että muut tarvikkeet. Esitysvaunu sopii hyvin kokous- ja koulutustiloihin, joita on voitava kalustaa kulloisiinkin käyttötarpeisiin sekä laitteet ja kalusteet voivat olla esillä tilassa.

Mikäli vaunua siirretään tilasta toiseen, tulee pyörien olla riittävän suuret – TV:n kiinnittäminen ylätasoon estää kyllä sen putoamisen, mutta ei vaunun kaatumista. Kaatuminen tapahtuu helposti, kun vaunua kuljetetaan kynnyksen yli.

Esimerkkiratkaisu useiden samankaltaisten luokkien käyttöön kootaan muutama esitysvaunu, jossa voi olla valmiiksi kytkettynä

- aktiivikaiuttimet,
- säädettävä objektiivilla varustettu suurkuvaprojektori,
- tietokone,
- videonauhuri ja
- lukittavat laatikot tarvikkeille ja kaapeleille.

Piirtoheitinpöydässä voi olla aputaso, jonka korkeutta voi säädellä. Myös itse heittimen korkeutta olisi hyvä pystyä säätämään helposti. Pöydässä tulisi olla pyörät, joista ainakin kahden pitää olla lukittavia.

Diaprojektoritaso koostuu vähintään kahdesta tasosta, joista ylimmän tulee olla kallistettava itse projektorille ja alempi, kiinteä taso lippaille. Jos diaprojektorissa on säädettävä objektiivi, voi pöydässä olla lukittavat pyörät siirtoa varten. Yleensä pyöriä ei kuitenkaan suositella.

Ripustusjärjestelmiin kuuluvat erilaiset listat ja kiskot, joihin voi ripustaa

- ilmoitustauluja
- karttaputkia
- laitehyllyjä
- piirtotauluja
- piirustuksia
- valkokankaita.

Kiinteät AV-kaapit ja pöydät ovat joko moduuleista koostuvia tai yksilöllisesti suunniteltu kalusto, johon kaikki AV-laitteet on kiinteästi sijoitettu. Tämä on tyypillisesti kalliimpi ratkaisu, mutta sopii paikkoihin, joissa laitteet ja tarvikkeet halutaan pitää poissa näkyvistä ja joista vain tarvittaessakin näkyy hyvin vähän muuta kuin tarvittavat laitteet ja osat.

Erityisesti kiinteissä asennuksissa sähköasennuksiin tulee kiinnittää huomiota, jotta kaikkien laitteiden ohjaus-, signaali- ja virtajohdot tulevat kalusteisiin, kuitenkin niin, että ne eivät häiritse toisiaan.

Esimerkkiratkaisu: videon ja tietokoneen kuvan projisointi tapahtuu kaapin sisälle asennetulla suurprojektorilla taustaheijastuskankaalle. Kaikki keskeinen tekniikka ohjelmalähteistä aina kaiuttimiin asti on kaapistossa. Ainoastaan lukukamera on pöydässä, mutta sekin nousee esille vasta tarvittaessa pöydän luukkujen takaa. Tilaan tultaessa näkyy ainoastaan ohjauslogiikan ohjain.

6 TEKNISET JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET

Lähes poikkeuksetta nykyään tiloihin asennetaan AV-laitteita, joiden tarkoitus on avustaa ja tukea kulloinkin tapahtuvaa esitystä. Nämä laitteet voidaan jakaa kahteen päätyyppiin eli ääni ja kuvajärjestelmiin. Kummastakin esitetään perusteet sekä tarkennetaan niitä tarvittavilta osilta.

Kahden päätyypin lisäksi käydään lyhyesti läpi muut järjestelmät, jotka ovat osin tarkoitettu vain tiettyä erikoistarkoitusta varten.

6.1 Äänentoistojärjestelmät

Äänentoistojärjestelmä esitystilassa on jaettavissa käyttötarkoituksen mukaan puheenvahvistus, ohjelmaaänen ja tallenteiden toistojärjestelmiin.

6.1.1 Puheenvahvistus

Tila ja sen käyttötarkoitus sekä akustiikka määräävät, tarvitaanko puheenvahvistusjärjestelmää. Puheenvahvistusjärjestelmään kuuluu tarvittava määrä mikrofoneja, mikseri, kaiuttimien vaatimat vahvistimet ja lopuksi kaiuttimet.

Puheen kuuleminen ja ymmärtäminen edellyttää riittävää voimakkuutta, selkeyttä ja pientä jälkikaikua. Tavoitteena voidaan pitää sitä, että jokaisen kuulijan tulisi kuulla puhujaa niin kuin tämä olisi vieressä. Tärkeää on myös, että kuulija kuulee puheen tulevan puhujan suunnasta.

Puheen selkeyttä häiritsevät eniten kaiut ja taustamelu. Kaikuiseen tilaan, varsinkin jollei akustointia voida suorittaa, joudutaan hankkimaan puheenvahvistusjärjestelmä vain siksi, että puhe saadaan suunnattua kohti yleisöä. Kaiku aiheuttaa konsonanttikatoa ja heikentää näin puheen ymmärrettävyyttä.

Kun mikrofoneja käytetään luennolla apulaitteena. Langaton niin sanottu nappimikrofoni on kätevä, koska se seuraa puhujaa hänen liikkessaan ja on aina oikeassa paikassa puhujan nähden. Käsimikrofoni voi vastaavasti olla missä tahansa puhujan suuhun nähden ja puheen toiston laatu helposti vaihtelee.

Langaton käsi- eli kapulamikrofoni soveltuu silloin, kun halutaan vaihtaa puhujaa, esim. yleisön kommentteja varten ja haastatteluihin. Langattomat mikrofonit ovat yleistyneet suurimmaksi osaksi edullisen hintakehityksen ansiosta. Ne ovat myös yleensä helpompia käyttää kuin langalliset mikrofonit. Langattomien mikrofonien toimivuus kannattaa myös testata koko käyttöalueella, jotta tilaan ei jäisi katvealueita joissa mikit eivät toimi kunnolla. Langattoman mikrofonin tulee olla viranomaisen Suomeen hyväksymä, koska muutoin laite voi häiritä muita tilassa olevia laitteita.

Langallisten mikrofonien tarvetta ei voi juuri muuten puolustaa kuin paikoissa, joissa puhujan ei tarvitse liikkua. Kuten puhujanpönttö tai paneelikeskustelut tai paikoissa joissa radiotaajuuksilla toimivien laitteiden käyttö on rajoitettua, esimerkiksi sairaalat.

6.1.2 Ohjelmaaäntötoisto

Ohjelmaaäntötoisto on hyvin paljon erilaisten tallenteiden toistoa. Äänitallenteiksi voidaan laskea video- ja äänikasetit, CD-, DVD ja HD-levyt ja tietokoneesta tulevat äänet. Lisäksi radioääni ja videoneuvotteluääni voidaan laskea tähän ryhmään.

Äänentoisto voi olla monofonista, stereofonista tai monikanavaista ääntä, kuten esimerkiksi Dolby Surround, THX, Dolby Digital ja DTS sekä niiden eri johdannaiset. Kahta jälkimmäistä käytetään DVD-levyissä ja ne koostuvat vähintään kuudesta eri kanavasta, joihin kuuluu vasen-, oikea-, keskikanava, sekä vasen ja oikea efektikanava ja lopuksi erillinen bassokanava (< 100 Hz).

Äänentoistolta tallenteiden toistossa vaaditaan muun muassa tasainen taajuusvaste tilassa ja sekä riittävä äänenpaine. Hyvän taajuusvasteen omaavan äänijärjestelmän saa

jo kohtuulliseen hintaan, mutta jos halutaan samanaikaisesti äänenpainetta, niin järjestelmän kustannukset nousevat nopeasti. Kustannuksiin on myös huomioitavat lisääntynyt akustoinnin tarve, jotta tila ei häiritse ympäristöään.

6.2 Videoesitysjärjestelmät

Videoesitysjärjestelmä muodostuu ohjelmalähteestä ja esityslaitteesta.

Ohjelmalähteitä ovat:

- DVD-soittimet
- HD-soittimet (Blue Ray, HD-DVD)
- lukukamerat
- tietokoneet
- tv-virittimet
- videokamerat
- videonauhurit
- videoneuvottelujärjestelmät.

Esityslaitteita ovat:

- tv- ja videomonitorit
- suurkuvaprojektorit
- muut näytöt.

Esitystiloissa video-ohjelman esitystapa valitaan mm. tarvittavan kuvan koon sekä siihen liitettävien ohjelmalähteiden perusteella.

Sähköteknisesti analoginen video tarkoittaa 1 Vpp signaalia, joka tyypillisesti välitetään yhdellä koaksiaalikaapelilla (75Ω) ohjelmalähteestä esityslaitteelle. Videosignaali voi kuitenkin olla tallennus- ja siirtotavoiltaan hyvin erilainen.

