

Rolv Gjestland:

KINOTEKNIKK 22.2

Film har aldri vært bedre på kino

Skrevet på oppdrag av:

FILM  KINO

 FAGFORBUNDET

© 2022 Rolv Gjestland
Versjon 20.02.2022

Illustrasjonene i boken er hentet fra tidligere lærebøker i kinoteknikk og kinodesign (Rolv Gjestland),
materiell fra utstyrsfabrikanter, organisasjoner, DCI og fra kilder på internett (Wikipedia mm)

Boken er gratis tilgjengelig på nett.

Det må ikke kopieres fra denne bok utover det som er tillatt etter "Lov om opphavsrett til åndsverk".

Om boken

Boken kan leses fra perm til perm, men er også ment som oppslagsverk.

Innholdet i er forsøkt gjort enkelt og forståelig, tilpasset dem som ikke har inngående kunnskap om kinoteknikk. For å gjøre det har jeg gjort noen forenklinger som noen kan reagere på. Kom gjerne med tilbakemeldinger, forslag til forbedring etc.

Målgruppen for boken er både de som kan ha nytte av å vite litt om kinoteknikk (kinosjefer og andre som jobber i kino/filmbransjen) eller de som bare ønsker å vite litt mer om faget.

Primært er boken skrevet som teoretiske grunnlag for de som ønsker å ta "*Sertifikat for teknisk personale på kinoene*".

Det er laget et kursopplegg, der elevene får veiledning og må besvare oppgaver for å få godkjent den teoretiske delen av opplæringen. Praksisen får man på en lokal kino. Når teorien er bestått og den som er ansvarlig for den praktiske opplæringen mener eleven har tilstrekkelig kunnskap, sender Film&Kino en sensor til kinoen som eksaminerer kandidaten teoretisk og praktisk.

Påmelding og mer opplysning om ordningen finnes på Film&Kino sine nettsider: [Sertifiseringskurs for teknisk personal på kino](#).

Lykke til.

Oslo, 21.januar 2022
Rolv Gjestland

INNHold

Om boken.....	3
INNHold	4
Kompetanseutvikling for kinoansatte.....	13
Et viktig kompetansehevende tiltak	14
Innledning.....	15
1 DIGITAL KINO.....	16
1.1 Utvikling av digital kino	16
1.1.1 Før digitaliseringen av kino	16
1.1.2 Overgang fra analog til digital kino.....	17
1.1.3 Digital Cinema Initiatives, LLC (DCI)	19
1.1.4 Prinsipp for fremstilling av DCP	20
1.1.5 Prinsipp for avspilling av film på kino	21
2 DIGITAL KINOFILM.....	22
2.1 DSM	22
2.2 DCDM (Digital Cinema Distribution Master)	22
2.2.1 MXF Track Files.....	22
2.2.2 Bilder	23
2.2.3 Lyd.....	24
2.2.4 Teksting	24
2.2.4.1 Brent inn teksting	24
2.2.4.2 Teksting / Subtitles.....	25
2.2.4.3 Teksting / Captions	25
2.2.4.4 Tegn-språk.....	26
2.2.5 Synkronisering	26
2.2.6 Ruller	26
2.2.7 DCDM*.....	26
2.3 DCP (Digital Cinema Package).....	26
2.3.1 Tilleggspakke.....	26
2.3.2 Kryptering	27
2.3.3 Komprimering av bildene	27
2.3.4 SMPTE DCP	27
2.3.5 Innholdet i en DCP.....	28
2.3.6 DISTRIBUSJON AV DCP	29
2.3.6.1 Via Nettverk	29
2.3.6.2 Fysisk distribusjon.....	29
2.3.6.3 Satellitt.....	30
2.4 CPL	30
2.4.1 Forskjell mellom DCP og CPL	31
2.4.2 CPL navn.....	31
2.5 KDM	35

3	VISNINGSSYSTEMER.....	37
3.1	Avspillingsserveren.....	37
3.1.1	Nettverkstilkobling.....	39
3.1.2	Innlasting og lagring av DCP	40
3.1.2.1	<i>Innlasting på avspiller fra fysiske media.....</i>	<i>40</i>
3.1.2.2	<i>Innlasting fra nettverk.....</i>	<i>40</i>
3.1.3	Lagring.....	41
3.1.3.1	<i>Båndbredde</i>	<i>41</i>
3.1.4	Mediablokk.....	42
3.1.4.1	<i>Vannmerking.....</i>	<i>42</i>
3.1.4.2	<i>Logger.....</i>	<i>42</i>
3.1.4.3	<i>Mediablokk plassert i ekstern avspiller.....</i>	<i>42</i>
3.1.4.4	<i>Integrert mediablokk (IMB).....</i>	<i>42</i>
3.1.4.5	<i>Sony Integrert server</i>	<i>43</i>
3.1.4.6	<i>Lyd.....</i>	<i>43</i>
3.1.5	Sertifikat.....	43
3.1.5.1	<i>Hente ut sertifikater fra egen avspiller.....</i>	<i>44</i>
3.1.6	Programmer og menyer på avspilleren.....	44
3.1.7	Innlasting av innhold.....	44
3.1.7.1	<i>Innlasting fra separat lagringsmedium</i>	<i>44</i>
3.1.7.2	<i>Innlasting av innhold via nettverk.....</i>	<i>45</i>
3.1.7.3	<i>Direkte avspilling fra harddisk/NAS.....</i>	<i>45</i>
3.1.7.4	<i>Organisering av innhold på avspilleren.....</i>	<i>45</i>
3.1.8	Avspilling.....	46
3.1.8.1	<i>Spillelister</i>	<i>46</i>
3.1.8.2	<i>Planlegger.....</i>	<i>47</i>
3.1.8.3	<i>Spille av SPL.....</i>	<i>47</i>
3.1.9	UPS	48
3.2	Projektoren.....	48
3.2.1	Lysets vei gjennom projektoren	48
3.2.2	Lyskilder.....	49
3.2.2.1	<i>Xenonlamper.....</i>	<i>49</i>
3.2.2.2	<i>Høytrykk kvikksølv damp lamper (HPM/NSH).....</i>	<i>52</i>
3.2.2.3	<i>Laserdioder.....</i>	<i>53</i>
3.2.2.4	<i>Forforlaser</i>	<i>54</i>
3.2.2.5	<i>RGB laser</i>	<i>54</i>
3.2.2.6	<i>Speckle.....</i>	<i>55</i>
3.2.3	DLP projektorer.....	56
3.2.4	SXRD projektorer.....	57
3.2.5	Douser (Dowser).....	59
3.2.6	Objektiver.....	59
3.2.7	Status projektor.....	59

3.2.8	Tilkoplinger til projektor.....	60
3.2.9	Innstillinger på projektoren.....	60
3.2.9.1	Objektivinnstillinger.....	60
3.2.9.2	Tilpasse bildet til lerretet.....	61
3.2.10	Vedlikehold av lampebaserte projektorer.....	62
3.2.10.1	Bytte av HPM lampe.....	62
3.2.10.2	Bytte av xenonlampe.....	63
3.2.10.3	Bytte filtre.....	64
3.2.11	Testbilder og testfilmer.....	65
3.3	Active led skjermer.....	65
3.4	Andre kinosystemer.....	68
3.4.1	IMAX (digital).....	68
3.4.2	Dolby Cinema.....	69
3.4.3	D-Box.....	69
3.4.4	4DX.....	70
3.4.5	ScreenX.....	70
4	PROGRAMMERING OG KONTROLL AV KINOANLEGGET.....	72
4.1	Automatisk mottak av film.....	72
4.1.1	MovieTransit.....	72
4.2	Bibliotekserver og TMS.....	73
4.2.1	Innlasting på avspillingsserver.....	77
4.2.2	Kopiering mellom avspillingsservere.....	77
4.3	Distribusjon av KDM (BaseKey).....	77
4.4	Automasjon.....	78
4.4.1	Styringsautomaten.....	78
5	PROJEKSJON.....	79
5.1	Om lys.....	79
5.1.1	Noen sentrale begreper om lys.....	79
5.1.1.1	Lumen (lm) og ANSI Lumen.....	79
5.1.1.2	Candela (cd).....	80
5.1.1.3	Lux (lx).....	80
5.1.1.4	Luminans.....	80
5.2	Synet.....	80
5.2.1	Øyets oppbygging.....	80
5.2.2	Øyets treghet.....	81
5.2.3	Phi (ϕ)- Fenomenet.....	82
5.2.4	Adaptasjon (Adapsjon).....	82
5.3	Digitale bilder.....	83
5.3.1	Oppløsning.....	83
5.3.2	Formater.....	84
5.3.2.1	Andre formater.....	84

5.3.3	Lysstyrke.....	86
5.3.4	Kontrast	86
5.3.5	Gammakorreksjon	87
5.3.6	Fargetemperatur	87
5.3.7	Farger	88
5.3.7.1	Standardiserte fargerom	90
5.3.7.2	Dolby Vision.....	90
5.3.8	Sub Sampling	90
5.3.8.1	4:4:4.....	91
5.3.8.2	4:2:2.....	91
5.3.9	Komprimering	91
5.3.9.1	JPEG 2000	91
5.3.9.2	MPEG-2.....	91
5.3.9.3	MPEG-4 AVC eller H.264	91
5.3.9.4	ProRes 4.2.2.....	92
5.4	Projeksjonsoptikk.....	92
5.4.1	Projeksjonsforhold	92
5.4.1.1	Zoomobjektiver	92
5.4.1.2	Brennvidde.....	93
5.4.2	Fokus.....	94
5.4.3	Keystone og Lens shift	94
5.4.4	Motoriserte objektiver	95
5.4.5	Anamorforot	95
5.4.6	Blenderåpning.....	96
5.4.7	Høykontrast optikk	96
5.4.8	Faktorer som angår objektivets kvalitet	96
5.4.8.1	Dybdeskarphet.....	97
5.4.8.2	MTF (Modular Transfer Function).....	97
5.4.8.3	Objektivfeil	98
5.4.9	Montering av objektiver.....	99
5.5	Projeksjonsvindu.....	99
5.6	Farlig sone foran projektoren	100
5.7	Lerret.....	102
5.7.1	Refleksjon.....	102
5.7.1.1	Refleksjonsfaktor/Gain.....	103
5.7.1.2	Extinction Ratio.....	103
5.7.2	Lerret typer	103
5.7.2.1	Matt hvit duk.....	104
5.7.2.2	Perleduk.....	104
5.7.2.3	Sølvduker.....	105
5.7.2.4	Real D Ultimate screen	106
5.7.3	Perforeringshull i lerretduken	107

5.7.4	Skjøting av lerret.....	107
5.7.5	Størrelse og form.....	107
5.7.5.1	Størrelse.....	107
5.7.5.2	Lerretets høyde/bredde format.....	108
5.7.5.3	Buet eller flatt lerret.....	108
5.7.6	Rengjøring av lerreter.....	109
5.7.7	Baffelvegg.....	109
5.8	Strølys.....	110
5.8.1	Fremmed lys på lerretet.....	110
5.8.2	Andre typer strølys.....	112
6	STEREOSKOPI / 3D.....	113
6.1	Dybdesyn.....	113
6.2	3D Prosjeksjon.....	114
6.2.1	Vekselvis visning av bildene.....	115
6.2.2	Polarisasjon (RealD, Volfoni m.fl.).....	115
6.2.3	Aktive briller (Xpand m.fl.).....	116
6.2.4	Spektral 3D (Infitek / Dolby / Barco).....	117
6.2.4.1	Med RGB laserprojektorer.....	118
6.2.4.2	Med lampebaserte projektorer.....	119
6.2.5	Samtidig visning av bildene.....	119
6.2.5.1	2 projektorer.....	119
6.2.5.2	Sony 3D.....	120
7	LYD.....	121
7.1	Lydteknikk.....	121
7.1.1	Frekvens.....	121
7.1.2	Bølgelengde.....	122
7.1.3	Amplitude.....	122
7.1.4	Fase.....	123
7.1.5	Stående bølger.....	123
7.1.6	Klangfarge.....	123
7.1.7	Inn- og utsvingningsforløp.....	124
7.1.8	Lydstyrke.....	125
7.1.9	Pink Noise.....	126
7.1.10	Phonkurver.....	127
7.1.11	Veiede kurver.....	127
7.1.12	Dynamikk.....	128
7.1.13	Signal/Støyforhold.....	128
7.1.14	Lydtrykk målt over tid.....	128
7.1.15	Maskering.....	130
7.2	Akustikk.....	130
7.2.1	Etterklang.....	131
7.2.2	Ekkoeffekter.....	133

7.2.2.1	<i>Tiltak mot ekkoeffekter</i>	134
7.3	Digital lyd	134
7.3.1	Samplingsfrekvens og bit-dybde.....	136
7.3.1.1	<i>Samplingsfrekvensen</i>	136
7.3.1.2	<i>Bit-dybde</i>	136
7.3.2	Komprimering	137
7.3.3	Digitale lydformater og systemer	137
7.3.3.1	<i>PCM</i>	137
7.3.3.2	<i>Wave eller Wav format (Waveform Audio File)</i>	137
7.3.3.3	<i>AES3</i>	137
7.3.3.4	<i>S/PDIF</i>	138
7.3.3.5	<i>TOSLink</i>	138
7.3.3.6	<i>IP</i>	138
7.4	Kinolyd	138
7.4.1	Gjengivelse i kinosalen	138
7.4.1.1	<i>Lydnivå</i>	138
7.4.1.2	<i>Frekvensgang</i>	138
7.4.2	Lydformater.....	139
7.4.2.1	<i>5.1 Lyd</i>	139
7.4.2.2	<i>7.1 Lyd</i>	139
7.4.3	Lydanlegg	140
7.4.3.1	<i>Lyd fra avspillingsserver</i>	140
7.4.3.2	<i>Lydkonverter</i>	140
7.4.3.3	<i>Lydprosessor</i>	141
7.4.3.4	<i>Delefilter</i>	142
7.4.3.5	<i>Digital distribusjon av lyd</i>	143
7.4.3.6	<i>Forsterkere</i>	144
7.4.3.7	<i>Høytalerkabler</i>	145
7.4.3.8	<i>Høytalere</i>	146
7.4.4	Immersive Audio ("3D Lyd").....	149
7.4.4.1	<i>IAB (Immersive Audio Bitstream)</i>	150
7.4.4.2	<i>Dolby Atmos</i>	150
7.4.4.3	<i>Auro 3D / Auromax</i>	151
7.4.4.4	<i>Isosono</i>	152
7.4.4.5	<i>DTS-X</i>	152
7.4.5	Synkronisering mellom lyd og bilde	153
8	ANNET INNHOLD	155
8.1	Bildeformater	155
8.2	Avspillere	156
8.2.1	SetTop boks.....	156
8.2.1.1	<i>Rosetta Live</i>	156
8.2.2	BluRay	157

8.2.3	Datamaskin med mediaplayer	158
8.3	Overføringsformater	158
8.3.1	HDMI (High Definition Multimedia Interface).....	158
8.3.2	DVI (Digital Visual Interface).....	159
8.3.3	SDI / HD-SDI	160
8.3.4	SATA / eSATA.....	160
8.3.5	Displayport.....	160
8.3.6	Analoge overføringsformater	160
8.3.6.1	RGB.....	161
8.3.6.2	Composite video	161
8.3.6.3	S-Video (Y/C).....	161
8.3.6.4	VGA	161
8.3.7	Overføring av lyd og bilde fra sal til projektor.....	161
8.4	Innstillinger for bildene i eksterne formater	161
8.5	Lydinnstillinger	162
8.5.1	Embedded lyd.....	162
8.5.2	Skille eller kombinere lyd og bilde.....	162
8.5.3	Analoge lydutganger.....	162
8.5.4	Digitale lydutganger	163
8.6	Synkronisering av lyd og bilde.....	163
8.7	Separat scaler/formatkonverter	164
8.7.1	Inngangssignaler	164
8.8	Konvertere FILM OG BILDER TIL DCP	164
8.8.1	dcp-o-matic.....	165
9	DET ELEKTRISKE ANLEGGET	166
9.1	Elektrisk strøm	166
9.1.1	Elektrisk strøm	166
9.1.2	Elektrisk motstand (Resistans)	166
9.1.3	Elektrisk spenning.....	166
9.1.4	Ohms lov.....	166
9.1.5	Elektrisk krets	167
9.1.6	Jording.....	167
9.1.7	Vekselstrøm.....	168
9.1.8	Likestrøm.....	168
9.1.9	Elektrisk effekt	168
9.1.10	Enfase og trefase strøm.....	169
9.1.11	Seriekopling og parallellkopling	169
9.2	Komponenter i det elektriske anlegget.....	169
9.2.1	Kapasitans.....	170
9.2.2	Induktans	170
9.2.3	Impedans.....	170
9.2.4	Transistor.....	170

9.2.5	Sikringer.....	171
9.2.6	Tavler / Fordelingsskap	173
9.2.7	Transformatorer	173
9.2.8	Batterianlegg.....	174
9.2.9	Motorer	174
9.2.10	Likerettere.....	175
9.2.11	UPS (Uninterruptible Power Supply).....	175
9.2.12	Reléer	175
9.2.13	PLS	176
9.2.14	Elektronisk utstyr	176
9.2.15	Skjermet kabel	176
9.2.16	Balansert linje	176
9.3	Belysning og lysdempere	176
9.3.1	Glødelamper (220V)	177
9.3.2	Lavvolt halogenglødelamper.....	177
9.3.3	Lysrør og kompaktlysrør	177
9.3.4	Energisparelamper (sparepærer).....	178
9.3.5	LED.....	178
9.3.6	Demping av lyset	178
9.4	Belysning for sikkerhet og rømning.....	179
9.4.1	Markeringslys.....	179
9.4.2	Ledelys	180
9.4.3	Trinnlys	180
9.5	Forteppe og maskering.....	180
9.5.1	Forteppe	180
9.5.2	Maskering.....	181
10	ANALOG FILM	183
10.1	Filmmateriale	183
10.1.1	Base.....	183
10.1.2	Emulsjon.....	183
10.2	Filmens dimensjoner	184
10.3	Fargefilm	185
10.4	Lydsystemer	186
10.5	35 mm FILM.....	187
10.5.1	35mm bildeformater.....	187
10.5.2	Overkjøringsmerker	188
10.5.3	Tommer	189
10.5.4	Lyd for 35mm film	189
10.5.5	Hvor lang tid tar filmen.....	190
10.6	Kinomaskiner	191
10.6.1	Projeksjonsverket	191

10.6.1.1	<i>Maltaserkors</i>	193
10.6.1.2	<i>Lampehus</i>	193
10.7	16mm film	194
10.7.1	16mm filmformater	194
10.7.2	16mm projektorer	195
10.7.3	Rykkemekanismen	195
10.7.4	Lyskilder for 16mm projeksjon	196
10.7.5	16mm lyd	196
10.8	70mm film	197
10.8.1	70 mm kinomaskin	198
10.8.2	70mm filmformat	198
10.8.3	70mm lyd	199
10.9	Analog 3D film	200
10.10	Andre filmsystemer	200
10.11	Storbildeformater	200
10.11.1	Showscan	201
10.11.2	IMAX (analog)	201
11	Å VÆRE ARBEIDSTAKER	204
11.1	Arbeidsmiljøloven skal sikre et godt og trygt arbeidsmiljø!	204
11.1.1	Lovens formål	204
11.1.2	Arbeidsgivers plikter	204
11.1.3	Arbeidstakers medvirkningsplikt	205
11.2	Verneombud	205
11.3	Ros-analyse	206
11.3.1	Eksempel på HMS-rutine i store kinoer	206
11.4	Kort om fagforbundet	207
11.5	Partene i arbeidslivet	208
11.6	Lønnsforhold	208
11.7	Kompetanseutvikling	209
11.8	Heltid - Deltid	209
11.9	Tverrfaglig samarbeid	209
	Litteratur	210
	Takk	211

Kompetanseutvikling for kinoansatte

Fagforbundet er glad for at vi i samarbeid med Film & Kino kan tilby kinoansatte og andre interesserte Kurs i digital kinoteknikk. Fagforbundet arbeider for at alle ansatte får muligheten til kompetanseutvikling på sitt fagområde.

Læring i voksen alder er ofte nært knyttet til arbeidslivet. Det daglige arbeidet er i seg selv en viktig læringsarena.

Fagforbundet vil være en pådriver i utviklingen av grunn-, etter og videreutdanningstilbud på alle nivå og vil arbeide for at den enkeltes faglige kompetanse skal nyttes best mulig av arbeidsgiver og i det enkelte arbeidsfellesskap.

Kompetanseheving og egenutvikling skal gi utviklingsmuligheter på arbeidsplassen og økonomisk uttelling. Vi håper at du som gjennomfører kurset finner det nyttig for din arbeidshverdag. Vi ønsker deg også velkommen som medlem i Fagforbundet.

Oslo, januar 2022

May-Britt Sundal
Leder yrkesseksjon kirke, Kultur og oppvekst
Arbeidsutvalget

Et viktig kompetansehevende tiltak

Vår mangeårige ansatt og nå samarbeidspartner Rolv Gjestland har tatt initiativ til og gjennomført en ny og oppdatert versjon av læreboka som gir grunnlag for en sertifisering av kinomedarbeidere som jobber med digital kinoteknikk. Det har skjedd en del siden sist. Det er viktig både for medarbeideren og kinobedriften at det finnes en sertifisering som dokumenterer at medarbeideren har tilegnet seg kunnskap for å utføre sitt arbeid. Slik får også kinobedriftene hevet sin kompetanse gjennom sine medarbeidere. Sertifiseringen, som er et frivillig tilbud, består av et brevkurs, praktisk opplæring og en avsluttende prøve på den kinoen eller det anlegget der kandidaten har sin praksis. Vi vil rette en takk til Fagforbundet som igjen er med på å gjøre denne læreboken mulig, og vi håper at både kinobedriftene og medarbeiderne ser viktigheten av sertifiseringen.

Oslo, 13. januar 2022
Guttorm Petterson
Adm. direktør
Film & Kino

Innledning

Kinoens oppgave er å reprodusere filmer slik at de gjengis akkurat slik filmskaperne har ment de skal være. Det ikke er mulig å kopiere forholdene eksakt slik filmen er skapt, fordi alle saler er forskjellige, og fordi kinosaler har mange plasser og ikke alle er like gode. Likevel kan man si at:

Kinosalen er det eneste stedet som kan garantere visning av filmene i pakt med filmskaperens intensjoner.

For å gjenskape filmen finnes det en rekke standarder og anbefalinger for kinosaler. Det gjelder både utstyret som brukes, rommet der filmen vises og måten filmen vises på. Denne boken vil i hovedsak ta for seg filmsystemene, utstyret som finnes på kinoen, og hvordan det skal brukes for at publikum skal oppleve filmen slik den er ment å oppleves.

Å lage en film er en lang prosess som involverer mange mennesker og mye penger. Det legges stor vekt på alle detaljer i filmen for at den skal tilfredsstillende filmskaperens visjoner. Ta deg gjerne tid til å sjekke alle funksjonene som skal til for å lage en film, slik de f.eks. beskrives i filmens rolleliste. En dårlig visning er et inngrep i filmens uttrykk, og kan ødelegge filmopplevelsen for publikum. Hver visning er like viktig, fordi de som sitter i salen har tatt seg bryet med å komme til kinoen, og har betalt for å se filmen. Er det feil i visningen er det med på å bryte ned oppfatningen om at kinoen er det beste stedet å oppleve film, og på sikt bryter det ned kinoens status.

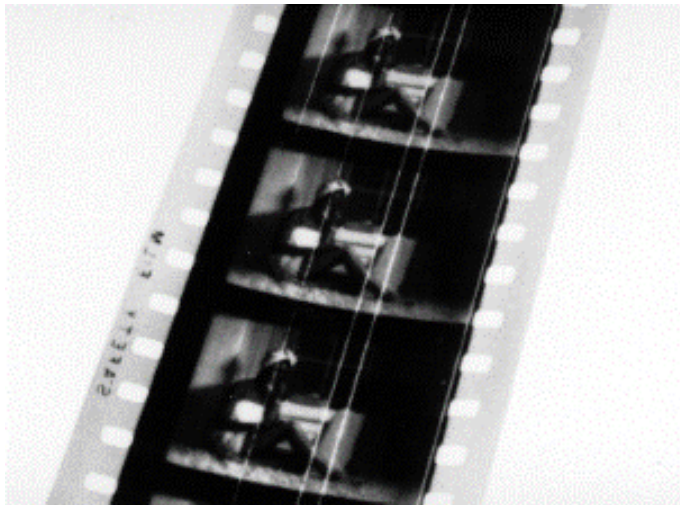
1 DIGITAL KINO

1.1 Utvikling av digital kino

1.1.1 Før digitaliseringen av kino

Frem til rundt år 2010 ble kinofilmer stort sett vist på 35mm film, og slik hadde det vært siden kinoens barndom på begynnelsen av 1900 tallet. Filmkopier var kostbare, så for de fleste kinoene var antall kopier i distribusjon den store begrensningen for når de fikk tilgang til filmen, og hvor lenge de fikk lov til å beholde den. Mindre kinoer måtte ofte vente flere måneder før de fikk leie en kopi.

Etter hvert som filmen ble spolt opp, skjøtt sammen i store ruller, kjørt mange forestillinger, spolt av og transportert til neste kino, ble kvaliteten forringet. Filmen kunne få striper og bli skitten. Etter en tid var kvaliteten blitt vesentlig dårligere enn da kopien var ny.



Figur 1-1: Eksempel på stripet film (Kodak)

Visningene var avhengig av at maskinisten fokuserte bildene, at bildeutsnittet på lerretet var korrekt osv.

For å redusere produksjonskostnadene ble filmene kopiert i stor hastighet og kvaliteten på 35mm kopiene var ofte dårlig. Det hendte den var så dårlig at publikum klaget.

Men når analog film blir laget under optimale forhold har den svært høy kvalitet. Fremdeles velger noen filmskapere å ta opp filmene sine på analog film, og 70mm film har fått en liten renessanse de senere årene.

På 1940-tallet kom de første projektorene som kunne vise elektroniske bilder. Kvaliteten var dårlig, og projektorene hadde lite lys. Det var ikke noe alternativ for kinoer.

På midten av 1980-tallet kom de første HDTV-formatene. Dvs formater med omtrent dobbelt så mange linjer som på datidens standard TV-formater. Bildeformatet ble endret fra 4:3 til 16:9. I tillegg hadde HDTV bedre farger og flere lydkanaler. HD

formatene fikk etter hvert sitt gjennombrudd på TV, men ikke på kino. Det ble etablert noen få videokinoer, men de hadde kort levetid.



Figur 1-2: Tidlig HD-Projektor (Eidophor)

På 1990-tallet skjedde det stor utvikling av projektorer for elektroniske bilder. De ble etter hvert mer lyssterke, og enklere å sette opp, men det var ikke før andre halvdel av 1990-tallet at det kom et gjennombrudd for lyssterke projektorer. Prinsippet som ble brukt baserte seg på Texas Instruments (TI) sin DLP-teknologi, som ble lansert i 1994. DLP teknologien brukes i dag i de fleste digitalkinoprojektorer, og blir beskrevet senere i boken.

1.1.2 Overgang fra analog til digital kino

DLP teknologien ble utviklet videre, og på slutten av 1990-tallet presenterte TI en ny DLP-versjon med høyere oppløsning og større kontrast. Denne ble brukt til det som regnes som den første utgaven av digital kino: visningen av *StarWars Episode 1 – The Phantom Menace* på 4 kinoer i USA i 1999.

Publikums reaksjon var positiv, og førte til stor oppmerksomhet rundt digital kino. Den 25.4.2001 arrangerte Film&Kino den første norske digitalkino-visningen på Filmens Hus i Oslo, men ennå skulle det gå noen år før gjennombruddet.



Figur 1-3: Tidlig
Digitalkino projektor
(Christie DCP-H)

Hvis utviklingen av digital kino hadde vært overlatt til markedet, der ulike selskaper måtte sloss for at deres teknologi skulle bli en del av systemet, ville det tatt svært mange år å få utviklet felles standarder. Hollywood-studioene tok derfor saken i egne hender, og opprettet en gruppe for å lage spesifikasjoner for et digitalkinosystem. Utvalget fikk navnet Digital Cinema Initiatives LLC (DCI), og la frem sin første versjon av spesifikasjonene sommeren 2005.

Selv om DCI kom med sine spesifikasjoner, var det en lang vei frem til å få systemet til å fungere uten konflikter mellom utstyr av ulike fabrikater, til å få laget standarder og at filmer mastret på ulike steder kunne spilles på alle systemene.

For å forsikre seg om at utstyret som benyttes oppfyller alle kravene i DCI spesifikasjonene, fikk DCI utviklet testprosedyrer for digitalt kinoutstyr, kalt CTP (Compliance Test Plan). De har avtale med tre selskap, to i California (USA) og ett i Japan, om sertifisering av projektorer og servere, og på DCI sin hjemmeside, www.dcinovies.com, finnes oversikt over utstyr som er godkjent.

Når kinoene ble digitalisert var besparelsen for distributørene stor fordi de ikke måtte å lage dyre filmkopier, mens kinoene fikk store utgifter til anskaffelse av digitale projeksjonssystemer. For å finansiere omleggingen ble det derfor utviklet en modell der

distributørene betalte en avgift hver gang en film ble satt opp på en kino, kalt VPF (Virtual Print Fee = Virtuell kopi-avgift).

I Norge gikk hele bransjen sammen om omleggingen, der Film&Kino forhandlet VPF avtaler med studioene i Hollywood og med de uavhengige distributørene. F&K bidro også med 100 mill kr. bl.a. for å sikre at alle norske kinoer skulle få mulighet for å være med. I stedet for at norske kinoer ble lagt ned som følge av omleggingen, økte faktisk antall kinoer, og besøket på små kinoer økte vesentlig fordi de raskere fikk tilgang til aktuelle filmer.

1.1.3 Digital Cinema Initiatives, LLC (DCI)

DCI ble opprettet i 2002 av de daværende 6 Hollywood-studioene (Disney, Fox, Paramount, Sony Pictures, Universal Pictures og Warner Bros) for å utarbeide spesifikasjoner for et digitalt kinosystem. Fox ble senere kjøpt opp av Disney. Det er ikke mange kinoer i verden som ikke har filmer fra disse studioene som en viktig inntektskilde, så DCI ble raskt synonymt med det globale kinoformatet alle de store bransjeorganisasjonene ønsket seg.

Sommeren 2005 la DCI frem første versjon av spesifikasjonene (DCI Specification, Version 1.0). Spesifikasjonene blir stadig oppdatert, og det kommer korrigeringer (errata) som legges til. Av og til samles disse til en ny versjon. I skrivende stund er det DCI Specification, Version 1.4.1, publisert 13. oktober 2021 som gjelder. Siste versjon finnes tilgjengelig på DCI sine nettsider:

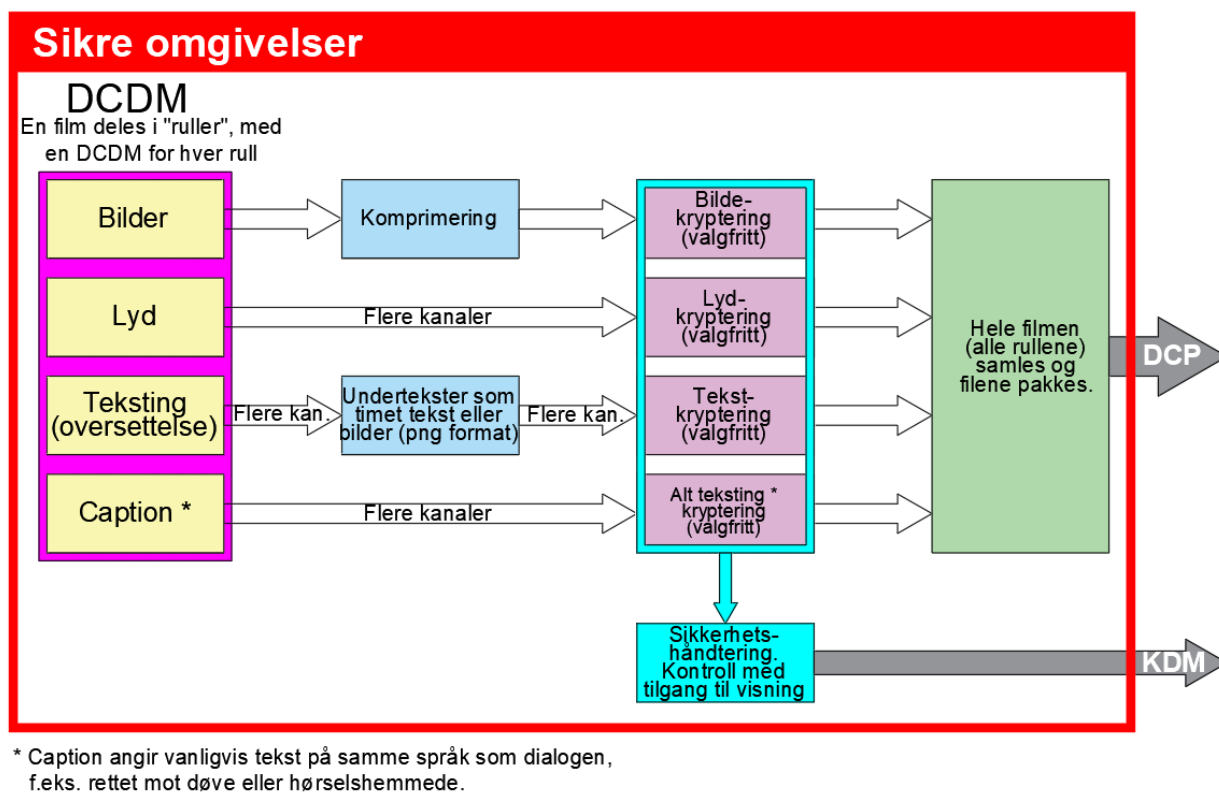
www.dcinovies.com.

DCI-spesifikasjonene er grunnlaget for det digitale kinoformatet, og danner utgangspunktet for standardene som er nødvendig for å få et fungerende system. Det er et krav om åpne standarder, slik at utstyr fra ulike fabrikanter kan inngå i samme anlegg.

Det er organisasjonen [SMPTE](http://www.smpte.org) (Society of Motion Picture and Television Engineers) som standardiserer det digitale kino-systemet.

1.1.4 Prinsipp for fremstilling av DCP

I et digitalt kinosystem lages filmene som en pakke med filer, kalt Digital Cinema Package (DCP) som distribueres til kinoene hvor filene lagres, pakkes ut, bearbeides i projeksjonssystemet og gjengis via det kinotekniske anlegget.



Figur 1-4 viser prinsippet for hvordan en DCP lages.

Formatet på den ukomprimerte og ukrypterte kinofilmen kalles DCDM. For ikke å få for store filer, deles filmen som regel opp i ruller. På samme måte som 35mm film ble distribuert i ruller.

DCDM består av bilder, lyd, og eventuell teksting (oversettelse) og/eller forklarende tekst. Den kan også ha separat teksting for hørselshemmede eller kommentarspor synshemmede.

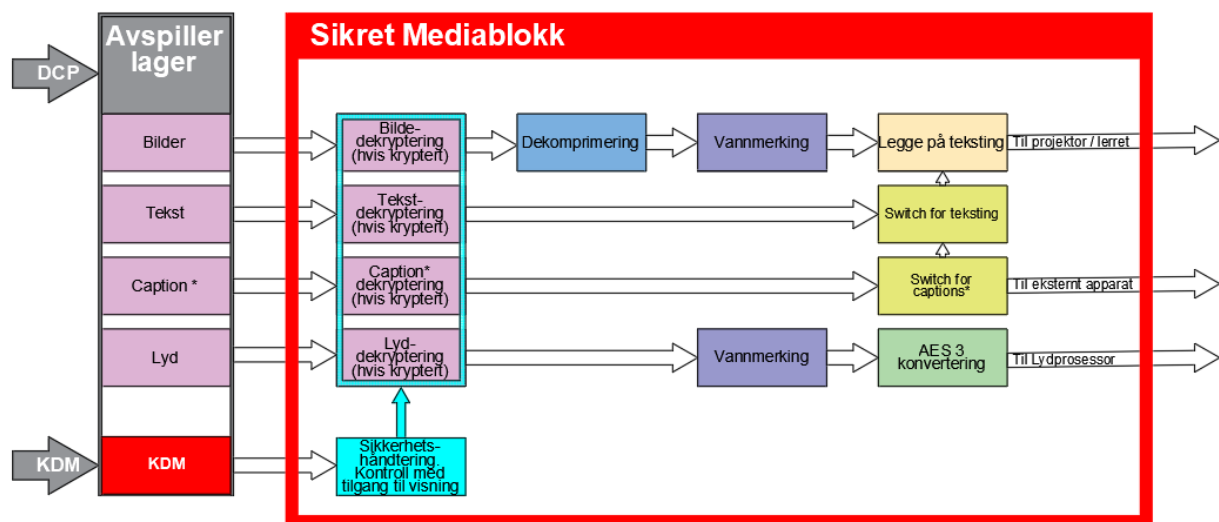
Bildene komprimeres for å redusere filstørrelsen. Lyden er ukomprimert, og består av mange kanaler. For enkelt å kunne tekste filmen, kan tekstingen leveres på ulike språk separat fra bildene. For å gjøre filmen tilgjengelig for alle, kan det legges inn forklarende tekst og lydspor for hørselshemmede og synshemmede, som de kan lese eller høre via egne apparater. Bilder, lyd og tekst kan krypteres, slik at kun de anleggene som blir gitt tilgang kan spille dem av. For å gi tilgang, må det lages en digital nøkkel, kalt en KDM (Key Delivery Message). Nøkkelen gjelder for en bestemt versjon av filmen på ett bestemt anlegg i et angitt tidsrom.

Figur 1-4: Prinsipp for fremstilling av DCP (fritt etter DCI)

Alle filene, i alle rullene som utgjør filmen, pakkes sammen med nødvendige filer for å kunne spille av filmen. Denne pakken med filer kalles Digital Cinema Package (DCP), og det er den som distribueres til kinoene.

1.1.5 Prinsipp for avspilling av film på kino

Figur 1-5 viser prinsippet for avspilling i et digitalt kinosystem. Avspillingsserveren består bl.a. av en lagringsdel, hvor mange filmer og annet innhold kan lagres, en prosesseringsdel der filmen behandles innenfor et sikret skall, kalt en Mediablokk, og et brukergrensesnitt for å styre og kontrollere avspillingen. Programvaren benevnes SMS (Screen Management System). Mediablokken kan ligge sammen med lagringsdiskene i en separat enhet med kabel til projektoren, eller være integrert i projektoren, som en IMB (Integrated Media Block).



* Caption angir vanligvis tekst på samme språk som dialogen, f.eks. rettet mot døve eller hørselshemmede.

Figur 1-5: Prinsipp for avspilling av DCP (fritt etter DCI)

Hvis filmen er kryptert, kreves det en KDM for å kunne spille den av. Dette er en liten fil som sendes separat, via internett, på en minnepinne el.l. og installeres på avspillingsserveren.