Videonauhurin takaa saatava ”normaali” video on *komposiittivideo* (*composite video, cv*) jossa signaalissa kulkevat valoisuustieto (luminanssi) ja väritieto (krominanssi) sekä vaaka- että pystypoikkeutustahdistuspulssit.

Parempaan laatuun pääsee ”super-video” eli *Y/C-videolla* (S-VHS tai Hi-8), jossa valoisuus ja värikkyysignaalit kulkevat eri johtimissa. Ne myös tallennetaan erikseen. Tällä menetelmällä saavutetaan hieman parempi erottelukyky ja kohinaetäisyys (S/N).

RGBS-signaaleissa jokainen osaväri ja tahdistuspulssit (**red, green, blue, sync.**) kulkevat erillisissä johtimissaan. Joskus tahdistuspulssit ovat erillisiä, kuten esim. tietokonekuvan siirrossa. Tällöin signaalin siirtoon tarvitaan viisi kaapelia (**red, green, blue, horisontal sync., vertical sync.**). Tahdistuspulssit voivat kulkea myös jonkun päävärin seassa, yleisimmin vihreän (Gs).

Ammattitason laitteissa video voi olla myös komponentti muodossa, jossa värikkyysignaali on jaettu kahteen eri osaan, niin sanottuihin värierosignaaleihin (R-Y, B-Y, Gs).

Normaalisti esitysjärjestelmissä videosignaalia, kuten myös äänisignaalia, käsitellään kantataajuusmuodossaan. Jos AV-signaalit halutaan jakaa suuremmalle alueelle, on yksinkertaisinta sekoittaa ääni- ja videosignaali suurtaajuiseen kantaaltosignaaliin eli moduloida ne halutulle taajuudelle ns. RF-signaaliksi eli ”tv-kanaviksi”. Sen jälkeen ne voidaan välittää ne edelleen kiinteistön yhteisantenniverkkoon, josta ne on vapaasti seurattavissa tv-vastaanottimilla. Esimerkiksi erään monitoimihallin käytävämonitorit oli toteutettu tällä tavoin.

Jos kuitenkin on mahdollista, kannattaa kuva siirtää digitaalisessa muodossa lähteestä toistavalle laitteelle asti. Tähän tarkoitukseen soveltuvat HDMI- ja DVI-liittynät.

DVI (Digital Visual Interface) kehitettiin LCD näyttöjen yleistyessä tietokonekäytössä, koska analogisella VGA-liittynällä kuva jouduttiin digitoimaan uudelleen näytölle esittämistä varten. DVI-liittynällä voidaan signaali siirtää siirtoketjun alusta loppuun täysin digitaalisena. DVI-D (DVI-Digital) tukee vain digitaalinäyttöjä, mutta DVI-I (DVI-Integrated) tukee myös digitaalinäyttöjä ja on lisäksi yhteensopiva analoginäyttöjen kanssa. DVI-I -liitännällä olevaan näyttöohjaimen voi siis liittää myös VGA-monitorin.



Kuvio 11. DVI-liittimen eri versiot. [5]

DVI-D-urosliitin sopii sekä DVI-D- että DVI-I-naarasliittimeen. DVI-I-uros voidaan liittää vain DVI-I-naaraaseen. Näyttöohjaimessa on naaras- ja kaapelissa urosliitin. Kuviossa 11 on DVI-liittimen eri versioita.

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) on digitaalinen liitäntä, jossa on mahdollista siirtää niin kuvaa kuin ääntä. Se on myös kuvasignaalien osalta yhteen sopiva DVI:n kanssa. HDMI ajaa saman asian kuin analoginen SCART-liitin, eli kuva ja ääni kulkevat yhdellä johdolla laiteesta toiseen. Kuviossa 12 on HDMI-liitin. HDMI on suunniteltu kuvan ja monikanavaäänen siirtämiseen. Se tukee yleisimpiä resoluutioita 480i, 576i, 720p, 1080i, 1080p. HDMI-kaapelissa ääni ja kuva on pakkaamatonta dataa, joka kuljetetaan johtoa pitkin TMDS-signaalitekniikan avulla. Tiedonsiirtokapasiteetti on kasvanut sarjan julkaisuvuodesta 2002 lähtien. HDMI tukee myös ns. HDCP-suojaustekniikkaa, jonka avulla signaalia lähettävä laite voi estää vastaanottavan laitteen tallentamista materiaalia. Tätä ominaisuutta DVI-liityntä ei tue, joten DVI:llä varustettua laitetta voidaan siis käyttää vastaanottavana tai lähettävänä laitteena HDMI-laitteelle ja päinvastoin katsottaessa suojaamatonta materiaalia.



Kuvio 12. HDMI-liitin.

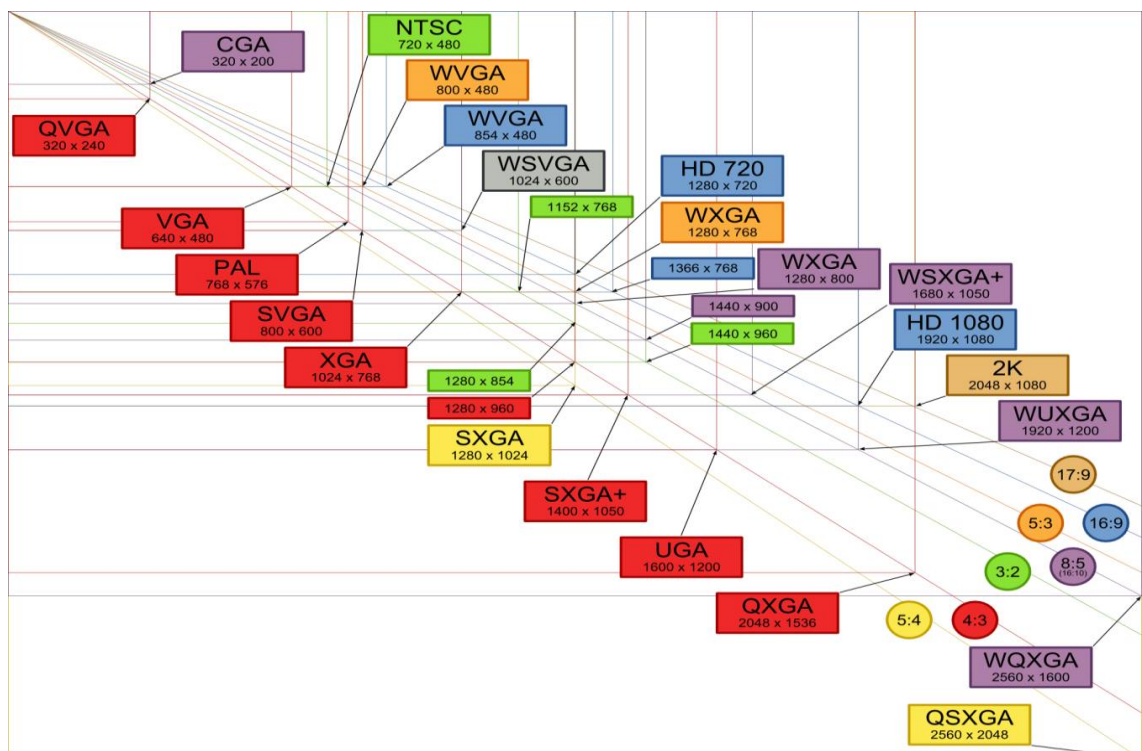
Edellä mainitut videon signaalien vaihtoehtoiset esiintymismuodot tulevat vastaan suunniteltaessa auditorioiden ohjelmanvalinta- ja välitysjärjestelmiä. On huomattava, että esityslaitteiden ja ohjelmälähteiden tulee olla yhteensopivia. Muulloin on joko

vaihdettava laitteet tai tehtävä tarvittavat signaalimuunnokset laitteiden välillä, joka aina huonontaa signaalin laatua.

Epäyhteensopivuutta aiheuttaa myös eurooppalaisen PAL- ja amerikkalaisen NTSC-järjestelmän erot. Värikoodaus ja tahdistukset poikkeavat järjestelmissä toisistaan.

6.3 Videoesityslaitteet

Videoesityslaitteisiin kuuluu kaikki kuvallista informaatiota välittävät laitteet. Niitä on niin ammatti- kuin kuluttajakäyttöön ja valitettavan usein julkisiin tiloihin valitaan videoesityslaitteet pelkän hinnan tai ulkonäön perusteella. Kestävyys voi olla kuluttajalle suunnatussa laitteissa heikompaa jo oletetun käytön perusteella. Tämän takia tulisi harkita tapauskohtaisesti, soveltuvatko tavalliset televisiot jatkuvaan päällä oloon.



Kuvio 13. Resoluutiokartta. [8]

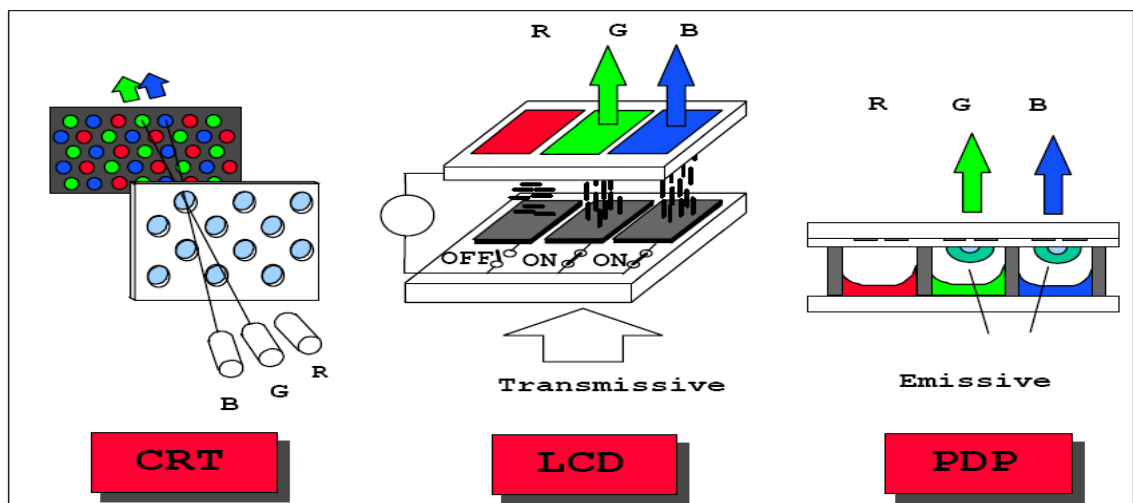
6.3.1 Monitorit

Monitorien etuja verrattuna projektoreihin ovat:

- kirkas kuva, toimii myös huonevalaistuksessa
- helposti siirreltävä
- ei tarvita valkokangasta
- (ei tarvita erillisiä äänentoistolaitteita)
- laaja katselukulma.

Monitoreilla saa riittävän suuren kuvan neuvottelutiloihin, mutta kuvan koon kasvaessa myös monitorin koko ja paino kasvavat. Suurimmat monitorit ovat jo yli 100”n kokoisia. Suuret monitorit ovat myös kalliita kokoonsa nähden.

Monitorit perustuvat nykyään nestekide- (LCD) tai plasmatekniikkaan (PDP). Tällainen näyttö sopii usein neuvotteluhuoneisiin, koska se omaa hyvän katselukulman ja sitä pystyy myös katselemaan läheltä kuvan laadun kärsimättä. Yleisimmät resoluutiot ovat XGA ja HD välillä, näiden suhteita toisiinsa on havainnollistettu kuviossa 13. Kuviossa 14 on taas monitorien toimintaperiaatteesta yksinkertaistettu kuva.



Kuvio 14. LCD ja Plasma-paneelin toimintaperiaate. [9]

Retrokaapit ovat yleensä siirrettävään kaappiin asennettu videoprojektori ja taustaheijastuspinta. Kaappiin on voitu koota myös vahvistimet, kaiuttimet sekä ohjelmalähteitä, vastaavia on kuluttajamarkkinoilla niin sanottujen projektiotelevisioiden muodossa. Ne asettuvat suurkuvaprojektorien ja monitorien välimaastoon, niin hyötyjen kuin haittojen osalta. Retrokaapit käyvät yhä harvinaisemmaksi isojen LCD ja plasma monitorien yleistyessä.

6.3.2 Suurkuvaprojektorit

Projektoreiden etuja verrattuna monitoreihin ovat:

- ei kuvan kokorajaa, käytettävä projektori(t) on valittava kuvan koon mukaan
- ei resoluutorajaa, tarvittaessa projektoreita voidaan sijoittaa rinnakkain
- voidaan sijoittaa erilliseen tekniseen tilaan, jolloin ei synny melu- ja lämpöhaittaa
- huomaamattomampia tilassa kun eivät ole käytössä.

Katodisädeputkilla (CRT) toimivien projektoreiden toimintaperiaate on sama kuin väritelevisiossa. Kolmen osavärin rinnakkaisen elektroniputken säteet (**red, green, blue**) kohtaavat valkokankaalla ja muodostavat halutun värin. Säteitä poikkeutetaan normaalissa videokuvassa vasemmalta oikealle 15625 kertaa sekunnissa, eli vaakapoikkeutus- eli juovataajuus. Pystysuunnassa poikkeutetaan ylhäältä alas 50 kertaa sekunnissa, eli pystypoikkeutus- eli virkistys- eli kuvataajuus. Silmä havaitsee vain valmiin kuvan.

Projektorille tyypillistä on konvergensi- eli värien kohdistusvirheet. Säteet, jotka kohtaavat toisensa keskellä kuvaa hyvin, muodostaen yhtenäisen tarkan valkoisen pisteen. Kuvan reunalla ne eivät ole enää tarkalleen päällekkäin ja näin valkoinen piste hajoaa värillisiksi haamukuviksi. Tämä johtuu valonsäteiden eripituisesta matkasta. Virheet korjataan pienillä tasajännitekomponenteilla poikkeutustaajuuksien

ramppijännitteissä. Laitteen komponenttien ikääntyminen aiheuttaa sen, että säädöt "ryömivät" ts. eivät pysy kohdallaan, joten säätö on tehtävä aika-ajoin. Projektoreissa voi olla myös automaattinen konvergointi. Tällöin projektoriin on asennettu kamera, joka mittaa konvergenssivirheen.

Kuvanmuodostusperiaatteesta johtuen projektorin paikka on tarkkaan määrätty kuvakoon mukaan ja putkien koon mukaan. Esim. erään valmistajan ohjeen mukaan, jos kuvaleveys on 220 cm, on keskimmäisen (vihreän) linssin etäisyys valkokankaan keskeltä 316 cm. Kuvakokoa voidaan siis muuttaa vain projektorin paikkaa siirtämällä ja tekemällä tarvittavat säädöt valmistajan ohjeen mukaan. Muut suurkuvaprojektori tekniikat ovat kirineet CRT-videoprojektorien etuja kiinni ja CRT-videoprojektorit ovatkin jäämässä historiaan.

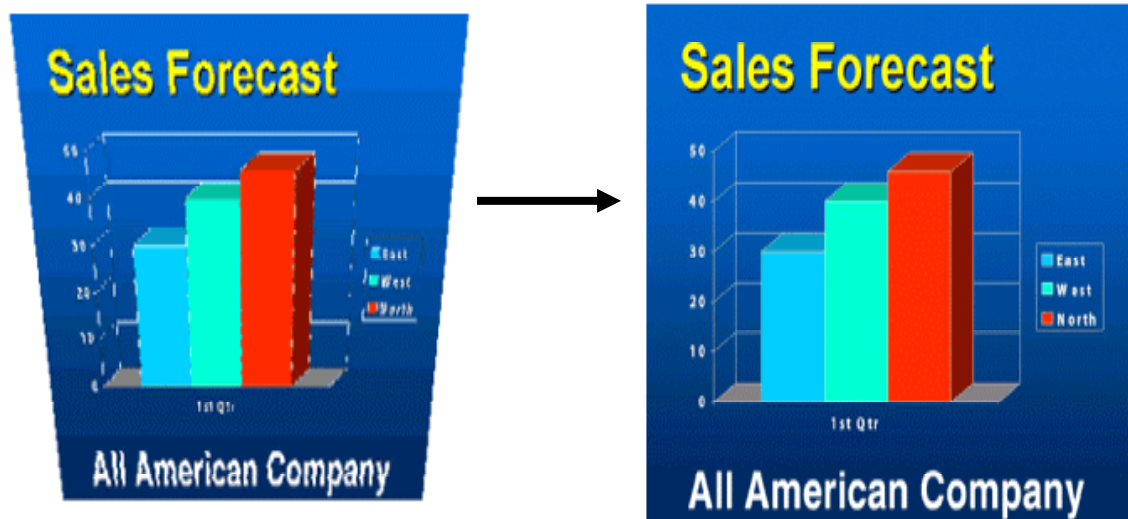
Nestekidepaneeleilla (LCD) varustetussa projektoreissa toiminta perustuu nestekidepaneeleihin, joiden läpi valo heijastetaan valkokankaalle yhden optiikan läpi. Paneeleita voi olla yksi tai kolme, paneelit ovat yleensä aktiivisia (TFT). Paneelit koostuvat pikseli- eli kuva-alkiomatriiseista. Pikselien lukumäärä kertoo näytön erottelutarkkuuden. Tyypillisiä pikselien lukumääriä ovat esim. 1024x768 ja 1600x1200.



Kuvio 15. LCD ja CRT-projektori.

LCD-projektorin merkittävin etu verrattuna CRT -projektoriin on em. 1-linssisyys, jonka vuoksi projektori ei tarvitse kovergointiä ja on lähes yhtä nopeasti otettavissa käyttöön kuin diaprojektori. Kuviossa 15 havainnollistuu LCD ja CRT projektorien ero.