2 DIGITAL KINOFILM

2.1 DSM

For de fleste spillefilmer som produseres lages det en digital master, som kalles Digital Source Master (DSM). Denne er utgangspunkt for alle andre digitale formater, slik som digital kino, strømming, DVD/BluRay, TV-formater, arkivformater osv. I noen tilfeller lages det også en 35mm filmkopi fra denne masteren.

DSM er ikke et standardisert format, og ulike produksjoner og postproduksjonssteder bruker det eller de formatene for DSM som best oppfyller deres behov og økonomi.

2.2 DCDM (Digital Cinema Distribution Master)

Formatet for film i digitale kinoanlegg kalles *DCDM* (Digital Cinema Distribution Master), og mastres fra DSM, eller en annen versjon av filmen. DCDM inneholder all bilde-, lyd- og tekstinformasjon. I tillegg inneholder den filer for å synkronisere avspillingen av bilde, lyd og teksting, metadata, kontrollsystemer osv.

Det kan finnes mange ulike versjoner av en DCDM, med ulike språk, både talespråk og teksting, ulike lydformater osv. Når filmen skal spilles av, må det være entydig hvilke filer som inngår i avspillingen. Hver versjon har derfor sin unike spilleliste som angir hvilke filer som inngår i denne versjonen. Denne listen med filer kalles en CPL (Content PlayList).

2.2.1 MXF Track Files

Mxf er et standardisert format for utveksling av filer (**M**aterial **eX**change **F**ormat).

TrackFiles er betegnelsen på de filene som skal spilles av synkront under avspillingen av filmen, Dvs bilder, lyd og tekst, og



Figur 2-1: TrackFile struktur (DCI)

evt også andre (auxiliary) filer. Filene inneholder metadata for å synkronisere avspillingen med resten av innholdet. Alle TrackFiles har sin egen unike ID. ID systemet heter *UUID* (Universal Unique Identifier), og er en internasjonal standard utarbeidet av IETF (Internet Engineering Task Force).

2.2.2 Bilder

I DCDM ligger bildene enkeltvis, som TIFF-filer, i en mxf TrackFile.

Det er definert to ulike nivåer for oppløsningen, angitt etter antall piksler horisontalt (der K = kilo = 1000):

- 4K: 4096 x 2160 piksler (BxH)
- 2K: 2048 x 1080 piksler (BxH)

4K bildefiler kan spilles av på 2K projeksjonssystemer, der de projiserte bildene vil ha 2K oppløsning. Tilsvarende kan 2K bildefiler spilles av på 4K projeksjonssystemer, men oppløsningen i bildene på lerretet vil bare være 2K.

Maksimalt antall piksler som systemet kan gjengi horisontalt og vertikalt, kalles *Systemets kontainer*. Alle bildene må passe innenfor denne, enten i 2K eller 4K oppløsning, men ikke alle pikslene i kontaineren må være aktive (inngå i bildet).

Bare de aktive pikslene skal beskrives, der første piksel ligger øverst i venstre hjørnet i bildet. Det er ikke akseptert å strekke pikslene horisontalt eller vertikalt for å fylle hele kontaineren, f.eks. for å utnytte alle pikslene i DCDM-formatet horisontalt og vertikalt. Pikslene i kontaineren skal være kvadratiske.

Bildehastigheten oppgis som *bps* (bilder per sekund). Alle digitalkinosystemer skal minimum støtte 3 nivåer:

- 2K med 24 bps
- 2K med 48 bps
- 4K med 24 bps

Mange systemer støtter i tillegg andre bildehastigheter. For eksempel er 25 eller 50 bps mye brukt i Europa, siden denne hastigheten er kompatibel med europeiske TV-systemer.

Andre hastigheter som kan forekomme er 16 / 25 / 30 / 50 / 60 / 96 / 100 / 120 / 240 (og flere) bps. Men selv om filmen er tilgjengelig i en av disse versjonene, skal det være en versjon tilgjengelig i ett av de tre hovednivåene i listen over, selv om kravet ikke alltid overholdes.

På 3D filmer vises det ulike bilder til høyre og venstre øye. Med én projektor skjer det vanligvis ved at bilde til høyre og venstre øye vises vekselvis, minimum 24 bps pr øye, som gir en visningshastighet på 48 bps.

Dersom bildehastigheten ikke er 24 bps, skal dette komme frem i CPL-navnet (beskrives senere i kap 2.4.2).

For alle anlegg skal det være tilgjengelig informasjon hvilke bildehastigheter som støttes, ut over 24 og 48 bps. Sjekk dette i den salen / de salene du betjener.

2.2.3 Lyd

Lyden ligger i en mxf Track File. Formatet i DCDM er en videreutviklet versjon av wav-formatet (Waveform Audio File), kalt Broadcast Wave Format (BWF). Lyden er ukomprimert, med 24 bits per sampling og 48 eller 96 kHz samplingsfrekvens. Dette blir nærmere beskrevet i kap 7.3 (digital lyd).

Det er avsatt 16 kanaler til lyd og synkronisering, vist i tabellen nedenfor.

Tabell 2.1: Fordeling av lydkanaler i en DCDM (kilde: ISDCF)

Kanal i DCDM	Kanal i sal	Beskrivelse
1	L	Venstre front
2	R	Høyre front
3	C	Senter front
4	LFE	Dypbass
5	Ls	Venstre surround (5.1 format) eller Venstre Side Surround (7.1 format)
6	Rs	Høyre surround (5.1 format) eller Høyre Side Surround (7.1 format)
7	HI	For hørselshemmede (vekt på dialog)
8	VI-N	For synshemmede (narrativ beskrivelse)
9	Lc	Venstre ekstra (mellom senter og venstre front)
10	Rc	Høyre ekstra (mellom senter og høyre front)
11	Lrs	Venstre surround bak
12	Rrs	Høyre surround bak
13	Bevegelse kontr	Synkroniseringssignal (D-Box m.fl.)
14	Synk-signal	Ekstern synk, kun for SMPTE DCP
15	Tegn-språk	Reservert for tegn-språk (video)
16	--	Ubenyttet (pr desember 2021)

2.2.4 Teksting

Teksting av film kan gjøres på ulike måter. Type teksting vises i CPL-navnet (kap 2.4.2).

2.2.4.1 Brent inn teksting

Det enkleste er at tekstingen er en del av bildefilen, og vises sammen med bildene på alle visninger. Det kalles ofte at tekstingen er *brent inn* på filmen, slik det ble gjort på 35mm film. Denne tekstingen er en del av filmen og kan ikke fjernes.

På 3D filmer må tekstingen ligge slik at det ikke er noen elementer i bildene som ser ut som de ligger foran tekstingen. Det kunne vært løst ved å plassere tekstingen på steder i bildet der alle elementene synes å ligge i eller bak lerretplanet. Det ville ført til at tekstene ble vist på forskjellige steder i bildet, avhengig av scenene i filmen, og det ville vært forstyrrende og ubehagelig. I stedet flyttes tekstene inn og ut fra lerretplanet slik at det aldri ser ut som noen elementer i bildene ligger foran teksten. Det ville kreve veldig stor prosessorkraft å ha dynamisk teksting, der tekstene flyttes kontinuerlig ut eller inn i forhold til lerretet (langs z-aksen). Inntil dette er løst, vil 3D-filmer ha teksting som er brent inn på filmen.

2.2.4.2 Teksting / Subtitles

Det lages som regel teksting av dialogen i filmen på ulike språk. Ved å lagre ulike språkversjoner som separate filer, kan man velge tekstespråket ut fra hvilke som er tilgjengelig. På engelsk kalles denne typen teksting for *subtitles*. I Norge brukes denne typen teksting også på norsk språk, på norske filmer, for å gjøre dialogen tilgjengelig for døve og hørselshemmede.

Under avspilling kan tekstingen rendres på to måter:

- Som tidsbestemt tekst (*timed text*), der teksten rendres inn i bildene under avspilling. Teksten kan enten genereres i avspillingsserveren eller i projektoren, avhengig av innstillingene i projeksjonssystemet. Metadata styrer skrifttype (font), skriftstil, størrelse, farge osv. De angir også hvor i bildet teksten skal plasseres, og tidskoden for når den enkelte teksten skal settes inn og hvor lenge den skal være synlig.
- Som bildefiler i .png format (*subpicture*), som settes inn over bildene ved visning. Png bildene må ha samme oppløsning som bildene i DCDM (2K eller 4K). Metadata styrer tekst inn tidspunkt og varighet, plassering i bildet osv.

2.2.4.3 Teksting / Captions

I noen land (spesielt USA) brukes ofte en annen måte å tekste filmer på, hvor tekstingen har samme språk som dialogen og hvor det kan være lagt inn beskrivelse av lyder i filmen (f.eks. "det høres et smell på høyre side"). Slik teksting er som regel rettet mot døve og hørselshemmede. Denne formen for teksting kalles *captions* på engelsk. Hvis teksten rendres inn i bildene og vises på lerretet betegnes den som *Open Captioning*. Hvis den er laget for å vises via en separat skjerm, som f.eks. et nettbrett, en separat skjerm i salen, briller hvor teksten kan genereres i brilleglassene el.l. betegnes den som *Closed Captioning*. I Norge brukes captions svært sjelden

2.2.4.4 Tegn-språk

I noen spesielle regioner (f.eks. noen områder i Brasil), brukes et spesielt tegnspråk, som ikke kan gjengis med tekste-metodene som er beskrevet over. Derfor er lydkanal 15 (se tabell i avsnittet om lyd ovenfor) avsatt til denne type teksting.

2.2.5 Synkronisering

Alle bilderutene i en film er nummeret for å synkronisere bilder, lyd og tekst (trackfiles) ved avspilling. Metadata styrer synkroniseringen av disse filene ved avspilling, slik at lyd og tekst alltid følger bildene.

2.2.6 Ruller

For å unngå veldig store filer, som kan skape problemer ved distribusjon og avspilling, deles vanligvis en spillefilm opp i ruller (reels). Lengden på rullene bestemmes av innholds-leverandøren. Vanlig lengde kan være 10-20 min pr rull. Hver rull nummereres som Reel_1, Reel_2, ..., Reel_n og lagres i separate mapper.

2.2.7 DCDM*

Når en film spilles av, er bildefilene dekomprimert og tilnærmet lik bildefilene i den opprinnelige DCDM. Sammen med alle de andre filene i filmen kalles den gjenopprettede versjonen for DCDM* for å markere at den er behandlet.

2.3 DCP (Digital Cinema Package)

Når DCDM skal distribueres til kinoene, komprimeres bildefilen for å redusere filstørrelsen. I tillegg kan bilde, lyd og teksting krypteres for å sikre mot ulovlig visning og kopiering av filmen, eller deler av den. Hver av rullene i DCDM behandles separat. Til slutt lages det en pakke med alle rullene og alle filene som er nødvendig for avspillingen. Denne pakken med filer kalles en Digital Cinema Package, forkortet til DCP, som er den vanlige betegnelsen på filmen som distribueres ut til kinoene.

2.3.1 Tilleggspakke

Til originalversjon (OV) av en film kan det lages tilleggspakker (*supplemental package*) som inneholder endringer eller tillegg til originalversjonen. Endringene kalles versjonsfiler (VF) som bl.a. kan:

- Fjerne sekvenser i originalversjonen, f.eks. pga sensurregler el.l.
- Sette inn ny(-e) bildefil(-er) for å legge til eller endre sekvenser i filmen, f.eks. for å rette opp feil (effekter, farger osv), endre slutten på filmen osv.
- Bytte original lydfil med en annen, hvor f.eks. dialogen er dubbet til et annet språk, for å rette opp hvis lyden er usynk med bildene, endre lydformatet (5.1 til 7.1 eller omvendt) osv
- Legge til teksting på andre språk enn talespråket, eller legge til teksting på originalspråket rettet mot døve og hørselshemmede.

2.3.2 Kryptering

Bilde, lyd og teksting kan krypteres for å sikre filmen mot piratkopiering eller ulovlig visning. For digital kino brukes AES 128 kryptering (Advanced Encryption Standard), som har svært høy sikkerhet.

2.3.3 Komprimering av bildene

Når det lages en DCP fra en DCDM, komprimeres bildene for å redusere pakkestørrelsen. Komprimeringsformatet som benyttes er JPEG 2000 (Joint Photographers Expert Group), som er en åpen standard for bildekomprimering. En av fordelene med JPEG 2000 er at en film i 2K oppløsning kan spilles av både i et 2K og i et 4K anlegg. Tilsvarende kan en 4K film spilles av i 2K i et 2K anlegg. Dvs at samme DCP kan brukes, enten projeksjonssystemet har 2K eller 4K oppløsning, noe som forenkler distribusjonen av filmene vesentlig.

2.3.4 SMPTE DCP

Standardiseringen av formater er en omfattende og langvarig prosess som går gjennom mange stadier, fra utkast til endelig versjon. Det er organisasjonen SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) som håndterer standardiseringen. I påvente av et standardisert format for DCP, har det vært et midlertidig format, kalt **Interop DCP**.

Det har tatt mange år å standardisere DCP formatet og teste at det fungerer på alle godkjente systemer på alle kinoer.

I 2017 startet så smått distribusjonen av **SMPTE DCP** og er nå det vanligste DCP-formatet.

SMPTE DCP gir flere muligheter for å kunne spille av nye formater, inkludere flere versjoner i samme pakke, og for å forbedre avspillingen på kinoene.

Her er noen av endringene:

- Tekstingen er en mxf track file og kan krypteres
- Rutingen av lydkanalene er entydige
- Lydkanalene kan formidle andre typer data, for eksempel for syns-/hørselshemmede, synksignaler for synkronisering mot eksterne enheter osv
- Lyd for nye lydformater (immersive audio etc)
- Mulighet for å legge inn markere for å forenkle og forbedre avspillingen i kinoer:
 - FFOC (First Frame of Composition)
 - FFEC (First Frame of End Credits)
 - FFMC (First Frame of Moving Credits)
 - LFOC (Last Frame of Composition)

2.3.5 Innholdet i en DCP

En DCP inneholder normalt alle filene som er nødvendig for å kunne spille av en film, men ikke alle filene må være med. I så fall kreves det en tilleggs-DCP som inneholder de manglende filene. En DCP kan også inneholde flere versjoner av filmen, for eksempel flere talespråk eller tekstversjoner osv.

Assetmap.xml er en xml fil som inneholder en liste over alle filene som er inkludert i en DCP. Alle DCPer må ha denne filen.

Volindex.xml er en xml fil som identifiserer hvilke disk (volumer) DCPen er lagret på, om den er lagret på flere disk.

Packing List (PKL) er en xml fil som identifiserer filene i DCPen, og kontrollerer filstørrelser. Brukes ved innlasting av filmer for å sikre at alle filene er lastet inn uskadet og uendret.

Composition Playlist (CPL) angir hvilke filer som inngår i en bestemt versjon av filmen, og hvordan innholdet skal spilles av (se kapittel 2.4).

Bilde mxf fil inneholder bildene. Det kan være flere bilde-mxf filer i en DCP

Lyd mxf fil inneholder lyden. Det kan være flere lyd-mxf filer i en DCP.

Tekst, som vil være en **mxf fil** i en SMPTE DCP eller en **xml fil** i en InterOp DCP. Det kan være flere tekst-filer i en DCP

En film kan bestå av filer fra ulike DCPer. Det kan f.eks. skje ved at kinoen får tilsendt en Version File (VF / Supplemental Package). Denne inneholder en ny CPL som refererer til filene både i den opprinnelige OV pakken og VF-pakken. På noen systemer kan det forekomme at den opprinnelige DCPen (OV)

må installeres før tilleggspakken (VF), hvis ikke kan det hende filmen ikke kan spilles.

2.3.6 DISTRIBUSJON AV DCP

Det er ulike måter å distribuere DCPer på. Siden det ikke skjer noen bearbeiding/ending av innholdet i distribusjonen, velges den måten som er mest hensiktsmessig for eieren/distributøren av innholdet.

2.3.6.1 Via Nettverk

Den vanligste måten å distribuere DCPer på i Norge, er via nettverk. En slik distribusjon krever en stor båndbredde/raskt nett. For store kinoer, med mange saler og som viser mange filmer, kreves større hastighet i nettverket, mens det for de minste kinoene kan være tilstrekkelig med en båndbredde på minst 40-50 Mbps. Med denne hastigheten kan det ta lang tid å overføre en film til kinoen. Det finnes applikasjoner for å følge en overføring, for å være sikker på at den blir lastet inn i tide. Om det skulle være et problem med overføringen, kan det evt sendes en harddisk

Det finnes pr august 2020 to systemer for å distribuere filmer via bredbånd/VPN i Norge. Det er filmdistributøren som velger hvilket system/hvilken leverandør de vil bruke for å distribuere sine filmer.

Unique Digital Nordic (UDN) i Bergen, er dominerende og har installert sitt MovieTransit system (se Kap 4.1) for mottak av film på tilnærmet alle norske kinoer. Installasjonen består av en bredbåndstilkopling, programvare i tillegg til en MovieTransit-boks på kinoanlegg som ikke har separat RosettaBridge TMS (se kap 4.2). De fleste MovieTransit boksene har Rosetta programvare som i tillegg gir økt funksjonalitet. Distributørene leverer ulike versjoner av filmen til UDN, som distribuerer de versjonene som er bestilt til de ulike kinoene.

Éclair Theatrical Services (eiet av Deluxe) har en tilsvarende løsning som er installert på en del kinoer i Norge, og det forventes at antallet vil øke.

2.3.6.2 Fysisk distribusjon

En DCP kan lagres på en harddisk som sendes til kinoen. Kinoen laster inn DCPen på sin egen TMS/bibliotekserver eller avspillingsserver, og kan evt sende disken videre til en annen kino. Når alle som skal bruke harddisken har fått filmen, skal den returneres til distributøren, eller den som distribuerer diskene på vegne av distributøren. Returadresse skal følge med disken. Denne metoden benyttes som regel bare når filmen har svært begrenset distribusjon, til spesialvisninger, filmfestivaler ol.



Figur 2-2:
Transportkoffert for DCP
harddisker (CRU)

Korte filmer, slik som trailere, korte kortfilmer etc, kan lagres på en USB minnepinne og sendes til kinoen, men det gjøres svært sjelden.

2.3.6.3 Satellitt

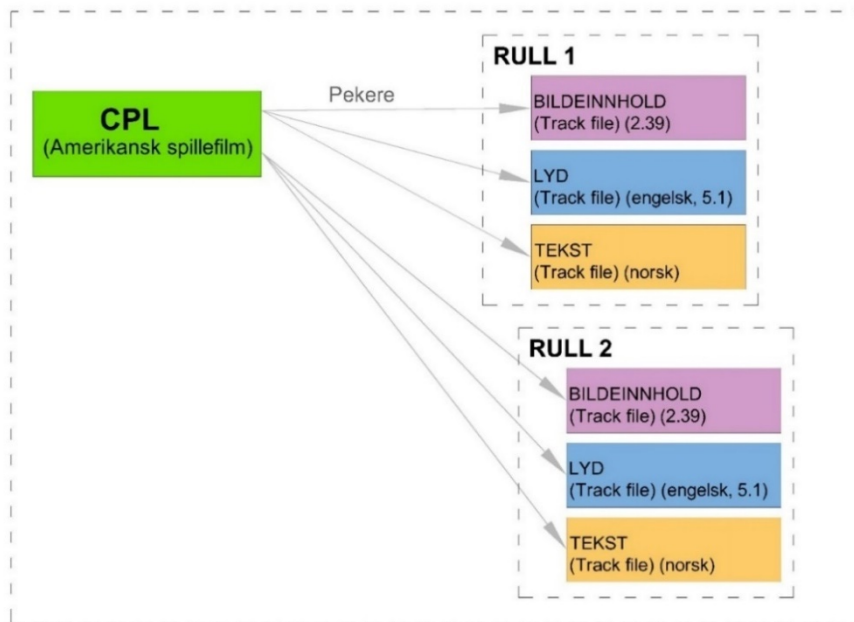
Hvis veldig mange kinoer skal ha filmen, kan det være et alternativ å distribuere filmer via satellitt. Denne distribusjonsformen er som regel for kostbar og upraktisk for distribusjon av DCPer kun til norske kinoer. Men brukes en del i USA og i andre store markeder der det lønner seg.

2.4 CPL

CPL står for Composition Playlist, hvor begrepet "composition" er definert av DCI som: *Alt innhold (lyd, bilde og tekst) og metadata som er nødvendig for en entydig avspilling av en spillefilm, en trailer, en reklame, en logo osv, for å lage en presentasjon via et digitalt system.*

En CPL er en liste i html format som angir hvordan alle elementene i en DCP skal spilles av under en forestilling. Den bestemmer eventuelt også hvilke deler av innholdet som skal spilles ved å spesifisere bildenummer, målt fra start, og varigheten på klippet. På samme måte kan sekvenser utelates ved avspillingen.

Det er en unik CPL for hver eneste versjon av en film. Hvis det ikke finnes en CPL for en ønsket versjonen, kan man ikke selv endre versjonen av filmen som skal spilles. Man kan heller ikke selv redigere CPL-filen for å få tilgang til å spille av



Figur 2-3 Prinsippet for oppbygging av en CPL

andre versjoner av en film, selv om alle nødvendige filene er tilgjengelig. I noen tilfeller er det mulig å lage en versjonsfil for å endre hva som spilles av, men det krever spesialkompetanse for å få det til å fungere. Ikke forsøk på dette hvis du ikke er helt sikker. Det kan føre til at ingen versjoner lar seg spille av.

CPL inneholder en generell del som gjelder for alt innholdet, og seksjoner for hver rull, som identifiserer rullen, åpner for avspilling og spiller av fra angitt bildenummer i en angitt lengde for bilde, lyd og tekst osv.

2.4.1 *Forskjell mellom DCP og CPL*

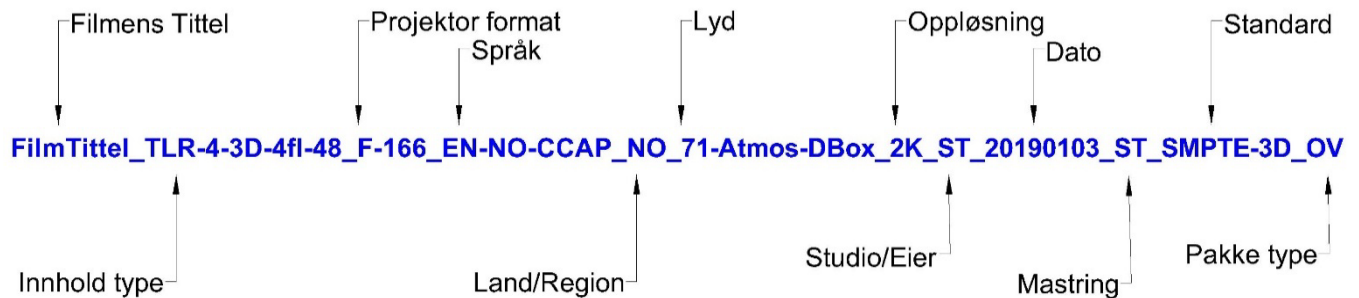
Det er viktig å forstå forskjellen mellom en DCP og en CPL. En DCP er en pakke med filer som distribueres/sendes til kinoene, men det som spilles av på det digitale kinoanlegget er en CPL, ikke en DCP. Tilsvarende er det ikke en CPL som distribueres til kinoene, men en DCP.

2.4.2 *CPL navn*

Den generelle delen av CPL angir alle detaljene som er nødvendig for en korrekt avspilling av den unike versjonen av filmen.

ISDCF (InterSociety Digital Cinema Forum) har laget en egen navnekonvensjon (Digital Cinema Naming Convention, <https://registry-page.isdcf.com/>) for CPL, som angir all nødvendig informasjon og forenkler lesbarheten for å sikre en korrekt avspilling.

Navnekonvensjonen følger en mal, der hver gruppe skilles med en understreking. Hver gruppe kan ha flere undergrupper skilt med bindestrek. Alle gruppene skal være med i CPL-navnet, men undergrupper som ikke er aktuelle skal utelates.



Figur 2-4 Struktur for CPL navn

Filmens Tittel

Maks 14 tegn. Ord skilles med store bokstaver. Hvis filmen er en oppfølger/serie legges nummer i serien til i navnet (FilmTittel2). Akronymer (f.eks. LOTR for Lord Of The Rings) er ikke akseptabelt, men forkortelser er OK. 3D brukes bare hvis det er del av tittelen.

Innhold type

FTR	Spillefilm (Feature)
EPS	Episode, for eksempel en del av en TV-serie el.l.
TLR	Trailer
TSR	Teaser
PRO	Promo, for eksempel en rull med klipp fra kommende filmer osv
RTG	Aldersgrense/sensur (Rating), brukes ikke i Norge
POL	Beskjeder til publikum. F.eks. "Skru av mobilen", eller "Ta på 3D-brillene" (PolicyTrailer)
PSA	Allmen/offentlig Annonsering (Public Service Announcement)
ADV	Reklame. Kan også brukes for musikkvideo o.l. (Advertisement)
SHR	Kortfilm (Short)
XSN	Overgang, f.eks. svart mens formatet endres osv (Transitional)
TST	Test. Dvs testfiler for å teste, justere inn og kalibrere anlegget

Alle typene kan ha et versjonsnummer, skilt med bindestrek, f.eks. TLR-4 (Trailer versjon 4) hvis det finnes flere versjoner av en trailer til samme film.

Innhold type tillegg

Innhold type kan ha ytterligere beskrivelser, skilt med bindestrek. Kun de som er aktuelle for denne CPL'en skal være med, i denne rekkefølgen:

Temp	Midlertidig/uferdig versjon (uten endelig bilde eller lyd)
Pre	Forhåndsversjon (Pre release) med ferdig bilde og lyd, men uten alle tillegg.
RedBand	Varsel for trailere med innhold for voksne (kun i USA)
Chain	Spesielt laget for en kjede eller et event.
TST	Test
3D	Filmen er i 3D
2D	2D versjon av en film som også finnes i 3D
4fl	Angir hvilken luminans i FootLambert en 3D-filmen (hvis 3D) er mastret for. Eksempler: 35=3,5fL, 4=4fL, 6=6fL osv
48	Bildehastigheten hvis den ikke er 24 bilder per sekund. F.eks. 16, 48, 60 osv
DVis	Bildene er mastret som Dolby Vision
EC	Bildene er mastret som Eclaircolor

Projektor format

Det er definert tre projektorformater:

F	1:1,85 Flat (Widescreen)
S	1:2,39 Scope (CinemaScope)
C	Alle pikslene i kontaineren (Full Container)

Hvis bildet ikke fyller hele høyden (letterbox), hele bredden (pillarbox) eller begge (windowbox) innenfor projektorformatet, settes det interne bildeformatet inn, skilt med en bindestrek (uten desimaltegn).

For eksempel vil Widescreen 1:1,66 betegnes **F-166**.

Dvs at projektorformatet er Flat og det interne 1:1,66 formatet vises i pillarbox innenfor Flat-kontaineren.

Språk

EN	De første 2-3 bokstavene angir filmens talespråk. EN = Engelsk, NO = Norsk osv. Liste over språkkoder finnes her: https://registry-page.isdcf.com/languages/
NO	De neste 2-3 bokstavene, skilt med en bindestrek, angir tekstespråket. NO=Norsk osv Hvis det står XX, betyr det at filmen ikke er tekstet. Små bokstaver angir at teksten er "brent inn" på filmen (se kap 2.2.4.1). Store bokstaver angir at tekstingen rendres synkront med bildene, enten i projektoren eller i avspillingsserveren.

CCAP	(Closed Captioning) eller OCAP (Open Captioning) Angir om tekstingen (Caption-type) er synlig i bildet (OCAP) eller gjengis på en separat enhet (CCAP) (se kap 2.2.4.3)
------	--

Land/Region

NO	De første 2-3 tegnene angir landet/regionen denne versjonen er laget for. Landskodene følger ISO 3166-1 standarden for landskoder, der USA = US, Norge = NO, Sverige = SE osv. Her finner du en oversikt over landskoder som brukes: https://registry-page.isdcf.com/territories/ Etter ny bindestrek kan det angis filmens aldersgrense/sensur. Her finner du en oversikt over koder som brukes: https://registry-page.isdcf.com/ratings/ Angivelse av sensur her er sjelden brukt i Norge.
----	--

Lyd

51	Angir 5.1 kanals lyd (Se kap 7.4)
71	Angir 7.1 kanals lyd (Se kap 7.4)
10	Angir mono lyd (kun senterkanalen)
20	Angir 2-kanals stereo lyd. Dvs Høyre/Venstre kanal, ikke kodet for dekoding til flere kanaler (LtRt)

Lydformat, tillegg

Hvis det er aktuelt, kan andre lydformater angis skilt med bindestrek:

HI	Lydspor for hørselshemmede. Gjengis via høreapparater el.l. (Hearing Impaired)
VI	Beskrivende lydspor for synshemmede (Visual Impaired)
SL	Tegnspråk (video) (Sign Language)
IAB	Bitstream for Immersive Audio ("3D-lyd"/ Immersive Audio Bitstream)
Atmos	Dolby Atmos (vil bli erstattet av IAB)
Auro	Barco Auromax (vil bli erstattet av IAB)
DTS-X	DTS-X (vil bli erstattet av IAB)
D-Box	Styring av seter etc (D-Box etc)

Oppløsning

Angir om filmen er mastret i 2K eller i 4K oppløsning.

Studio/Eier

Eieren av innholdet (f.eks. et av Hollywood studioene) angis med 2-4 tegn.

Her finner du en liste over registrerte firma:

<https://registry-page.isdcf.com/studios/>

Dato

Angir datoen DCP'en er mastret. Datoformatet er ÅÅÅMMDD (år-måned-dag). Kan være nyttig for evt å vite hva som er nyeste versjon av filmen, evt sammen med versjonsnummer gitt under Innhold type.

Mastring

3 tegn som angir hvem som har mastret DCPen.

Her finner du en liste over registrerte firma:

<https://registry-page.isdcf.com/facilities/>

Standard

Hvis DCPen er mastret ihht SMPTE standard angis SMPTE

Hvis DCPen er mastret etter spesifikasjonene som gjaldt før standardiseringen, kalt Interop, angis IOP.

Hvis DCPen er mastret i 3D skal dette angis her, skilt med en bindestrek.

Pakke type

OV	OV (Original Version) angir at det er den originale, komplette versjonen av filmen VF (Version File) angir at det er versjon av filmen, som er avhengig av data fra en annen CPL
----	---

2.5 KDM

For å hindre at filmer blir kopiert eller vist ulovlig, blir mange filmer kryptert. For å få tilgang til å spille av en kryptert DCP kreves en digital nøkkel. Denne nøkkelen kalles en KDM (Key Delivery Message), og er en liten xml-fil, som installeres på anleggets avspiller, på samme måte som en CPL. En KDM er unik for hver CPL og for hvert projeksjonssystem.

Det må genereres én unik KDM for hvert anlegg filmen skal spilles på, og den gjelder for én bestemt CPL i et avgrenset, avtalt tidsrom.

KDM kan installeres av en SI hvis kinoen har inngått avtale om det. UDN har f.eks. et system kalt *BaseKey*. Distributøren, eller andre på vegne av distributøren, sender en kopi av KDM til SI, som sørger for at riktige KDMer installeres på anleggene de er mastret for

KDM kan også sendes som epost til kinoen, distribueres på et lagringsmedium (f.eks. en minnepinne). Selv om kinoen har avtale med SI om distribusjon av KDM, anbefales det at den også får tilsendt en kopi som kan brukes som reserve.

I Norge finnes det en liste med informasjon om alle digitale kinoanlegg, kalt *NDSI (Norwegian Digital Screen Info* tidligere kalt *deployment report*). Listen oppdateres og publiseres på internett hver gang det skjer endringer på ett eller flere anlegg i Norge, slik at den alltid skal være korrekt.

Denne listen inneholder flere opplysninger om salene enn de som er nødvendig for å generere KDMer, som kan være nyttig andre sammenhenger.

Listen med informasjon som er nødvendig for å generere KDMer kalles *TDL (Trusted Device List / Liste over godkjente enheter)*. Digitale systemene kan selv rapportere denne informasjonen, som kan hentes ut av den som har support på anlegget.

Om det planlegges anskaffelse av ny, eller bytte av server, må kinoen få opplysninger om den nye serveren før den installeres, så det kan bestilles nye KDMer for de filmene som vises eller skal vises i nær fremtid. Hvis endringen skjer veldig raskt, f.eks. i forbindelse med en feil, må kinoen umiddelbart sende nødvendig informasjon til distributørene for de filmene som går, eller snart skal vises i denne salen, for å få generert nye KDMer.

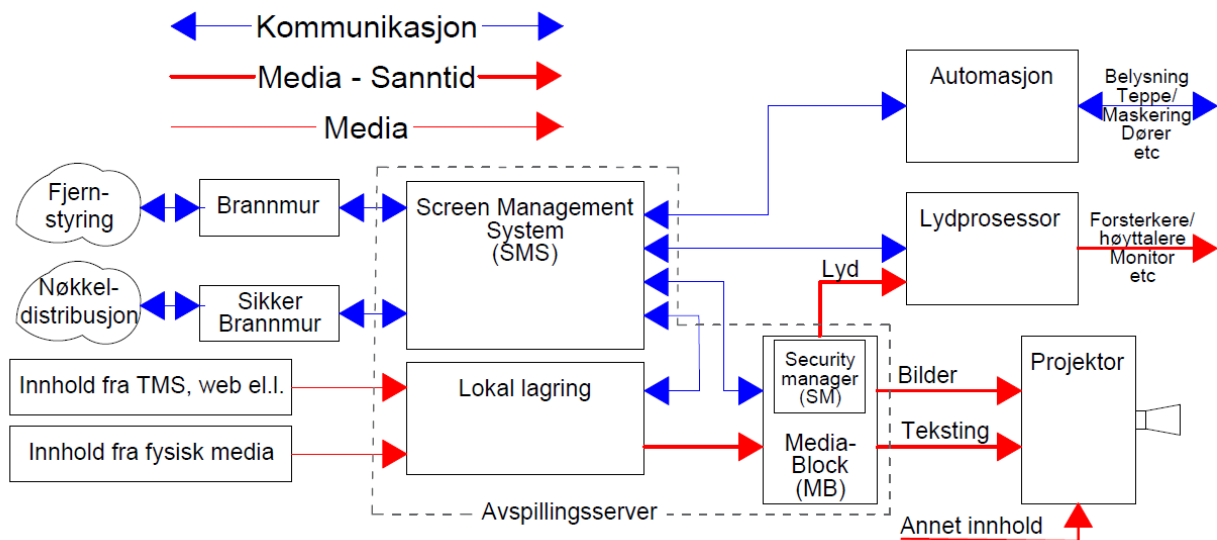
Ved installasjon av KDM fra en disk eller minnepinne, koples denne til avspilleren på samme måte som ved installasjon av DCPer. Avspilleren vil vise en liste med de tilgjengelige KDMene som er laget for denne serveren. Også nøkler til filmer som ennå ikke er installert vil vises. Merk de nøklene som ønskes, og installer dem. Installasjonen foregår på samme måte som installasjon av DCPer (se kap 3.1.7).

Husk at det kan finnes ulike versjoner av filmen, f.eks. med forskjellige talespråk eller teksting, om det er 5.1 eller 7.1 kanals lyd osv. Hver av disse har sin egen CPL, som krever sin nøkkel. Det skal gå frem av CPL-navnet hvilken versjon av filmen nøkkelen er generert for.

Krypterte DCPer har et hengelås-symbol eller tilsvarende i elementlisten. I listen skal det fremgå om KDM er gyldig for den aktuelle filmen, f.eks. ved at den er grønn. Merkingen / fargen kan endres når gyldigheten nærmer seg utløp eller når den ikke er gyldig.

3 VISNINGSSYSTEMER

Til hver kinosal er det et visningssystem for avspilling og visning av filmer i salen. Det består vanligvis av en avspillingsserver og en projektor med tilhørende utstyr. Noen få kinosaler har to projektorer, og det finnes også en løsning der lerretet er erstattet av en aktiv LED skjerm. I det følgende brukes projektor som betegnelse på visningsenheten, dvs én eller to projektorer og i de fleste tilfeller vil det også gjelde aktiv skjerm. Alle projeksjonssystemer skal være koplet til et nettverk.



Figur 3-1: Vanlig projeksjonssystem (én projektor) med tilkoplinger (fritt etter DCI)

3.1 Avspillingsserveren

Avspillingsserveren (avspilleren) består i hovedsak av en lagringsdel med harddisker eller SSD diskene og en prosesseringsdel kalt MediaBlock (MB). Screen Management System (SMS) er programvaren som styrer serveren. Filene i en DCP lastes inn i lagringsdelen. Ved avspilling sendes filene fra lagringsenheten til MB. Her behandles signalene. Bildene og tekstingen sendes til projektoren mens lyden sendes til lydanlegget.

For å sikre at hele eller deler av filmen trygt kan spilles av i MB, behandles filene innenfor et sikkert skall, kalt Security Manager (SM).

Avspilleren kan være en helt separat enhet. Av hensyn til sikkerheten må signalene i så fall krypteres før de sendes via kabler fra serveren til projektoren, hvor de dekrypteres.



Figur 3-2 Ekstern server (Doremi DCP2K4), Dolby/Doremi

Noen modeller, som f.eks. Doremi DCP 2000, har et innebygget touchpanel som kan brukes til å betjene SMS programvaren, dersom separat display med tastatur ikke er tilgjengelig.

På nye projektorer er MB integrert i projektoren, og kalles IMB (Integrated MediaBlock), med ulike alternativer for lagring:

- Den kan ligge i et separat kabinett av samme type som en separat avspiller uten MB (se fig 3-2), Dolby/Doremi kaller denne lagrings-enheten for en ShowVault. Ved oppgradering kan det installeres en ny IMB i projektoren som erstatter den gamle, mens lagringen fortsatt ligger i den gamle enheten, som dermed blir en ShowVault.



Figur 3-3: IMB (Dolby/Doremi)

- Hele avspilleren, med MB og lagring, kan være integrert i projektoren. Denne løsningen kan ha betegnelse som IMS (Integrated Media Server fra Dolby/Doremi) eller ICMP (Integrated Cinema Media Processor fra Barco). Begrensningen med slik integrert lagring er som regel lagringskapasiteten.



Figur 3-4: Avspiller med lagring for integrasjon i projektor (Barco Alchemy ICMP)

- MB kan koples opp mot et NAS (Network Attached Storage) i projektorens nettverk. På den måten kan lagringskapasiteten for avspilleren økes vesentlig.



Figur 3-5: Christie NAS-S3

Avspillere for digital kino bruker Linux operativsystem. Disker som brukes til lagring av DCPer må derfor være tilpasset Linux filsystem, med Ext 2, 3 eller 4 formatering. Andre formater som kan benyttes er NTFS og FAT32 (begrenset oppad til 4GB).

Ext 2, 3 og 4 kan ikke leses på en vanlig PC, så det går ikke uten videre an å sjekke innholdet på slike diskere ved å kople dem til en PC. Det finnes programmer til PC som leser ext 2,3 og 4 partisjoner og gir tilgang til filene.

Hvert visningssystem skal ha en egen SMS.

SMS programvaren på serveren kontrollerer DCPer som lastes inn, organiserer alt innholdet, lager spillelister og spiller av filmene. Ulike fabrikanter har ulike versjoner av SMS, men i prinsippet har alle omtrent den samme funksjonaliteten.

For å forhindre kopiering av innholdet på serveren, er de komponentene som behandler innholdet i DCPer beskyttet mot fysisk inntrenging. Denne sikringen av maskinvaren følger *FIPS 140-2* (Federal Information Processing Standard), som er en standard utviklet av amerikanske myndigheter for å sikre datamaskiner mot å bli tuklet med eller tappet for informasjon. I avspilleren gjelder dette først og fremst mediablokken (beskrives i kap 3.1.4), som behandler de krypterte signalene.

3.1.1 Nettverkstilkobling

Serveren skal ha minst to Ethernet tilkoblinger. Den ene benyttes for innlasting av DCPer via nettverk. Denne skal minst ha Gigabit Ethernet [IEEE802.3ab (kobber)] eller [IEEE802.3z (fiber)] grensesnitt. Den andre er for ekstern tilkobling mot systemintegratorens NOC (Network Operation Centre) via modem, og for kommunikasjon med TMS. Denne tilkoblingen har høyere sikkerhet og brukes for online support inkludert oppgradering av programvare, rapportering av logger og annen data fra serveren, for overføring av KDM til serveren etc. Denne linjen skal bestandig være åpen, 24timer/365dager i året.

Avspilleren skal derfor aldri slås av, med mindre den må restarteres eller det skal utføres servicearbeid på den, eller at det er en langvarig stans på kinoen.

Forbindelsen må ha en fast IP adresse, eller på annen måte være slik at NOC/TMS alltid kan kople seg opp mot systemet.

3.1.2 Innlasting og lagring av DCP

DCPer kan sendes til kinoen som filer på et fysisk medium, via nettverk eller via satellitt. Satellitt brukes ikke for distribusjon av DCPer i Norge.

3.1.2.1 Innlasting på avspiller fra fysiske media

DCPen kan komme til kinoen på harddisk eller på en minnepinne (USB flash drive). Herfra kan DCPen lastes inn på bibliotekserveren (se kap 4.2), eller direkte inn på avspilleren.

Alle DCI-godkjente avspillere skal ha minst én USB2 port som kan brukes til å laste inn DCPen fra en harddisk eller USB minnepinne. Ofte har den 2 eller 3 USB2 porter. Nyere avspillere har i tillegg USB3 og eSATA porter.

Mange servere har i tillegg en CRU-port for innlasting av filmer som kommer på CRU-disker. Slike diskere kan settes rett inn i en docking i serveren og overføres via eSATA2 interface. Det er raskere enn USB2, slik at innlastingstiden blir vesentlig kortere. Diskene har en adapter så filmen også kan lastes inn via en USB port, men da er innlastingstiden begrenset av USB kapasiteten.



Figur 3-6:
Til venstre: CRU disk.
Til høyre: Adapter for å
kople CRU-disk til
USB-porten

3.1.2.2 Innlasting fra nettverk

DCPer som kommer via internett lagres automatisk i kinoanlegget, avhengig av hvem som står for nettverksdistribusjonen og hva slags utstyr som finnes på kinoen.

Hvis DCPen distribueres av Unique Digital Nordic via deres MovieTransit system til et anlegg som har Rosetta Bridge TMS/bibliotekserver, vil filmen automatisk lagres i biblioteket.

Ensals-anlegg og anlegg som ikke har Rosetta Bridge TMS, har en separat MovieTransit boks, som mottar og lagrer filmen. Her må man selv overføre filmen fra denne enheten til avspilleren via kinoens interne nettverk.

Eclair/Deluxe har installert et tilsvarende system på en del kinoanlegg i Norge. Her distribueres DCPen til en lokal Eclair-boks, og overføres til avspilleren eller biblioteket, på tilsvarende måte som med MovieTransit boksen.

Systemene for nettverksdistribusjon av DCP og KDM beskrives senere i boken (Se kap 4.1)

3.1.3 Lagring

Avspilleren må ha tilgjengelig ledig lagringskapasitet til å lagre hele filmen, med alle tilhørende filer, med god margin. En film har varierende filstørrelser etter filmens lengde, hvordan den er mastret osv. For å kunne spille en 3 timer lang film med 250 MB/sek bitrate, kreves over 370 GB lagring (se tabell nedenfor). Minimumskravet til avspilleren bør derfor være at den har over 500GB ledig kapasitet for lagring av DCPer. I praksis bør den ha langt høyere kapasitet for å kunne lagre flere spillefilmer, reklamefilmer, testfilmer og annet innhold som ligger på serveren. 3-10 TB er i dag vanlig.

Tabell 3.1: Lagringskapasitet *

Gj.snitt bitrate (MB/sek)	3 timer Bilder (MB)	3 timer Lyd (MB)	20 min Rekl/Trailer (MB)	Teksting (MB)	3t 20min TOTAL (GB)
250	337 500	2 074	37 730	1,0	377 305
200	270 000	2 074	30 230	1,0	302 305
150	202 500	2 074	22 730	1,0	227 305
100	135 000	2 074	15 230	1,0	152 305
80	108 000	2 074	12 230	1,0	122 305

* Vist med 3 timer spilletid på filmen pluss 20 min reklame og trailer, 12 bit farger, 48kHz lyd og 24 bps (basert på DCI spesifikasjonene)

Påliteligheten til serveren er viktig. Selv om det skulle oppstå en liten feil på en av harddiskene skal det ikke gå utover forestillingen. Diskene i serveren konfigureres derfor i et RAID, (Redundant Array of Independent Disks eller Redundant Array of Inexpensive Disks). Det betyr at data dupliseres og fordeles på flere disk, slik at om en disk blir skadet kan de øvrige fortsette avspillingen av filmen uten merkbart tap for publikum. Den skadde disken må byttes ut så raskt som mulig. Det finnes ulike konfigurasjoner av RAID (RAID 0,1,2,...,6).

3.1.3.1 Båndbredde

For å sikre en jevn avspilling, må lagringssystemet kunne levere en kontinuerlig datastrøm på minimum 307Mbit/sek, fordelt slik:

- Bilde: 250Mbit/sek
- Lyd: 37,87Mbit/sek (16 kanaler, 24bit sample 96kHz)
- Teksting (tidsavhengig (timet) tekst, png og captions): 20Mbit/sek.

Maks datastrøm for bilde er uavhengig om filmen har 2K eller 4K oppløsning.

For høyere bildehastigheter (High FrameRate/HFR) kan datastrømmen være 500Mbit/sek eller høyere. Nye lydformater og fremtidige formater kan også kreve høyere båndbredde.

3.1.4 Mediablokk

Mediablokk (MB) er den delen av avspilleren som behandler de pakkede, komprimerte og krypterte filene i DCPen til dekomprimerte og dekkrypterte bilder, lyd og teksting. Den synkroniserer også bilde, lyd, teksting og andre tidsavhengige elementer ved avspilling.

MB kan legge til teksting for ulike språk eller for hørselshemmede som tidsavhengig tekst eller som bilder (png) som plasseres over bildene i filmen.

MB behandler sikrede data, og er fysisk pakket inn i et skall som beskytter mot at noen kan tappe informasjon herfra (*FIPS140-2*).

3.1.4.1 Vannmerking

For å kunne identifisere hver enkelt visning, legger MB inn vannmerking av både bilde, lyd og evt teksting (kun for SMPTE DCP) ved avspilling. Det betyr at om noen gjør et opptak med kamera og/eller mikrofon i salen, vil opptaket bli vannmerket slik at man senere kan identifisere på hvilket anlegg (sal) og på hvilket tidspunkt opptaket ble gjort. På den måten kan kinoen risikere bli stilt til ansvar dersom det oppdages piratkopier som er tatt opp i kinosalen.

3.1.4.2 Logger

MB genererer logger i henhold til DCI-spesifikasjonene, som kan brukes til å kontrollere hva som er spilt av på serveren, og når. Loggene viser også hendelser som er nyttige for å finne og utbedre feil.

3.1.4.3 Mediablokk plassert i ekstern avspiller

Hvis MB ikke er integrert i projektoren må signalene krypteres før de sendes via link til projektoren. Denne krypteringslinken er utviklet av Texas Instruments og heter Cinelink2. Den krever at projektoren og MB er parret. Hvis serveren eller projektoren endres eller byttes, må Cinelink2 konfigureres på nytt for at MB og projektor skal kommunisere. Det går altså ikke uten videre an å flytte en server fra en sal til en annen. Av hensyn til sikkerheten, skjer dekrypteringen i en sikret enhet i projektoren, hvor det ikke er mulig å tappe signalene.

Cinelink2 brukes bare for 2K DLP projektorer, der MB ligger i en ekstern server. For projektorer med 4K oppløsning eller høyere bildehastighet (HFR) må MB være integrert i projektorkabinettet.

3.1.4.4 Integrert mediablokk (IMB)

De første DCI godkjente DLP projektorene, kalt Serie1, måtte ha separat MB. Rundt 2010 kom neste generasjon DLP projektorer, kalt Serie2. I disse er det avsatt plass for å integrere MB i projektoren (IMB). Med en slik løsning er det ikke behov for Cinelink2.

For avspilling av 4K DCPer og for avspilling med høyere bildehastighet (HFR) må mediablokken være integrert i projektorkabinettet.

Lagringen av innhold kan enten være integrert i samme enhet som IMB, ligge på eksterne harddisker eller på et NAS koplet til MB.

Om lagringen ligger på en ekstern enhet kan denne ha programvaren som styrer serveren, på samme måte som når mediablokken ligger i en ekstern enhet sammen med lagringen. I Dolby/Doremis *ShowVault* enhet benyttes *PCI express* kommunikasjon mellom ShowVault og IMB enheten i projektoren for å overføre innhold under avspilling.

3.1.4.5 Sony Integrert server

Sonys 4K digitalkinosystem alltid hatt hele serveren integrert innenfor samme kabinett som projektoren, beskyttet med FIPS 140-2.

På deres tidlige modeller (300-serien) benyttes LMT300, som er



Figur 3-7: Integrert Server med Mediablokk (Sony LMT 300, uten frontdeksel)

en komplett server med lagring, mens det på de nyere modellene (500-serien) er en IMB med lagringen separat, men fortsatt innenfor projektorkabinettet.

3.1.4.6 Lyd

Lyden/signalene fra alle de opp til 16 kanalene på en DCP sendes ut av MB i AES3 format (se kap 7.3.3). Disse må eventuelt konverteres til et andre digitale eller analoge lydformat som kinoens lydprosessor og evt andre enheter støtter.

3.1.5 Sertifikat

Avspillere har flere unike sertifikater, som brukes for å identifisere komponenter i serveren.

For å kunne lage KDMer til krypterte filmer må den som skal lage nøklene ha tilgang til noen av disse sertifikatene. Sertifikatene kan lastes ned fra en ftp-server hos serverfabrikanten og for å finne riktig sertifikat må den som skal mastre KDMer ha serverens serienummer. Serverens fabrikat, modell og serienummer er derfor en essensiell opplysning for å kunne vise krypterte filmer.

Sertifikatet har format <filnavn>.pem.

3.1.5.1 Hente ut sertifikater fra egen avspiller

Det er som regel mulig for teknisk personale på kinoene å hente ut en kopi av sertifikatet som trengs for å lage KDM, hvis den som skal lage nøklene ber om det.

Rutinene for dette er ulik på ulike avspillere. Det kan være nyttig å vite hvordan dette gjøres på eget anlegg, f.eks. i forbindelse med spesialvisninger eller filmfestivaler der det vises krypterte filmer fra andre deler av verden.

Om kinoen har en NOC avtale med en systemintegrator, kan systemintegratoren logge seg inn på avspilleren og hente ut sertifikatene.

3.1.6 Programmer og menyer på avspilleren

Programmene på avspilleren skal oppfylle DCI-kravene til SMS og være til hjelp for operatøren. Selv om funksjonaliteten har mange felles trekk for alle servere, er brukergrensesnittet forskjellig på ulike modeller.

For å få tilgang til programmene på avspilleren, kreves brukernavn og passord. Det er ulike nivåer, med ulike brukernavn og passord for å hindre at ikke-autoriserte personer skal få tilgang til funksjoner de ikke er autorisert til å utføre. Det høyeste nivået er som regel forbeholdt systemintegrator.

For å betjene programmene og funksjonene i avspilleren er det vanlig med separat skjerm og tastatur for hvert projeksjonssystem. Noen systemer har i tillegg innebygget touchpanel som kan brukes om det ikke er tilkoplest skjerm og tastatur.

I noen systemer kreves en tilkoplest PC med programvare for å få tilgang til funksjonalitet ut over den grunnleggende.

Sett deg inn i det eller de systemene som benyttes på den kinoen der du jobber/har praksis.

3.1.7 Innlasting av innhold

Vanligvis skjer innlastingen av innhold til avspilleren via TMS eller MovieTransit enheten (eller tilsvarende system). Dette beskrives senere i boken (se kap 4). Men innholdet kan også lastes inn fra et eksternt fysisk medium (harddisk, minnepinne el.l.). For å gjøre det, kreves brukernavn og passord for å få tilgang. Innholdet kan være filmer, KDMer eller lisenser. Det er også mulig å laste inn innhold direkte fra en annen avspiller i det samme nettverket.

3.1.7.1 Innlasting fra separat lagringsmedium

Når et separat lagringsmedium koples til avspilleren via USB, eSATA eller CRU-port vil som regel innlastingsprogrammet

(Ingest) starte automatisk, og vise tilgjengelig innhold på lagringsmediet. Hvis ikke må Ingest-programmer åpnes og lagringsmediet velges via menyen.

For å laste inn innhold fra andre saler eller anleggets TMS til avspilleren, åpnes ingest programmet og herfra kan man velge den avspilleren eller TMS hvor innholdet ligger som kilde. Det er også mulig å laste ned innhold ved å velge dem som kilde for nedlastingen (normalt i en drop-down meny). Den kilden som velges vil fungere på samme måte en ekstern harddisk koplet til avspilleren.

Om lagringsmediet har innhold som allerede er lastet inn på avspilleren, vil dette innholdet ofte vises, men være utilgjengelig (f.eks. grå). Evt kan innhold som allerede er lastet være skjult.

Merk filmen, nøkkelen eller annet innhold som skal lastes inn fra listen, og velg "Ingest" (eller tilsvarende kommando), for å starte innlastingen. Fremdriften på innlastingen vises, og en melding vil varsle når innlastingen er fullført uten feil. Om det skulle oppstå en feil under innlastingen eller om det er en feil på det innlastede innholdet, vil det vises et varsel på skjermen med informasjon om hva feilen består i.

Feil kan ha ulike årsaker:

- En eller flere filer på DCPen har feil (er korrupt).
- En eller flere filer er ikke kompatible med programvaren på avspilleren.
- Det kan mangle nødvendige filer.
- Kontrollen ved fullført innlasting feiler f.eks. fordi en eller flere filer ikke har nøyaktig samme størrelse som angitt i kontrollfilene.
- Evt andre feil.

3.1.7.2 Innlasting av innhold via nettverk

Hvis det er flere saler i anlegget, kan innhold sendes til avspilleren fra TMS, en annen sal, MovieTransit eller en annen enhet i nettverket. Brukernavn og passord for innlasting på avspilleren er som regel lagret i enheten som sender, så det er ikke nødvendig å legge det inn for å gjøre slike overføringer.

3.1.7.3 Direkte avspilling fra harddisk/NAS.

På noen servere er det mulig å spille av innhold direkte fra en ekstern harddisk eller NAS, forutsatt at overføringen er rask nok. Harddisk og kabelen til serveren må være USB-3 eller eSATA kompatibel, og avspilling fra NAS kan skje via nettverkskabel.

3.1.7.4 Organisering av innhold på avspilleren

Innholdet på avspilleren kan organiseres på ulike måter. Det vanligste er å sortere etter typebetegnelsen fra ISDCF Naming Convention (FTR, TRL, ADV etc). På den måten er det enklere å finne frem til alt innholdet som skal inngå i en spilleliste.

3.1.8 Avspilling

Det er CPLer som spilles av i avspilleren. En spilleliste kan bestå av mange CPLer, som sammen med instruksjoner til utstyr i det kinotekniske anlegget lager en komplett forestilling.

Instruksjonene kan styre bildeformater, filmer, lyd, salsfunksjoner etc. avhengig av hvordan anlegget er koplet opp. I et ensalsanlegg vil avspilleren kunne fungere som styringsautomat for de fleste forestillingsrutinene.

I flerkinoanlegg har kinoen ofte et eget automasjonssystem, hvor pulser sendes fra avspilleren for å utføre neste steg i automasjonsprogrammet. Dette beskrives i kap 4.4.

3.1.8.1 Spillelister

En spilleliste er en liste med alle CPLene som skal spilles av, sammen med instruksjoner som sendes til annet utstyr i kinoanlegget, satt sammen i den rekkefølgen de skal spilles av/utføres ved avspillingen. En slik spilleliste kalles ofte for en SPL (Show Playlist), som ikke må forveksles med CPL.

Spillelister lages i et eget program på avspilleren. Det kan ha ulike navn på ulike avspillere. På Dolby/Doremi servere heter det Cinelister, på Barco ICMP heter det Show Editor, og det er som regel intuitivt å finne det på andre typer avspillere.

Elementer som kan programmeres kan være:

- Innhold som skal vises (Filmer, trailere, reklame, plakater osv)
- Svartsladd (mellom klipp, for å bytte format, legge inn en kort pause o.l)
- Pause (stanse forestillingen midlertidig)
- Beskjed til ekstern automasjon om å utføre neste steg i programmet
- Styre projektorfunksjoner: Tenne/slukke lampe, blende lyset inn/ut, bytte bildeformat osv
- Styre lydanlegg: Lydformat, lydnivå osv
- Styre salsfunksjoner: Salslys/scenelys, maskering, lukke-/åpne dører osv)
- Styring av andre eksterne enheter
- Makroer, som lages ved å sette sammen instruksjoner til én kommando, for å forenkle programmeringen.

I tillegg kan det være mange andre elementer, avhengig av hva som er koplet til og programmert inn i avspilleren

I menyen er det mulig å sortere de ulike elementene for å gjøre det enklere å finne dem. Det er også mulig å søke i elementene for å finne ett bestemt klipp eller funksjon.

Svartsladd (Black) kan brukes for å legge inn svart bilde uten lyd mens det utføres andre operasjoner, slik som bytte av format,

demping av salslys osv. Det kan også brukes til å lage et skille mellom ulike klipp/filmer som vises. Når det legges inn en svartsladd må det også angis hvor lang den skal være.

Instruksjonene som skal utføres mens svartsladden vises, kan legges inn på ulike tidspunkter, dersom det er nødvendig. Lengden tilpasses så alle operasjonene er ferdig utført før svartsladden tar slutt.

Pause elementet (Pause eller Intermission) kan brukes til å lage pauser i et program. Pause kan legges inn etter at et filmklipp eller en sekvens er utført, men det kan også programmeres til et gitt tidspunkt etter at en film har startet.

Varigheten på pausen kan programmeres, og når pausen er over vil avspillingen fortsette. Alternativt kan pausen vare helt til forestillingen manuelt startes igjen.

På noen systemer kan det legges inn annet innhold som avspilles i pausen. Dette kan f.eks. brukes hvis det er en lang film med innlagt pause, med avspilling av musikk fra en annen kilde i pausen.

Når alle elementene i spillelisten er lagt inn, kan den lagres. Gi den et fornuftig navn, som også andre kan forstå.

Når programmet senere skal spilles av, finnes spillelisten i menyen og kan laste inn i avspilleren.

3.1.8.2 Planlegger

Spillelisten som lages eller lastes inn kan programmeres for avspilling på et bestemt tidspunkt (dato og klokkeslett). Dette skjer i en egen seksjon i avspilleren, kalt scheduler (planlegger) eller tilsvarende.

3.1.8.3 Spille av SPL

I avspilleren er det et eget program for å spille av det som ligger i spillelisten. Evt vil avspillingen starte på tidspunktet som er programmert i planleggeren

I avspillingsfanen er det knapper for start, pause og stopp. I tillegg er det knapper for å spole fremover eller bakover. Disse kan være programmert for å hoppe et lite tidsintervall frem eller tilbake i avspillingen. Det er vanlig at visningen må settes på pause før det kan spoles frem eller tilbake i filmen.

Det er også mulig å legge inn et tidspunkt fra start der avspillingen skal starte, og angi varigheten om det evt bare skal vises et utsnitt av filmen.

Innholdet i avspilleren kan fjernes ved å klikke på eject knappen (evt med et annet navn).

Når spillelisten er kjørt ferdig, kan det forhåndsvelges om avspilleren skal stanse, om den skal klargjøre for å repetere spillelisten, eller om spillelisten skal fjernes fra avspilleren.

Det er også mulig å starte forfra umiddelbart, slik at spillelisten går i loop. Det kan være nyttig f.eks. med korte testfilmer mens man står i salen og kontrollerer.

3.1.9 UPS

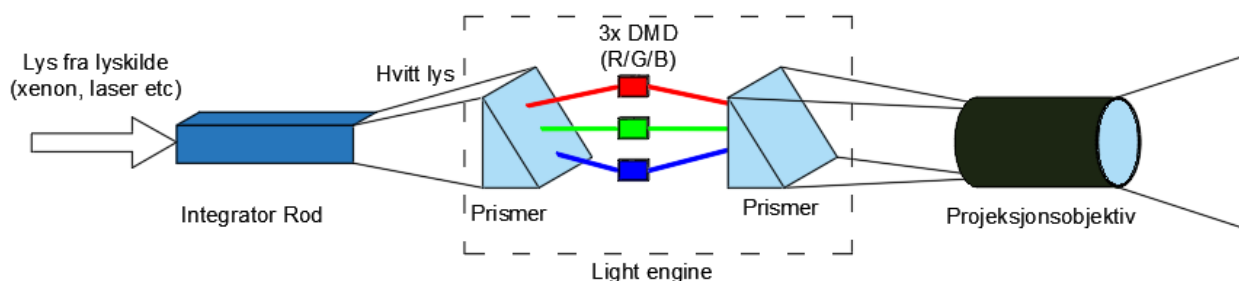
Koplet til strøminntaket til avspilleren bør det være en UPS (Uninterruptible Power Supply/avbruddsfri strømforsyning). Dette er en batteripakke som sikrer strømtilførselen til avspilleren en kort tid hvis strømmettet svikter, eller hvis det oppstår korte brudd. I tillegg filtrerer den bort urenheter i nettstrømmen, som kan være skadelig for sensitivt elektronisk utstyr. Kapasiteten til UPSen må være slik at serveren kan slå seg av på en forsvarlig måte ved et strømbrydd, for at ikke programvaren eller komponenter i serveren skal ta skade.

3.2 Projektoren

Nesten alle kinoer i verden bruker projektorer for å omskape de digitale signalene som mottas fra avspilleren til bilder, som projiseres på et lerret. I 2017 introduserte Samsung det første DCI-godkjente systemet der lerretet erstattes av en visningsskjerm, kalt Onyx. Slike systemer beskrives i kap 3.3

3.2.1 Lysets vei gjennom projektoren

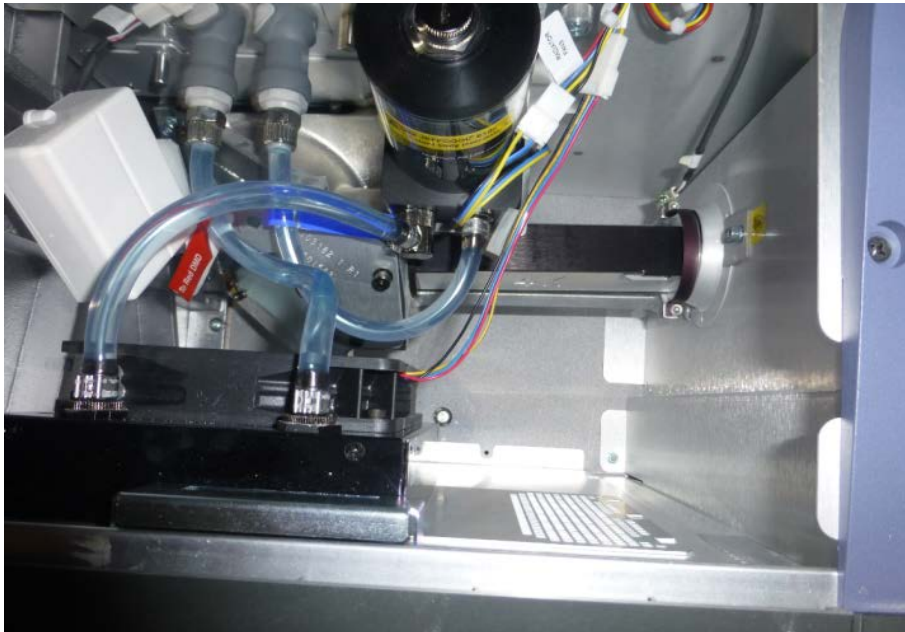
Prinsippet er det samme for alle DLP projektorer. Projektoren har en lyskilde. Lyskilden kan være xenonlampe, høytrykks kvikksølv damp lampe (HPM), eller laserdioder.



Det hvite lyset fra lyskilden samles mot enden av en optisk integratorstav (integrator rod). Denne har innvendige reflektorer, og når lyset kommet ut er strålen mer rektangulær, tilpasset formen og størrelsen på DLP-chipene. Integratoren ensretter også lyset, slik at strålene blir mer parallelle. Om det er xenon eller HPM lyskilde, går lyset gjennom filtre som fjerner varme, men ikke synlig lys, for å redusere varmeutviklingen i det optiske systemet.

Figur 3-8: Prinsipp for en DLP projektor

Lyset fra integratoren går videre til projektorens Light Engine (Lysbehandler), hvor bildene skapes. Light Engine er utviklet av Texas Instruments, og benyttes i ulike utgaver i alle DLP projektorer.



Figur3-9: Innvendig i en DLP projektor. På høyre del sees integratorstaven, som leder lyset fra lyskilden til DLP systemet (Christie CP4230)

I Light Engine, går det hvite lyset fra integratoren gjennom prismer og via dikroiske speil, hvor det splittes i rødt, grønt og blått. Det røde, blå og grønne lyset sendes til hver sin DLP chip (beskrives senere i dette kapitlet). Her skapes de røde, grønne og blå bildeelementene (pikslene) som danner bildet.

Lyset fra de aktive pikslene går gjennom prismer, hvor lyset fra de tre chipene samles og ledes inn i den optiske aksen og sendes ut via projektorens optikk.

Teoretisk kan et slikt system gjengi over 3.500 milliarder farger.

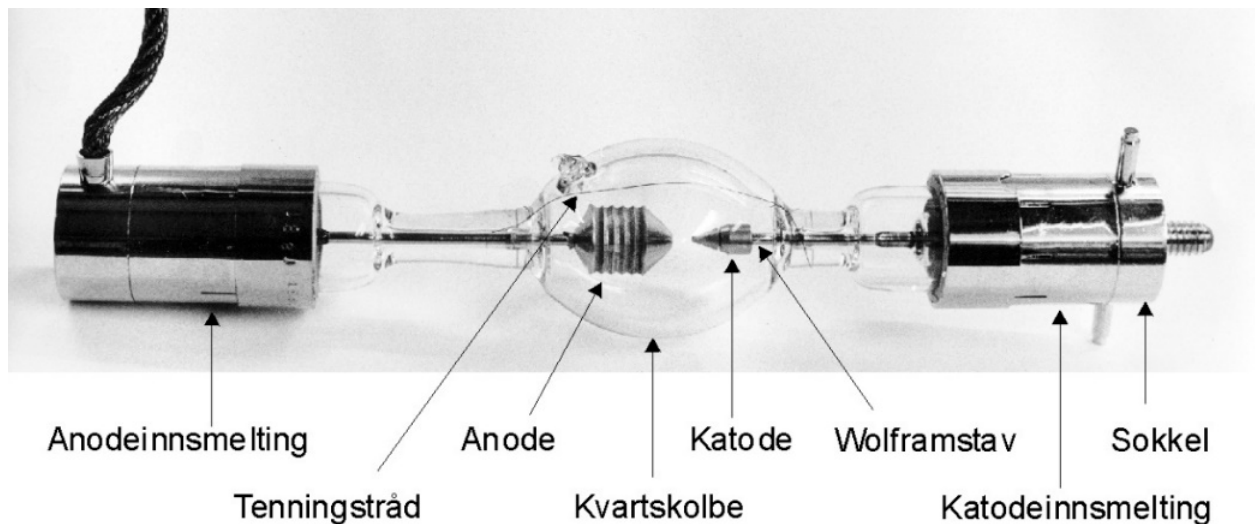
3.2.2 Lyskilder

Xenonlampe var den dominerende lyskilden for 35mm film og i de første årene med digitale projektorer, men etter hvert har laser tatt mer og mer over og er nå dominerende for nye projektorer. I tillegg benytter noen projektormodeller høytrykks kvikksølv damp lamper (HPM).

3.2.2.1 Xenonlamper

I en kvartskolbe er det to elektroder: *anoden* og *katoden*. Anoden koples til den positive polen på strømkilden, katoden koples til den negative polen. Elektrodene er laget av Wolfram som er et metall med svært høyt smeltepunkt. Kvartskolben tømmeres for luft og fylles med xenongass under høyt trykk, og lukkes. Xenongass tilhører gruppen edelgasser, som har den egenskapen at de ikke

reagerer kjemisk med andre stoffer. Gassen i kolben vil derfor ikke tære nevneverdig på elektrodene.



Xenonkolben tennes ved hjelp av et *tennapparat*.

I løpet av få sekunder vil lysbuen stabiliseres, og lampen brenner med et jevnt lys. Det følger lite vedlikehold med xenonkolber.

Figur3-10:
Oppbyggingen av en
xenonkolbe (Osram)

Trykket inne i kvartskolben må være rundt 30 atmosfære for at lyset skal ha et spekter tilnærmet likt spekteret i sollys. Ved så høyt trykk er det en fare for at kolben kan eksplodere, så xenonkolber må behandles med stor forsiktighet. Se egen ramme med *sikkerhetsregler for arbeid med xenonkolber* nedenfor.

En eksplosjon i en xenonkolbe som er montert i projektoren, kan gjøre stor skade på speil og annet utstyr. Xenonkolber selges derfor med en garanti som dekker eventuelle skader, forutsatt at betingelsene for garantien er oppfylt. Det omfatter bl.a. at brenntiden ikke overskrider nominell brenntid og at strømmen er innenfor lampens toleranseområde.

Xenonkolber finnes i ulike størrelser. For digital kino brukes kolber fra ca 1000 til 7000 Watt. Hver kolbetype har en nominell strømstyrke, og et oppgitt toleranseområde. Er strømmen lavere vil kolben være vanskelig å tenne og vil brenne med ujevnt lys. Om strømmen er høyere vil det øke sjansen for at kolben eksploderer.

SIKKERHETSREGLER FOR ARBEID MED XENONKOLBER

Bruk beskyttelseshylsen ved alt arbeid i lampehuset

Alle xenonkolber leveres med en beskyttelseshylse rundt kvartskolben.

- Hylsen har styrke nok til å beskytte omgivelsene hvis kolben skulle eksplodere.
- Hylsen skal ikke fjernes før kolben er montert. I enkelte lampehus, kan ikke kolben monteres uten å fjerne hylsen. I disse tilfellene må det utvises spesielt stor forsiktighet.
- Hylsen skal oppbevares sammen med esken som kolben ble levert i.
- Ved arbeid i lampehuset, slik som rengjøring ol., skal hylsen monteres hvis mulig. Det gjør arbeidet i lampehuset tryggere, og mer komfortabelt.
- Hylsen skal også monteres når kolben skal skiftes ut.

Bruk personlig beskyttelse ved arbeid med xenonkolber

For å beskytte deg mot en eventuell eksplosjon, må du alltid ha på deg verneutstyr:

- Ansiktsskjerm, som er en plastskjerm som dekker hele ansiktet og pannen.
- Lærhansker med lange mansjetter beskytter hendene og underarmen, som er de mest utsatte delene av kroppen, fordi du ofte må arbeide med hendene inne i lampehuset.
- En solid arbeidsfrakk kan være en god beskyttelse for resten av kroppen.

Verneutstyr skal finnes på enhver kino som benytter xenonkolber. Kontroller evt at det finnes på din kino. Hvis ikke, må det straks anskaffes. Kontakt eventuelt den kinotekniske leverandøren.

I tillegg gjelder følgende sikkerhetsregler:

- Lampehusdøren må ikke åpnes før kolben er avkjølt
- Kvartskolben må ikke berøres med bare hender
- Hold kontaktflatene rene
- Utbrente kolber må uskadeliggjøres

I digitale kinoprojektører med xenonlamper lages det en log som viser type xenonkolbe og loggfører xenonlampens brenntid og strømstyrke.

Strømforsyningen til xenonkolber er likestrøm som kommer fra en likeretter, som gjør vekselstrøm om til likestrøm. For å tenne lampen brukes en høy spenning som genereres i tennapparatet. Likeretteren og tennapparatet er ofte bygget inn i projektøren, men for store projektører kan likeretteren være en separat enhet, ofte kalt en *ballast*.

Xenonlamper gir et lys som egner seg godt for projeksjon, men de gir også mye varme og krever mye kjøling. Xenonlamper er ikke så effektive, og gir relativt lite lys per watt, spesielt sammenliknet med laser.

3.2.2.2 Høytrykk kvikksølv damp lamper (HPM/NSH)

Sony bruker HPM som betegnelse på denne lampen, som bl.a. brukes i deres 500 serie projektører. Tilsvarende lampe fra Ushio har betegnelsen NSH og brukes i noen projektormodeller fra NEC og Christie.



Figur 3-11: 450W HPM lampe for Sony SXR D R 500 serie projektører (Sony)

Dette er en type gassutladningslamper der glasskolben med anode og katode inneholder kvikksølv damp. Det gir en lysbue med et spekter som egner seg for projeksjon. Trykket i lampen er ikke så høyt som i xenonkolber, og utgjør derfor en langt mindre fare for skade på folk og utstyr.

HPM lamper finnes i ulike størrelser. For digitale kinoprojektører benyttes vanligvis 350-450 Watt lamper. HPM lampene gir mer lys per watt enn xenonlamper, men for å få tilstrekkelig lys må det benyttes flere lamper i én projektør, vanligvis 4 eller 6 stykker.

Lampen med reflektor er montert i en enhet (se fig 3-11) som gjør bytte av lampe enkelt, og det er mulig å ta ut en defekt lampe og sette inn en ny mens det vises film. Den perioden hvor ikke alle lampene lyser vil projektoren selvsagt gi mindre lys.

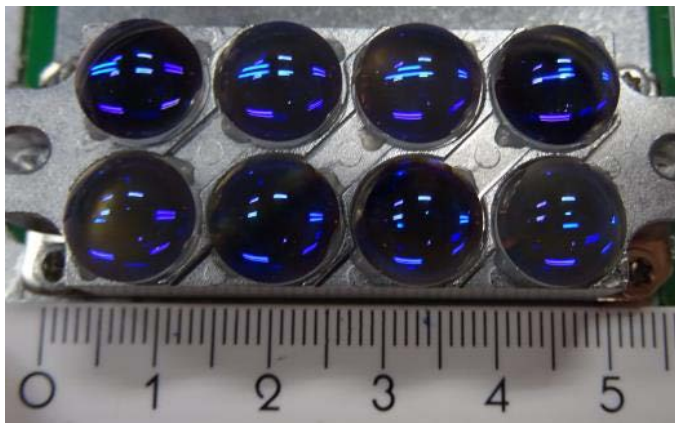
3.2.2.3 Laserdioder

Til projektorer lages laserlys av laserdioder. De sender ut monokromt lys (lys med én bestemt bølgelengde), og finnes i mange ulike utgaver, med ulike farger. Innenfor hver farge kan ulike dioder ha litt ulik bølgelengde for å redusere interferens ved refleksjon fra lerret. Dette fenomenet kalles *speckle* og blir beskrevet senere i kapittelet.

Diodene grupperes på små brikker (banks), f.eks. 8 dioder pr brikke.



Figur3-12: Laserdiode (Barco)



Figur3-13: Brikke med 8 blå laserdioder (Barco)



Figur3-14: Plate med 3 brikker blå laserdioder (Barco)

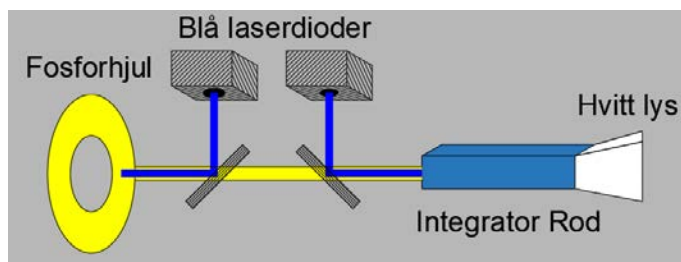
Brikkene settes deretter sammen til plater med 2 eller 3 brikker pr plate. Hver plate er forseglet, og har flytende kjøling. For å øke projektorens lysutbytte kan antall plater økes. Lyset fra de ulike platene kombineres til hvitt lys, som behandles i projektorens LightEngine (beskrevet tidligere i kap 3.2.1).

3.2.2.4 Forforlaser

Utgangspunktet ved bruk av forforlaser er at en blå laser endrer farge til gul når den reflekteres fra en flate belagt med fosfor. Gult lys kan splittes til grønt og rødt lys i et prisme.

Single laserprojektorer har to plater med blå lasere. Lyset fra den ene ledes via et speil mot en roterende skive belagt med fosfor og blir gult. Det gule lyset reflekteres mot lysåpningen i integratorstaven (integrator rod).

Lyset fra den andre kilden går via et speil og blandes med det reflekterte gule lyset. Blandingen av gult og blått lys gir hvitt lys.

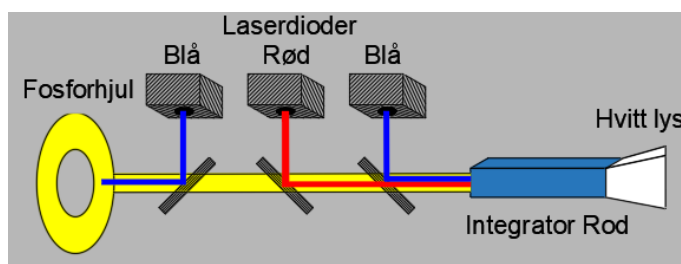


Figur3-15: Prinsipp for å lage hvitt lys ved bruk av én blå laser (Barco)

Det hvite lyset som kommer ut av integratorstaven splittes i rødt, grønt og blått lys, og behandles på samme måte som lyset fra xenonkolber (beskrevet tidligere i dette kapitlet, i kap 3.2.1)

For å utnytte lyset i de ulike fargene bedre og få mer lys ut av projektoren, kan det lages en tilsvarende løsning ved å bruke to blå og en rød lasermodul som blandes med det gule lyset fra fosforskiven og det blå lyset fra den andre blå laseren.