Laite nostetaan paikalleen ja tarkennetaan objektiivin säädöllä. Koska objektiivi voi olla joko kiinteä tai zoom-objektiivi, voidaan projektorin paikkakin valita vapaammin kuin CRT -projektorin paikka. Uudemmissa malleissa on yhä useammin myös mahdollisuus säätää ns. pysty- ja vaakapoikkeutusta eli keystone. Tämän korjauksen avulla pystytään korjaamaan optiset vääristymät, jotka syntyvät, kun projektoria, ei ole sijoitettu optimaaliseen paikkaan. Kyseinen toiminto löytyy sekä optiikalla että sähköisesti toteutettuna. Sähköisessä korjauksessa kuva muodostetaan päinvastoin vääristyneenä jo paneelille → huonontaa kuvan laatua. Vastaava ongelma koskee myös DLP- ja GLV-projektoreita. Kuviossa 16 on esimerkki perspektiivi-vääristymästä.

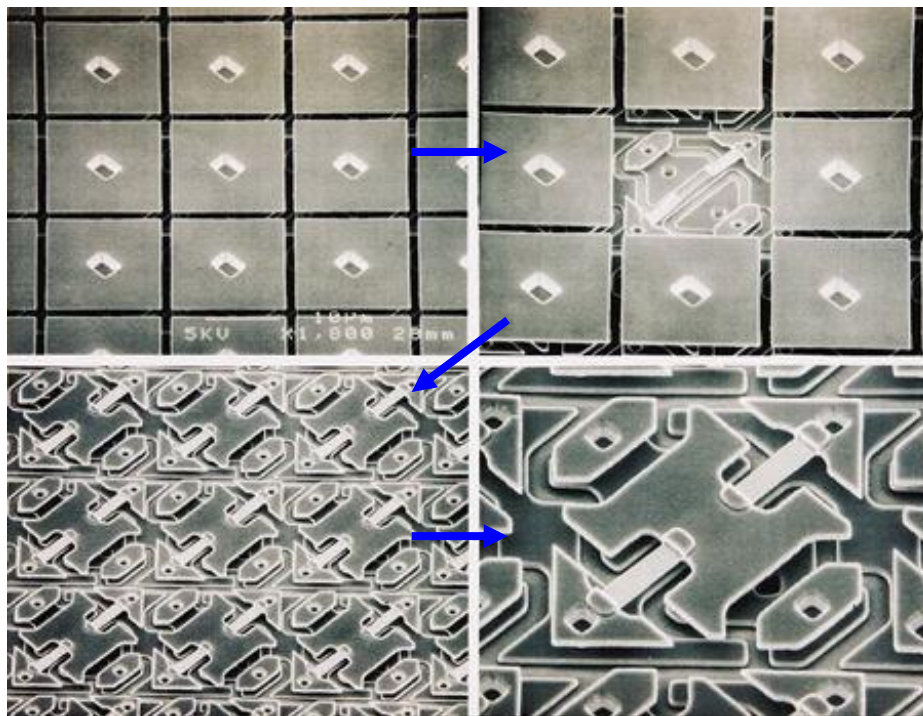


Kuvio 16. Vääristynyt kuva vs. korjattu.

Digitaaliseen valonkäsittelyä (DLP) käyttävien projektorien toiminta perustuu neliömäisiin mikropeilipiireihin, joita ohjataan sähkövarauksella. Kuviossa 17 on lähempi kuva peilimatriisin rakenteesta. Tällä hetkellä kaikki projektorit perustuvat Texas Instrumentsin yksinoikeudella valmistamiin peilipiireihin. Piirien pinta muodostaa lähes yhtenäisen peilipinnan ja yksittäinen peili muodostaa kuvan yhden pikselin. Yksittäisen peilin koko on 16 x 16 mikrometriä ja väli seuraavaan peiliin on 1 mikrometri, joten heijastettu videokuva on tasaisempi verrattuna "juovaiseen" CRT-kuvaan tai "rasteripintaiseen" LCD-kuvaan. CRT-projektorissa näkyvä

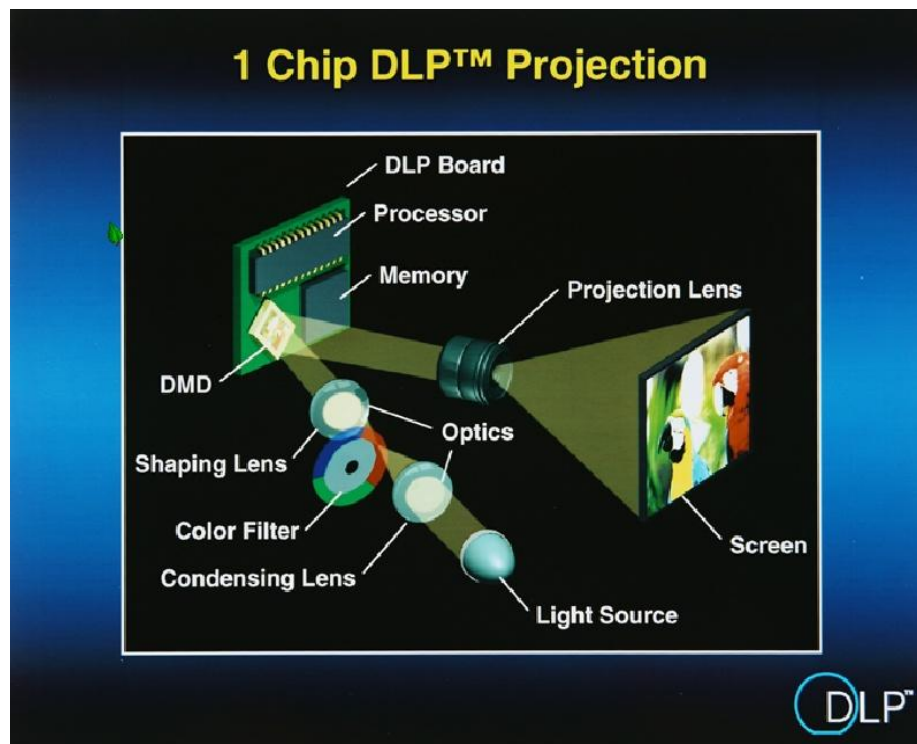
juovaisuus tosin vähenee, mitä suurempiin vaakapoikkeutustaajuuksiin mennään ja samoin rasteripintaisuus tasoittuu, mitä enemmän kuvaelementtejä LCD-projektorin paneeleissa on.

DLP-tekniikalla on mahdollista saada enemmän kirkkautta kuin vastaavasta LCD projektorista, mutta heikkoutena on peilipiirien suurin saatava resoluutio, joka tällä hetkellä on HD (1920 x 1080). Tämä rajoittaa niiden käyttöä esimerkiksi tiloissa, joissa esitetään paljon CAD-kuvia.

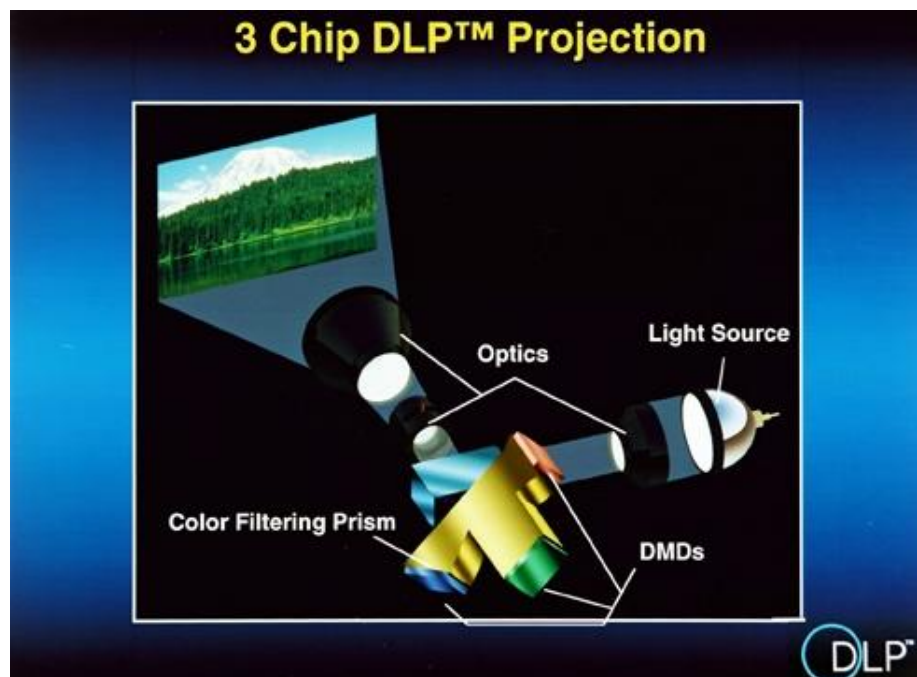


Kuvio 17. Lähikuva peilimatriisista.