Projektorer som benytter denne teknologien kalles RB laserprojektorer.



Figur3-16: Prinsipp for å lage hvitt lys ved bruk av rød og blå laser, kalt RB laser (Barco)

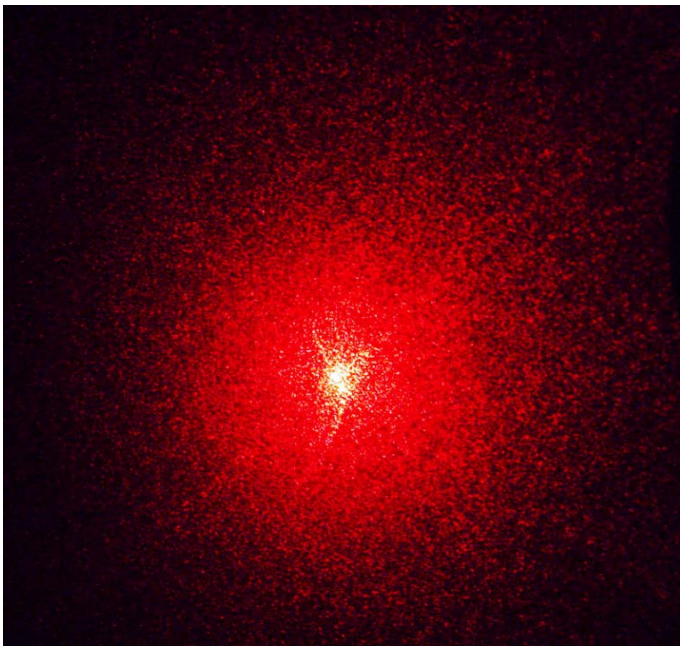
3.2.2.5 RGB laser

I en RGB laserprojektor er det egne laserplater for rødt, grønt og blått lys. Lyset fra disse samles og gir hvitt lys som sendes til projektorens LightEngine (se kap 3.2.1).

RGB laserprojektorer kan gi høyere lysutbytte enn xenon- og fosforlasere. Med RGB laserprojektorer er det også mulig å utvide fargerommet i det projiserte bildet. Det betyr at de kan vise farger utenfor de begrensningene som gjelder for xenon og fosforlasere. Dette beskrives i kap 5.3.

3.2.2.6 Speckle

Lys som reflekteres fra et lerret "møter" lyset som kommer fra projektoren. Med laserlys, vil lyset fra hver laserdiode ha lik bølgelengde (monokromt). Når bølger med lik bølgelengde møtes, kan det oppstå interferens mellom innfallende og reflektert lys. Det vil si at lysbølgene som møtes vil forsterke hverandre der de svinger i fase, og eliminere hverandre der de svinger i motfase. Om mengden av det reflekterte lyset som interfererer med det innfallende lyset fra lerretet blir stor, vil de sees som en slags "funkling" på lerretet. På engelsk kalles dette fenomenet for speckle, og dette uttrykket brukes også på norsk.



Figur 3-17: Speckle

Speckle-fenomenet blir mer synlig jo mer lys som reflekteres, og generelt mer synlig jo høyere refleksjonsfaktoren på lerretduken er.

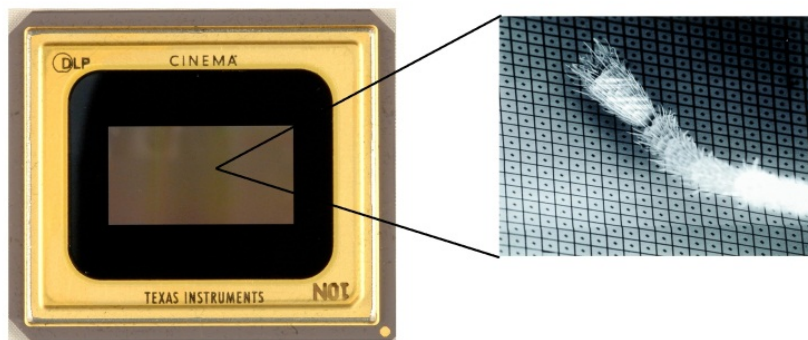
De mest brukte 3D systemene benytter polarisasjon. De krever sølvduk, som gir mer synlig speckle. Dessuten kreves det mye mer lys fra projektoren i 3D. Også dette forsterker fenomenet.

For å redusere speckle kombineres laserdioder med litt ulike bølgelengder for hver av primærfargene. Det røde lyset fordeles på flere ulike bølgelengder, og tilsvarende for grønt og blått. På den måten reduseres mengden lys med lik bølgelengde, som igjen reduserer synlig speckle på lerretet. Christie kaller dette for EWD (Enhanced Wavelength Dispersion). Barco og NEC har tilsvarende løsninger. Men selv med en slik løsning kan speckle

observeres på lerretet ved bruk av RGB laserprojektorer på lerret med høy refleksjonsfaktor.

3.2.3 DLP projektorer

DLP står for Digital Light Processing. Systemet baserer seg på en liten brikke (chip) kalt *DMD* (Digital Micromirror Device) eller DLP chip. Brikkene som brukes i kinoprojektorer finnes i 2K eller 4K oppløsning, og har ett mikrospeil for hver piksel i det projiserte bildet.



Figur 3-18: DMD Chip. Til venstre vises en 1,2" chip. Til høyre vises en forstørrelse av speilene, sammenliknet med et fluebein.

Størrelsen på chipene måles diagonalt, og ulike projektor-modeller bruker ulike chipstørrelser:

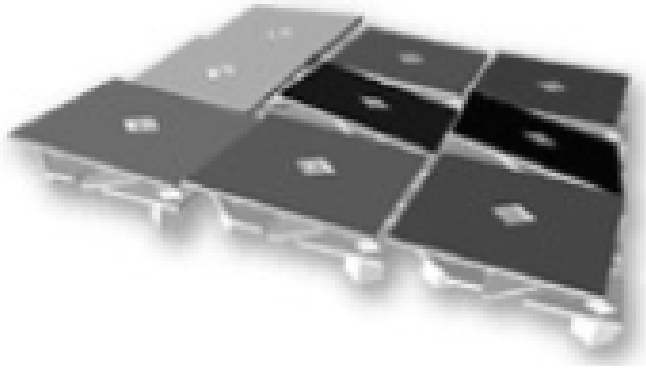
- 0,67" (~17mm), brukes i de minste 2K projektorene.
- 0,98" (~25mm), brukes i små 2K projektorer
- 1,2" (~30mm), brukes i mellomstore og store 2K projektorer.
- 1,38" (35mm), brukes i 4K projektorer.

På en 1,2" chip har hvert speil en størrelse på 16x16 mikrometer (tusendels millimeter, forkortes μm) med 1 mikrometer avstand mellom hvert speil.

Lys fra lyskilden belyser DLP chipen. Hvert av speilene i chipen er hengslet, slik at de kan vippe mellom to posisjoner.

På: Det reflekterte lyset fra piksler i denne posisjonen blir reflektert inn i det optiske systemet og blir synlige på lerretet.

Av: Det reflekterte lyset fra piksler i denne posisjonen blir reflektert inn i et "svart hull" og eliminert (svart). Det reflekterte lyset fra disse pikslene vil ikke synes på lerretet.



Figur 3-19: DMD Chip. Bildet viser en forstørrelse av hvordan speilene vippes i ulike posisjoner (på/av)

I digitale kinoprojektorer er det normalt tre brikker. En for hver av primærfargene, rødt, grønt og blått.

Det finnes noen unntak fra denne regelen:

- RGB laserprojektorer som har to brikker for hver farge (RGB), til sammen 6. Tilsvarende har projektoren 6 laserlys kilder, der det er en liten forskjell i bølgelengden mellom de to røde laserne, og tilsvarende for de blå og de grønne. Dette brukes først og fremst for å kunne separere de to nyansene fra hverandre for å lage 3D bilder med mye lys og god bildeseparasjon.
- GDC lager en liten fosforlaser projektor med bare to brikker. Ved hjelp et fargehjul, veksler lyset til en ene brikken raskt mellom blått og gult. De gule og blå fargeelementene veksler tilsvarende. Vekslingen går så raskt at de aller fleste ikke oppfatter vekslingen. Prinsippet er tilsvarende det som brukes i mange enklere projektorer, med bare én brikke og ett fargehjul som veksler raskt mellom å skille rødt, grønt og blått lys.

3.2.4 SXR D projektorer

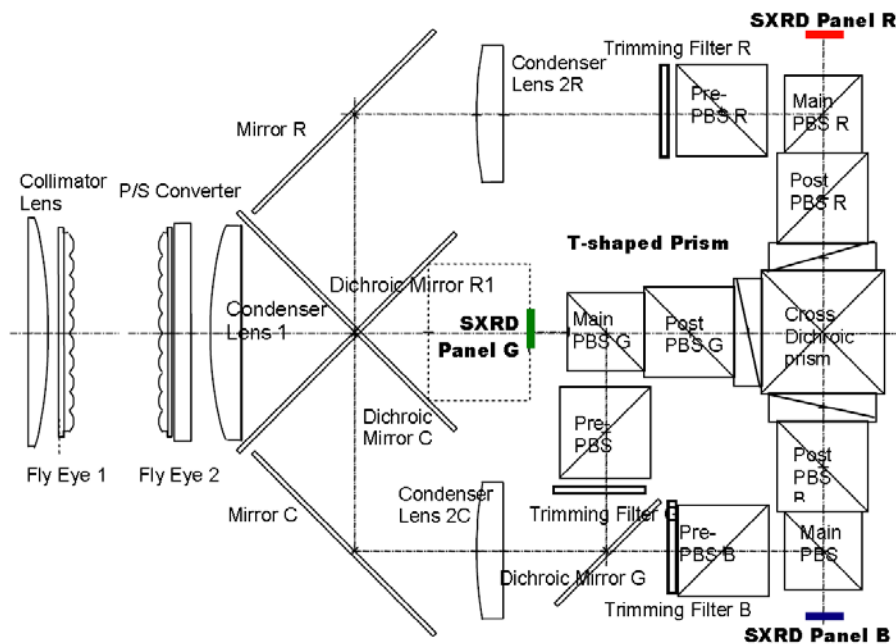
Sony har lagt ned sin produksjon av DCI projektorer, men det finnes fortsatt ca 40 slike projektorer i Norge (per 1.1.2022).

I Sonys SXR D kinoprojektorer benyttes reflekterende LCD-paneler. SXR D er forkortelse for Silicon X-tal Reflective Display (der X-tal står for crystal).

Lyskilden i eldre R300 serie Sony projektorene er xenonlamper, mens det i R500 serien benyttes 330 eller 450W høytrykks kvikksølv damp lamper (HPM-lamper). De laget også en R800 serie med projektorer basert på fosforlaser (blå laser), men ingen av disse er installert i Norge.

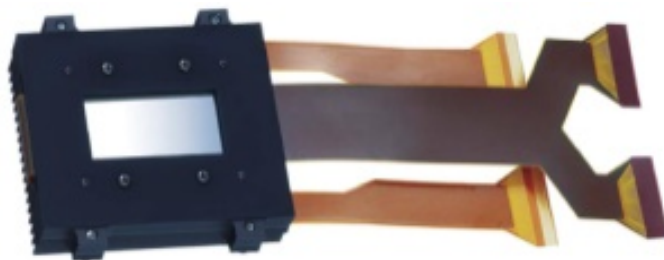
Det hvite lyset fra lyskilden treffer dikroiske speil, som splitter lyset i rødt, grønt og blått. Fargene behandles hver for seg.

Lyset blir polarisert i *Pre PBS* (Polarised Beam Splitter), og sendt videre inn i *Main PBS* før det belyser *SXRD* panelene. Det er ett *SXRD* panel for hver av primærfargene (RGB).



Figur 3-10: Prinsippet for SXRD projektorer (Sony)

Hvert SXRD panel består av små reflekterende celler som hver utgjør én piksel i den røde, grønne eller blå komponenten i bildet. Størrelsen på disse cellene er $8,5 \mu\text{m}$, med $0,35 \mu\text{m}$ avstand mellom hver celle. Dvs at over 92 % av det innfallende lyset treffer en celle.



Figur3-20: Sony SXRD chip (Sony)

Piksler (celler) som skal vises på lerretet, gjøres aktive ved at de påføres en liten spenning. Dersom cellen er aktiv, roteres polarisasjonen ved refleksjon. Lys med rotert polarisasjon går gjennom Post PBS, mens reflektert lys som ikke er endret (ikke aktive piksler) blir reflektert tilbake samme vei som det innkommende lyset. Lyset fra de tre SXRD panelene samles i et prisme, og sendes ut gjennom projektorens objektiv

3.2.5 Douser (Dowser)

Selv i et sort bilde fra projektoren vil det være litt lys, avhengig av projeksjonssystemets kontrast (se kap 5.3.4). For å blokkere alt lys fra projektoren, har den derfor et spjeld, kalt en douser (også betegnet som dowser) som stenger for lyset. Douseren på digitalkinoprojektorer er motorisert og motoren kan styres manuelt eller via automasjon. Douseren er spesielt nyttig hvis det skal vises bilder fra en annen projektor på samme lerret, så strølyset fra kinoprojektoren ikke reduserer kontrasten i bildene fra den andre projektoren.



Figur3-21: Lampehuset i en DLP projektor. Douseren sees i kammeret til venstre (Christie CP2230)

3.2.6 Objektiver

Objektivet i en digitalkinoprojektor skal forstørre, justere og fokusere bildene, så de blir skarpe og passer til lerretet. Objektiver beskrives i kapittel 5.4.

3.2.7 Status projektor

Når projektoren skrur på, bruker den litt tid før den er klar. I oppstartfasen er det vanligvis indikatorlamper som lyser eller blinker og viser at oppstart pågår. Når projektoren er klar lyser en grønn lampe.

Hvis det er en feil i projektoren, enten under oppstart eller mens den er i drift, slik at projektoren ikke fungerer som den skal, lyser en rød, evt en gul indikatorlampe. Lyser det rødt er det en kritisk feil, og lyser det gult er det et varsel som må kontrolleres.

Projektoren kan også ha en indikator som viser om lyskilden er tent.

Før projektoren kan skrus av (settes i stand-by modus) må lyskilden slukkes og evt kjøles ned. Tilstrekkelig nedkjøling av en xenonlampe tar ca 10 min, mens kjøling av laserprojektorer tar mye kortere tid. Hvis projektoren skrus av mens lyskilden er tent, eller før den er kjølt ned, vil lyskilden slukke og kjøles ned før projektoren skrur seg av.

3.2.8 Tilkoplinger til projektor

Alle digitale kinoprojektorer har porter for tilkopling av eksternt utstyr og kommunikasjon. Hvilke inn-/utganger projektoren har, avhenger av modell og konfigurasjon.

- Alle projektorer har en Ethernet-port for å kople projektoren til nettverk.
- Dersom MB ikke er integrert i projektoren, må det være to HD-SDI kabler, med BNC kontakter, for overføring av innhold fra serveren til projektoren. Også projektorer med IMB kan ha HD-SDI innganger for ekstern server.
- For innhold fra andre kilder er det én eller to HDMI innganger, evt DVI innganger på eldre projektorer. Disse kan brukes for å kople eksterne avspillere til projektoren. I projektorer med IMB behandles også lyden i projektoren og sendes ut samme vei som lyd fra filmer.

I tillegg er det andre tilkoplinger for styring og kontroll av projektoren. En operatør bør kjenne alle inn- og utgangene og deres funksjon på projektorene på sin kino.

3.2.9 Innstillinger på projektoren

Når det velges et format i projektorens meny, gjøres mange endringer i projektorens innstillinger. Det kan være nyttig å vite litt om disse innstillingene, spesielt hvis det må lages nye formater.

Programvaren i projektoren er forskjellig for ulike fabrikater og modeller, beskrevet i brukermanualene.

3.2.9.1 Objektivinnstillinger

For å få et pent bilde på lerretet, må lyset fra projektoren passe til formatet som skal vises. For å oppnå det, justeres objektivets zoom-, lens-shift (se kap 5.4.3) og fokusering. Alle disse funksjonene er normalt motorisert, og innstillingene kan forhåndsprogrammeres og lagres i en egen fil, f.eks. kalt en "lens file". Denne filen kan brukes i ulike formater. For eksempel kan de fleste formater som i CPL-navnet betegnes "F" (Flat) benytte samme *lens file*, fordi de alle har 1080/2160 (2K/4K) aktive piksler vertikalt. Hvis CPL er angitt som Scope ("C") er det færre aktive piksler vertikalt på et lerretet med 1:2,39 H/B format

(Scope lerret). Her må bildet zoomes ut slik at det fyller hele lerrethøyden, og lens-shift må justeres slik at både topp og bunn sammenfaller med topp og bunn på lerretet. Så fokuseres bildet og objektiv-filen lagres (f.eks. som "Scope").

Projektoren har innebygde testbilder som kan lastes inn og benyttes for å lage innstillingene.

Innstillinger skal alltid sjekkes med en testfilm i det aktuelle formatet. Slike testfilmer kan fås fra SI eller finnes på internett, om de ikke allerede ligger i avspilleren eller i biblioteket.

Noen filmskapere velger å lage sine filmer i ikke-standard formater, f.eks. 1:2,0 eller 1:2,2 eller andre formater. I CPL angis det normalt om de skal vises i Scope ("S") eller Flat ("F") kontaineren, men det kan medføre at det blir sorte striper i topp og bunn eller på sidene. Det beste er å lage egne formater for disse og lagre dem med forståelig navn så de kan hentes opp neste gang en film i dette formatet skal vises.

Over tid kan det hende at objektivets innstillinger forskyver seg litt i forhold til da de ble laget. I så fall må objektivinnstillingene nullstilles. Den vanligste måten å oppdage dette på, er å se om bildet har litt større eller mindre bredde enn lerretbredden i Scope, eller om det har litt større eller mindre høyde enn lerrethøyden i Flat.

3.2.9.2 Tilpasse bildet til lerretet

Når optikken ikke er vinkelrett på lerretet, vil bildet ikke bli helt rektangulært. Vanligvis er projektorens optikk plassert høyere enn lerret senter, som vil gi et bredere bilde i bunnen enn i toppen av lerretet (trapes-form). Dette kalles Keystone.

Tilsvarende blir bildehøyden ulik på høyre og venstre side hvis projektoren er plassert til side for senteraksen. Hvis lerretet er buet vil topp og bunn bli svakt buet, mer jo større vinkelen til projektoren er. Dvs at horisontale linjer i bunn av bildet vil bli mer buet enn tilsvarende i toppen.

For å rette opp dette, og lage et pent rektangulært bilde på lerretet, beskjæres bildet ved å gjøre piksler som ligger utenfor rektanget på lerretet (formatet) inaktive. Denne innstillingen lagres sammen med innstillingen for hvert format.

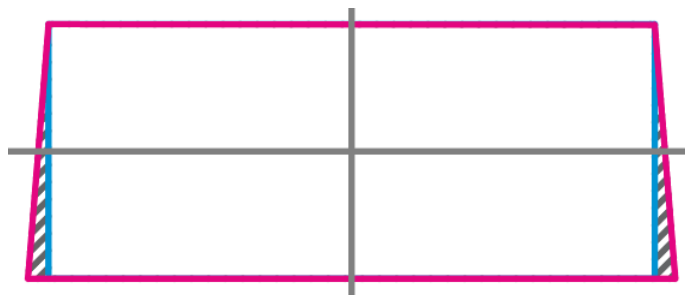


Fig 3-22: Skrå projeksjon. Piksler i det skraverte området gjøres inaktive, slik at bildet blir rektangulært

Når objektivet zoomes inn eller ut, vil lyset fra projektoren fordeles på en større eller mindre flate, som medfører at luminansen på lerretet vil øke eller avta. For at luminansen skal opprettholdes når formatet endres, justeres strømmen til lyskilden sammen med formatendringen. Også denne innstillingen lagres for hvert format.

Det er mye annet som endres eller oppdateres når formatet på projektoren endres, f.eks.:

- Farger: Det finnes mange ulike fargestandarder (se kap 5.3.7). Vanlige filmer som vises på kino, benytter en standard som kalles P3
 - Gamma: Standard for lysforhold i kildefilen. For DCP brukes verdien 2,6 (se kap 5.3.5)
 - Kildefilens formater
 - Om bildene i DCPen er 2D eller 3D
- ... og mye annet.

Om det er gjort en endring, f.eks. i forbindelse med en spesiell visning, eller av en annen grunn, og denne endringen ikke er lagret, kan man bytte til et annet format, og så gå tilbake. Da vil projektoren tilbakestilles til alle de innstillingene som er lagret for det aktuelle formatet. Denne metoden kan benyttes ved mistanke om at en eller flere innstillinger for et format ikke stemmer.

Hver enkelt innstilling i projektoren kan lagres, og brukes til å bygge ulike formater. Vær nøye med å gi innstillingene forståelige navn, slik at de som senere skal lage eller endre formater kan gjenbruke filene i stedet for å lage nye.

Ulike projektorfabrikanter har ulike navn på filtypene som benyttes for de ulike innstillingene. Det anbefales at du lærer hvordan de vanligste innstillingene gjøres og lagres på de anleggene du betjener.

3.2.10 Vedlikehold av lampebaserte projektorer

Lyskilden i lampebaserte projektorer (xenon, HPM-lamper osv) har begrenset levetid, og lyskilden må byttes etter et visst antall timer. Varigheten varierer med lampetype, størrelse og andre faktorer.

3.2.10.1 Bytte av HPM lampe

Bytte av HPM lamper er relativt enkelt, ved at hele lampeenheten trekkes ut og byttes med en ny, tilsvarende den som byttes ut (se fig 3-11).

Bytte skal foretas når angitt brenntid for lampen er utløpt.

Byttet kan på mange projektorer byttes mens det vises film, men fordi lysutbyttet fra projektoren vil endres når en av lampene

slokkes, eller en ny settes inn, er det som regel bedre å stanse visningen mens byttet gjøres.

3.2.10.2 Bytte av xenonlampe

Når en xenonkolbe har nådd sin oppgitte brenntid, skal den byttes. Arbeid med xenonkolber krever stor nøyaktighet, og stor forsiktighet (les sikkerhetsreglene i kap 3.2.2.1).

Skru projektoren helt av, vent til lampen er kjølt ned (minst 10 min) og trekk ut kontakten.

Det er viktig å bruke *ansiktsskjerm* og *hansker* for å beskytte hender og ansikt. Kvartsglasset skal ikke berøres med bare fingre eller annet som kan sette flekker. Slike flekker kan ikke fjernes og på grunn av varmen vil flekkene bli brune/svarte over tid. Det vil redusere lysutbyttet fra kolben og kan øke faren for at kolben eksploderer. Sjekk at kontaktene både i projektoren og på kolben er rene før kolben monteres.



Figur 3-23: Lampehus med xenonkolbe og speil (Christie)

Dekslene på projektoren som gir tilgang til lampehuset må først fjernes. Forsøk ikke å fjerne andre deksler, fordi det kan føre til at sikkerhetssystemet brytes. I så fall må en sertifisert tekniker resette systemet før projektoren igjen kan brukes.

Ta av kontakten på anodesiden (siden mot lerretet) av lampen og skru lampen ut av holderen. Pakk den inn i esken den ble levert i, eller pakk den inn i et sterkt stoff (leveres ofte med lampen). Ikke kast ubeskyttede xenonkolber, fordi de kan skade andre hvis de eksploderer.

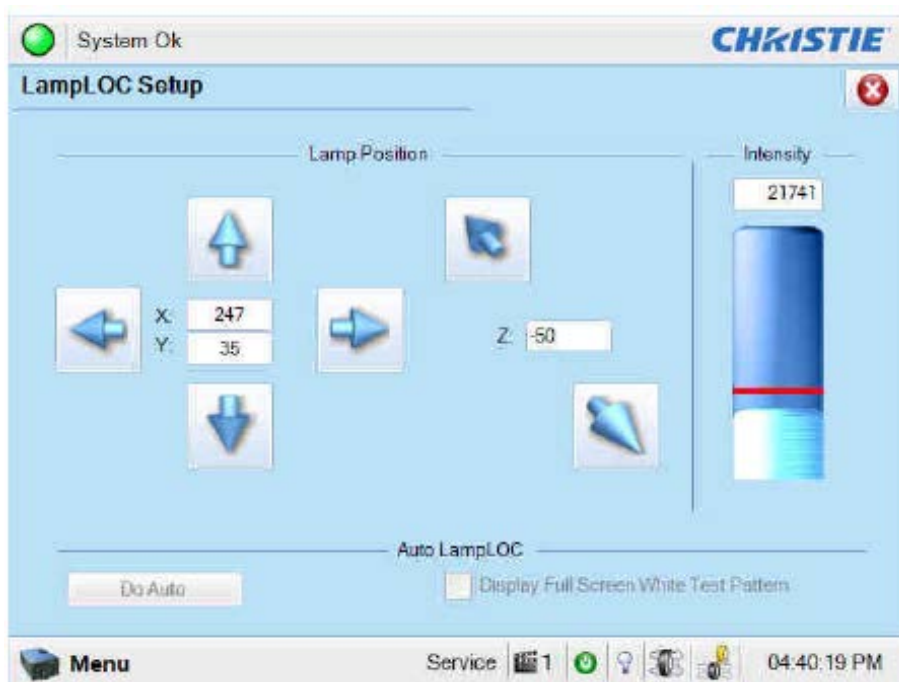
En vanlig måte er å sette inn en ny kolbe ved å skru katodesiden, den gjengede delen, inn i holderen. Hold kolben i katodeenden for å unngå spenninger i glasset når den skrues til, men pass på at speilet ikke berøres. Fest ledningen til anoden, og sett på dekslene.

Sett i kontakten og start opp projektoren.

Denne fremgangsmåten kan være forskjellig på ulike projektor-modeller, så sjekk manualen/instruksjonene før du utfører et lampeskift.

Når ny lampe settes inn, skal den registreres med serienummer for at garantien skal gjelde. Registreringen gjøres i projektorens meny, og vær nøye med å sette inn riktig data om lampen. Noen kan fristes til å spare penger ved f.eks. å sette inn den samme kolben på nytt, og dermed "forlenge" levetiden. Dette vil enkelt kunne oppdages av systemintegratoren eller andre ved å sjekke loggene i projektoren. Eventuelle skader som oppstår, f.eks. hvis kolben eksploderer, vil ikke dekkes av forsikringen.

Innjustering av xenonkolben er som regel automatisert. Det finnes lyssensorer i tilknytning til integratorstaven og motorer som justerer xenonkolbens posisjon i speilet. For eksempel finnes det på Christie projektorer en LampLOC meny. Her velges "Do Auto".



Figur3-24: Meny for justering av xenonlampe i Christie projektorer (Christie)

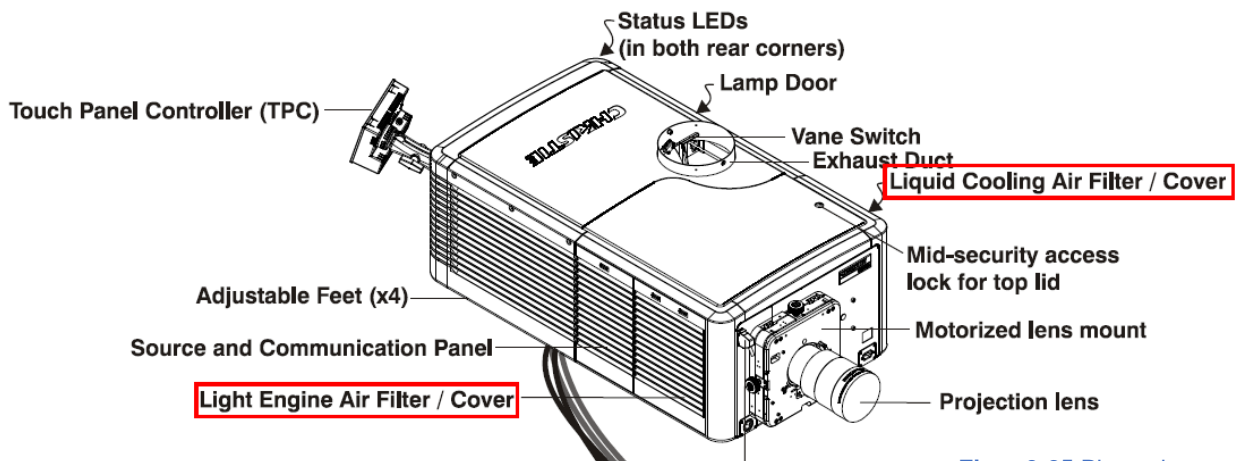
Linken under viser hvordan man bytter xenonlampe på en Barco DP2K projektor:

https://www.youtube.com/watch?v=dk7_hH7wIQg

På Sonys systemer finnes programvaren som justerer xenonlampen i SMS-C programvaren.

3.2.10.3 Bytte filtre

Alle lampebaserte projektorer har filtre som må byttes med jevne mellomrom. Gjør deg kjent med de filtrene som finnes på den eller de lampebaserte projektorene kinen måtte ha. Man må vite betegnelsen på dem, slik at det kan bestilles nye fra leverandøren, og man må vite hvor ofte de skal byttes og hvordan de byttes.



Alt dette skal finnes i manualen for projektoren, som skal finnes på kinoen. Alternativt kan man få veiledning fra SI.

Figur 3-25 Plassering av filtre på en Christie CP2230 (Christie)

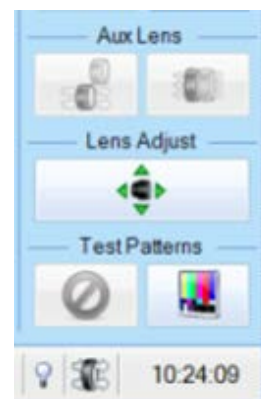
3.2.11 Testbilder og testfilmer

I projektoren er det innebygget ulike testbilder. Disse er tilgjengelig via projektorens programvare. Det kan legges til ulike testbilder i denne menyen, slik at de blir raskt tilgjengelig.

De mest aktuelle testbildene er for å sjekke ulike formater, at de er korrekt innstilt i forhold til lerretet, og at alle pikslene er synlige. Det finnes også testbilder for å kalibrere projektorens farger, at det er korrekt lys på lerretet, testbilder for 3D, og flere andre.

På avspilleren bør det være test-DCPer for å sjekke bilde og lyd, synkronisering av bilde og lyd, og flere andre tester. Om serveren ikke har slike testfilmer, kan de lastes ned gratis fra ulike kilder. Ta evt kontakt med SI for kinoen.

Kjør disse testene jevnlig for å sjekke at bilde og lyd er korrekt.



Figur 3-26: Nederst, på høyre side av touch panelet på Christie touch panel finnes knappen som gir tilgang til de innebyggede testbildene.

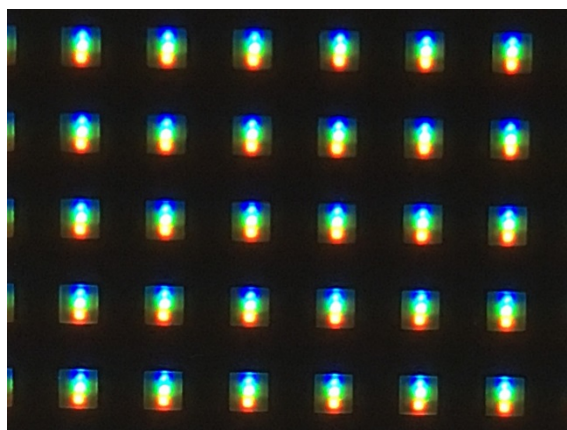
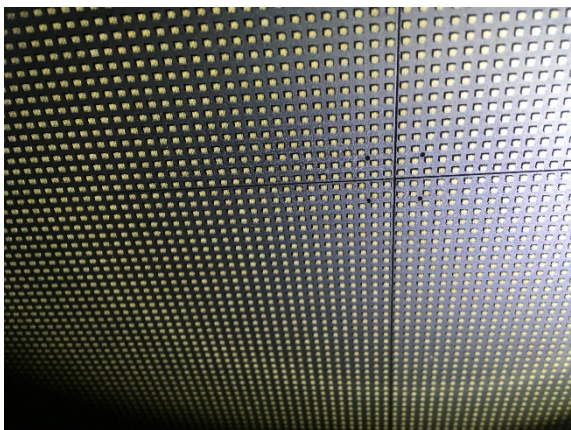
3.3 Active led skjermer

I 2017 presenterte Samsung den første DCI godkjente skjerm-løsningen for kinosaler, kalt Samsung Onyx Cinema LED screen. På engelsk kalles systemet Direct View Screen, som betyr at man ser bildene direkte fra skjermen, ikke projisert på et lerret.

LG, Sony og AET Altai (Kina) har også DCI godkjente systemer. og det kan forventes at antallet øker hvis dette blir en løsning som får gjennombrudd på kinoer.

Foreløpig er antall installasjoner i verden veldig få, men spesielt i Kina forventes det at antallet vil øke i tiden fremover.

I det følgende brukes Samsung Onyx Cinema LED som eksempel, siden de er dominerende mht antall installasjoner (Europa).



Onyx LED kinoskjerm er bygget opp av kabinetter. Hvert kabinett har 256 x 360 (BxH) piksler. Med 4K oppløsning (4096 x 2160 piksler) gir det 16 x 6 = 96 kabinetter per skjerm. Skjermen har 1:1,9 høyde/bredde format, tilsvarende native oppløsning i en 4K kinoprojektor.

Kabinettene finnes i to utgaver, ett med 2,5mm og ett med 3,33mm pikselavstand.

Skjermene har 4K oppløsning.

2,5mm pikselavstand gir en skjerm med 4096 x 2,5mm = 10,24m bredde og 5,4m høyde

3,3mm pikselavstand gir en skjerm med 4096 x 3,3mm = 13,52m bredde og 7,13m høyde.

Pr 1.1.2022 har Samsung kun skjermer i disse størrelsene i 4K oppløsning. De har i tillegg en 2K versjon med 2,5mm pikselavstand, som har halv høyde og bredde av tilsvarende 4K skjerm (5,12 x 2,7m). Andre fabrikanter har skjermer med andre bildestørrelser (annen piksel tetthet).

Tykkelsen på Onyx-kabinettene er 119mm.

Vekten er 14,2 kg pr panel (2,5mm pitch), som gir en totalvekt på skjermen på 1.459 kg. I tillegg kommer rack for montering etc, så vekten antas å ligge rundt 2 tonn.

Sammen med systemet leveres det noen reserve kabinetter fra samme parti som det leverte systemer. Disse er kalibrert nøyaktig lik panelene i skjermen, slik at de skal kunne byttes om det skulle oppstå en feil i et av kabinettene i skjermen, uten at det blir synlig forskjell mellom den nye og de eksisterende.

Aktiv LED skjerm gir noen nye muligheter sammenliknet med projeksjon:

- Luminansen kan være helt opp til ca 500 cd/m² (nits), som tilsvarer ca 145 footLambert. Dvs ca 10 ganger mer lys enn det som kreves av en vanlig DCI projektor.
- Kontrasten er tilnærmet uendelig, fordi panelene er sorte når det ikke er lys i diodene. Selv i en sal hvor lysene er tent vil kontrasten være overlegen.

Figur 3-27: Pikslene i en aktiv LED-skjerm. Til venstre montert i kabinett, uten lys, til høyre med lys (Samsung)

- Fordelingen av lyset på skjermen vil være helt jevn, i motsetning til projeksjon, der lyset avtar noe mot sidene/hjørnene
- Det er mulig å vise farger ut over standard fargerom for kino (P3)
- Det er ingen projeksjonsstråle gjennom salen, og ikke noe maskinrom. Det forenkler designet av salen.
- Det er mulig å vise film med lyset i salen på, som bl.a. gir bedre forhold for servering i salen.

Men Aktiv LED skjermer har også noen begrensninger/ulempen i forhold til projeksjon:

- Bilde størrelsen er begrenset av piksel tettheten. Det betyr at salene må tilpasses bildestørrelsen, og 10,4m bildebredde tilsvarer en kinosal med under 100 reclinere.
- Høyde/bredde formatet på 1:1,9 gjør at Scope bilder har tilnærmet samme bredde som Flat og vises med sorte striper over og under bildet.
- Høytalerne kan ikke plasseres bak lerretet. I stedet plasseres de over lerretet.
- Den eneste 3D-systemet som fungerer er aktive briller. Men det er en begrensning i bilde hastigheten på 60 bps, så HFR (High FrameRate) muligheten er begrenset.
- Så lenge antallet saler i verden med aktiv LED skjerm er lavt, vil det være stor begrensning i antall filmer (titler) som er mastret for systemet.
- Prisen er veldig høy (enn så lenge), og langt utenfor rekkevidde for de fleste kinoer.
- Mange filmskapere, kinoentusiaster og andre liker ikke den høye kontrasten/luminansen bl.a. fordi det ikke svarer til deres forventning om en kinoopplevelse.
- Ved visning av film med lyset i salen tent vil man bli forstyrret av alt man ser som ikke er en del av filmen.

Filmer som vises på Aktiv LED skjermer spilles av fra en DCI godkjent avspillingsserver, av samme type som benyttes i projeksjonssystemer.



Fig 3-28: Kinosal med Samsung Onyx Cinema LED (Samsung)

3.4 Andre kinosystemer

3.4.1 IMAX (digital)

IMAX er opprinnelig et filmformat basert på 70mm film med 15 perforeringshull per bilde, laget for veldig store lerreter (se kap 10.10.1).

I 2008 kom IMAX med en digital 2K versjon, med deres egen mastring av filmer både i 2D og 3D vist på deres eget system, med 2 spesialtilpassede xenonprojektorer på et veldig stort lerret. To projektorer brukes for å gi mer lys i 2D, og for å kunne vise 3D med polarisert lys der én projektor viser bildene til venstre øye og den andre viser bildene til høyre øye.

I 2015 kom de med laserprojektorer med 4K oppløsning, beregnet for større saler.

Av hensyn til polarisert 3D, vises bildene på sølvduk.

De benytter et 12 kanals lydsystem med høyttalere stablet i høyden og høyttalere i taket.

IMAX designer selv alle salene som benytter formatet.

På Storo i Oslo finnes det en IMAX sal med et 15 meter høyt lerret.