Mikropeilipiirejä on projektorissa, yksi tai kolme kappaletta. Kuviossa 19 havainnollistuu näiden erot. Yhdellä peilillä varustettu ei kuvanlaadultaan juuri poikkea LCD-projektoreista, mutta jälkimmäinen, jossa on yksi peili kullekin päävärille, antaa tasaisen ja väriikkaan (parhaimmillaan 35 miljardia värisävyä) kuvan. Valo heijastetaan peilien kautta valkokankaalle yhden objektiivin kautta, joka voi olla joko kiinteä tai zoom-objektiivi.



Kuvio 18. Yksipeilisen projektorin toimintaperiaate. [10]

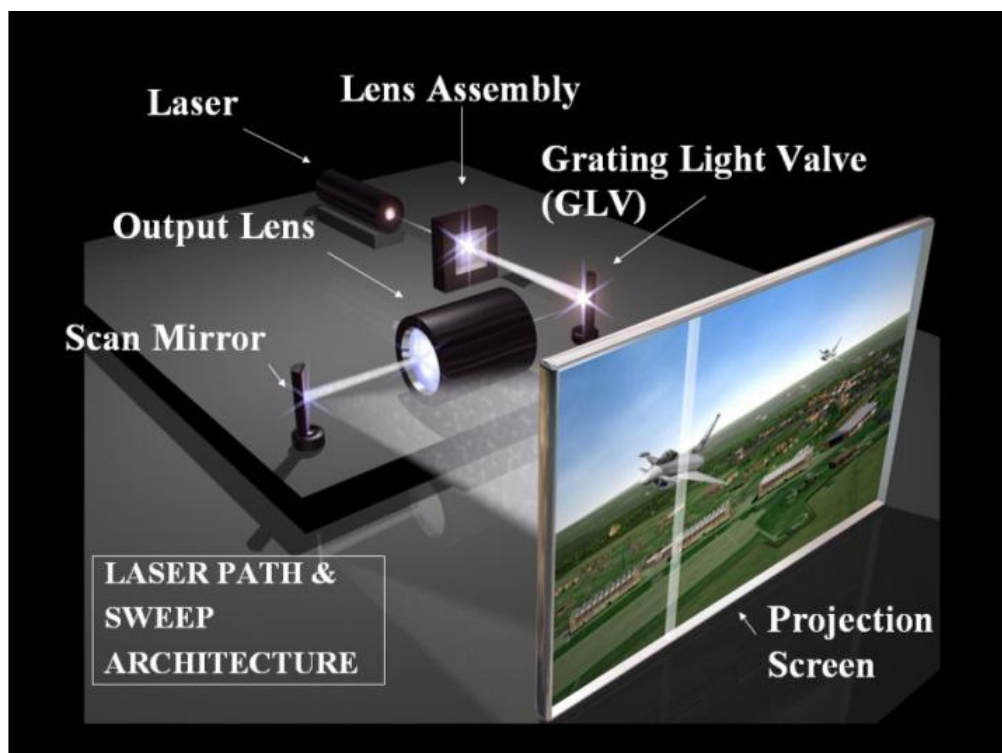


Kuvio 19. Kolmipeilisen projektorin toiminta periaate. [10]

GLV–tekniikan toimintaperiaate on hyvin samantapainen kuin mitä DLP–tekniikassa, paitsi että tässä tekniikassa peilit ovat matriisin sijaan rivissä ja kuvaa piirretään esityspintaan. Kuvan piirto esityspinnalle tapahtuu hieman samalla tavalla, kuin perinteissä CRT–putkessa. Valonlähteenä voi toimia vaikka kolmiväri­laser (RGB). Yksinkertaistettu toimintaperiaate on kuviossa 20.

Tekniikalla päästään yhdellä projektorilla esimerkiksi 5120 x 4096 pikselin tarkkuuksiin, joten sitä voidaan jo käyttää tuottamaan elokuvateatterin tasoinen kuva.

Valoventtiiliin (LV) perustuvissa projektoreissa voidaan käyttää esimerkiksi pienitehoisia CRT–putkia, jotka kohdistetaan valojohdekalvoon, jonka avulla moduloidaan LCD–kerroksen suuritehoista valoa. Erilaisten peilien, kolmen valoventtiilin ja esitysoptiikan kautta valo heijastetaan valkokankaalle. Tekniikan etuna on hyvin suuri valovoima. Näitä ei ole vielä toistaiseksi markkinoilla ja sen kehitys on vielä alussa.



Kuvio 20. Toimintaperiaatekuva GLV projektorista. [11]

6.4 Piirtoheittimet ja diaprojektorit

Piirtoheitin on vieläkin esitystilojen yksi yleisimmistä esitysvälineistä, vaikka sen ovat vahvasti syrjäyttämässä muun muassa lukukameran ja suurkovaprojektorin yhdistelmät. Piirtoheittimen etuja muihin laitteisiin on sen edullisuus, valovoimaisuus ja helppokäyttöisyys.

Luentosalin piirtoheittimeltä vaadittavia ominaisuuksia ovat muun muassa seuraavat seikat:

- riittävä teho tilan kokoon nähden, esim. luokkahuoneeseen 250 W, auditorioihin vähintään 400 W, mieluummin 575 W
- lampun pikavaihto
- kolmilinssinen objektiivi
- automaattinen lämpösuoja
- A4-kokoinen kuvapöytä.

Huomiota voi lisäksi kiinnittää seuraaviin näkökohtiin:

- valon tasaisuuteen
- tuulettimen käyntiääneen; yli 40 dB häiritsee opetusta
- mahdollisuuden säätää valotehoa esityksineiden mukaan
- kuvan epäsymmetrisyyden korjausominaisuuksiin, jos kuva heijastetaan pinnalle, joka ei olosuhteisiin nähden ole riittävästi kallistettu tai on suora
- hajavaloon
- mekaanisiin ominaisuuksiin.

Piirtoheitin tulee asentaa sellaiselle pöydälle tai vaunulle, josta sen käyttö on helppoa. Mikäli käyttö tapahtuu myös seisten, olisi piirtoheitin pöydän oltava korotettavaa mallia.

Luentotilan diaprojektorin tulee olla rakenteeltaan sellainen, että se voidaan varustaa tarpeen vaativalla objektiivilla. Pitkäpolttovälinen liukuobjektiivinen tai teleobjektiivinen saattaa olla niin raskas, että kevytrakenteinen diaprojektori vaatii sen vuoksi telineen. Lampun pikavaihto on hyvä ominaisuus. Projektoripöydän tai telineen tulee olla tukeva, sekä riittävät korkeussäätö mahdollisuudet. Diaprojektoreita saa suoralla lippaalla ja pyörölippaalla. Projektorin ohjausvaihtoehtoja ovat oma langallinen tai langaton kauko-ohjain tai ohjaus ohjausjärjestelmän kautta. Diaprojektoreiden käyttö on aika vähäistä, kuten piirtoheittimen, myös diaprojektorin on syrjäyttänyt suurkuvaprojektorit.

6.5 Muut järjestelmät

Muihin järjestelmiin voidaan laskea kaikki ne järjestelmät, joita ei voi sisällyttää edellä mainittuihin sekä yhdistävät että ohjaavat toimintoja. Nämä järjestelmät ovat usein myös suunniteltu ja optimoitu vain jotain tiettyä käyttötarkoitusta varten. Osaa myöhemmin mainittuja järjestelmiä voi myös vuokrata väliaikaista käyttöä varten. Vuokraus tulee usein edullisemmaksi kuin oma järjestelmä, jota ei pystytä täysipainoisesti hyödyntämään. Ohjausjärjestelmät tulee kuitenkin asentaa kiinteästi ja sovittaa muuhun AV-järjestelmään huolella.

6.5.1 Ohjausjärjestelmät

Ohjausjärjestelmiä on monen eritasoisia, on järjestelmiä joilla ohjataan vain tiettyjä laitteita ja toisissa ohjataan kaikkia tilan laitteita. Mitä monimutkaisemmiksi ja laajemmiksi ohjauslogiikat menevät, sitä enemmän aikaa niiden suunnitteluun ja myöhemmin testaukseen itse tilan eri käyttötilanteissa on käytettävä. Järjestelmä kannattaa tilata sellaiselta toimittajalta jolla on kokemusta vastaavista ohjausjärjestelmistä. Näin vältetään helposti syntyviltä viiveiltä projektin aikana.

Ohjausjärjestelmät ovat yleensä tilakohtaisia, vaikka niistä voidaan tehdä modulaarisia jos tila on vaikka yhdistettävissä toisen tilan kanssa.

Ohjausjärjestelmä käyttöliittymiä on monenlaisia, pelkistä napeista aina opastaviin värillisiin kosketusnäyttöihin. Käyttöliittymään helppouteen ja opastavuuteen kannattaa panostaa, varsinkin jos tilaa käyttävät useat eri tahot. Tällä keinolla vähennetään paljon esimerkiksi tilan käyttäjien tarvitsemaan opastusta henkilökunnalta.