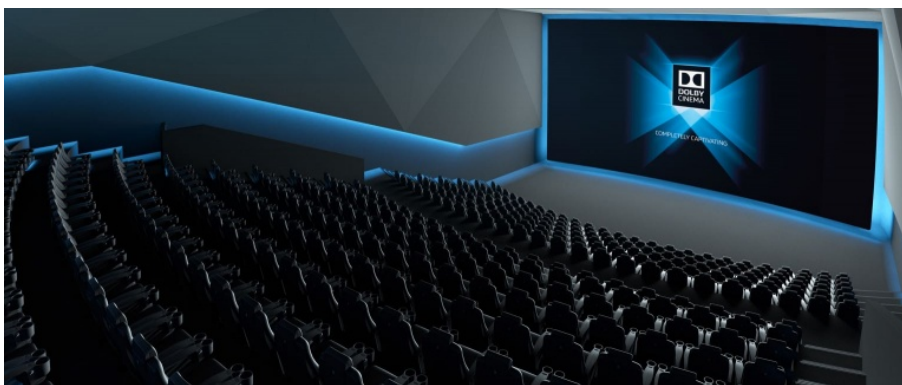


Figur 3-29: IMAX, Odeon Storo, Oslo

3.4.2 *Dolby Cinema*

Dolby har utviklet lydsystemet Dolby Atmos (se kap 7.4.4.2). De har også utviklet et bildeformat kalt Dolby Vision, med større dynamikk, større fargerom og høyere kontrast. Større dynamikk betyr at det hvite er lysere og det svarte mørkere. Større fargerom betyr at det kan vises farger ut over det som er begrenset i standarden for digital kino (P3).

Alle Dolby Cinema salene designes av Dolby.



Figur 3-30: Dolby Cinema (Dolby)

3.4.3 *D-Box*

D-box er et system der stolene kan beveges i alle retninger eller ristes. Prosessoren som styrer bevegelsene, får synk-signalene fra kinoens avspillingsserver. Effekten brukes bare på utvalgte scener, for å forsterke opplevelsen i handlingen.

D-Box stoler finnes også med reclinere (stoler med vipp i ryggen og fotstøtte).

Det finnes to D-Box saler i Norge (pr 1.1.2022): Trondheim/Prinsen kinosenter og Bergen/Konsertpaleet.

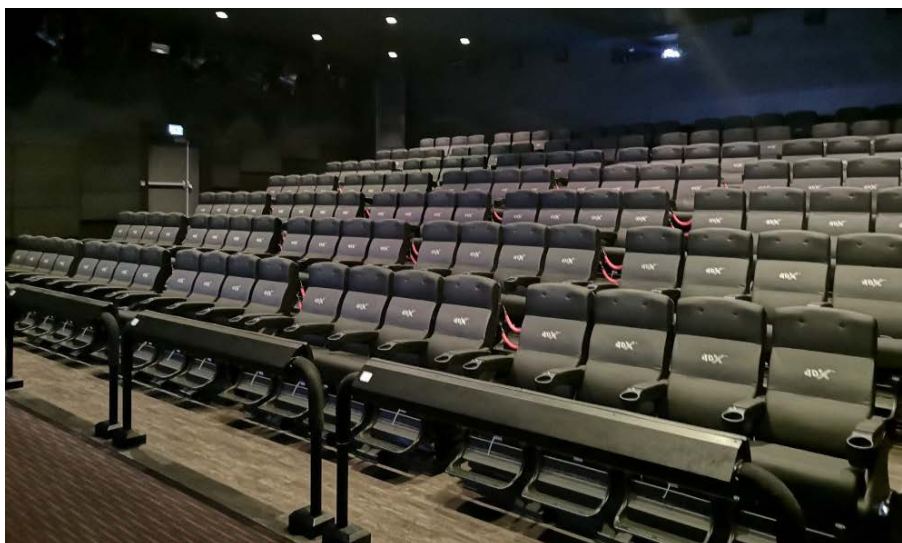


Figur 3-31: D-Box med reclinere

3.4.4 4DX

4DX er utviklet av CJ 4DPLEX i Korea. Her er stolene montert i grupper på sokler slik at de kan heves, senkes, tiltes, ristes osv. I tillegg til bevegelige stoler, finnes det en rekke andre effekter, slik som børster som kiler, vann/regn/snø, vind, tåke, lukt, varmluft, bobler m.flere (21 ulike effekter). 4DX prosessoren styres av tidskode-signaler fra avspillingsserveren i kinoanlegget.

Det finnes tre 4DX-saler i Norge (pr 1.1.2020): Oslo/Ringen, Tønsberg/Kilden og Bergen/Lagunen



Figur 3-32: 4DX kinosal på Ringen kino i Oslo

3.4.5 ScreenX

ScreenX er utviklet av CJ 4DPLEX (samme konsern som lager 4DX). Filmen vises på et hovedlerret (som vanlig film), men i tillegg er det ett lerret på hver av sideveggene, slik at bildene

fortsetter utenfor sidekantene av hovedlerretet. Det er begrenset handling på sidelerretene, men de gjør at bildeopplevelsen ikke brått slutter der lerretet slutter, og skaper en sterkere følelse av at man er "inne i filmen".

Det finnes én ScreenX sal i Norge (pr 1.1.2022): Oslo/Odeon Storo



Figur 3-33: Screen-x
(Screen-x)

4 PROGRAMMERING OG KONTROLL AV KINOANLEGGET

En kino har mange hjelpemidler for å effektivisere arbeidet, ikke minst for å spare tid og bemanning, enten det er på et stort flerkinoanlegg eller på en liten ensals kino.

For innlasting av filmer, distribusjon til salene og programmering av forestillinger har flerkinoanlegg som regel et Theatre Management System (TMS) med en tilhørende bibliotekserver. De fleste ensalsanlegg har også en forenklet utgave av TMS med noe redusert funksjonalitet og lagringskapasitet. Ut over det som styres via TMS kan kinoen ha et separat automasjonsanlegg..

4.1 Automatisk mottak av film

Filmer leveres normalt til kinoen via internett. Den dominerende leverandøren for denne tjenesten er Unique Digital Nordic/ UniqueX, med sitt MovieTransit system (MT).

Eclair har et tilsvarende system, som er installert på noen kinoer, i tillegg til MT. Det er distributøren som bestemmer hvilket system de vil benytte for distribusjon av sine filmer.



Figur 4-1:
Bibliotekserver med
RosettaBridge
(UniqueX)

4.1.1 *MovieTransit*

I 2012 ble MovieTransit (MT) lansert av Unique Cinema Systems (har senere byttet navn til Unique Digital Nordic) som en løsning for å distribuere filmer, KDMer og annet innhold via internett. UDN har installert løsningen på tilnærmet alle norske kinoanlegg.

Mottaket kan enten skje via en separat MT boks, eller direkte til UDN sin RosettaBridge TMS (se kap 4.2).

MT bokser har en forenklet versjon av RosettaBridge programvaren innebygget, bl.a. for å kunne overføre filmer fra MT til avspillingsserveren.

For at overføringen ikke skal ta for lang tid, er RosettaBridge eller MT boksen, koplet opp mot en nettverkslinje med stor båndbredde. Kapasiteten på denne linjen avhenger av hva som er tilgjengelig, hvor stort behov kinoen har og hva kinoen vil betale for linjen.

Filmens eier, eller den som håndterer innholdet på vegne av eieren, overfører DCPer til UDN med alle versjonene av filmen som skal distribueres, og gjør avtale med kinoer som skal vise filmen. UDN sørger for at de som skal vise filmen får overført riktige versjoner til sine anlegg.

Det kan i noen tilfeller ta opptil flere dager å overføre en film, men alle overføringene overvåkes av UDN. Hver kino har brukernavn og passord, så de kan følge overføringen av filmene de skal motta via PC/Mac eller en egen app for mobiltelefon eller nettbrett. Skulle det være problemer med å fullføre overføringen til noen av kinoer for å rekke første visning, sendes en harddisk i posten.

Etter overføringen ligger filmen på bibliotekserveren for de som har RosettaBridge, eller på MT boksen for andre kinoer. Overføringen fra MT til avspillingsserver eller bibliotekserver skjer via nettverkskabel. Denne overføringen kan automatiseres eller styres utenfra slik at det ikke er nødvendig å være til stede på kinoen. Det kan spare mye tid, spesielt for små kinoer.

Alternativt kan overføringen skje ved å gå inn på avspillingsserveren og velge MT boksen som kilde for innlastingen, på samme måte som filmer lastes inn fra harddisker.

UDN holder kontroll på hvilke filmer som ligger på MT boksene, og filmene blir slettet etter en tid, for å gi plass til nye filmer.

4.2 Bibliotekserver og TMS

Flerkinobygg har som regel en server som filmene lastes inn på og hvor de lagres før de overføres til salene hvor de skal spilles av. Denne serveren kalles bibliotekserver og har stor lagringskapasitet. Minimum 4-6TB, men 10-16TB eller mer er blitt vanlig.

Innholdet på bibliotekserveren lagres på flere disk, i et RAID, som sikrer innholdet selv om det skulle oppstå feil på en av harddiskene.

TMS (Theatre Management System) er programvaren på bibliotekserveren. Innholdet i DCP er ikke bearbeidet eller endret her, så kravene til sikkerhet er lavere enn for avspillingsservere med SMS. DCI har derfor ikke krav om å sertifisere TMS og bibliotekservere på samme måte som avspillingssystemer.

Biblioteket har interface for mottak av DCP er utenfra og Gigabit interface for rask overføring av innhold til avspillingsserverne. I tillegg er det interface for oppkopling mot systemintegratorens NOC.

For å beskytte mot skader på filer og programvare ved strømbrudd og mot uregelmessigheter i strømtilførselen bør bibliotek-serveren ha en UPS (Uninterruptible Power Supply / Avbruddsfri strømforsyning) koplet til strøminntaket. Dette er en batteripakke, som sørger for jevn strømtilførsel i en kort periode (f.eks. 5-10 min) ved evt strømbrudd. Dette er tilstrekkelig til å ta serveren ned på en kontrollert måte (se kap 3.1.9).

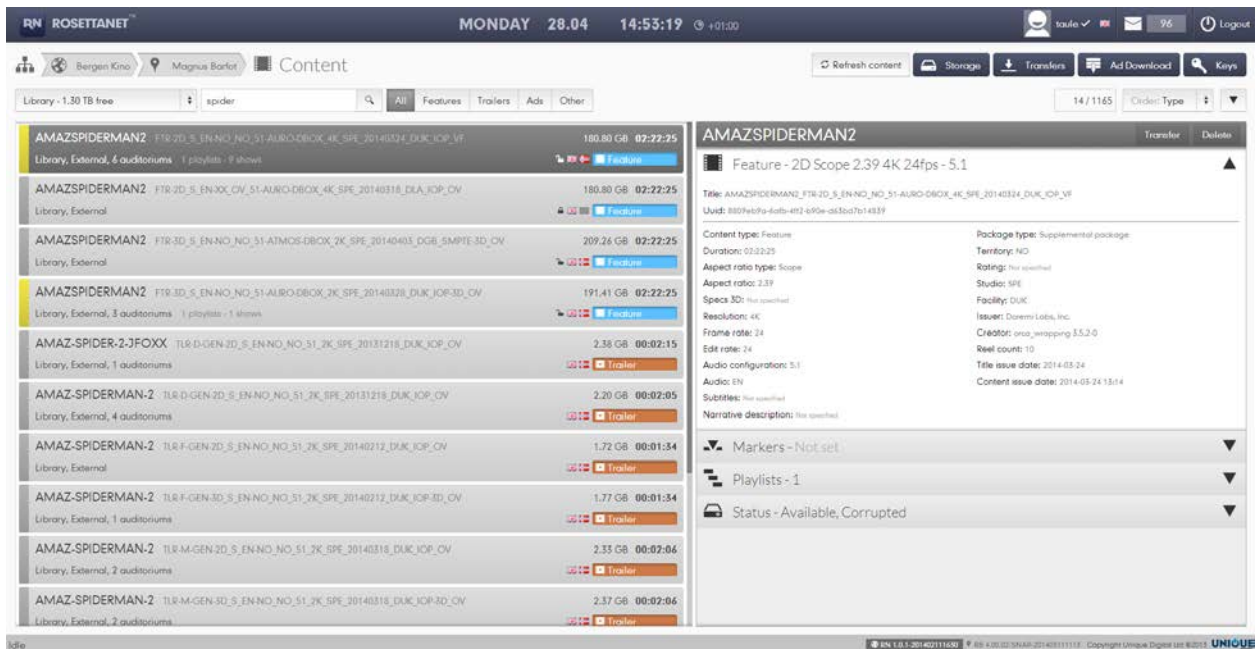
Det finnes mange ulike TMS programmer. I Norge dominerer RosettaBridge/RosettaNet TMS, som er utviklet av UniqueX (tidligere Unique Digital), et av søsterselskapene til Unique Digital Nordic.

En TMS har programvare for å laste inn og holde oversikt over alt innholdet i biblioteket, og for å distribuere det til de ulike salene i anlegget.

Innlastingen kan gjøres via eksternt nettverk (internett, satellitt el.l.) eller disker/minnepinner som koples til serveren via USB eller eSata. Den har også en CRU-port for innlasting av CRU-disker (eSata2)

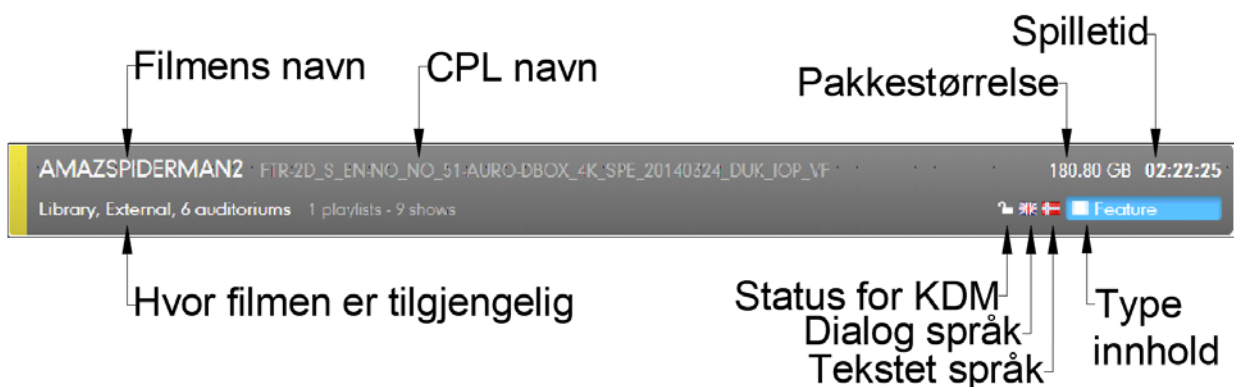
På samme måte som når DCP er legges inn på en avspillingsserver, vil innlastingsprogrammet starte når en harddisk eller minnepinne med DCP koples til bibliotekserveren. Innlastingen foregår omtrent på samme måte som på avspillingsserveren.

Alt innhold som ligger på alle servere eller andre lagringsmedier i det interne nettverket er tilgjengelig via TMS. Det er enkelt å holde oversikt over innholdet ved at listen over innholdet kan sorteres på ulike måter.



Man kan velge å se kun på innholdet i en bestemt sal eller harddisk, sortere etter type innhold, navn osv, eller søke etter innhold lokalt på hver harddisk eller i hele nettverket. På RosettaNet er det et eget vindu som viser informasjon om den filmen som er valgt. Denne informasjonen er hentet fra CPL. På Rosetta har hver film har sin knapp med informasjon om innholdet (se Fig 4-3). Type innhold er fargekodet: Spillefilm=blå, Trailer=brun, Reklame=grønn og Annet innhold=lilla. Et låsesymbol viser at filmen er kryptert og evt status på KDM. Flagg viser filmens talespråk og tekstespråk. Informasjonen i denne boksen er hentet fra filnavnet, og kan være feil hvis det er feil i filnavnet.

Figur 4-2: Oversikt over innholdet på Rosetta.Net Til venstre vises innhold på biblioteket (Library, vist til venstre over listen). Til høyre vises informasjon om valgt innhold, (UniqueX).

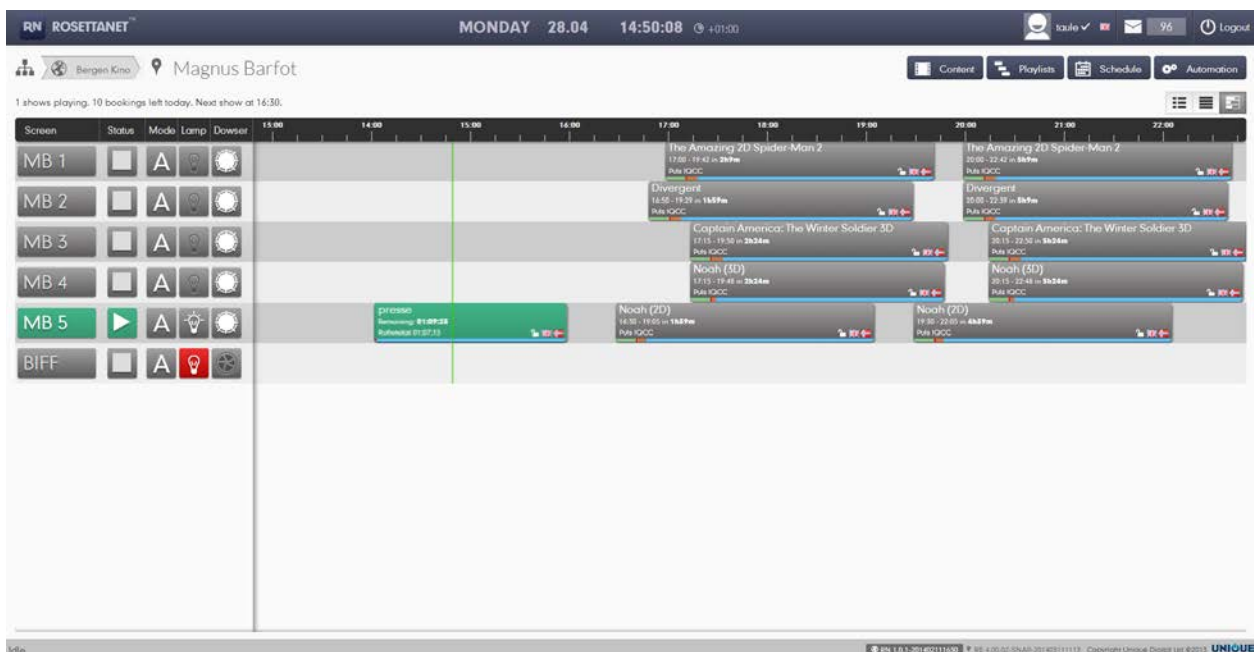


Figur 4-3: Informasjon om filmen på Rosetta (UniqueX)

Det er enkelt å overføre filmer fra biblioteket til avspillingsserverne. Normalt gjøres det ved å dra filmen fra listen i bibliotekserveren til salen den skal kopieres til. Overføringen av en film tar litt tid, avhengig av båndbredden i nettverket, om det er flere filmer som overføres samtidig og om det foregår avspilling på serveren i salen som mottar innholdet. Mens overføringen skjer, viser en fremdriftsmåler hvor mye som er overført. Det kan være en begrensning i hvor mange filmer som

kan overføres samtidig. Skulle denne grensen overskrides, vil de overskytende filmene legges i kø, og overføres etter hvert som det blir kapasitet i systemet (f.eks. over natten).

I TMS kan det lages spillelister med hele programmet for en forestilling, inkludert reklame, trailere og signaler for styring av projektor (cues), lydanlegg, salsfunksjoner osv. Begrensningene ligger i hvilke funksjoner som er koplet opp mot avspillingsserveren eller direkte mot TMS. Forestillingen (spillelisten) legges inn i den salen filmen skal vises, på riktig dag og tidspunkt. Tidslinjer viser forestillinger som er lagt inn, varighet osv. På den måten er det enkelt å danne seg et bilde av kjøreplanen for hver sal.



For å forenkle programmeringen, kan det lages makroer som utfører flere operasjoner med ett valg, eller maler som legger inn alle forestillingsrutinene med reklame, trailere og hovedfilm, styring av salslys osv. der operatøren kun må legge inn rett innhold på rett sted. Også denne operasjonen kan automatiseres via f.eks. Autonomus systemet for Rosetta, der informasjon om hvilke filmer som skal vises hentes fra kinoens booking system, og riktig versjon, tilpasset utstyret og formatene som finnes i hver sal legges inn i spillelisten sammen med alt annet innhold som skal vises og styring av alle operasjonene. I prinsippet betyr dette at alle rutiner for å motta, programmere og spille av en film er automatisert.

Figur4-4: Kjøreplan i Rosetta
Viser hvilke spillelister som spilles av i ulike saler. Aktive spillelister og saler vises i grønt (UDN)

TMS holder oversikt over KDMer. Om det ikke skjer automatisk (via Basekey el.l.) kan disse legges inn på samme måte som DCPer. Systemet vil vise om filmen er åpen for visning, om det er kort tid igjen av gyldigheten osv.

4.2.1 Innlasting på avspillingsserver

På et anlegg med TMS, kan det noen ganger være mer hensiktsmessig å laste filmen/innholdet direkte inn på avspillingsserveren. For eksempel hvis det er en liten DCP (kort filmsnutt), testfilm el.l. Innhold som lastes inn på denne måten vil være synlig på TMS, og kan evt kopieres fra avspilleren til biblioteksserveren eller en annen sal.

Det kan forekomme at en DCP ikke lar seg laste direkte inn på biblioteksserveren, f.eks. hvis den ikke er mastret helt korrekt i henhold til DCI-kravene. En sjelden gang kan det hende at innlasting av den samme DCPen vil fungere på avspillingsserveren. I så fall kan filmen lastes inn der, og overføres tilbake til biblioteksserveren via TMS, og være tilgjengelig på systemet.

Hvis det er problemer med å laste inn en film på TMS, kan det være verd et forsøk på å laste den inn på en avspillingsserver.

4.2.2 Kopiering mellom avspillingsservere

Av forskjellige grunner kan det av og til være hensiktsmessig å kopiere en film direkte fra én avspillingsserver til en annen, uten å gå veien om TMS. Det kan enkelt gjøres ved at den avspilleren der filmen ligger velges som kilde i innlastingsprogrammet på avspilleren som skal motta filmen, og laste den inn på samme måte som når filmen lastes inn fra andre eksterne kilder. Denne operasjonen kan som regel også styres fra TMS, så man slipper å gjøre det manuelt på avspillingsserveren.

4.3 Distribusjon av KDM (BaseKey)

I stedet for at kinoen selv må passe på at den har KDMer til de filmene som vises, kan dette løses ved at en ekstern leverandør får KDMene tilsendt og overfører dem til kinoens anlegg, hvor de kan distribueres videre til de ulike salene.

UDN tilbyr et slikt system, kalt BaseKey, som kinoene kan abonnere på. BaseKey er ikke avhengig av at kinoen har Rosetta TMS, men den må være koplet opp til deres MovieTransit system.

Kinoen inngår avtale med UDN, og oppgir epostadressen til BaseKey (kdm@basekey.com) sammen med sin egen epostadresse slik at begge får tilsendt KDMer. BaseKey systemet finner kinoene som skal ha de ulike KDMene, og overfører dem til riktig kino/sal.

For kinoer som har RosettaBridge skjer installasjonen av KDMene direkte via TMS. For kinoer som ikke har RosettaBridge, kommer KDMen via kinoens MT boks (kap 4.1).

BaseKey har ingen kontroll på at KDM fungerer, så kinoen må selv sjekke at de har fått riktige KDMer og at de fungerer.

4.4 Automasjon

Oppgaver for gjennomføring av forestillinger kan styres via SMS programvaren på avspillingsserveren, og via TMS kan avspillingen i flere saler styres. For å automatisere andre operasjoner, må kinoen ha et automasjonssystem, som i tillegg til å starte avspilling av filmer også kan styre lyset i salen, evt masketrekke på lerretet, lydformater og lydnivå i salen osv.

Et automasjonssystem kan brukes til å styre avspilling av innhold som kommer i andre formater enn på DCP, og eventuelt utvides til å styre annen bruk av salen, f.eks. til konferanse/ undervisning, streaming av innhold osv. I et kulturhus hvor anlegget brukes til mye annet enn å vise film, kan automasjonssystemet styre veldig mange av funksjonene for bruken av huset.

4.4.1 Styringsautomaten

Hjertet i automasjonen er styringsautomaten. Denne består som regel av en enhet med programvare som er tilpasset de funksjonene som skal styres av automatikken, forutsatt at disse lar seg styre via kommandoer fra automaten. Programvaren for styring av automasjonen kan være integrert i TMS, slik at all programmering kan gjøre på ett sted. De fleste operasjonene for avvikling av en forestilling i én sal kan også styres via avspillerens SMS, men den må i så fall koples opp mot alle de komponentene som skal styres. Kinotekniske leverandører kan evt bistå med slike løsninger.

Komponenter som ikke uten videre lar seg styre av kommandoer fra automasjonen, kan som regel utstyres med tilleggsutstyr (reléer o.l.) som gjør det mulig.

Det finnes generiske systemer som kan brukes for å styre mange typer anlegg, også kinoanlegg. Scenetekniske leverandører og noen kinotekniske leverandører bruker slike løsninger, gjerne i kombinasjon med egne applikasjoner tilpasset kinobruken av anlegget. Crestron er eksempel på et slikt system.

Til automasjonsanlegget er det som regel et panel i salen som kan benyttes for å styre anlegget. Dette panelet kan være et nettbrett, som kan være fast montert på veggen, eller benyttes for trådløs styring av anlegget.

Ulike styringssystemer benytter ulike protokoller for å kommunisere med utstyret. Ved anskaffelse av nytt utstyr bør kinoen kreve at utstyret kan kommunisere med det automasjonssystemet kinoen har, evt om det må anskaffes tilleggsutstyr for at det skal fungere.



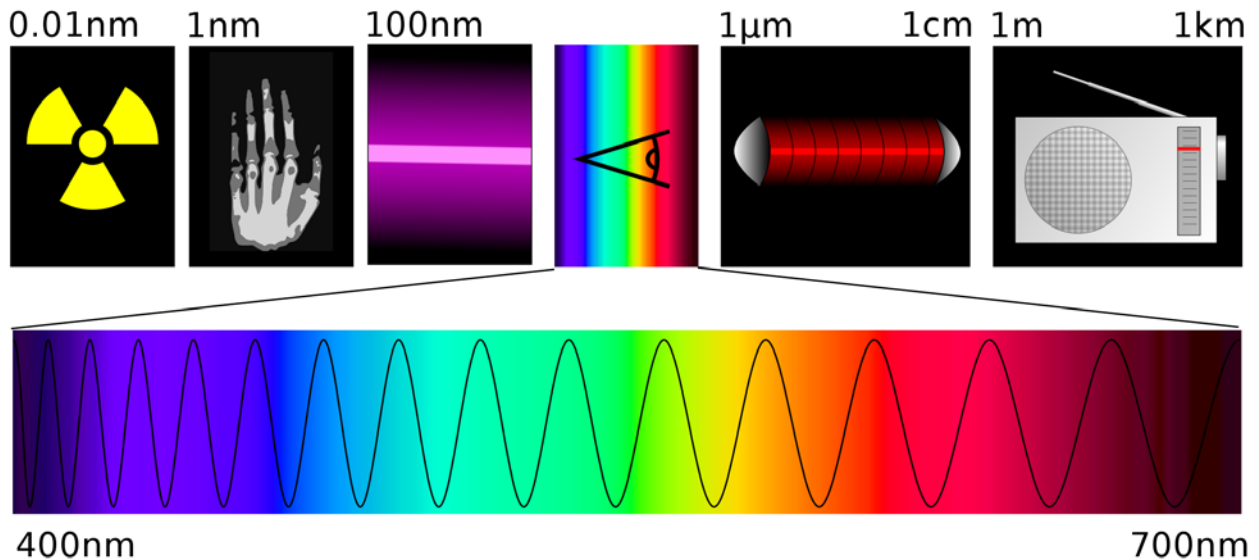
Figur 4-5: Jnior 412DMX automatiseringsboks for kinosaler

5 PROJEKSJON

5.1 Om lys

Det vi ser er enten lys som kommer direkte fra lyskilden, eller lys som blir reflektert fra en gjenstand, flate el.l.

Forklaringene i dette kapitlet er forsøkt gjort enkle, uten bruk av komplisert matematikk og vanskelige begreper og formler.



Figur 5-1: Inndeling av elektromagnetisk spekter i soner. Radioaktiv stråling, Røntgenstråler, Ultrafiolett stråling, Synlig lys, Infrarød stråling og radiobølger. Under vises inndelingen av synlig lys fra ultrafiolett til infrarødt

Lys er elektromagnetisk stråling med bølglengde mellom ca 380 og ca 780 nm (nanometer).

Siden lyset har konstant hastighet på 300.000km/sek, gis bølglengden av formelen:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

der λ er bølglengde (m), c =lyshastighet (m/s) og f er frekvens (Hz)

5.1.1 Noen sentrale begreper om lys

For å beskrive lys, finnes en rekke begreper. De viktigste i kino-sammenheng er beskrevet nedenfor.

5.1.1.1 Lumen (lm) og ANSI Lumen

Lumen er et mål på lysstrøm (lysflux). F.eks. hvor mye lys som sendes ut fra en lyskilde (i alle retninger). For å måle hvor mye lys som kommer ut av en projektor, finnes det ulike målemetoder. Den mest brukte av disse er utarbeidet av American National Standards Institute (ANSI) og benevnes ANSI-lumen. Denne målemetoden tar hensyn til mange faktorer ved projeksjon, og er et gjennomsnitt av mange målepunkter.

5.1.1.2 Candela (cd)

Candela er et mål på lysstyrke, dvs. lysstrømmen fra en lyskilde i en angitt retning (romvinkel). Candela betyr stearinlys, og 1 cd tilsvarer omtrent lysstyrken til ett stearinlys (i alle retninger)

5.1.1.3 Lux (lx)

Lux er et mål på belysningsstyrke, dvs hvor stor lysstrøm som treffer en gitt flate. $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$.

5.1.1.4 Luminans

Luminans kalles ofte lystetthet. Det er et mål på hvor lys en flate er. I kino brukes luminans som et mål på hvor mye lys som reflekteres fra lerretet. I internasjonal standard (ISO) angis luminansen i Candela/m² (cd/m²). I USA brukes betegnelsen FootLambert (fL, fl, ft-L) og siden USA dominerer film og kino-bransjen, er fL mest vanlig å bruke i kinosammenheng.

Når en lysstrøm på 1 lumen treffer en 1 kvadratfot stor flate med refleksjonsfaktor 1 (som et matt hvitt lerret) gir det en luminans på 1fL.

Konvertering fra cd/ m² til fL kan beregnes etter denne formelen:
 $1 \text{ cd/ m}^2 = 0,292 \text{ fL}$

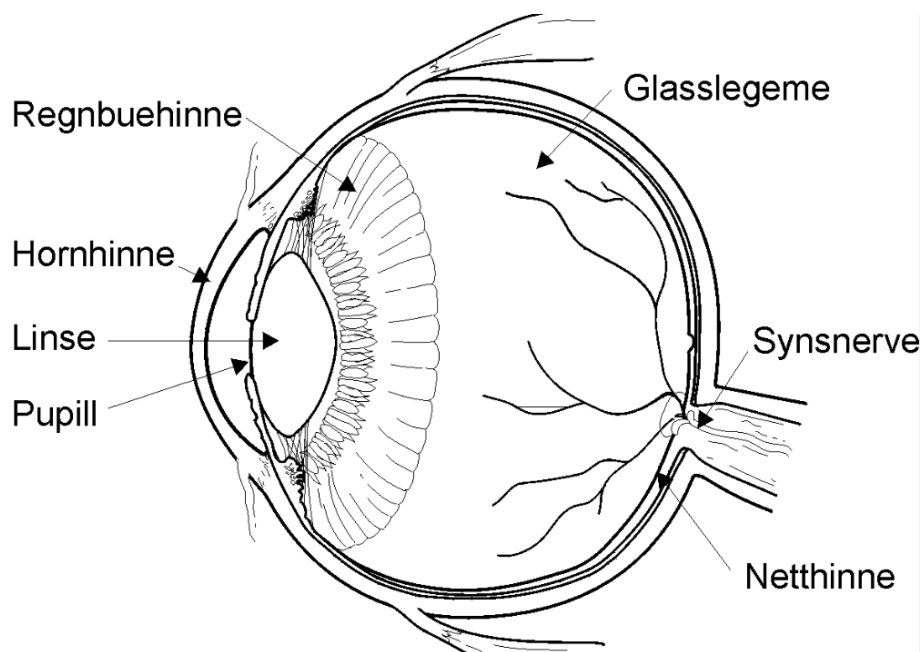
5.2 Synet

For å forstå hvordan mennesker kan oppfatte en serie med enkeltbilder som en sammenhengende hendelse, bør du vite litt om øyet og synet.

5.2.1 Øyets oppbygging

Menneskets syn består normalt av to øyeepler med synsnerver til synssenteret i hjernen. Øyeeplet er beskrevet i fig. 5.2.

Lyset kommer inn i øyet gjennom pupillen. Åpningen gjøres større eller mindre for å regulere lysmengden. Ved hjelp av en linse fokuseres inntrykkene på netthinnen



Figur 5-2: Snitt gjennom øyeeple med sentrale elementer

På netthinnen finnes det sanseceller som inneholder lysfølsomme pigmenter. Disse gjør lyset om til signaler som formidles videre til hjernen gjennom synsnerven. Det er to slags sanseceller på netthinnen.

- Stavene er tynne og sylindriske. Stavenes oppgave er å registrere lysintensiteten. De oppfatter ikke farger. Stavene dekker hele øyets synsfelt. I ytterkanten av synsfeltet inngår stadig flere staver i grupper, som gjør at detaljsynet i periferien av synet blir svakere.
- Tappene er flaskeformet. Tappene registrerer farger, og det er langt færre tapper enn staver. Tettheten øker mot senter i synsfeltet. Tappene trenger mer lys enn stavene for å reagere.

På grunn av tappenes plassering og egenskaper blir øyets evne til å se farger dårligere i periferien av synsfeltet og når det er lite lys.

Menneskets syn varierer med forholdene. Best syn har vi i godt lys, og med lite bevegelse i motivene. Når det blir mye bevegelse i det vi ser på, vil evnen til å se detaljer reduseres. Når det vi ser på blir mørkere, vil også evnen til å se farger bli dårligere.

5.2.2 Øyets treghet

Hvis du ser på et bilde, og plutselig fjerner det, vil bildet bli "hengende igjen" på netthinnen i brøkdelen av et sekund. Hvis det i løpet av denne perioden settes inn et nytt bilde, vil øyet ikke oppdage at det har vært et opphold mellom bildene. Dette kalles øyets treghet.

Ved filmprosjeksjon skjer endringen fra ett bilde til det neste så raskt at filmbildene oppleves som en kontinuerlig strøm av bilder.

5.2.3 Phi (φ)- Fenomenet

Et annet viktig fenomen for å kunne oppleve filmbildene som "levende" bilder kalles phi-fenomenet (φ (phi) er gresk fi). Det vil si at synet "setter sammen" raske, små endringer til kontinuerlig bevegelse.

Tenk deg en serie med lyskilder, plassert ved siden av hverandre. Først tennes det ene lyset, deretter slukkes det, og så det tennes neste lys osv. Så lenge dette skjer langsomt, vil øyet se at det ene lyset tennes og slukkes, så det neste osv. Hvis hastigheten økes, vil øyet etter hvert sette sammen blinkene til en kontinuerlig bevegelse. Da vil vi oppfatte tenningen/slukkingen av lysene som om lyset beveger seg kontinuerlig fra den ene siden til den andre. Dette fenomenet inntreffer når intervallene mellom tenning og slukking av hvert lys er raskere enn ca 1/16 sekund.

Phi-fenomenet, sammen med øyets treghet, gjør at vi ved å lage en serie enkeltbilder med en liten forandring fra bilde til bilde, opplever forandringen som en kontinuerlig bevegelse.

5.2.4 Adaptasjon (Adapsjon)

Synet tilpasser seg lysforholdene. Ved synkende lysnivå vil synets følsomhet langsomt øke. Når lysnivået blir lavt nok, vil tappene etter hvert slutte å fungere, og synet ivaretas av stavene. Øyet bruker relativt lang tid på å tilpasse seg lave nivåer, mens det tar kort tid å vende tilbake til dagslys. Det at synet tilpasser seg til gitte nivåer kalles synets adaptasjon eller adapsjon.

Ved et gitt adapsjonsnivå er det begrenset hvor høyt og hvor lavt lysnivå synet kan oppfatte. I solskinn er det ikke mulig å se detaljer i mørke områder. Hvis synet konsentreres mot de mørke områdene vil adapsjonsnivået endres, og sollyset vil virke ubehagelig skarpt, og detaljene i dette området forsvinner i høylys.

På samme måte tilpasser øyet seg lysnivået i kinosalen. Fordi øyet bruker lang tid på å venne seg til mørket, bør det ikke være for lyst i foajéen. Det bør heller ikke være for lyst i kinosalen før reklame og hovedfilm begynner.

Før filmen begynner, er synet tilpasset ett lysnivå. Når lysene i salen slukkes og filmen starter vil synet langsomt tilpasses lysnivået på filmen. Hvis det er et svakt lys på deler av lerretet, f.eks. fra en lampe i maskinrommet eller refleksjon fra gjenstander i salen, kan dette lyset langsomt bli synlig etter hvert som synet tilpasser seg det lave lysnivået på lerretet. Det er derfor viktig å ha kontroll med alle fremmede lyskilder (strølys), og passe på at de ikke forstyrrer filmopplevelsen for publikum.

5.3 Digitale bilder

Det er mange elementer som bestemmer den tekniske kvaliteten i et bilde. I dette avsnittet beskrives en del sentrale begreper med tanke på kinovisning.

5.3.1 Oppløsning

Oppløsning er et mål på hvor små detaljer et system kan gjengi. Det er begrenset hvor høy oppløsning mennesker kan se under ulike forhold. Under gode lysforhold har synet omtrent 1/60 grad (= 1 minutt) oppløsning. Det betyr at et menneske med normalt syn kan se detaljer med rundt 1mm diameter på ca 3,5 meters avstand, f.eks. på et godt belyst hvitt lerret. Ved lavere lysnivåer reduseres synets evne til å se små detaljer.

De fleste lerretduker som brukes i kinosaler er perforerte. Perforeringshullene bør ikke være så store at de kan sees fra første rad i salen. Dette beskrives mer detaljert i kap 5.7.3.

I digitale systemer, som i digital kino, TV-skjermer og videomonitorer, beskrives oppløsningen med antall piksler. Det er en forkortelse for Picture Element (bildepunkt), og beskriver antall punkter horisontalt og vertikalt som kan gjengis for hver av primærfargene (rødt, grønt og blått).

Andre bildemedier bruker andre måter for å angi oppløsning, tilpasset bildemediet:

- I eldre analoge TV/video skjermer (CRT m.m.) gjengis bildet ved at en elektronstråle skanner bildet i linjer fra øverst til venstre til nederst til høyre. Oppløsningen angis i antall linjer systemet gjengir. PAL TV system med standard oppløsning (Europa) har 625 linjer. Tilsvarende har NTSC TV (USA) 525 linjer.
- I fotografisk materiale (analog film osv) er det vanlig å angi hvor godt det kan skilles mellom sorte og hvite linjer. En sort og en hvit linje kalles et linjepar. Oppløsningen beskriver hvor mange linjepar pr mm systemet kan gjengi. På god 35mm film kan oppløsningen være over 100 linjepar pr mm i filmmaterialet, men dette reduseres vesentlig når bildene projiseres på lerretet. (se mer i kap 5.4.8.2)

I digital kino kan projektoren vise enten 2K eller 4K oppløsning. Filmene som vises kan enten være mastret i 2K eller 4K, men selv om en film er mastret i 4K, er ofte etterarbeidet gjort i 2K og mange (digitale) effekter laget i etterarbeidet kan ha lavere oppløsning.

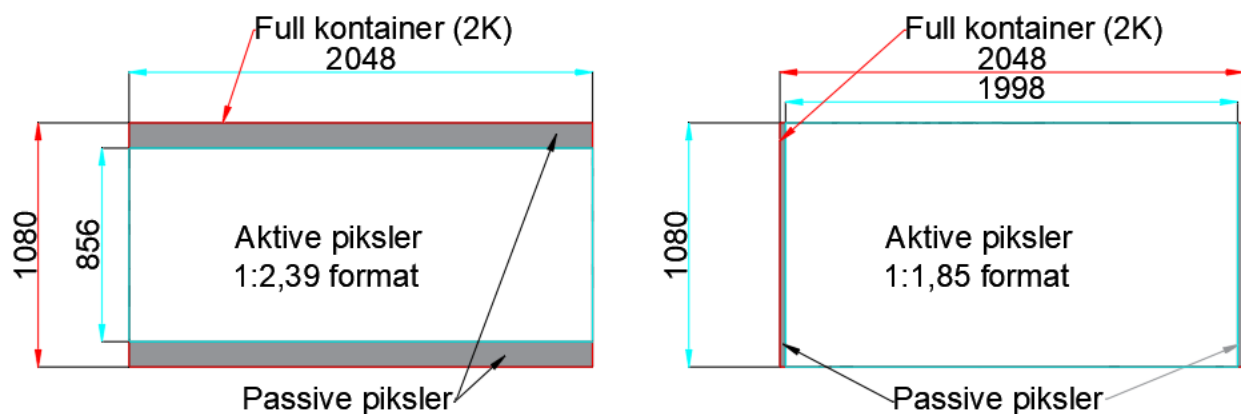
5.3.2 Formater

Dersom alle pikslene i chipene er aktive ("full container"), vil det gi et bredde/høydeforhold på 2048piksler/1080piksler = 1,896. Dette betegnes som "C" i CPL navnet, men brukes i praksis nesten aldri.

Ulike formater lages ved at de aktive pikslene ligger innenfor begrensningen på chipene. Formater med bredde/høydeforhold større enn 1,896 bruker vanligvis alle pikslene horisontalt, mens formater med breddeformat under 1,896 bruker alle pikslene vertikalt på chipene.

Bildeformatene som benyttes i digital kino er stort sett de samme som ble brukt for 35mm film. De betegnes med høyde-/breddeforhold slik de vises på lerretet. Siden pikslene i kontaineren skal være kvadratiske, vil forholdet mellom aktive piksler vertikalt og horisontalt ha samme høyde/breddeformat.

- Scope (1:2,39, Cinemascope) har høyde/breddeformat større enn 1,896, så antall aktive piksler horisontalt er 2048 (2K) eller 4096 (4K). Antall aktive piksler vertikalt finnes ved å dele på 2,39. Det gir 856 (2K) eller 1713 (4K) aktive piksler vertikalt.
I CPL navnet betegnes 1:2,39 format som "S" (Scope)
- Flat (1:1,85, Widescreen) har høyde/breddeformat mindre enn 1,896, så antall aktive piksler vertikalt er 1080 (2K) eller 2160 (4K). Antall aktive piksler horisontalt finnes ved å multiplisere med 1,85. Det gir 1998 (2K) eller 3966 (4K) aktive piksler horisontalt.
I DCP filnavn betegnes 1:1,85 format som "F" (Flat)



5.3.2.1 Andre formater

Det kan lages andre formater ved å tilpasse antall aktive piksler innenfor i kontainerens oppløsning.

- **1:1,66** ble mye brukt som Widescreen-format på 35mm film i Europa, men forekommer sjelden på nye filmer i dag.

Figur 5-3: Aktive og passive piksler i 1:2,39 og 1:1,85 format (2K chiper)

- **1:1,37** ble kalt Academy Format eller Normalformat, fordi det var det dominerende formatet fra lydfilmen kom (rundt 1930) til Widescreenformatene fikk sitt gjennombrudd.
- **16:9** er vanlig TV format (HDTV).
- **4:3** var bl.a. TV format før 16:9 format og standard format for 16mm film.

I de senere årene har det kommet filmer med "uvanlige" (ofte kalt "ikke-standard") formater. Dette er valg filmskaperne gjør av ulike årsaker. Filmen kan være laget for IMAX format eller for 70mm film (se kap. 3.4.1 og 10.8). Valgene kan ha andre årsaker, eller bare være et format filmskaperen ønsker. De vanligste "ikke-standard"-formatene er 1:2,2 eller 1:2,0.

Kinoer og kinobransjen over hele verden har protestert mot bruk av slike formater fordi det ofte fører til at bildene ikke fyller høyde og bredde på lerretet, og at publikum oppfatter det som at noe er feil. Foreløpig har disse protestene vært til liten nytte.

Tabell 5-1: Aktive piksler i kontaineren for ulike bildeformater

FORMAT	AKTIVE PIKSLER (2K)	AKTIVE PIKSLER (4K)
1:2,39	2048 X 856	4096 X 1713
1:2,2	2048 X 930	4096 X 1862
1:2,0	2048 X 1024	4096 X 2048
1:1,85	1998 X 1080	3966 X 2160
1:1,66	1792 X 1080	3585 X 2160
1:1,37	1479 X 1080	2985 X 2160
16:9	1920 X 1080	3860 X 2160
4:3	1440 X 1080	2880 X 2160

På norske kinoer er det vanligste at bildet alltid fyller hele høyden på lerretet. Bredden på bildet varierer med formatet. Ved projeksjon skal det minst være to innstillinger for optikken:

1. Alle pikslene i kontaineren fyller hele høyden på lerretet. Brukes normalt for formater med breddeforhold under 1,896 (objektiv-fil: Flat)
2. Alle pikslene fyller hele bredden på lerretet. Brukes normalt for formater med breddeforhold over 1,896. (Objektiv-fil: Scope)

I CPL navnet oppgis objektiv-formatet filmen skal vises i (F eller S), med et tillegg som angir det faktiske bredde/høydeforholdet på filmen (uten desimalseparator). F.eks. F166 for en film i 1:1,66 format som skal vises med optikken i Flat format. Eller tilsvarende S20 for en film i 1:2,0 format som skal vises i Scope.

Bildene fra kilden, som kan være en DCP, streaming fra en separat enhet eller bilder fra PC/Mac, BluRay-spiller osv, skaleres normalt slik at de fyller hele høyden eller hele bredden i kontaineren. Om lerretet har 1:2,39 format, fyller de hele høyden på lerretet om det velges riktig objektivformat.

Det hender at letterbox-filmer som ikke kommer som DCP har teksting i det sorte feltet under bildet. I så fall må filmen kjøres i et format slik at tekstingen vises.

For å redusere synligheten av piksler utenfor området med aktive piksler, anbefales det å programmere ulike formater (kanaler) i projektoren, der piksler utenfor bildeformatet slukkes.

5.3.3 Lysstyrke

Kvaliteten på bildene som projiseres på et lerret er avhengig av riktig lysstyrke i projektoren. Ved innjustering av projektoren justeres lyset slik at luminansen på lerretet blir 14 fL for vanlig 2D DCP i Flat og Scope. For visning av 3D film ville det normalt kreves 5-10 ganger mer lys enn i 2D for å få 14 fL, noe som sjelden er oppnåelig. 3D filmer mastres derfor for visning med lavere luminans. Dette beskrives nærmere i Kap 6.

Hvis projektoren ikke gir nok lys, eller for mye lys, vil det endre måten filmen oppleves på med hensyn til farger, kontrast og oppløsning.

5.3.4 Kontrast

Kontrasten i et bilde angir forholdet mellom det lyseste og det mørkeste som kan gjengis. Dette kan måles på mange ulike måter.

- Projektoren har en oppgitt kontrast, som er målt i et laboratorium. Her måles kontrasten i lyset som kommer ut av objektivet ved å måle forskjellen mellom et hvitt bilde med maksimal lysstyrke, og et helt sort bilde (med samme projektorinnstilling). Dette kalles gjerne *Native Contrast*.
- I salen kan kontrasten måles ved først å projisere et maksimalt hvitt bilde og måle luminansen. Deretter måles luminansen mens det projiseres et helt sort bilde (med samme projektorinnstilling). Dette kalles *sekvensiell kontrast*. Denne målingen tar hensyn til projeksjonsforholdene, inkludert projektoren, objektivet, lysforholdene i salen osv.
- En bedre måte å måle kontrast på er *ANSI kontrast*. Her projiseres et sjakkmønster på lerretet (svarte og hvite kvadrater), så måles luminansen i de svarte og de hvite rutene i ulike deler av bildet. Dette vil gi lavere verdi for kontrasten enn sekvensiell kontrast, men bedre angi de faktiske forholdene ved visning av film i den aktuelle salen.

5.3.5 Gammakorreksjon

Mennesker opplever ikke lys og farger på samme måte som et kamera. I tillegg avhenger opplevelsen av betrakningsforholdene. Det er derfor nødvendig å korrigere bildene slik at gråtoner, farger og kontrast ser "riktig" ut. Denne korreksjonen kalles gammakorreksjon.



Figur 5-4: Opplevelse av gråtoner: De tre kvadratene inne i hvert av rektanglene har samme gråtone, men ser ulike ut på grunn av bakgrunnen.

Gammakorreksjon brukes både når bildene mastres i post-produksjon, og når bildene vises, f.eks. i en kinosal.

Når bildene mastres for visning i kinosaler er det tatt hensyn til at de skal betraktes i et mørkt rom. En film ment for å vises på TV-skjerm/monitor er mastret annerledes fordi den vanligvis sees i et rom som ikke er helt mørkt. Rommet der TV apparatet står er ikke standardisert, slik kinosalen er. Å se film på TV blir derfor nesten aldri helt korrekt i forhold til betrakningsforholdene.

For digital kino (DCI) er det standardisert en gamma på 2,6, mens HD video som regel benytter gamma 2,2. Det kan f.eks. bety at hvis filmen er laget for HD video med gamma 2,2 og vises i en kinoprojektor innstilt med gamma 2,6, vil bildene bli mørke og mange detaljer i filmen vil forsvinne i det sorte.

Enkle videoprojektorer har ofte betegnelser som Film1 og Film2, computer osv i stedet for å angi gammakorreksjonen i projektoren.

5.3.6 Fargetemperatur

Når et ideelt svart legeme varmes opp, vil det etter hvert bli rødglødende. Når temperaturen blir høyere vil det utstråle hvitt lys, og ved enda høyere temperatur vil lyset bli blålig.

Ved å måle fargen i utstrålingen fra legemet, kan temperaturen angis. Denne skalaen kalles fargetemperatur, og tar utgangs-

punkt i Kelvin-skalaen (K) som er en temperaturskala basert på det absolutte nullpunkt, $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273$$

Fargetemperatur brukes bl.a. til å beskrive hvitt i ulike lyskilder.

Tabell 5.2: Fargetemperatur

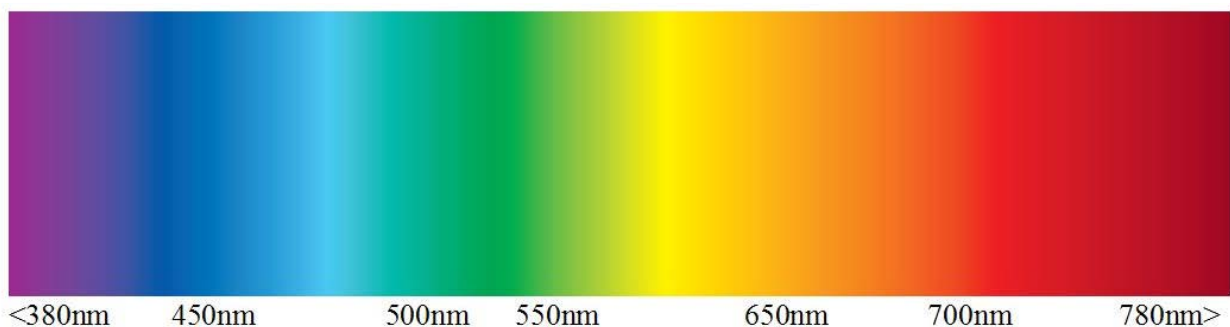
KILDE	Fargetemp (ca)
Stearinlys	1900K
Halogenpære	3500K
Dagslys (sol)	5000K
Xenonlampe	6000K
Lett overskyet dagslys	7000K
Blå himmel	11000K

NB. Verdiene som er angitt er ca-verdier

5.3.7 Farger

Lys er elektromagnetiske bølger med bølgelengde mellom ca 380 og ca 780 nm. Innenfor dette området kan lyset deles inn i ulike farger. Hver farge i dette spekteret kalles monokromatiske, fordi de har én bestemt bølgelengde, og ikke vil endres om lyset f.eks. splittes i et prisme.

Andre farger lages ved å blande farger og variere intensiteten i fargene.

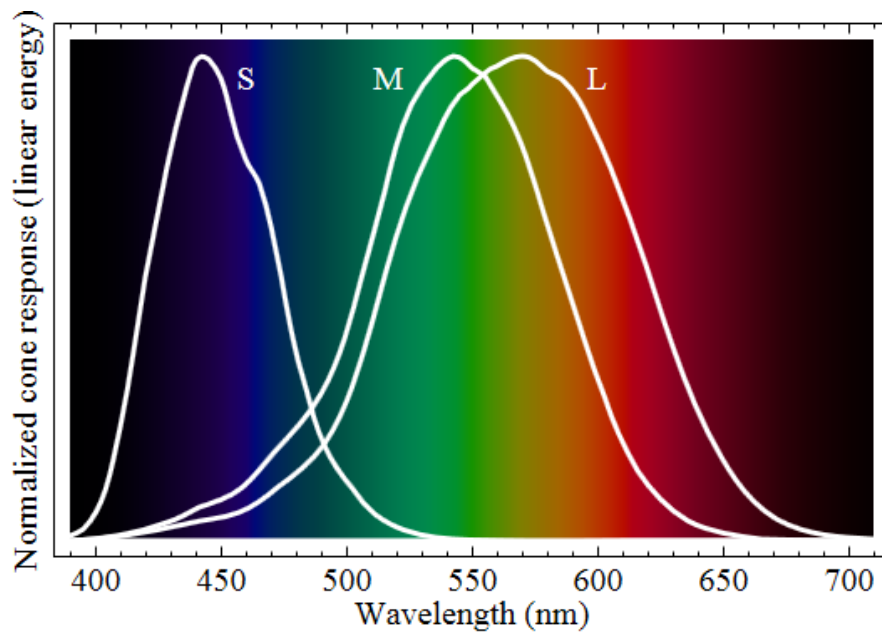


Tappene i øyet registrerer farger, og det er tre typer tapper:

- L reagerer "lange" bølgelengder med topp rundt 560–580nm.
- M reagerer på "middels" bølgelengde med topp rundt 530–540nm.
- S reagerer på korte bølger med topp rundt 420–440nm

Figur 5-5:
Monokromatiske farger med tilhørende bølgelengde (nanometer)

Fargene vi kan se kan beskrives ut fra hvordan de tre typene tapper (L, M og S) i øyet stimuleres

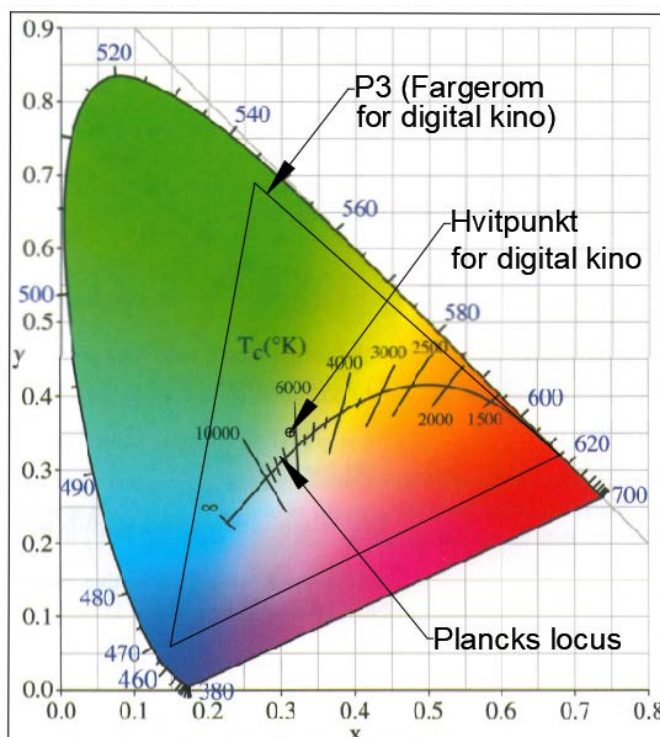


Figur 5-6: Følsomheten for de tre typene tapper (S, M og L) i øyet

Et system for hvordan mennesker ser ulike farger ble laget av CIE (Commission internationale de l'éclairage /International Commission on Illumination) i 1931, og kalles CIE1931 fargerom eller tristimulus-systemet.

CIE diagrammet er et bilde på fargerommet det menneskelige synet kan se.

De monokromatiske fargene med bølglengde fra 380 til 700nm ligger langs den buede delen av diagrammet.



Farge	x	y
Rød	0,6800	0,3200
Grønn	0,2650	0,6900
Blå	0,1500	0,0600
Hvit	0,3140	0,3510

Figur 5-7: CIE fargerom, med inntegnet fargerom og hvitpunkt for digital kino system (P3). Fargetemperatur er verdier langs Plancks locus. Tabellen viser koordinatene for rød, grønn og blå, og hvitpunkt

Fargetemperatur verdier ligger langs Plancks locus.
Hvitt lys for digital kino er 6000K.

Egentlig er dette et tre-dimensjonalt system, så alle fargenyanser vises ikke i diagrammet.

Ved hjelp av CIE 1931 kan alle farger beskrives i et system som kalles XYZ fargerom, der Y angir luminansen.

En av fordelene med dette systemet er at det er uavhengig av utstyret som brukes for reproduksjon av fargene.

I spesifikasjonene for digital kino brukes X'Y'Z' farger, som er gammakorrigert for visning på kinolerret.

5.3.7.1 Standardiserte fargerom

For at fargene skal gjengis korrekt i et digitalt projeksjonssystem, må definisjonen av fargene være entydig. Alle fargene ligger innenfor en begrensning gitt av formatet som vises.

For digital kino, kalles dette fargerommet P3, og er gitt av området (trekant) begrenset av koordinatene for rødt, grønt og blått (se fig 5-7).

For video brukes ofte et annet fargerom, kalt Rec 709. Dette fargerommet er mindre enn P3.

Det finnes også standardiserte fargerom med flere farger enn P3. Ett av dem heter Rec 2020, og kan være aktuelt å bruke i kino-sammenheng. For å kunne vise bilder mastret for Rec2020, kreves RGB laserprojektorer. RGB laserprojektorer for kino oppfyller tilnærmet kravene, men ikke fullt ut. For fullt ut å oppnå dette må projektoren ha spesielle laserdioder.

5.3.7.2 Dolby Vision

Dolby Vision er et format som hovedsakelig benyttes i Dolby Cinema. I tillegg til større spennvidde mellom sort og hvitt (HDR) har systemet også utvidet fargerom, så det kan vise flere farger enn i standard DCI format (P3). For å oppnå det benyttes to RGB laserprojektorer hvor bølgelengden for rødt, grønt og blått er litt forskjøvet i forhold til hverandre. Det gir i tillegg mulighet for å skille bildene med briller (Dolby 3D) med relativt lite lystap.

I Dolby Vision er luminansen 31fL i 2D og 14fL i 3D.

5.3.8 Sub Sampling

For å redusere datamengden i en strøm av bilder, kan det brukes lavere oppløsningen for farger (chroma) enn for luminans, fordi synet er mer følsomt for lysstyrke enn for farger.

YCbCr beskriver fargerommet, der Y er luminansen og Cb og Cr er to av fargekomponentene (blå og rød). Den grønne fargekomponenten kan beregnes når Y, Cb og Cr er kjent. YCbCr er

en alternativ måte å beskrive RGB fargerommet på, som i mange sammenhenger er mer hensiktsmessig.

5.3.8.1 4:4:4

4:4:4 betegner at det ikke er noen sub-sampling. Dvs at oppløsningen for fargene er den samme som for luminansen (Y). For fire Y-samplinger er det fire Cb og fire Cr samplinger. I digital kino brukes 4:4:4 i overføring mellom mediablokken og projektoren.

5.3.8.2 4:2:2

I 4:2:2 er det for fire Y-samplinger to Cb og to Cr samplinger. Dette gir vesentlig reduksjon i datastrømmen i forhold til 4:4:4, samtidig som fargene blir akseptable for de fleste formål. For overføring mellom separat MB og projektor i 48bps aksepterer DCI 4:2:2.

Det finnes mange andre variasjoner av sub sampling, men de beskrives ikke her.

5.3.9 Komprimering

For å redusere datamengden, kan bildene i filmer komprimeres. Det finnes mange ulike kodeker for komprimering. Her er noen få:

5.3.9.1 JPEG 2000

Dette er et wavelet basert bilde for bilde komprimeringsformat. Det ble valgt av DCI som komprimeringsformat for digital kino. Fordelene er blant annet den gode bildekvaliteten og at det er skalerbart. Med JPEG2000 bildekomprimering kan samme DCP brukes både for 2K og 4K versjoner av filmen, og tilsvarende spilles av på 2K og 4K projeksjonssystemer.

5.3.9.2 MPEG-2

MPEG-2 er generell koding av levende bilder med tilhørende lyd. Benevnes også H.222 eller H.262. Brukes i de fleste digitale TV systemer, på DVD osv. Det beskriver en strøm av bilder, der endringen fra ett bilde til det neste overføres.

5.3.9.3 MPEG-4 AVC eller H.264

H.264 er en variant av MPEG-4, som igjen er en videreføring av MPEG-2, med noe kraftigere komprimering. Benevnes også MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding) eller MPEG-4 Part 10. Er en av de mest brukte formatene for opptak, komprimering og distribusjon av HD-video.

5.3.9.4 ProRes 4.2.2.

ProRes 4.2.2. er en kodek utviklet av Apple, først og fremst for etterarbeid.

5.4 Prosjeksjonsoptikk

Objektivene som brukes til projeksjon er bygget opp av flere *linser*, satt sammen i et system. Betegnelsen linse brukes i denne boken om hvert av elementene som til sammen utgjør det optiske systemet i objektivet. Moderne projeksjonsobjektiver for digitalkino projektorer er bygget opp med 8 eller flere linser. To av de sentrale egenskaper ved et projeksjonsobjektiv er hvordan det sprer lyset, og hvor god lysgjennomgangen er.



Figur 5-8: Zoom objektiv for digital kino projektor (Barco)

5.4.1 Prosjeksjonsforhold

Prosjeksjonsforholdet angir forholdet mellom projeksjonsavstanden og bildebredde, forutsatt at alle pikslene horisontalt er aktive.

Større projeksjonsforhold gir mindre bilde hvis projeksjonsavstanden er den samme.

5.4.1.1 Zoomobjektiver

For å tilpasse de ulike formatene til lerretet, bør objektivet ha variabelt projeksjonsforhold. Slike objektiver kalles zoomobjektiver, og nesten alle digitalkinoprojektorer har zoomoptikk. Området mellom minste og største projeksjonsforhold kalles zoomområdet.

Prosjeksjonsavstand og bildebredde på lerretet i 1:2,39 og 1:1,85 formatene kan enkelt måles i salen, eller på tegninger av salen.

Eksempel

En kino har et lerret med maksimal bildestørrelse på 5,7 x 13,6m (H/B forhold er 1:2,39). Prosjeksjonsavstanden er 25m.

Når projeksjonsforholdet skal beregnes, er det chipenes oppløsning som må brukes, dvs 2048 x 1080 piksler i 2K.

Format 1:2,39

I format 1:2,39 brukes hele lerretbredden (13,6m), og alle pikslene horisontalt.

Prosjeksjonsforholdet blir:

$$\frac{\text{projeksjonsavstand}}{\text{bildebredde}} = \frac{25\text{m}}{13,6\text{m}} = 1,84$$

Om alle pikslene i chipen var aktive, ville bildehøyden blitt 13,6m/1,896 = 7,17m. Men siden 1:2,39-formatet bare har 856 aktive piksler vertikalt, blir bildehøyden 5,7m, dvs full høyde på lerretet.

Format 1:1,85

I format 1:1,85 er alle 1080 piksler vertikalt aktive.

Full container vil gi en bredde på 5,7m x 1,896 = 10,8m.

Prosjeksjonsforholdet blir:

$$\frac{\text{projeksjonsavstand}}{\text{bildebredde (full container)}} = \frac{25\text{m}}{10,8\text{m}} = 2,32$$

Zoomobjektivet for denne salen skal derfor ha et projeksjonsforhold som minst dekker området 1,84 til 2,32, for å dekke Flat og Scope.

Hvis hele høyden på lerretet utnyttes i alle formater, varierer projeksjonsforholdet mellom 1:1,85 og 1:2,39 format med en faktor på 1,261. Hvis f.eks. projeksjonsforholdet for 1:2,39 er 2,1, blir projeksjonsforholdet i 1:1,85 format $2 \times 1,261 = 2,65$. I en slik sal skal objektivet skal ha et zoomområde som dekker projeksjonsforhold fra 2,1 til 2,65. Et objektiv med projeksjonsforhold på f.eks. 1,8 – 3,0 vil dekke dette området med god margin.

På fabrikantenes hjemmesider finnes oversikt over tilgjengelige objektiver til ulike typer projektorer.

Dersom størrelsen på bildechipene i projektoren endres vil objektivet ha et annet projeksjonsforhold enn det som er avmerket på objektivet. Se neste avsnitt, om brennvidde. En slik endring kan f.eks. skje hvis projektoren oppgraderes fra 2K til 4K oppløsning, der 4K chipene er litt større enn 2K chipene. Ofte vil endringen ved et slikt bytte være så liten at samme objektiv kan brukes på samme lerret. Men i noen tilfeller må objektiver byttes.

5.4.1.2 Brennvidde

Brennvidde er en annen måte å angi forholdet mellom bildestørrelse og projeksjonsavstand på.

Brennvidden er avstanden fra senter i objektivet til *brennpunktet*, og oppgis normalt i millimeter. Den er et mål på hvor stor spredning av lysstrålen objektivet gir. Det brukes vanligvis for å beregne bildestørrelsen ved visning av analog film, fordi

bildehøyden på filmen (h) alltid er den samme for samme format, uansett projektor. Scope format har f.eks. h=20,96mm. I digital kino vil h variere med størrelsen på bildechipene i projektoren, og derfor er brennvidde upraktisk for å beregne bildestørrelsen ved bruk av digitalkinoprojektorer.

Følgende formel gjelder der alle formatene utnytter hele bildehøyden på lerretet:

$$f = \frac{X \times h}{H} \quad \text{der:}$$

f = Brennvidden [mm]. Betegnes med bokstaven "f" (av engelsk *focal length*).

X = Prosjeksjonsavstanden [m]. Dvs avstanden fra objektivet til lerretet

H = Bildehøyden på lerretet [m]

h = Bildehøyden på filmen i filmprojektoren (formatavhengig) [mm].

For en digitalkino projektor vil h angi høyden på de aktive pikslene (formatavhengig) på chipen

Fra ligningen over gis det at kortere brennvidde gir større bilde.

5.4.2 Fokus

Fokusering brukes for å få skarpe bilder på lerretet. Innstillingen gjøres normalt med testbilder som er lagret i projektoren, og kan hentes frem via projektorens meny.

Det skarpeste bildet fås ved å projisere filmen på et flatt lerret som står vinkelrett på *projeksjonsaksen*. Dvs akse fra senter objektiv til senter lerret. I praksis er projektoren i en kinosal nesten alltid plassert høyere enn senter lerret, og bildet blir projisert nedover. Da er avstanden fra objektivet til bunnen av lerretet større enn til toppen, og fokusplanet vil være litt forskjellig mellom topp og bunn av lerretet. Gode objektiver har så stor *dybdeskarphet* at selv med en moderat projeksjonsvinkel blir hele bildet akseptabelt skarpt. Blir projeksjonsvinkelen stor, dvs over 8-10°, kan det begynne å bli problematisk å fokusere hele bildet på et stort lerret.

Er projeksjonsvinkelen stor, kan lerretet tiltes litt, for at vinkelen mellom projeksjonsakse og lerret skal bli mindre. Men det vil påvirke publikums opplevelse av lerretet, så det må gjøres med forsiktighet, og aldri mer enn ca 3°.

5.4.3 Keystone og Lens shift

Ved projeksjon blir bildene større jo større avstanden er fra objektivet. Når avstanden til toppen av lerretet er kortere enn til bunnen, vil bildene i bunnen av lerretet bli bredere enn i toppen. Bildet på lerretet vil bli trapesformet, og vertikale linjer vil bli litt skrå på sidene. Dette kalles for *keystone*.

Hvis objektivet forskyves opp, ned eller sideveis i forhold til projeksjonsaksen, vil bildet på lerretet flyttes opp, ned eller sideveis, uten at det endrer form. På den måten kan keystone reduseres. Denne metoden kalles Lens Shift og brukes for å kompensere for at projektoren ikke står vinkelrett på lerretets senterakse. Det er begrenset hvor mye justering som bør gjøres fordi kvaliteten på bildet og lysgjennomgangen reduseres når bildet forskyves fra senteraksen i objektivet. Er vinkelen til senter lerretet større enn det som er forsvarlig bruk av Lens Shift, må projektoren i vinkles vertikalt (tiltes) eller horisontalt for at bildet skal treffe riktig på lerretet.

Bildekvaliteten blir best uten bruk av lens shift, så det beste er om det er så lite keystone at denne justeringen kan unngås.

Lens Shift brukes når det byttes mellom formater, for å tilpasse bildet til lerretet. Denne justeringen av Lens Shift lagres i formatet, slik at det skjer automatisk ved formatbytte.

Projeksjonsoptikk er designet for å gi maksimal skarphet på et flatt lerret. Hvis lerretet er buet, vil avstanden til sidekantene på lerret være mindre enn om lerretet var flatt. Det medfører at horisontale linjer vil bli svakt buet. Øker med avviket og er mest synlig i bunn av lerretet.

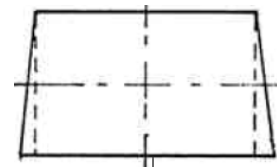
5.4.4 Motoriserte objektiver

Projeksjonsforhold (zoom), fokus og Lens Shift-innstillingene må endres ved bytte mellom ulike formater. For at bildet på lerretet raskt, enkelt og presist skal bli skarpt og korrekt tilpasser lerretet, er disse innstillingene som regel motorisert. Motorene er styrt av projektorens programvare, og posisjonene (formatene) kan forhåndsinnstilles. Ved bytte justeres alle tre funksjonene slik at bildet forblir skarpt, fyller hele lerrethøyden (evt bredden), og alle aktive pikslene i formatet vises på lerretet. I tillegg justeres lyset i projektoren slik at luminansen på lerretet blir riktig i alle formater.

5.4.5 Anamorfot

Et kinolerret har vanligvis (i Norge) fast høyde med variabel bredde tilpasset ulike formater. Det betyr at lyset ikke utnyttes optimalt i alle formater, noe som er mest kritisk for Scope (1:2,39) format. Det utnytter bare 856 av 1080 piksler vertikalt i 2K. Det vil si at ca 25 % av pikslene og ca 25 % av lyset ikke utnyttes. Hvis dette formatet i tillegg har størst bildeflate på lerretet, kreves høyere lysstyrke i projektoren for å få riktig luminans.

En måte å omgå dette på, kan være å strekke bildene vertikalt på chipene i projektoren, slik at de fyller hele kontaineren i 2K eller 4K. Dvs at de 856 pikslene vertikalt (2K) fyller hele høyden på chipen, dvs 1080 piksler. Bildene strekkes altså vertikalt med en faktor på $1080/856 = 1,262$.



Figur 5-9: Vertikal keystone der bildet blir bredere i bunn enn i toppen.

Ved projeksjon brukes samme objektivinnstilling som for 1:1,85 format, men en forsats som strekker bildene horisontalt med faktor på 1,262 settes inn foran objektivet. Denne forsatsen kalles en *anamorfot*. På den måten vil bildene få tilbake riktige proporsjoner, og fylle hele lerretet.

En anamorfot på en digitalkino projektor vil gi en øking i luminansen på rundt 20 % i forhold til 1:2,39 format uten anamorfot. Denne løsningen er kostbar og vil gi et lite kvalitetstap i bildet. Den brukes derfor bare i veldig spesielle tilfeller, først og fremst på veldig store lerreter der det trengs veldig mye lys. Den kan også brukes hvis det ikke skulle finnes zoomoptikk som dekker både Widescreen og Scope format.

Dersom optikken har flere innstillinger enn Flat og Scope, vil det være komplisert å kombinere bruken med en anamorfot.

Ingen kinoer i Norge bruker anamorfot.

5.4.6 Blenderåpning

Blenderåpningen gir et mål på hvor mye av lyset som slipper gjennom objektivet. Målet oppgis som et forholdstall. På engelsk betegnes det som *f-stop*. Lavere forholdstall gir større lysgjennomgang.

For zoomobjektiver varierer blenderåpningen med brennvidden/projeksjonsforholdet. Kortere brennvidde/lavere projeksjonsforhold har dårligere lysgjennomgang.

Lysmengden som slipper gjennom, er omvendt proporsjonal med kvadratet på forholdstallet. Dvs at et objektiv med blender 1:2 vil slippe gjennom 4 ganger så mye lys som et med blendertall på 1:4.

5.4.7 Høykontrast optikk

En digital kinoprojektor basert på DLP med standard optikk har normalt native kontrast på rundt 2000:1 (se kap 5.3.4). For å øke kontrasten, og bl.a. forbedre gjengivelsen av svart og forbedre bildekvaliteten, kan det til mange projektorer leveres optikk med høyere kontrast, fra ca 3000:1 opp til 6000:1 (avhengig av projektor fabrikat og modell).

Slik optikk gir et vesentlig lystap, og kan kreve en større projektor for å gi tilstrekkelig luminans på det samme lerretet.

5.4.8 Faktorer som angår objektivets kvalitet

Med testfilmer kan man selv gjøre en subjektiv vurdering av kvaliteten på optikken ved å studere bildet på lerretet. Det finnes mange ulike testfilmer, og sannsynligvis ligger det flere testfilmer for å vurdere bildekvaliteten på avspillingsserveren. Hvis ikke kan de skaffes fra kinoens leverandør eller lastes ned fra internett.

Kjør disse testfilmene, og gjør en vurdering av bildekvaliteten i de salene du betjener.

5.4.8.1 Dybdeskarphet

En viktig egenskap ved objektivet er dybdeskarpheten. Det er et mål på toleranseområdet i fokuseringen for å holde bildet skarpt. For projeksjon gjelder regelen at *lavere projeksjonsforhold (kortere brennvidde) gir mindre dybdeskarphet*. I en kinosal der maskinrommet henger over bakre del av salen, eller hvor projektoren henger i taket inne i salen, og bildet er stort i forhold til salen, kan projeksjonsforholdet nærme seg 1,0. Ved så lave projeksjonsforhold er dybdeskarpheten kritisk, og det kan være vanskelig å få et skarpt bilde over hele lerretet.

For projeksjonsobjektiver gjelder også den generelle regelen om at *lavere blendertall gir dårligere dybdeskarphet*.

De fleste projeksjonsobjektivene for kino er korrigert for flate lerreter. Men dybdeskarpheten er normalt så stor at det ikke burde være problem å fokusere, selv på moderat buede lerreter.

5.4.8.2 MTF (Modular Transfer Function)

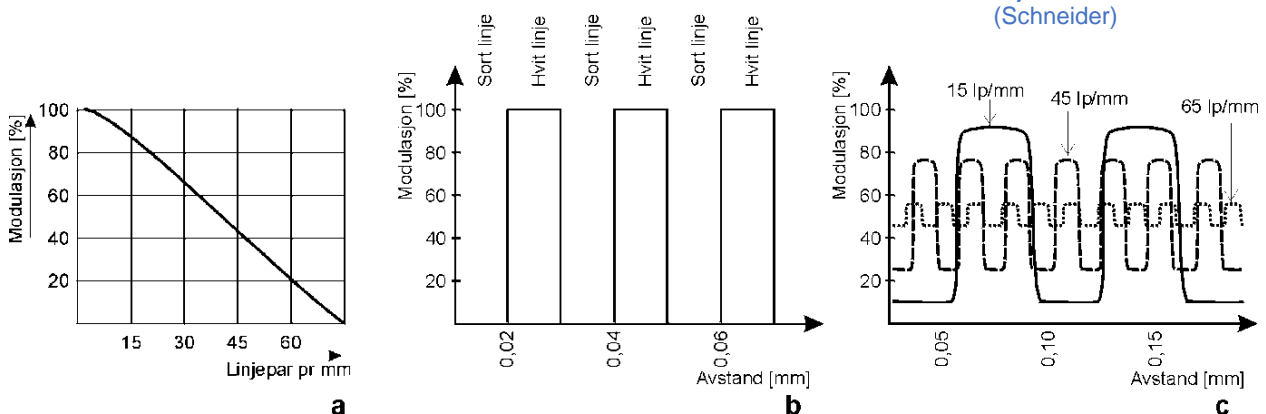
For å gi et mål på skarphet og kontrast brukes en relativt komplisert matematisk funksjon kalt MTF (Modular Transfer Function).

I et felt med svarte og hvite linjer (linjepar), har det svarte maksimal sort (0% modulasjon) og det hvite maksimal hvitt (100% modulasjon).

Ved projeksjon vil ikke forskjellen mellom dem lenger være 100%. Jo større linjetetthet (antall linjepar pr mm) jo mindre vil forskjellen være. Det kan sees ved at både de sorte og de hvite linjene blir mer og mer grå, inntil det ikke lenger går an å skille dem fra hverandre.

Et objektivs MTF er et mål på hvor godt den opprinnelige kontrasten i bildefilen blir overført til bildet på lerretet. MTF uttrykkes i prosent som funksjon av linjetettheten. MTF verdien avtar med økende linjetetthet.

Figur 5-10: MTF
a: Eksempel på hvordan modulasjonen endres med økende linjetetthet
b: Modulasjon i bildet (filen) = 100 %
c: Modulasjon ved projeksjon ved ulike linjetetthet (Schneider)



Et objektiv har høyere MTF verdi i senter enn i periferien. Det kan også være forskjeller om linjene måles i ulike retninger (aksielt eller tangensialt).