Esimerkiksi kun halutaan aloittaa esitys tietyltä laitteelta, voidaan valita ohjauspaneelilta haluttu laite ja ohjauslogiikka hoitaa loput. Kuviossa 21 on esimerkki paneelin aloitusnäytelmästä. Logiikalla voi ohjata valot himmenemään, laskea pimennys verhot ikkunoiden eteen ja käynnistää suurkuvaprojektorin sekä valita tarvittavan sisään menon. Lopuksi logiikka voi avata mikin joka sijaitsee laitteen vieressä ja säätää sen äänentason aloitustasolle.



Kuvio 21. Esimerkki ohjauspaneelistä.

6.5.2 Konferenssijärjestelmät

Mikäli tilaan halutaan yleisölle täydet keskusteluun osallistumismahdollisuudet, tulee tila varustaa keskustelumikrofoni- tai konferenssijärjestelmällä. Tämä tulee ottaa huomioon AV-suunnitelmassa lisäämällä ylimääräisiä linjoja tarvittaville mikrofoneille ja muille laitteille.

6.5.3 Tulkkaujärjestelmät

Jos tilassa halutaan varautua simultaanitulkkaukseen, tulee tilasuunnittelussa ottaa huomioon tulkkikopit. AV- ja sähkösuunnittelussa koppien kohdalle varataan vähintään johtotiet ja voidaan varautua myös kaapeloimalla tulkkikoppien liitäntäpisteisiin niin sanottu lattiakieli ja tulkattujen kielten jakelua varten kaapelointi. Nämä varaukset ovat jo avuksi, jos tilaan tuodaan esim. vuokrattu tulkkaujärjestelmä.

Tulkkau- ja konferenssijärjestelmistä on enemmän esimerkiksi *Äänentoistojärjestelmät*-kirjassa [12].

6.5.4 Videoneuvottelu- ja etäopetusjärjestelmät

Videoneuvottelu- ja etäopetusjärjestelmät, joissa televerkon päässä toisistaan olevat huonetilat yhdistetään reaaliaikaisilla kuva- ja ääniyhteyksillä. Standardit (esim. ITU H.320, ITU H.323 ja ITU H.324) määrittelevät yhteyskäytännöt, koodaustavat ja yhteyden aikana tapahtuvat vuorovaikutteisuuden, kuten yhteinen niin sanottu liitutaulu.

Järjestelmän perustana ovat koodaus- ja dekodeuslaitteet, jotka voivat olla suorituskyvyltään ja hinnaltaan hyvinkin erilaisia. Esim. mikrotietokoneeseen voidaan asentaa kortti henkilökohtaiseen tai pienryhmäkäyttöön tai kauko-ohjattava malli useamman tilan yhteiskäyttöön. Siirtotienä voidaan käyttää normaalia verkkoyhteyttä, esimerkiksi ADSL-yhteys riittää siirtotienä jo videoneuvottelukäyttöön. Satunnaiseen käyttöön riittää jopa 3G-verkon nopeudet.

Usean paikan välisiä videoneuvotteluyhteyksiä voidaan luoda monipistesilloilla. Siltapalveluja voi ostaa myös teleoperaattoreilta. Videoneuvottelujärjestelmiin voi varautua erityistiloissa varaamalla ääni-, kuva- ja ohjauskaapelit sekä puhelinlinjat.

7 VALAISTUSPERIAATTEET

Oleellista valaistuksessa on, että se on tasaista koko tilassa ja on säädettävissä tarpeiden mukaan joko portaallisesti tai portaattomasti. Tilan koon mukaan valaistus jaetaan osiin siten, että erikseen saadaan valot päälle, pois ja/tai himmennettyä yhtenä tai useampana ryhmänä kuvaseinaltä, näyttämöltä ja yleisötilasta.

Yleisötilaan on voitava jättää sopiva valaistustaso muistiinpanojen tekoa varten.

PiirtoPINNOILLE on saatava riittävästi valoa, samoin luentopöydälle ja puhujakorokkeelle mahdollista videointia sekä korostusta varten. Kuvaseinä taas saada pimennettyä siten, ettei kuvapinnoille kohdistu valoa suoraan tai heijastuksena. Koska tämä heikentää kuvan laatua ja siten ymmärrettävyyttä.

Valaistuksen ohjaus tulee sovittaa tilan muuhun ohjaukseen. Valaistuksen ohjauksen johdotuksissa tulee ottaa huomioon, että ne eivät kulje samaa reittiä kuva- tai äänikaapeleiden kanssa. Valaistuksen ohjaukseen käytettävä signaalointi on useasti häiriötä aiheuttavaa ja siirtyy helposti viereisiin kaapeleihin. Ja tämän tyyppiset häiriöt kuuluvat herkästi varsinkin äänessä.

Yhtenä valaistuksen osana on mahdollisista ikkunoista tuleva luonnon valo, joka monesti aiheuttaa suurempia ongelmia kuin tilan oma valaistus. Auringonpaiste esityspinnalle päästessään voin tehdä tyhjäksi kuvan esittämisen kokonaan. Tämän vuoksi tilan ikkunapinnat tulee voida peittää pimennysverhoilla. Kunnon kaihtimetkin ajavat asiansa, mutta niiden läpi tiheä valo voi silti olla liian runsasta. Esitystiloissa on vältettävä ikkunapintoja joita ei pystytä tarpeen vaatiessa peittämään.

8 AV-SUUNNITTELU

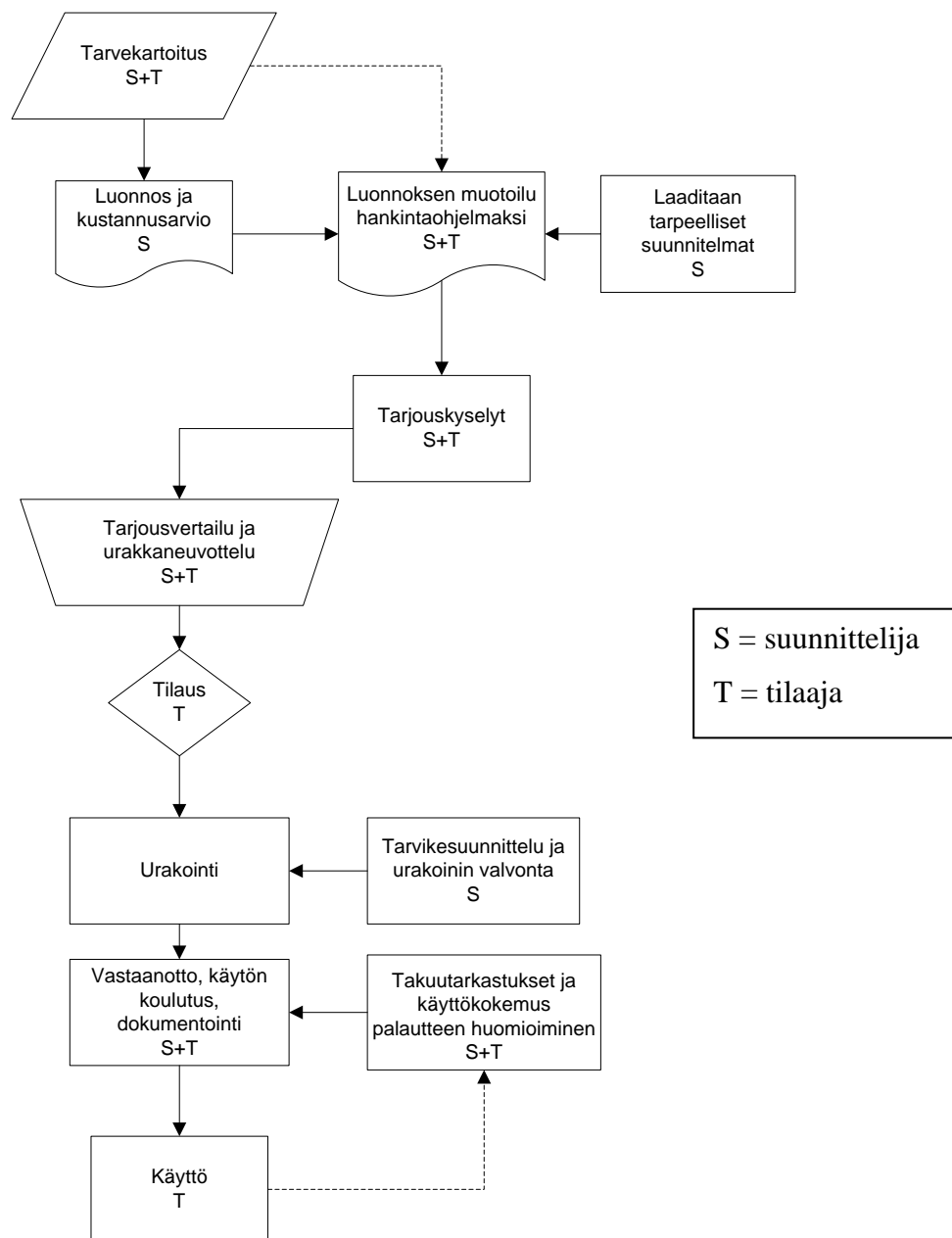
Auditorioiden ja luentosalien suunnittelua varten tarvitaan henkilö, joka tietää laitteista ja niiden sopivuudesta toistensa kanssa. AV-suunnittelijan tehtävänä on antaa tilaajalle tarvittavat lähtötiedot ja mitä hänen kannattaa vaatia AV-urakoitsijalta saadakseen haluamansa lopputuloksen. AV-suunnittelijan tehtävänä on myös keskustella urakoitsijan kanssa ja varmistaa, että tilaajan tarpeet tulevat täytettyä urakoitsijan ehdottamalla ratkaisulla. Usein sähkösuunnittelija ja AV-suunnittelija ovat sama asia ja tällöin mahdollisten laite-ehdotusten tekeminen jää urakoitsijan harteille.