Å beskrive et objektivs MTF er komplisert og krever en rekke målinger ulike steder i bildet, og ved ulike frekvenser.

Fig 5.10a viser hvordan modulasjonen varierer med frekvensen (linjepar pr mm) i et gitt objektiv.

Hvis objektivet hadde vært perfekt, ville det gjengitt en modulasjon som vist på fig 5.10b ved en frekvens på 15 lp/mm. I virkeligheten er modulasjonen mindre.

Fig 5.10c viser eksempel på hvordan modulasjonen i dette objektivet varierer med ulik linjetetthet (frekvens). Ved lave frekvenser skiller objektivet godt mellom svarte og hvite linjer (vist for 15lp/mm). Ved høyere frekvenser vil det hvite ikke lenger være helt hvitt, og det sorte ikke lenger helt sort. På figuren ser man at det på dette objektivet er liten forskjell mellom sort og hvitt ved 65lp/mm, men man vil fortsatt kunne skille linjene på lerretet. Høyere modulasjonen ved lave frekvenser gir bedre kontrast. Høyere modulasjonen ved høye frekvenser gir større skarphet. Et godt objektiv skal kunne skille 200linjepar/mm i senter av bildet.

5.4.8.3 Objektivfeil

- **Sfærisk aberrasjon** (kuleformet avvik) vil si at rette linjer på filmen vil se ut som om de ligger på en kuleflate når de projiseres på lerretet. Feilen øker med avstanden fra den optiske aksens (objektivets senterakse), slik at rette linjer blir krumme mot ytterkanten av bildet.
- **Bildefeltkrumming** vil si at de skarpeste bildene ligger på en kuleflate. Hvis bildet fokuseres i senter av lerretet, vil sidene og topp/bunn bli uskarpe. Hvis sidene fokuseres, blir senter uskarpe.
- **Astigmatisme** (brytningsfeil) vil si at en rett linje, som ikke ligger i den optiske aksens, vil gjengis på lerretet som to (eller flere) separate linjer.
- **Kromatisk aberrasjon** (fargeforskyvning) betyr at ulike farger brytes ulikt. Det sees ved at en hvit linje projisert på lerretet gjengis som flere separate linjer med forskjellige farger.

I hvor stor grad disse feilene opptrer kan observeres med testfilmer.

Sfærisk aberrasjon og bildefeltkrumming kan best observeres fra midten av salen, og kan også sees fra maskinrommet.

Astigmatisme og kromatisk aberrasjon sees best nær lerretet. Ved å bevege seg bort fra lerretet, kan man merke seg hvor langt man må gå for ikke å se feilene. Klarer man å se antydning til

slike feil fra første rad må objektivene kontrolleres og eventuelt byttes.

5.4.9 Montering av objektiver

Objektivene i projektoren kan byttes. Prosedyren er forskjellig for ulike typer projektorer, og om det er motorisert fokus, zoom og lens shift. Instruksjonsmanualen for projektoren viser hvordan bytte foretas. Vær nøye med å følge instruksjonene og bruk ikke unødig makt. Kontakt evt systemintegrator eller en som vet hvordan det gjøres.

På Sony projektorer må objektivet byttes når det skal byttes mellom 2D og 3D visninger.

5.5 Prosjeksjonsvindu

Vinduet mellom maskinrommet og salen kalles projeksjonsvinduet. Det er viktig at glasset i dette vinduet skjermer for lyd og i minst mulig grad påvirker bildet på lerretet.

Det beste er å bruke *optisk hvitt glass* som er samme type glass som brukes i optikk, eller tilsvarende kvalitet som har god lysgjennomgang, og ikke påvirker fargene i lyset.

Slikt glass må spesialbestilles, og det kan være vanskelig å få kjøpt så små flater som ett projeksjonsvindu. Kontakt evt kinotekniske leverandører.

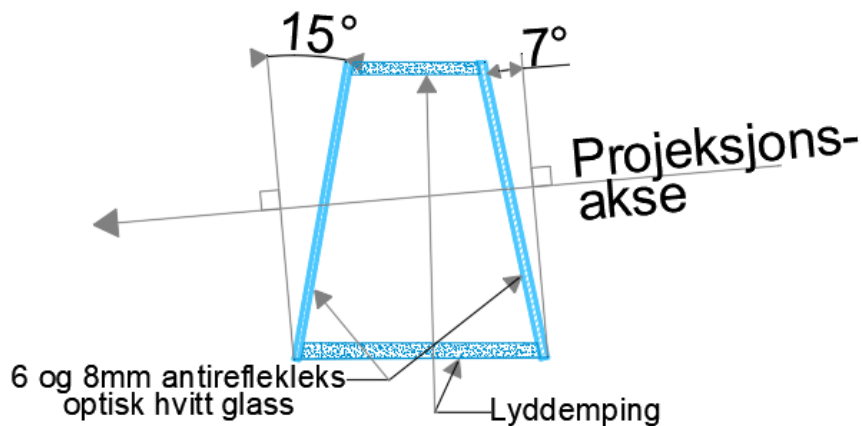
Når lyset går gjennom et ubehandlet glass, kan det bli et lystap på 5-10 %. Størst lystap er det i overflatene, hvor lyset reflekteres og brytes. For å redusere lystapet bør glasset derfor være *antirefleksbehandlet*. Det består av tynne sjikt som legges på glasset, og som reduserer refleksjonen av lys i overflaten. Antirefleksbelegget vil også bedre kontrasten ved at strølys reduseres.

Glasset bør være minst 6 mm tykt, gjerne 8 eller 10mm for å redusere lydgjennomgangen i glasset.

Hvis det er krav til brannskille mellom maskinrommet og salen, må det brukes *herdet glass*, som oppfyller brannkravene montert i brannsikker ramme og montert på en brannsikker måte.

Hvis det benyttes 3D projeksjon med polarisert lys (se kap 6) kan et herdet glass føre til at noe av polarisasjonen oppheves. Det vil gi dårligere 3D opplevelse (ghosting). I stedet kan det i så fall benyttes en løsning med en brannluke eller branngardin som dekker vinduet ved eventuell brann. Ta kontakt med en kinoteknisk leverandør for å få gode råd.

Hvis det er spesielt høyt krav til lydisolasjon, kan det brukes doble glass. I så fall må glassene vinkles i forhold til hverandre, og i forhold til projeksjonsstrålen for å unngå doble bilder på lerretet.



Figur 5-2: Doble glass i projeksjonsvindu vinkles i forhold til projeksjonsstrålen. (Dolby)

En løsning som ofte benyttes er å feste rammen med glasset på veggen i maskinrommet. Lysåpningen blir dermed lik utsparingen i veggen.

Størrelsen på projeksjonsvinduet må være så stor at projeksjonsstrålen går uhindret gjennom. Hvis veggen mellom maskinrommet og salen er tykk, kan underkanten av utsparingen fases 5-10 grader, slik at utsparingen i veggen ikke skygger for underkanten av projeksjonsstrålen.

I et tradisjonelt maskinrom er det vanlig at projeksjonsvinduet er så bredt at man kan sitte ved siden av projektoren og se ut av vinduet.

Som tommelfingerregel kan det regnes minimum 400 x 600mm (HxB) lysåpning for et vindu kun for projeksjonsstrålen. For også å kunne se gjennom vinduet bør bredden økes til rundt 1200mm, og kan evt økes til 1800mm for å gi plass for annet projeksjonsutstyr el.l.

5.6 Farlig sone foran projektoren

Med laserprojektorer er det mulig å oppnå mye høyere lysstyrke enn med xenonprojektorer. Det fikk IEC (International Electrotechnical Commission) til å sette i gang arbeid med å sikre at folk ikke skal få øyeskader hvis de uforvarende skulle se rett inn i optikken på en projektor med fullt lys. Dette har ført til at det først i 2015, senere oppdatert i 2020, er kommet regler for sikker sone foran kinoprojektorer.

Om det ikke er mulig å unngå begrensningene som ligger i denne standarden, har kinoen plikt til å sperre av det området som ligger innenfor området karakterisert som faresonen (Hazard zone).

Kravene gjelder ikke for projektorer som er montert før reguleringene ble vedtatt, og gjelder heller ikke for projektorer som flyttes internt innenfor en kino.

Den nye standarden krever at alle projektorer skal klassifiseres i "RiskGroups" (RG), etter hvor mye optisk energi de utstråler. Nesten alle kinoprojektorer er klassifisert som RG3, og omfattes av reguleringene.

Siden det er energien i lyset som måles, er det ikke noen entydig sammenheng mellom lyset (lumen) og klassifiseringen.

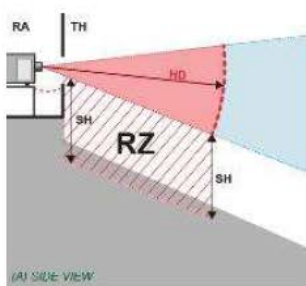
Det er viktig å merke seg at lyset som kommer ut av laserprojektorer ikke er direkte laser, men er tilsvarende lyset som kommer ut av en lampebasert (xenon-) projektor.

Farlig avstand foran projektoren defineres som:

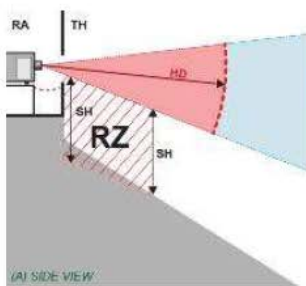
Avstand fra objektivet der skade på øyet kan skje ved eksponering under 0,25 sek (reaksjonstiden for øye) med pupill-diameter på 7mm (øye tilpasset mørke omgivelser)

Begrensningene gjelder når avstanden fra projektoren er mindre enn "farlig" avstand (Hazard Distance/HD) og minimum klaring under projeksjonsstrålens underkant er under 2,0m (gjelder Europa).

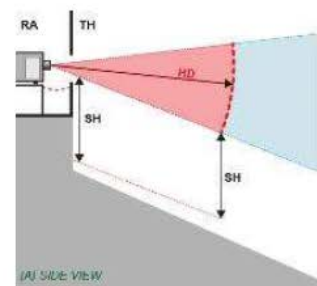
Sideveis gjelder begrensningen 1,0m til side for projeksjonsstrålen, på hver side innenfor HD.



Klaringen under strålen er under 2m i hele HD. Området fra bakvegg til HD må sperres av.



Klaringen under strålen er under 2m i bakre del av HD. Denne sonen må sperres av.



Klaringen under strålen er over 2m i hele HD. Ingen begrensning i stolplasseringen

Dersom det er stoler eller andre hindringer i salen som begrenser hvor publikum kan gå, regnes ikke arealene som opptas av stolene/hindringene som risikosoner.

Figur 5-12: Farlig avstand foran projektorens objektiv

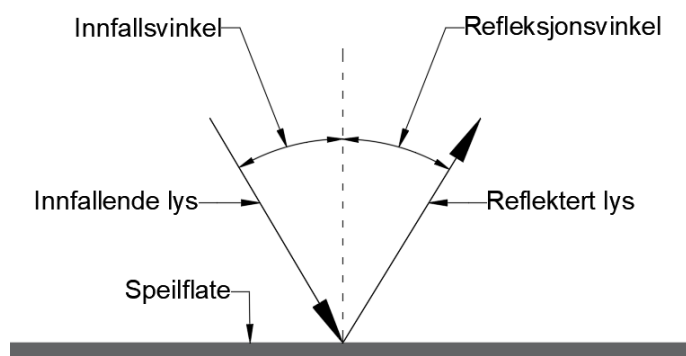
5.7 Lerret

5.7.1 Refleksjon

Når lys treffer en flate kan det:

- **Reflekteres:** at lyset kastes tilbake fra flaten
- **Absorberes:** at lyset opphører å eksistere og energien går over til varme
- **Transmitteres:** at lyset går gjennom flaten

Det er ønskelig at mest mulig av lyset som treffer kinolerretet reflekteres. Noe lys vil absorberes og noe vil gå gjennom lerretet, som kan observeres ved å se på lerretet fra baksiden.

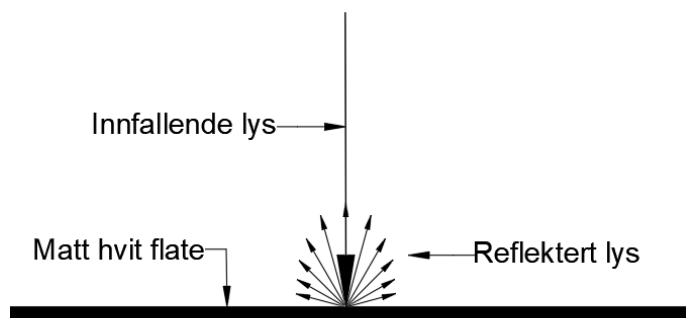


Figur 5-13: Refleksjon i en speilflate

I et speil vil lyset reflekteres slik at vinkelen mellom innfallende stråle og normalen til flaten (innfallsvinkelen) er lik vinkelen mellom reflektert stråle og innfallende stråle (refleksjonsvinkelen), se figur 5-13.

Overflaten på et kinolerret er mer eller mindre diffus, se figur 5-14. Når lyset treffer flaten, vil det ikke reflekteres i en bestemt retning, men refleksjonene spres. Ulike typer lerret sprer refleksjonene ulikt.

Et kinolerret skal reflektere lyset fra projektoren (bildene) så nøytralt som mulig. Lerretflaten er derfor hvit, eller nøytral sølvgrå (sølvduk). Det er ønskelig at lystapet skal være minimalt ved refleksjonen.



Figur 5-14: Diffus refleksjon

5.7.1.1 Refleksjonsfaktor/Gain

Et kinolerret har alltid en oppgitt refleksjonsfaktor (gain). Litt forenklet kan man si at det er et mål på refleksjon av innfallende lys (lyset fra projektoren) i akseretningen, sammenlignet med refleksjonen fra en standardisert flate.

Som referanse brukes en nykuttet blokk med bariumsulfat (refleksjonsfaktor 1,0) i akseretningen. Refleksjonsfaktoren for andre typer lerret måles i forhold til referansen, og er et forholdstall (uten benevning).

Det må også angis hvordan refleksjonen varierer med betrakningsvinkelen i forhold til aksene. Det vil si hvordan luminansen endrer seg etter hvor man sitter i salen. Ideelt sett skal et lerret se omtrent like lyst ut om det sees fra midten av salen (langs aksene) eller fra de ytterste plassene på første rad. Refleksjonsfaktoren bør derfor ideelt sett være omtrent den samme mot alle plassene i salen. Alt lys som reflekteres andre steder enn mot publikums øyne er unødvendig, og bortkastet.

Fabrikantene oppgir gjerne refleksjonsvinkelen der refleksjonsfaktoren er 50% av oppgitt verdien langs aksene, betegnet som HGA (Half Gain Angle).

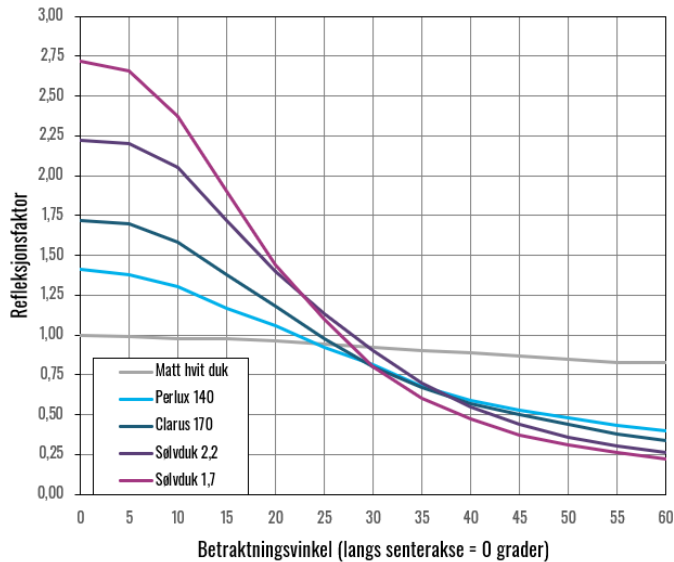
5.7.1.2 Extinction Ratio

Flere 3D-systemer benytter polarisert lys for å skille bildene til høyre og venstre øye (RealD, Volfoni m.fl.). Dette er beskrevet i Kap 6. For at ikke polarisasjonen skal oppheves ved refleksjon må det brukes sølvduk (se nedenfor), men også på sølvduker vil noe av polarisasjonen kanselleres. Extinction Ratio beskriver hvor stor del av det polariserte lyset som beholder polarisasjonen ved refleksjon. Høyere verdi opprettholder mer av polarisasjonen i det reflekterte lyset, og gir dermed bedre 3D for systemene som benytter dette prinsippet. En duk med høy refleksjonsfaktor vil normalt ha høyere extinction ratio. Verdien avtar med større betrakningsvinkel, dvs når man ser lerretet fra sidene.

Verdier over 100 regnes som bra, mens verdier under 75-80 vil gi sjenerende overlappning (ghosting), og forringet 3D opplevelse.

5.7.2 Lerret typer

Ulike lerret typer vil påvirke hvordan lyset reflekteres fra duken. De viktigste forskjellene er hvor mye lys de reflekterer i akseretningen, og hvordan refleksjonen endres med betrakningsvinkelen.



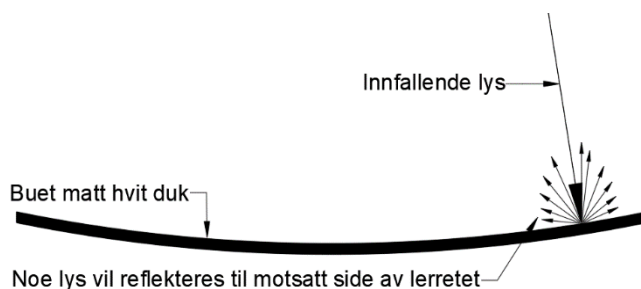
Figur 5-15: Refleksjon fra ulike lerret-typer i forhold til betraktningvinkelen. (Harkness)

5.7.2.1 Matt hvit duk

Matt hvit duk har diffus refleksjon. Dvs at når lyset treffer lerretet, spres refleksjonene over et stort område. Lerretet vil se tilnærmet like lyst ut enten det betraktes fra midten av salen eller ute på sidene. For en god matt hvit duk er refleksjonsfaktoren ca 1,0 langs senteraksen. Hvis luminansen midt i salen, målt i senter av lerretet, er 14 fL, vil den fra plassene med størst vinkel til lerretet (~45°) være rundt 11,5fL.

Matt hvit duk gir mest enhetlige befraktningforhold fra alle plasser. Selv om mye lys også reflekteres til vegger og tak, gir det tilnærmet samme luminans for alle tilskuerne. Men matt hvit duk krever også mer lys for å oppnå 14fL i senter. Dvs at det må være kraftigere lyskilde / større projektorer med et slikt lerret.

Matt hvitt lerret skal ikke brukes hvis lerretet er buet. Som vist på fig 5-16 vil noe av lyset reflekteres fra den ene siden av lerretet den andre siden, og redusere svartnivået. Matt hvitt lerret kan heller ikke benyttes hvis det skal vises 3D basert på polarisasjon. Det vil kreve sølvduk for at polarisasjonen ikke skal oppheves ved refleksjonen.



Figur 5-16: Med matt hvit duk vil noe lys reflekteres fra den ene siden til den andre, og redusere svartnivået på sidene.

5.7.2.2 Perleduk

Perleduk (Perlux) har høyere refleksjonsfaktor enn matt hvit duk. Den kan kjøres igjen ved at det er glinsende partikler i

overflaten. Perleduker har refleksjonsfaktor fra 1,4 til 1,8. Den faller raskere enn matt hvit duk med økende betrakningsvinkel. Perleduken brukes for å kunne bruke en mindre lyskilde, som bruker mindre strøm, eller der det er buet lerret.

Perlux 140 (gain 1,4) kan være et godt alternativ til matt hvit duk, spesielt der duken er lite, eller moderat krummet.

Perleduk kan ikke brettes, og må transporteres på rull.

Perleduk kan ikke brukes for projeksjon av 3D med polarisert lys.

5.7.2.3 Sølvduker

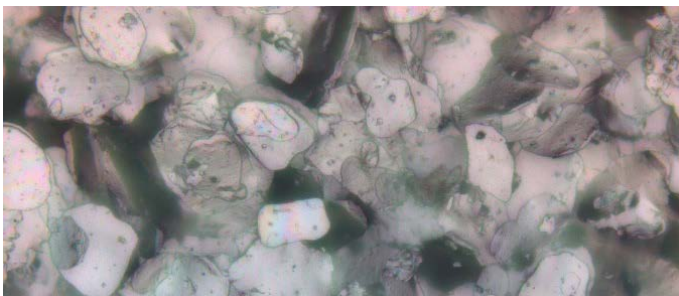
Tradisjonelle sølvduker har en refleksjonsfaktor på rundt 2,4 – 3,0 og var tidligere de eneste lerret typene som kunne brukes for å projisere 3D film basert på polarisert lys.

Slike duker kjennetegnes ved at de har en lys sølvgrå overflate. Den største ulempen er at refleksjonen avtar kraftig med økende observasjonsvinkel. Om lerretet betraktes i ca 20 graders vinkel fra lerretet, vil refleksjonen bare være halvparten av hva den er i senter (HGA=20°). Ytterst på de fremste radene vil luminansen ofte bare være rundt en tredjedel av luminansen i senter, og bildene på lerretet vil se mørke ut og ha dårligere kontrast. 3D effekten vil også bli dårligere sett fra sidene i salen

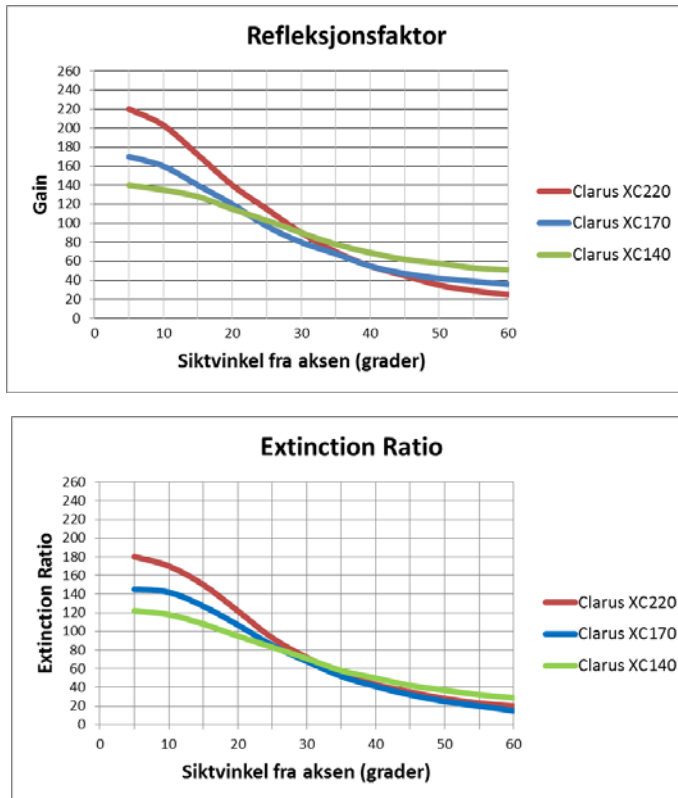
Vanligvis kan duker som brukes til 3D med polarisert lys ikke brettes, men må transporteres på rull. Overflaten på duken er veldig skjør, og får lett skader som ikke kan repareres. Selv berøring med fingrene kan skade duken. I saler med slike duker bør man derfor beskytte området rundt duken så publikum ikke tar på den når de f.eks. går inn og ut av salen. Det er viktig at forelesere og andre som er på scenen når lerretet er ubeskyttet ikke berører lerretet med fingrene eller redskaper. Slik berøring vil raskt føre til at belegget på lerretet blir ødelagt, og duken må byttes.

Der det brukes opprullbare lerreter er det viktig at det ikke er fuktig, fordi det kan føre til at belegget på duken kleber og rives av når lerretet rulles ut.

Clarus XC (Harkness Screens) og **Precision White Screen** (Harkness, Strong MDI m.fl) har gain i området fra 1,4-2,2 og er en videreutvikling av sølvduker, med lavere refleksjonsfaktor, bedre spredning og hvitere duk. Disse dukene er laget bl.a. for å kunne forbedre 2D kvaliteten og samtidig opprettholde muligheten for 3D systemer basert på polarisert lys.



Figur 5-17: Mikroskop-bilde av en Clarus XC lerretduk (Harkness)



Figur5-18: Refleksjonsfaktor og Extinction Ratio for Harkness Clarus XC duker i forhold til betrakningsvinkelen (Harkness)

5.7.2.4 Real D Ultimate screen

RealD, som er mest kjent for 3D systemer basert på polarisasjon, har laget en lerretduk som er tilpasset både 2D og 3D visning. De har kalt den Ultimate Screen, fordi den har løst flere av de utfordringene som har vært med sølvduker.

Duken har veldig små perforeringshull (0,2mm), og finnes i 3 ulike versjoner med refleksjonsfaktor hhv 2,0, 3,0 eller 4,0 der 2,0 versjonen har en HGA på 40°.

En annen fordel med denne duken i forhold til perleduker og sølvduker er at den kan rengjøres.

Duken er bare tilgjengelig for saler som har RealD 3D system.



Figur 5-19: Mikroskop-bilde av en RealD Ultimate lerretduk (RealD)

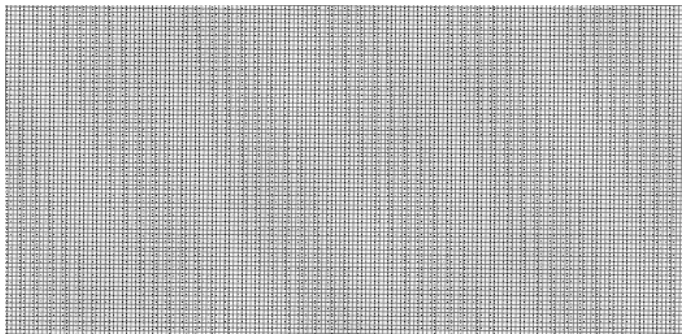
5.7.3 Perforeringshull i lerretduken

For at lyden skal komme fra riktig sted i bildet, bør plasseringen av høyttalerne være bak lerretet, ikke over eller under. For at lyden skal slippe gjennom lerretduken, må duken være perforert. Standard perforeringshull har en diameter på ca 1,1mm. Slike hull vil være synlige for en person med normalt syn opp til rundt 5m. Hvis avstanden er mindre, bør det brukes en lerretduk med mindre perforeringshull.

Perforeringshullene kan i noen tilfeller interferere med pikslene i det projiserte bildet, spesielt i 4K oppløsning. Det kan føre til en Moaré effekt (se fig 5-20).

Harkness Screens (UK) benytter sitt eget "Digital Perforation Pattern" med mindre perforeringshull og et mønster for å unngå moaré effekten, samtidig som lydgjennomgangen er god.

For god lydgjennomgang bør perforeringsgraden være rundt 5%.



Figur 5-20: Moaré effekt dannet ved interferens mellom perforeringshull og projiserte bilder (4K)

5.7.4 Skjøting av lerret

I produksjonen av lerreter er det en grense for bredden på duken, begrenset av bredden på maskinene som lager duken. Store lerreter lages ved å skjøte sammen flere duker. Skjøtene er som regel loddrette på et montert lerret. Ved sammenskjøtingen må mønsteret i perforeringshullene på stykkene passe nøyaktig overens. Hvis det blir et brudd i mønsteret, vil skjøten bli synlig på lang avstand, som en grå strek.

Duker med små perforeringshull er svært vanskelig å skjøte, fordi det er for liten plass mellom perforeringshullene til en overlappet skjøt. Det kan derfor være begrensninger for hvor store duker som kan leveres med små perforeringshull.

5.7.5 Størrelse og form

5.7.5.1 Størrelse

Lerretet i en kinosal skal fortrinnsvis være stort i forhold til salen. Det er ett av de store fortrinnene kinoen har overfor andre måter å se film på. Bilde størrelsen betegnes gjerne med hvor mange grader horisontalt av synsfeltet bildet dekker i det bredeste formatet (vanligvis 1:2,39).

Forutsatt at det er plass til lerretet mellom veggene og mellom underkant (av hensyn til siktlinjer) og himling, er størrelsen hovedsakelig begrenset av to faktorer:

- Minimum bildestørrelse gis av at bildet skal se stort ut, selv for de som sitter på siste rad. Et stort lerret bør ha en maksimal bildebredde (Scope format) som dekker 36° av synsfeltet på siste rad eller mer. Det tilsvarer en bildebredde på $0,65 \times D$ (D =avstanden fra siste rad til lerretet), og en bildehøyde på $0,27 \times D$.
For eksempel hvis avstanden fra lerret til siste rad er 20m, bør bildebredden på et stort lerret i Scope være minst $20,0\text{m} \times 0,65 = 13,0\text{m}$.
- Maksimal bildestørrelse begrenses av at tilskueren på første rad må kunne oppfatte handlingen i filmen uten å måtte bevege for mye på hodet. Ideelt sett bør ikke det horisontale synsfeltet fra 1 rad være større enn 80° , som tilsvarer $0,6 \times$ bildebredden (i Scope). Opp til ca 90° vil man oppfatte handlingen med moderat hodebevegelse. Det tilsvarer en avstand på halve bildebredden. Hvis bildet er større må man bevege hodet mye for å oppfatte bildene, og det er ubehagelig og kan gi både hodepine og nakkesmerter. Likevel er det (dessverre) en trend å plassere 1 rad enda nærmere lerretet.
For eksempel hvis lerretet er 13,0m bredt, bør avstanden fra lerretet til 1 rad være minst $13,0\text{m} \times 0,5 = 6,5\text{m}$.
Om lerretet ikke har Scope format er det andre anbefalinger.

5.7.5.2 Lerretets høyde/bredde format

Lerretets form angår både høyde/breddeformatet og om det er flatt eller buet.

Tradisjonelt har det vært slik at de store filmene, som krever stort lerret, kommer i Scope format. Andelen Scope filmer økt etter digitaliseringen av kinoene. Lerreter i Scope format er derfor det foretrukne formatet på de aller fleste norske kinoer.

Noen saler har ikke tilstrekkelig bredde til å få plass til et stort Scope bilde, og som et kompromiss lages det et stort bilde i Flat format, som fyller bredden på frontveggen. Scope bilder vil her være mindre og vises i full bredde, med sorte striper i topp og bunn (letterbox). Hvis kinoen har flere saler, bør det vurderes om Scope filmene bør vises i en annen sal.

Det kan også være andre grunner til å velge et lerret i Flat format. Dolby har valgt dette for Dolby Cinema system (se kap 3.4.2)

5.7.5.3 Buet eller flatt lerret

Lerretet kan være flatt eller buet. Begge deler har sine fordeler og ulemper.

Flatt lerret:

- Teknisk sett det "riktigste"
- Gir best skarphet over hele bildeflaten
- Horisontale og vertikale rette linjer i bildet vil bli rette på lerretet.
- Bør brukes hvis det er matt hvit lerretduk

Buet lerret

- Oppfattes av mange som mer storslagent og gir et fint inntrykk av salen
- Egner seg for lerret med høyere refleksjonsfaktor (perlux eller sølvduk) fordi det vil fordele det reflekterte lyset bedre i salen.
- Gjør at hot-spot (området med mest lys i senter av projeksjonsstrålen) sees nærmere senter av lerretet om man sitter ute på sidene
- Bør brukes ved 3D basert på polarisert lys.
- Horisontale linjer vil bli buet, mest i bunnen av lerretet når projektoren er plassert høyere enn lerret senter.

5.7.6 Rengjøring av lerreter

Matt hvit duk kan vaskes, med forsiktighet. Bruk litt mildt såpevann. Pass på at det ikke renner. Har duken perforeringshull, må du passe på at det ikke renner skitt ut fra hullene og ned langs duken. Feil eller uhell ved rengjøringen kan føre til flekker eller skjolder som ikke kan fjernes, og duken må skiftes. Det kan likevel være verd et forsøk hvis duken er gammel eller har fått flekker.

Perleduker og sølvduger kan ikke vaskes. Rengjøring gjøres veldig forsiktig med en myk børste. Ikke press børsten mot duken. Pass på at søl ikke spres på duken når den børstes, og pass på at skitt ikke lager riper i belegget.

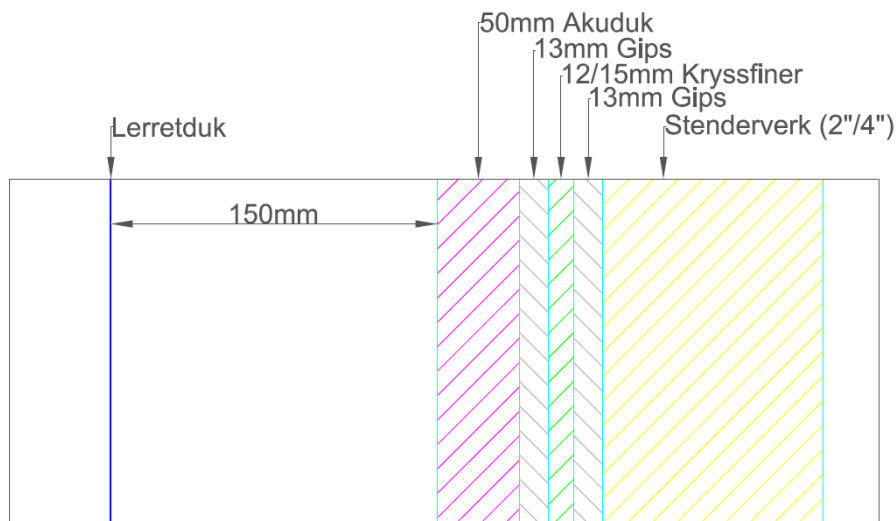
Harkness har veiledning for rengjøring av perle- og sølvduger på sine hjemmesider.

5.7.7 Baffelvegg

Høytalerne plasseres normalt bak lerretet, og i så fall må det være et rom bak lerretet med dybde på minst 0,8-1,2m, avhengig av høytalernes størrelse.

For å forbedre lydgjengivelsen i salen, bør høytalerne plasseres i en *baffelvegg*, med fronten ca 15 cm bak lerretet. Baffelveggen vil gi en tydeligere og mer retningsbestemt lyd.

En baffelvegg består av et stenderverk, gjerne i 2"/4" stendere i tre på små og mellomstore lerretet, og større dimensjoner på større lerreter. På siden mot lerretet kles den med 3 lag



Figur 5-21: Tverrsnitt av baffelvegg, 150mm bak lerretduken

bestående av gips, kryssfiner og et nytt lag gips. Utenpå det ytterste laget med gips legges et ca 50mm tykt lag med dempingsmateriale, med matt sort overflate. Hvert lage festes kun til laget innenfor, for å redusere lydoverføring mellom lagene.

Det skjæres ut hull til høyttalerne, som plasseres slik at fronten omtrent flukter med fronten på baffelveggen. På baksiden av baffelveggen er det hyller som høyttalerne kan plasseres på. Baffelveggen kan også fungere som bæring for lerretramme og evt maskeringssystem på forsiden.

Leverandøren av lydanlegget kan designe baffelveggen, tilpasset fronthøyttalerne

5.8 Strølys

Det finnes flere definisjoner av begrepet *strølys*

I denne boken defineres strølys som alt *uønsket* lys i kinosalen, dvs alt lys som forringer bildeopplevelsen. De aller fleste kinosaler har flere strølyskilder, hvorav mange enkelt kan fjernes, eller dempes.

5.8.1 Fremmed lys på lerretet

Et lerret kan aldri bli mørkere enn det er i en mørk sal uten lys fra projektoren. Når alle lys slukkes, slik det gjøres under en forestilling, vil man kunne danne seg et bilde av hvor mørkt lerretet kan bli. Dette er utgangspunktet. Vent en stund, så øynene tilpasser seg et lavere lysnivå. Da sees strølys bedre.

Årsaker til strølys i denne situasjonen kan være:

- I kinosaler er det *markeringslys*, som markerer alle utgangene fra salen. Disse lysene skal kunne sees fra alle

plassene i salen. Hvis det er en utgangsdør like ved lerretet, kan markeringslyset gi skinn på lerretet.

I så fall må markeringslysene skjermes så lyset ikke faller inn på lerretet. Det er vanlig dempe nivået på markeringslysene, eller slukke dem, når det er helt mørkt i salen og alt ellers fungerer normalt. Slik tillatelse kan eventuelt gis av det lokale branntilsynet.

- Det kan være vinduer eller lyskilder i maskinrommet som gir skinn gjennom projeksjonsvinduet. Noe av dette lyset kan falle inn på lerretet.

Kontroller om det er skinn fra maskinrommet. Alle lyskilder i maskinrommet må sjekkes. Hvis noen av dem gir skinn inn i salen, må de enten skjermes, eller ikke brukes under forestilling. Vær spesielt oppmerksom på punktbelysning hvor reflektoren kan beveges (Luxo-lamper el.l.).

- Når døren inn til salen åpnes, kan det komme lys fra vestibyle eller korridor inn i salen.

Det beste er å ha en sluse mellom vestibylen og salen som beskytter mot strølys og lydstry utenfra. Hvis dette ikke er mulig, kan man kanskje avhjelpe situasjonen noe ved å bruke et forheng i tillegg til døren.

- I enkelte kinosaler er det vinduer med blendegardiner. Det er sjelden blendegardiner gir tilstrekkelig avblending, enten fordi de i utgangspunktet ikke er helt lystette, eller fordi de etter en tid ofte ikke fungerer helt som de skal. Blendegardiner krever kontinuerlig tilsyn. Reparerer ikke feil med en gang, vil feilen raskt bli mer alvorlig, og etter en tid må hele systemet byttes ut.

Når forestillingen starter, og det vises film på lerretet i mørk sal, oppstår det nye kilder til strølys:

- Hvis kinosalen har lyse vegger, himling, bjelker ol. i nærheten av lerretet, eller lyst gulv mellom lerretet og 1.rad, vil skinnen i de lyse flatene reflekteres tilbake til lerretet når det vises lyse scener på filmen. Hvis mulig bør alle flater i nærheten av lerretet være mørke. Overflatene bør være matte. Det beste er matt svart. Svart oljemaling er ikke matt nok.
- Projeksjonsvinduet eller objektivet kan være skitne eller ha riper, eller andre skader eller ujevnheter, som gjør at lyset brytes feil og gir strølys. Renhold av optiske deler er svært viktig. Objektiver med feil må enten repareres eller byttes.

Når det faller fremmed lys inn på lerretet, vil de lyse partiene være omtrent upåvirket, mens de mørke partiene ikke vil bli så mørke som de skal være. Forskjellen mellom svart og hvitt blir mindre, og kontrasten i bildene på lerretet blir dårligere. Fargemetningen blir også dårligere, og fargene blir blassere. Mørke partier i filmen kan drukne i strølyset. Resultatet kan være

at viktige detaljer i filmen forsvinner. Filmskapere komponerer bildene helt bevisst for å styre publikums oppmerksomhet mot det som skjer i filmen. Dette kan ødelegges av strølys, og opplevelsen av filmen blir ikke slik filmskaperen har ment den skal være.