Urakoitsija lähtee hyvin usein liikkeelle kustannepohjaisesta näkökulmasta, joka on aivan muuta kuin mitä pitäisi jotta tilasta tulee tilaajan tarpeet täyttävä. Harvalla urakoitsijalla on laajaa laitteiden maahantuojien verkostoa, vaan urakoitsijat ovat yleensä keskittyneet muutaman laitemerkin ympärille. Niinpä urakoitsija valitsee tästä joukosta ne laitteet, joista saadaan suurin kate, eikä välttämättä niitä mistä olisi suurin mahdollinen hyöty tilaajalle. Harvalla, jos kellään laitevalmistajalla on sellaista valikoimaa mikä tyydyttäisi kaikkien asiakkaiden tarpeet. Jos urakoitsija tarjoaa suppeaa laitevalikoimaa, hän tuskin saa aikaan kokonaisuutta, joka loppujen lopuksi täyttäisi vaatimukset. Usein myös sähkösuunnittelijalla on paljon hoidettavaa jo niin sanottu vahvasähkön kanssa, jolloin AV-tekniikka ei saa niin suurta huomiota osakseen kuin sen ehkä pitäisi. Loppujen lopuksi käyttäjä kuitenkin huomaa saaneensa laitteet, jotka eivät aivan täytä sitä vaatimustasoa kuin pitäisi. Toisaalta on todettava, että nykyään löytyy myös AV-suunnittelijan kokemuksen omaavia sähkösuunnittelijoita.

Kohteessa, jossa on kunnollinen AV-suunnitelma, on määritelty haluttu minimitaso. Usein tämä on tehty laite-esimerkein. Suunnitelmassa on myös kerrottu laitteiden halutut paikat ja annettu mahdollisia sijoitusesimerkkejä. Liityntäpisteiden tyypit ja määrät löytyvät myös suunnitelmasta. Lähes aina urakoitsijalta halutaan jonkinlainen kytkentäkaavio jo tarjousvaiheessa, jotta nähdään, saavutetaanko halutut toiminnot esitetyillä laitteilla.

Mitä täydellisempi AV-suunnitelma on, sitä paremmin sitä pystytään käyttämään tarjouspyynnön pohjana vertailtaessa eri tarjouksia ja etsittäessä parasta vaihtoehtoa urakoitsijaksi. Hankkeen kulun tulee noudattaa yleisiä suunnittelu- ja hankintamenetelmiä.

Seuraavassa esimerkki järjestelmän hankinnan kulusta:



Kuvio 22. Kaavio hankkeen kulusta

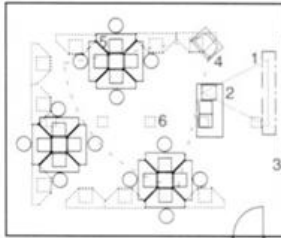
AV-suunnittelussa tarvekartoitus tilaajan ja käyttäjän kanssa on erityisen tärkeä vaihe. Ilman perusteltuja päätöksiä hanke lähtee helposti ajautumaan tilaajan kannalta väärään suuntaan. Tämä johtaa harvoin optimaaliseen lopputulokseen. Vaikka järjestelmät toimisivat teknisesti hyvin, saattaa olla, että investointi ei ollutkaan hyvä, mikä johtuu tarpeettomista tai hyvin vähän käytetyistä laitteista. Jälkeenpäin on helppo todeta, että samalla rahalla olisi saanut laitteet ja järjestelmän, jolla olisi ollut käyttöäkin. Tarvekartoitusvaiheessa suunnittelija tekee alustukset ja esittää vaihtoehtoja tilaajalle. Kuviossa 22 käsitellään hankkeen periaatteellinen kulku ja mitä vaihteita siinä tulee olla.

AV-suunnittelu on toiminnallista suunnittelua:

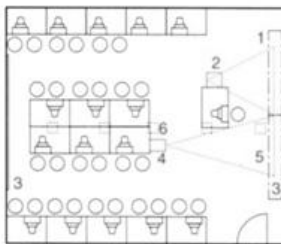
- kuvakokojen ja projisointilaitteiden etäisyyksien mitoittamista
- akustiikan tutkimista
- ääni-, video- ja ohjausjärjestelmien suunnittelemista, jotta niistä saataisiin toimiva kokonaisuus
- laitteiden ja johdotusten sijoitussuunnittelua kalusteisiin ja tilaan
- kaapelointisuunnittelua
- laitevalintoja.

AV-suunnittelun tulee olla osa muuta suunnittelua. AV-suunnittelijan on hankkeeseen sitouduttuaan otettava kantaa kaikkiin edellä mainitun luettelon asioihin, alkaen huonetilan mitoituksen tarkistamisesta. Onko se sopiva käyttötarkoitukseensa? Miten tila tulee olla ryhmitelty? Kuviossa 23 on muutamia esimerkkejä tiloista ja miten ne on järjestelty. Liitteissä on kaksi esimerkkiä lisää, ensimmäinen on luokkahuone ja toinen on auditorio/videoneuvottelutila.

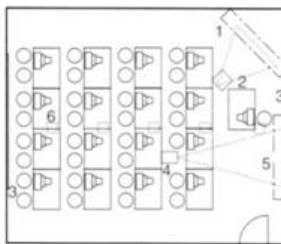
Suunnittelun aikana AV-suunnittelijan tulee olla yhteistyössä kohteen muiden suunnittelijoiden kanssa. Arkkitehdin kanssa selvitetään kalusteisiin ja sisustukseen liittyvät asiat. Sähkösuunnittelijan kanssa selvitetään valaistukseen, AV-laitteiden ohjauksiin ja AV-kaapelointiin liittyvät asiat.

**KIELIOPETUS 12 HENKILÖÄ**

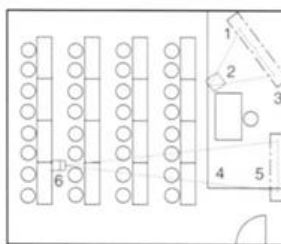
- 1 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
- 2 piirtoheitin f = 300
kuvakoko 200 mm x 2000 mm
- 3 liitutaulu pituus 4000 mm
- 4 TV-monitori 28"
- 5 pöydissä ylöskäännettävät sivulevyt
- 6 lattiarasia/sähkö

**ATK-KOULUTUS 16 HENKILÖÄ**

- 1 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
- 2 piirtoheitin f = 300
kuvakoko 2000 mm x 2000 mm
- 3 liitutaulu pituus 4000 mm
- 4 dataprojektori f = 218
- 5 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
kuvakoko 2000 mm x 1400 mm
- 6 lattiarasia/sähkö

**ATK-KOULUTUS 32 HENKILÖÄ**

- 1 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
- 2 piirtoheitin f = 300
kuvakoko 1500 mm x 1500 mm
- 3 liitutaulu pituus 4000 mm
- 4 dataprojektori f = 218
- 5 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
kuvakoko 2000 mm x 1400 mm
- 6 lattiarasia/sähkö

**LUENTO-OPETUS 32 henkilöä**

- 1 valkokangas 2500 mm x 2500 mm
- 2 piirtoheitin f = 300
kuvakoko 1600 mm x 1600 mm
- 3 liitutaulu pituus 4000 mm
- 4 valkokangas 2000 mm x 2000 mm
- 5 diaprojektori f = 150 mm
kuvakoko 1500 mm x 1500 mm
- 6 kateederitaso erikoisratkaisuisissa

Kuvio 23. Kalustus mahdollisuuksia 60m² tilassa [3, sivu 6].

Alla on eri osa-alueilta esimerkkikysymyksiä sekä mitä tulee huomioida, kun tilaa aletaan suunnitella.

Yleistä:

- Mikä on tilan pääasiallinen käyttötarkoitus? Onko sille tehty tarvekartoitus?
- Budjetti?
- Aikataulu?

Äänentoistojärjestelmä:

- Tarvitaanko puheenvahvistusta?
- Jos, niin tutkitaan kaiutinsijoitusvaihtoehdot, tehdään laitevalinnat (kaiuttimet, vahvistin, äänen prosessointi, mikrofonit ym), mietitään laitteiden sijoitus huomioiden visuaalisuus, akustiikka, käyttöergonomia, varastointi ym.
- Mitä ohjelmaaäänilähteitä on tulossa ja niiden tasovaatimukset, mono/stereo/monikanava, paljonko ääntä, laitesijoitussuunnittelu.

Videositysjärjestelmä:

- Huomio kannattaa kiinnittää videoprojektorin valintaan, sillä se loppujen lopuksi ratkaisee, miltä kuva näyttää ja se on yleensä kallein yksittäinen laite.
- Onko projektorin ohjelmalähde pääsääntöisesti tietokone vai video? Minkälaiseen tietokoneen näyttöön tullaan projektori liittämään (SXGA, HD)?
- Kuinka kirkas kuva pitää saada, voidaanko esitystila pimentää?
- Halutaanko, että projektori on kiinteästi huonetilassa vai siirrettävä?
- Voiko projektorin asentaa lähelle valkokangasta vai salin takaosaan?

Videoprojektoripäätös kannattaa jättää ns. viimehetkeen, koska mallit uusiutuvat nopeasti ja samalla rahalla uudemmassa mallissa saa yleensä parempia ominaisuuksia.

9 YHTEENVETO

Niin kuin useimmat kirjalliset työt tämäkin tuntui aluksi todella helpolta ja nopealta tehdä. Hyväksi saaminen vaatii kuitenkin yllättävän paljon lisää taustatyötä tehtäväksi. Eli kuten aina se viimeinen kymmenen prosenttia työstä vaatii eniten aikaa ja vaivaa.

Itse työn sisältö vastaa nyt hyvin pitkälle alkuperäistä tarkoitustaan, eli tukea luentotiloja rakentavaa tai tilaavaa osapuolta. Työstä löytyy yhteenveto tarpeellisista asioista, sekä selvitetään asioiden taustoja. Tietoa on koottu eri lähteistä, kuten opaskirjoista, ohjeista ja suosituksista, joukossa on paljon myös itse opittua materiaalia. Objektiivisuus on pyritty pitämään läpi työn, kuitenkin menemättä siihen mitä useissa ohjekirjoissa on eli laite ja merkki tietämys on kokonaan poistettu. Näin menetetään usein myös nykypäivän tekniikan tuomat uudet lisä haasteet sekä hyödyt. Toista ääriä lähtien edusti lähdemateriaalissa maahantuojan ohjeet, jotka olivat laite- ja merkkiuskollisia mainoslehtisiä. Osa niistä oli kuitenkin naamioitu objektiiviseksi materiaaliksi.

Tästä työstä on varmasti apua ja taustatukea henkilölle, joka tilaavat esimerkiksi luentosalin AV-kalustuksen oppilaitokseen tai yritykseen. Näin vältetään niiltä perusvirheiltä joita itse tuli tehtyä, kun en tiennyt mistä kaikkialta löytyy tarvittavaa tietoa. Varsinkin projektin aikana tietoa ei ole aikaa lähteä lukemaan useista eri kirjoista. Usein tämän tyyppisissä projekteissa riittää kun tuntee perusasiat sekä omat tarpeensa tilattavasta asiasta. Loppu asiantuntemuksesta pitäisi olla ja tulla tekijän puolelta.

10 LÄHTEET

- [1] Freefoto.com [kuvapankki, www-sivu],
Saataavilla www.freefoto.com/preview/10-35-5?ffid=10-35-5&k=Roman+Theatre%2C+Orange+-+Theatre+Antique+d%27Orange (luettu 11.12.2008)
- [2] Hedegren Oy:n sisäistä koulutusmateriaalia jälleenmyyjille (luettu 2001)
- [3] RT 96-10656, Esitys- ja informaatiotilat, RIL, 1998, 16 sivua
- [4] RIL 243-2-2007, Rakennusten akustinen suunnittelu, RIL, 2007, 79 sivua
- [5] PlayTool.com [info sivusto, www-sivu]
Saataavilla www.playtool.com/pages/dvicompat/dvi.html (luettu 16.12.2008)
- [6] SFS 5907, Rakennusten akustinen luokitus, SFS, 2006, 36 sivua
- [7] RIL 243-1-2007, Rakennusten akustinen suunnittelu, RIL, 2007, 224 sivua
- [8] Wikipedia [www-tietokirja, www-sivu] Saataavilla
en.wikipedia.org/wiki/Display_resolution (luettu 17.03.2008)
- [9] NEC [promootio materiaalia, PDF-dokumentti] Saataavilla
www.av-outlet.com/images/Help/plasma_displays_NEC.pdf
(luettu 30.12.2008)
- [10] TI DLP:n [promootio materiaalia, www-sivu] Saataavilla
www.dlp.com/tech/what.aspx (luettu 17.03.2008)

[11] Digistar 3 Laser [promootio materiaalia, www-sivu] Saatavilla
www.es.com/products/digital_theater/digistar3-laser.asp (luettu 17.03.2008)

[12] SIT 05-610038, Huoneakustiikka, Rakennustieto Oy, 2006, 10 sivua

RT – kortit:

RT 96 – 10409 Ihmisen mitat ja ulottuvuudet, 1989, 12 sivua

RIL – kirjat

RIL 243-1-2007 Rakennusten akustinen suunnittelu, Akustiikan perusteet

RIL 243-2-2007 Rakennusten akustinen suunnittelu, Oppilaitokset, auditoriot,
liikuntatilat ja kirjastot

ST – kortit:

ST 653.10 AV-järjestelmät, 1997, 20 sivua

Muut

Hedegren Oy/Hedcom Oyn materiaali, 2001

Järjestelmien esimerkkikuvia

LUOKKA

käyttö

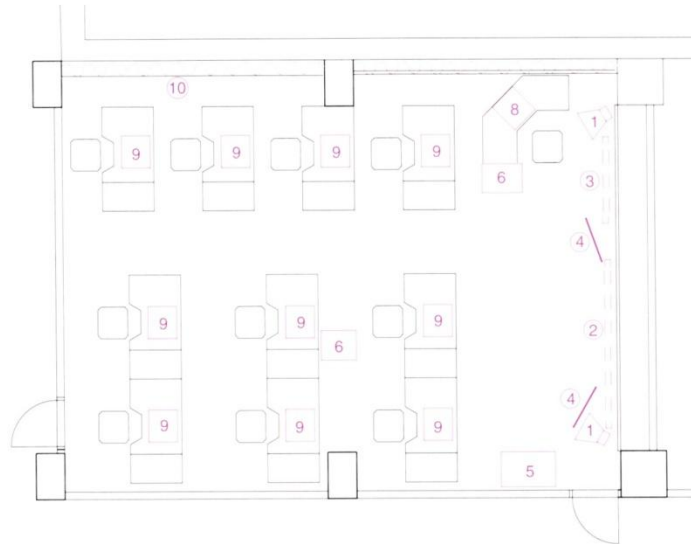
- koulutusikäyttö
- luokkahuone

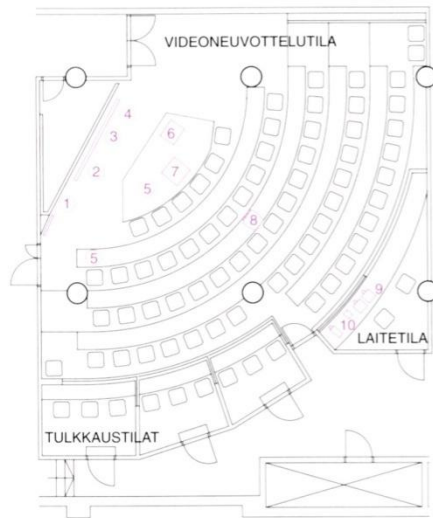
huoneen koko

- 69 m²
- 10 henkilöä

varusteet ja laitteet

- 1 kaiuttimet
- 2 suora valkokangas
- 3 kallistettava kangas
- 4 fläppitaulut
- 5 av-kaappi
- 6 piirtoheitin
- 7 video/dataprojektori katossa
- 8 opettajan pc liitetty videoprojektoriin
- 9 oppilaiden pc:t
- 10 pimennysverhot





VIDEONEUVOTTELUTILA

käyttö

- videoneuvottelukäyttö
- luentokäyttö
- etäopetusikäyttö

huoneen koko

- 145 m² + laitetila 11 m²
- tulkkaustilat 20 m²
- 60 henkilöä
- nouseva lattia

varusteet ja laitteet

- 1 av-kaappi
- 2 kolme monitoria
 - lähtevää kuvaa
 - tulevaa kuvaa ja
 - tulevia dokumentteja varten
- 3 valkokangas tulevaa kuvaa varten
- 4 kamerat 3 kpl
 - luennoitsijan
 - piirtoheitinkalvojen ja
 - yleisön kuvaamiseen
- 5 mikrofonit luennoitsijaa ja yleisöä varten
- 6 dokumenttikamera luentopöydällä olevia papereita ja esineitä varten
- 7 piirtoheitin
- 8 data/videotykki katossa
- 9 diaprojektorit
- 10 elokuvaprojektori