5.8.2 Andre typer strølys

Strølys kan være forstyrrende, selv om lyset ikke faller inn på lerretet. Når det kjøres lyse scener, vil lyse eller blanke gjenstander og flater lyse opp. Hvis lyset reflekteres direkte mot folk i salen, vil det distrahere, og forstyrre filmopplevelsen, fordi oppmerksomheten trekkes bort fra det som skjer på lerretet. Det skapes en avstand til handlingen, og den tilsiktede intensiteten i opplevelsen forringes. Typiske slike kilder kan være:

- Himlingsplater hengt opp i synlige profiler i taket. Disse profilene er som regel blanke (selv om de er sorte) og vil forstyrre opplevelsen av bildet, særlig når det er lyse scener i filmen. Det finnes usynlige opphengsystemer for himlingsplater.
- Utgangsdørene i en kinosal bør om mulig plasseres slik at markeringslysene blir liggende utenfor synsfeltet til tilskuerne, eller at de slukkes under forestilling.
- For å markere trinnene i en kinosal brukes trinnlys. Ofte er disse utformet slik at de gir et skinn oppover mot øynene til tilskuerne som sitter nær korridorene. Det finnes andre og bedre løsninger som ikke er så sjenerende.
- Det kan være dørhåndtak, rekkverk ol. i messing, stål, glass eller annet blankt materiale. Salen kan også ha taklys med reflektorer som gir gjenskinn fra filmen. Ved lyse scener lyser taket opp som en stjernehimmel. Det kan være pyntegjenstander i salen, plassert slik at de skal være synlige for publikum.
- Høytalere og annet bak lerretet kan ha blanke detaljer, slik som skruer, braketter o.l. Noe lys slipper gjennom lerretet og reflekteres fra disse blanke elementene. Fordi refleksjonen kan være retningsbestemt, som i et speil, kan det hende disse refleksjonene bare er synlige fra noen få plasser i salen. Det er derfor viktig å sjekke alle plassene i salen.

6 STEREOSKOPI / 3D

Stereoskopi er en teknikk for å skape illusjon av dybde i et to-dimensjonalt bilde. Det blir som oftest bare kalt 3D, selv om det ikke er tale om virkelig dybde. I det følgende brukes 3D som begrep for stereoskopisk film.

6.1 Dybdesyn

Evnen til å se dybde blir ofte forbundet med at høyre og venstre øye ser ting fra litt forskjellig vinkel, tilsvarende avstanden mellom øynene, men det er mange andre forhold som gjør at vi oppfatter dybde. Hjernen har en fantastisk evne til å prosessere bildene som øynene ser, og gi informasjon om avstand/dybde, selv om den er så stor at øynene i praksis ser to like bilder. 5-10% av befolkningen har ikke et syn der dybde oppfattes med begge øynene, men de oppfatter likevel dybde. Slik *monokular* 3D (fra latin: mono = en og okulus=øye) kan sees med ett øye, bl.a. ved at

- Objekter som beveger seg mot oss opptar stadig større del av synsfeltet, og vi oppfatter at de kommer nærmere
- Objekter som er nær oss ser større ut enn objekter som er langt unna. Vi har derfor en formening om hvor langt unna et menneske eller annet med kjent størrelse er, ut fra hvor stort det vi ser det.
- Mange linjer ser ut til å konvergere mot et punkt i horisonten. Man kan f.eks. se det når man har en lang rett vei foran seg. Det gir en formening om avstand/dybde.
- Man ser detaljer i bildet bedre på kort avstand. Ser du f.eks. på en rød blomst, vil du på kort avstand se detaljer i blomsten, mens den på litt lenger avstand bare ser ut som en rød prikk.
- Et objekt som dekker over et annet oppfattes som nærmere. Hvis vi f.eks. ser en gruppe mennesker, vil vi se mer av de som står foran enn de som står bak, og oppfatte at de er nærmere oss.
- På grunn av fuktighet i luften (tåke etc) vil objekter som er langt borte ofte bli uklare og blasse, og kan dermed gi indikasjon på avstanden.
- Lys og skygge kan gi indikasjon på dybde fordi de beskriver objekters form og plassering i rommet.
- I mye av det vi ser, vil det som er langt unna ligge høyere i synsfeltet enn det som er nært. Ser man f.eks. på et fotografi av et landskap, vil det som er langt unna ofte ligge høyere i bildet enn det som er nært.
- Øynene justerer fokus kontinuerlig etter hva vi ser på. Dette merker vi ikke, men hjernen bruker dette også til å bestemme avstanden til det vi ser på.

- Når vi, eller objekter vi ser på, beveger seg, vil det som er nærmest se ut til å bevege seg fortere enn det som er lengre unna. Det kan man f.eks. se ut av vinduet på et fly, der det som er nærmest synes å bevege seg raskere enn det som er langt unna.

Mange av disse monokulare effektene bygger på erfaring, og vil f.eks. ikke oppfattes av små barn som ennå ikke har utviklet disse sansene.

Det vi vanligvis forbinder med 3D krever at høyre og venstre øye ser det samme med en liten forskyvning i betrakningsvinkelen, tilpasset avstanden mellom øynene. Det kalles *binokular* (fra latin: bini = to og okulus=øye). Hjernen setter sammen de to bildene slik at vi oppfatter 3 dimensjoner (bredde, høyde og dybde).

Når vi ser på noe som er langt unna, er siktlinjene for høyre og venstre øye tilnærmet parallelle. Når vi ser på noe som er nært, vil øynene se litt innover (mot hverandre). Dette kalles konvergens. Graden av konvergens bruker hjernen for å anslå avstanden til det vi betrakter.

Når høyre og venstre øye ser mot det samme og avstanden ikke er for stor, vil det være en liten forskjell i bildene på netthinnene. Hvis avstanden er kort, kan forskjellen mellom de to bildene være ganske stor, men fremdeles klarer hjernen, utrolig nok, å sette sammen bildene, slik at vi oppfatter alle tre dimensjonene (lengde, bredde og dybde).

6.2 3D Projeksjon

3D filmer baserer seg på at høyre og venstre øye ser bildene litt forskjøvet i forhold til hverandre, slik man gjør i virkeligheten. Det er ulike måter å manipulere 3D effektene på, ved f.eks. å øke avstanden mellom kameraene eller å endre spissingen (konvergens) på dem.

Bildene til høyre og venstre øye vises samtidig eller vekselvis med høy frekvens på lerretet. For å se bildene bruker publikum briller, som skiller de to bildene fra hverandre.

Fordi ingen briller klarer å skille 100 % mellom de to bildene, vil det være antydning til overlapping (ghosting) mellom dem, noe som vil forstyrre 3D opplevelsen større eller mindre grad.

En av de største utfordringene med 3D projeksjon, er det store lystapet. 50 % av luminansen tapes fordi lyset må fordeles på hvert sitt øye. I tillegg er det lystap i selve prosesseringen, bl.a. bytte fra høyre til venstre bilde. Det er også lystap i brillene. I forhold til lyset for 2D er effektiviteten på et standard system så lav som 12-18 % avhengig av system. For noen systemer finnes det løsninger som utnytter lyset på en spesiell måte, slik at

effektiviteten kan komme opp mot 30 %. Med to RGB laserprojektorer (6P) kan det oppnås effektivitet på over 40 %.

3D filmer er mastret for å vises med mindre luminans enn 2D filmer.

I CPL-navnet for 3D DCPer skal det fremgå hvilken luminans, inkludert tap i brillene, filmen er mastret for (se kap 2-4-2). Det kan være f.eks. 4,5 fL, målt gjennom brillene, 6fL, eller høyere. Kinoens system bør minst kunne gjengi 4 fL.

6.2.1 Vekselvis visning av bildene

Når det vises 3D fra én DLP projektor, skjer det ved at bildene til høyre og venstre øye vises vekselvis. Med bildehastighet på 24 bps ville det gitt flimrende bilder og publikum ville følt seg uvel. For å gi en bedre opplevelse vises filmen med 48 bps, hvor annethvert bilde vises til høyre og venstre øye. Dvs 24 bps per øye.

For å gi enda bedre opplevelse kan bildehastigheten økes ytterligere, opp til 120 bps eller høyere. Bildehastigheten filmen er mastret for er angitt i CPL-navnet og det krever at projektoren kan vise film med den angitte bildehastigheten.

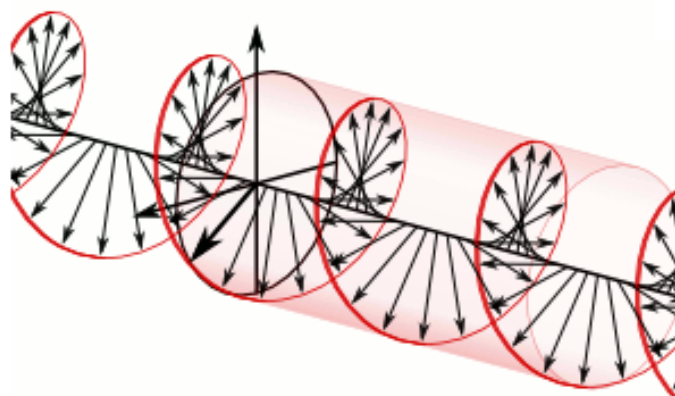
6.2.2 Polarisasjon (RealD, Volfoni m.fl.)

Polarisasjon er en av de eldste måtene å skille bildene til høyre og venstre øye på, uten at å miste fargene.

På 35mm film ble det brukt *lineær polarisasjon*, der lysbølgene ved hjelp av filtre ble skilt, slik at bare de som svinger horisontalt slipper gjennom det ene og de som svinger vertikalt slipper gjennom det andre. Ved å bruke tilsvarende filter i brillene, skilles bildene slik at høyre og venstre øye ser hvert sitt bilde.

En av ulempene med denne teknikken, er at hvis man legger hodet på skakke, vil man samtidig dreie filterne i brillene (som følger hodebevegelsen) slik at hvert øye ser mer og mer av bildet ment for det andre øyet.

På digital kino brukes derfor *sirkulær polarisasjon*. Det baserer seg på at lysbølgen roterer i akseretningen.



Figur 6-1: Sirkulær polarisasjon, der lysbølgen roterer mot høyre.

Figur 6-1 viser hvordan lysbølgen roterer i en spiralbevegelse i akseretningen. Lysbølgen kan rotere enten mot høyre i akseretningen, dvs at den roterer med klokken om man ser fra projektoren mot lerretet, eller tilsvarende mot venstre. Lysbølgen i fig 6-1 viser en høyre-rotasjon.

Filtrene som brukes slipper bare gjennom lys som roterer i en retning, enten mot høyre eller mot venstre.

Det kan sammenliknes med en skrue og en mutter. Hvis du skrur mot høyre, vil skruen gå gjennom mutteren. Skur du motsatt vei blir skruen stanset. Om gjengene går motsatt vei (venstre-gjenget), vil skruen gå gjennom om den skrues mot venstre.

For at ikke polarisasjonseffekten skal oppheves når lyset reflekteres fra lerretet, må lerretet ha sølvduk med høy extinction ratio. Det kan føre til at de som sitter på siden i salen vil se et mørkt bilde, slik det er beskrevet i kapittel 5.7.2.3.

Filtre som brukes for sirkulær polarisasjon er rimelige å produsere, og brillene er billige. Det betyr at de kan selges til publikum, i stedet for å dele dem ut, samle dem inn og vaske dem. Det sparer mye, fordi kinoen slipper arbeidet med brillene.

6.2.3 Aktive briller (Xpand m.fl.)

Bildene til høyre og venstre øye kan skilles ved å bruke aktive briller. Det er briller der "glassene" er LCD-paneler, som har to posisjoner: åpen eller lukket. De synkroniseres med filmen slik at høyre glass åpner for lyset når bilde til høyre øye vises, samtidig som venstre glass stenger for lyset. Så stenger høyre glass og venstre åpner når bilde til venstre øye vises.



Figur 6-2: Aktive briller
Øverst er venstre glass lukket og høyre glass åpent, omvendt på brillen under. (Xpand)

En *emitter* får pulser fra avspillingsserveren, og sender infrarøde signaler ut i salen, som fanges opp av en sensor i brillene, som igjen styrer lukking/åpning av glassene.

Normalt plasseres emitteren i maskinrommet eller bak i salen og sender strålene mot lerretet. Her reflekteres de og fanges opp av brillene. Det er viktig å passe på polariteten, slik at høyre glass åpner for bilde til høyre øye, og ikke omvendt.

3D system med aktive briller kan brukes på alle typer lerretduk. Effektiviteten i lysutbyttet ligger rundt 15-18 %. For å oppnå en luminans på 5 fL i 3D, tilsvarer det rundt 30 fL i 2D. Projektoren må derfor kunne gi mer enn dobbelt så mye lys som kravet for 2D-filmer (14 fL).

Aktive briller bruker strøm, og har innebygget batteri. Batteriene har en begrenset levetid som oppgis av leverandøren. Når batteriene begynner å bli svake, vil en indikator på brillene gi beskjed. Bytte av batterier er vanligvis enkelt og raskt.

Brillene har som regel en sensor som skrur dem på når de er innenfor strålingen fra en emitter. For å spare strøm skrur brillene seg av etter en liten stund hvis de er utenfor strålingen.

Tidligere var aktive briller relativt store og tunge, og ikke så robuste. Nye modeller er lettere, bedre og mer robuste, men kostbare.



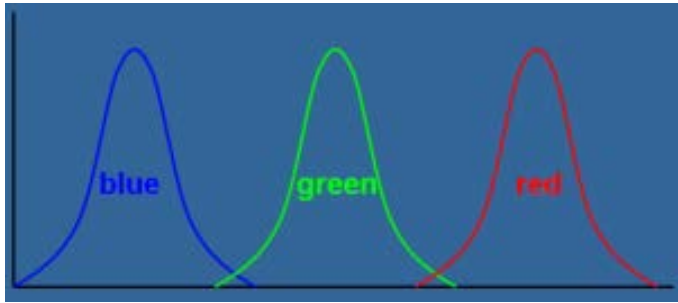
Figur 6-2: X105 IR
Cinema glasses (X105-
IR-C2)

Brillene må lånes ut til publikum ved at de deles ut ved inngangen, og samles inn etter forestillingen. Av hygieniske årsaker må de vaskes før de igjen kan brukes. Ved å ha flere sett med briller, kan vaskingen av brillene gjøres på dagtid neste dag. Det finnes egnede vaskemaskiner som vasker ved så lav temperatur at brillene ikke skades. Det er vanlig å bruke brett som tar 15-30 par briller i en vask, og som utfører en vask på noen få minutter.

Aktive briller kan ikke brukes på systemer som viser bilde til høyre og venstre øye samtidig på lerretet.

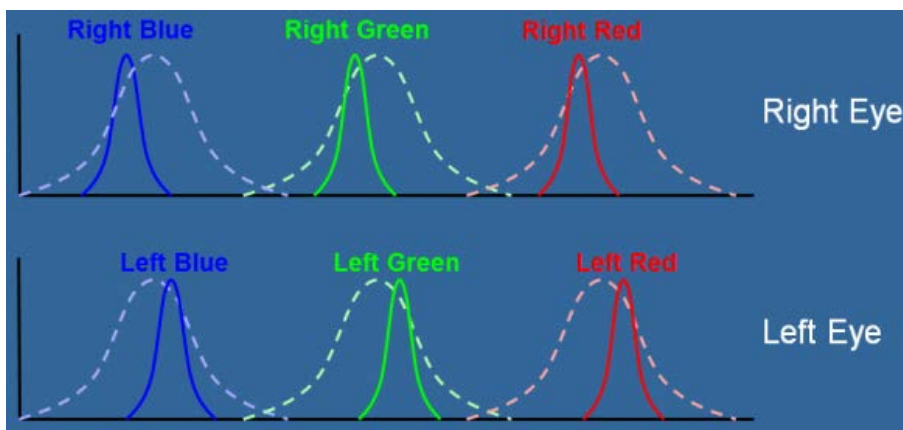
6.2.4 Spektral 3D (Infitek / Dolby / Barco)

Fig 6-3 viser forenklet hvordan de tre primærfargene, rød, grønn og blå fordeler seg i det elektromagnetiske spekteret.



Figur 6-3: Fordeling av rødt, grønt og blått i det elektromagnetiske spekteret, forenklet (Dolby)

Prinsippet for spektral 3D er å bruke et to utsnitt for hver av fargene ($R_1G_1B_1$) og ($R_2G_2B_2$) i spekteret. Ved hjelp av briller med skarpe filtre kan bildene som bruker det ene settet med RGB vises til det høyre øye, mens det andre settet med RGB vises til venstre øye (se fig 6-4).



Figur 6-4: RGB utsnitt for høyre og venstre øye (Dolby)

Publikum benytter briller med filter slik at det ene settet med farger slipper gjennom det ene glasset og det andre settet med farger gjennom det andre glasset.

Filtrene i brillene er passive. Det kan derfor lages enkle, lette briller. Men filtrene er kostbare, så brillene må deles ut, samles inn og vaskes for hver forestilling.

Dette 3D systemet kan benyttes på alle typer lerret, og det kan brukes der bildene til høyre og venstre øye vises samtidig.

Det kan lages systemer basert på dette prinsippet for RGB laserprojektorer og for lampebaserte projektorer, men ikke for fosforlaser projektorer.

6.2.4.1 Med RGB laserprojektorer

Laserne i RGB laserprojektorer er monokromatiske, og hver av dem har én bestemt bølgelengde.

Ved å benytte to sett med RGB lasermoduler i projektoren, med to ulike bølgelengder for hver farge, kan det ene settet brukes til å vise bildene til høyre øye, og det andre sette brukes til venstre øye. Slike projektorer kalles for 6P, der P står for primærfarger (primaries).

Alle de 6 lasermodulene (primærfargene) kan monteres i samme projektor. Her vises bildene til høyre og venstre øye vekselvis. For å lage en bedre løsning kan det benyttes to separate projektorer, med hvert sitt sett med RGB lasermoduler. Her kan bildene til høyre og venstre øye vises samtidig, med veldig høy virkningsgrad, og systemet kan vise 3D med 10-14 fL luminans på lerretet, sett gjennom brillene. Det gir veldig høy kvalitet på 3D visningene, med minimal overlapping. Denne løsningen brukes bl.a. i Dolby Cinema system, beskrevet tidligere i boken (Kap 3.4.2).

6.2.4.2 Med lampebaserte projektorer

Dolby laget tidligere et spektral 3D-system for på lampebaserte projektorer (xenon, HPM etc), kalt Dolby 3D. Noen kinoer har fortsatt dette systemet, men produksjonen av nye systemer er opphørt.

Ved hjelp av filtre skilles det ut et lite utsnitt av det blå, grønne og røde spekteret til venstre øye, og en annen del av det blå, grønne og røde spekteret til det høyre øyet, slik det er vist på fig 6-4.

Dette gjøres ved hjelp av et fargehjul i projektoren.

Fargehjulet er plassert mellom lyskilden og lysintegratoren, før det hvite lyset splittes i rødt, grønt og blått.

Fargehjulet er to-delt, hvor den ene delen filtrerer ut ett sett med RGB for venstre øye og den andre delen ett annet sett RGB for høyre øye.

Rotasjonen av fargehjulet er synkronisert med filmen slik at fargesettet for venstre øye vises når bilde for venstre øye vises og motsatt for høyre bilde.

For å kjøre systemet, må fargehjul med motor installeres i projektoren. På de små lampebaserte projektormodeller er det ikke plass, så de kan ikke kjøre Dolby 3D systemet.

I tillegg må det være en enhet (Filter Controller) som synkroniserer fargehjulets rotasjon med bildene som vises.

Lystapet er veldig stort, med en effektivitet på rund 10-11% (~90% lystap).

6.2.5 Samtidig visning av bildene

I stedet for å vise bildene til høyre og venstre øye vekselvis, kan de to bildene på systemer basert på polarisasjon eller spektral 3D vises samtidig.

6.2.5.1 2 projektorer

Hvis kinosalen har to projektorer, kan den ene vise bildene til høyre øye og den andre bildene til venstre øye. Fordelen med løsningen er at det gir mer lys i 3D, både fordi det er en ekstra projektor, og fordi det kan lages mer effektive løsninger med statiske filtre.

6.2.5.2 Sony 3D

På Sony 4K projektorer kan 4K bildet splittes i 2 x 2K bilder, hvor den øvre delen prosesserer bildene til høyre øye og de nedre bildene til venstre øye. Løsningen forutsetter at kinoen benytter RealD 3D-system (sirkulær polarisasjon). Kan teoretisk også benyttes med spektral 3D.

Projektorens objektiv må byttes med en forsats som splitter bildene til høyre og venstre øye, og projiserer dem gjennom hvert sitt objektiv.

Objektivene har faste polarisasjonsfiltre. Bildene fra de to objektivene stilles så de eksakt overlapper hverandre på lerretet. Fordi bildene skaleres på 4K panelene, behøves ikke zoomoptikk for visning av 3D på dette systemet.



Figur 6-5: 3D forsats for Sony projektor (Sony)

Overlapping av de to bildene på lerretet er aldri 100 % perfekt. Hvis det vises 2D film gjennom 3D forsatsen, der bildene til høyre og venstre øye er identiske, vil bildene bli litt uklare fordi overlappingen aldri kan bli helt perfekt. Hvis det vises bilder fra bare ett av de to objektivene, vil bildet bli skarpt, men det vil være stort lystap. Det er derfor viktig at forsatsen bare brukes i forbindelse med visning av 3D-filmer.

Fordi byttet er arbeidskrevende og kan ta 5-10 min, er det akseptabelt å vise 2D reklame og trailere i forkant av en 3D film med 3D systemet på.

Bytte mellom 2D og 3D optikk gjøres manuelt ved å fjerne hovedobjektivet og sette inn forsatsen med to objektiver. Det må være plass foran projeksjonssystemet for å kunne foreta byttet.

3D linsesystemet er kostbart, og veier ca 20 kg. I programmeringen av kinoen, må det legges inn ca 10 min for å foreta byttet, hvis det skal byttes mellom 2D og 3D film.

På Sony 500-serie projektorer er systemet for å bytte forsatsen forenklet, men det er fortsatt en manuell operasjon.

7 LYD

7.1 Lydteknikk

Lyd oppstår ved at et medium settes i svingninger. Svingningene vil spre seg, forutsatt at det finnes et medium de kan spre seg i. I vakuum finnes det ikke noe medium som kan spre lydbølgene.

Lyd høres vanligvis som svingninger i luft. Lyden spres fra lydkilden gjennom luften som fortykninger og fortetninger i lufta. De små trykkvariasjonene setter trommehinnen i bevegelse. Etter en bearbeiding i øret, sendes signaler til hjernen, og oppfattes som lyd.

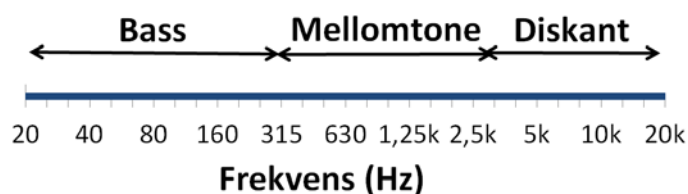
I luft sprer lydbølgene seg med en hastighet på ca 340 meter/sekund, som tilsvarer ca 3 millisekunder pr meter. I vann er lyd hastigheten høyere, og i metaller er lyd hastigheten enda mye høyere.

7.1.1 Frekvens

Frekvens er et mål på hvor hurtige trykkvariasjonene i lydbølgen er. For å angi det måles antall svingninger pr. sekund, som kalles *Hertz (Hz)*. 1000Hz benevnes ofte som 1 kiloHertz, som skrives 1kHz.

En svingning måles fra en topp (maksimal trykk) til neste topp. En dobling av frekvensen kalles en *oktav*. Fra 500 til 1000Hz er en oktav, det samme er 2 til 4 kHz osv.

Vanligvis angis det hørbare området fra 20 til 20.000Hz. Utenfor dette området vil svingningene ikke oppfattes som lyd. De laveste frekvensene, opp til ca 300Hz kalles *bass*. Området fra ca. 300Hz til ca 3000Hz kalles *mellomtone*. Over 3000Hz kalles *diskant*.



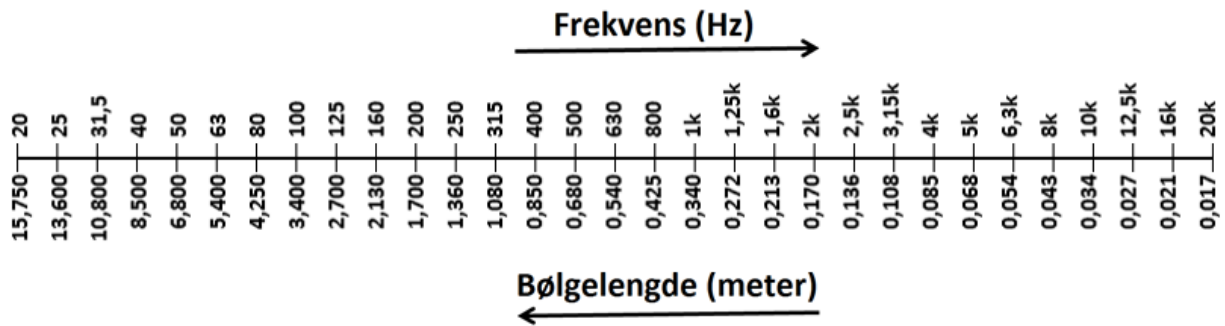
Figur 7-1: Hørbare frekvenser delt inn i bass, mellomtone og diskant

Det er ikke mange mennesker som hører helt opp til 20.000Hz, og med alderen svekkes evnen til å høre de høyeste frekvensene. Et normalt voksent menneske hører kanskje opp til 15-16.000Hz. Hos eldre mennesker ligger grensen lavere.

Mennesker med hørselskader vil ofte ha svekket hørsel i et begrenset frekvensområde. Mange hørselskader ligger i området 6-8.000Hz.

7.1.2 Bølgelengde

Siden lyden går med en hastighet på 340 m/s, uansett frekvens, kan vi regne ut bølgelengden for ulike frekvenser. En 1000Hz tone går 340m på ett sekund og svinger 1000 ganger. Det betyr at hver svingning har en lengde på $340\text{m}/1000 = 0,34\text{m}$.



Bølgelengden gis av formelen:

$$\lambda[\text{m}] = \frac{340[\text{m/s}]}{f[\text{Hz}]}$$

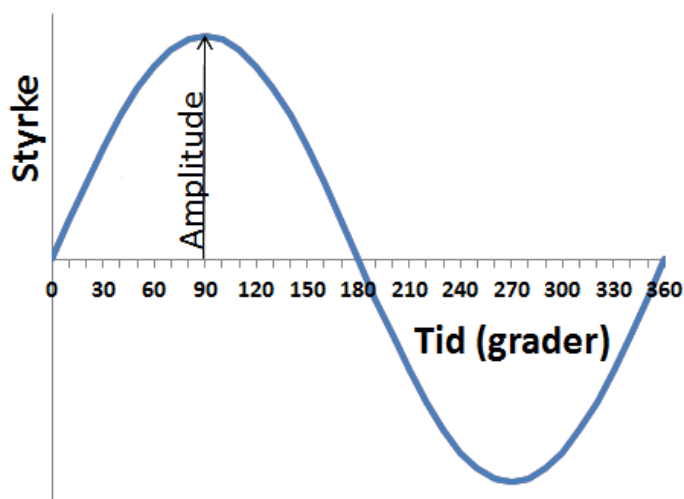
der λ (lambda) er bølgelengde, f er frekvensen og 340m/s er lydhastigheten i luft.

Figur 7-2: Frekvens og bølgelengde. Figuren viser det hørbare frekvensområdet med tilhørende bølgelengde

7.1.3 Amplitude

Siden lyd er svingninger, kan vi måle styrken ved å måle hvor store utslag svingningene gjør. Størrelsen på utslagene kalles amplitude (figur 7-3).

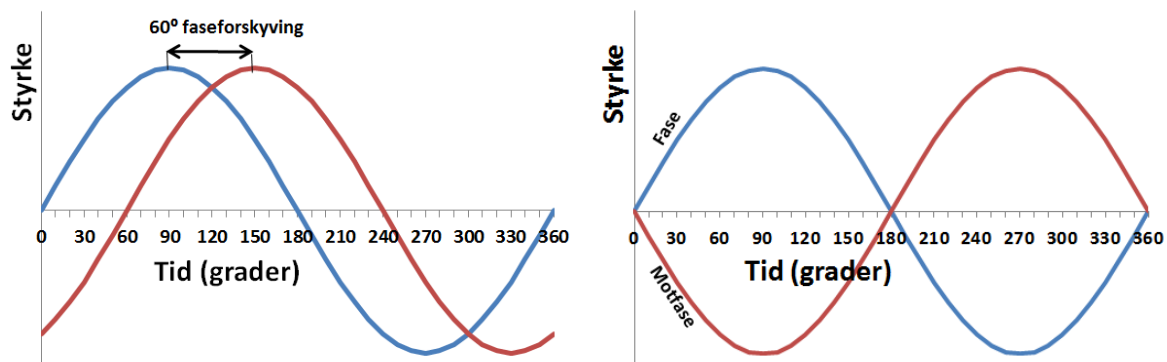
Amplituden er et mål på forskjellen mellom 0-verdien og maksimalverdien.



Figur 7-3: Amplitude
Figuren viser en sinusurve hvor amplituden er vist med en pil

7.1.4 Fase

En tones svingninger følger en *sinuskurve*. En hel svingning er 360° . Tonens *fase* kan angis i grader fra utgangspunktet. Maksimalverdien er 90° fra 0-verdien og minimumsverdien 270° . Hvis to rene toner svinger med samme frekvens, men ikke når sine maksimalverdier samtidig, kan vi angi *faseforskyvningen* mellom dem som vinkelen mellom maksimalverdiene på de to kurvene. Til venstre på figur 7.4 vises kurvene til to toner som er forskjøvet 60° i forhold til hverandre.



Dersom maksimalverdien på den ene tonen nås samtidig med at minimalverdien nås på den andre, vist til høyre på figur 7.4, vil forskyvningen være på 180° (en halv syklus). Dvs at bølgene svinger i motfase,

Dersom de to tonene når sin maksimalverdi samtidig, dvs at faseforskyvningen er 0° , sier vi at de svinger i fase.

Figur7-4: Fase. Figuren til venstre viser to sinuskurver som er faseforskjøvet 60° i forhold til hverandre. Figuren til høyre viser to sinuskurver som er faseforskjøvet 180° (motfase).

7.1.5 Stående bølger

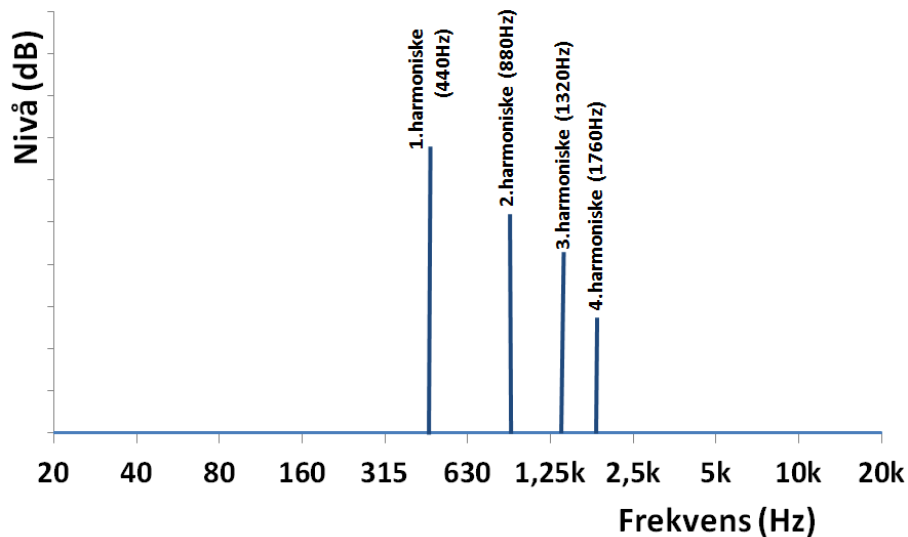
Hvis to lydbølger med lik frekvens møtes (går hver sin vei) kan det oppstå *stående bølger*. Det vil si at lydbølgens nullpunkt blir liggende stille, som knuter på lydbølgen. Kalles også *stasjonære bølger*.

7.1.6 Klangfarge

En lyd som svinger med en bestemt frekvens kalles en *rentone*, og forekommer sjelden. De aller fleste lyder vi hører er satt sammen av forskjellige frekvenser.

Lyd fra musikkinstrumenter vil ha en *grunntone*, som er den frekvensen (tonen) som spilles. I tillegg til grunntonen vil instrumentet ha overtone. Grunntonen kalles *1. harmoniske*. Den første overtone, med dobbelt så høy frekvens kalles *2. harmoniske*. Den andre overtone har tre ganger så høy frekvens, og kalles *3. harmoniske* osv.

Ulike instrumenter vil ha ulik sammensetning av grunntone og overtoner. Kombinasjonen av grunntone og overtoner vil være unik for det spesielle instrumentet, slik at vi f.eks. kan skille mellom en fele og en saksofon, selv om de spiller den samme tonen.



Figur 7-5: Klangfarge
 Figuren viser eksempel på grunntone (1. harmoniske), dens overtoner og styrkeforholdet mellom dem.

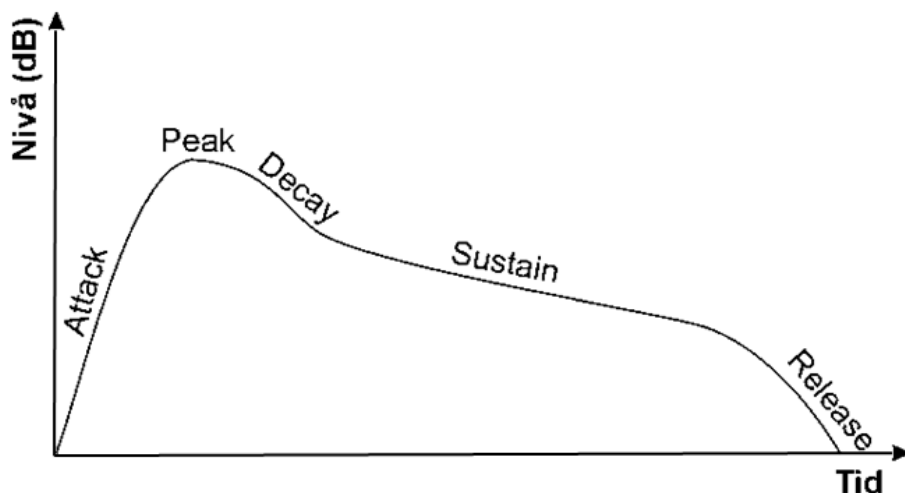
Sammensetningen av grunntone og overtoner kalles instrumentets klangfarge.

Menneskers stemmer har også en klangfarge bygget opp av en grunntone med overtoner. Noen stemmer har i tillegg andre frekvenser, som gjør at stemmen ikke høres så klar ut. Støy har mer eller mindre tilfeldig sammensetning av frekvenser.

7.1.7 Inn- og utsvingningsforløp

Forløpet av en tone som f.eks. dannes ved å slå på en streng, går gjennom ulike faser (se fig 7-6):

1. **Attack (Anslag)**
 Nivået stiger raskt opp til en maksimalverdi. Attack er definert som tiden det tar før nivået når 66 % av spissverdien (maksimalverdien).
2. **Peak (Maksimalverdi)**
 Det øyeblikket der tonen når sin maksimalverdi.
3. **Decay (Avtagende)**
 Perioden fra maksimalverdien til nivået flater ut.
4. **Sustain (Vedvarende)**
 Perioden der tonen henger igjen.
5. **Release (Utdøende)**
 Perioden der tonen dør ut.



Figur 7-6: ADSR kurve
Figuren viser forløpet av en tone gjennom ulike faser.

Dette forløpet angir inn- og utsvingningsforløpet til en tone og kalles en *ADSR-kurve* (Attack -Decay-Sustain-Release kurve). Lengden på hver av fasene varierer mellom ulike instrumenter. Det er med på å gi et instrument sitt særpreg. Fele og trompet har ganske lik klangfarge, men på grunn av ulikt inn- og utsvingningsforløp kan vi lett høre forskjell på dem.

7.1.8 Lydstyrke

Siden lydbølger er trykkvariasjoner, kan vi måle trykkforandringene, som kalles *lydtrykk*.

Øret oppfatter ikke lydtrykkvariasjonene lineært. Så i stedet for å måle differansen mellom to trykk, måles *forholdet* mellom dem. I lydteknikk brukes desibel (dB) som skala.

dB er definert som 10 ganger logaritmen til forholdet mellom to verdier. Dette kan i prinsippet brukes for alle typer målinger der man sammenlikner en verdi med en referanse.

I lydteknikk er desibelskalaen basert på lydintensiteten (I). Det er lydenergien som treffer en flate på 1 m^2 .

Det gir formelen:

$$\text{Endring i lydintensitet (dB)} = 10 \times \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Der I = Målt lydintensitet (W/m^2)
 I_0 =Referanseverdi

Mikrofoner måler ikke lydintensitet, men lydtrykk. Det vi hører er også lydtrykk. Det er derfor mer hensiktsmessig å lage en desibel skala for lydtrykk. Lydintensiteten er proporsjonal med kvadratet på lydtrykket, slik at formelen kan skrives slik:

$$\begin{aligned} \text{Endring i lydtrykk (dB)} &= 10 \times \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \\ &= 20 \times \log \left(\frac{p}{p_0} \right) \end{aligned}$$

Der: p = Målt lydtrykk (Pascal)
 p_0 = Referansetrykk

Formlene viser at:

- Dobling av lydintensiteten gir en øking på 3dB
- Dobling av lydtrykket gir en øking på 6dB

I lydteknikk brukes en skala basert på den svakeste lyden et menneske kan høre. Dette lydtrykket er definert som 20 μPa (20 mikroPascal = 0,00002Pascal).

Når lyden blir tilstrekkelig sterk, vil den gi smertefornemmelsen i øret. Dette nivået kalles *smertegrensen*, og har et lydtrykk på rundt 60Pa.

Skalaen benevnes dB SPL, der SPL står for lydtryknivå (Sound Pressure Level)

Tabell 7.1: dB SPL skala

Lydtryknivå (dB SPL)	Lydtrykk (Pa)	Sammenligning med kjente lyder
0	0,00002	Høreterskel
10	0,00006	Ekkofritt rom
20	0,0002	Lydstudio (bakgrunnstøy)
30	0,00063	Stille kinosal
40	0,002	Fortrolig samtale
50	0,0063	Stille gater
60	0,02	Normal samtale
70	0,063	Støyende kinofoajé
80	0,2	Sterkt trafikkert gate
90	0,63	Stor lastebil (15m)
100	2	Skrik (1,5m)
110	6,32	Sterk industristøy
120	20	Jetflyavgang (60m)
130	63,25	Smertegrense

7.1.9 Pink Noise

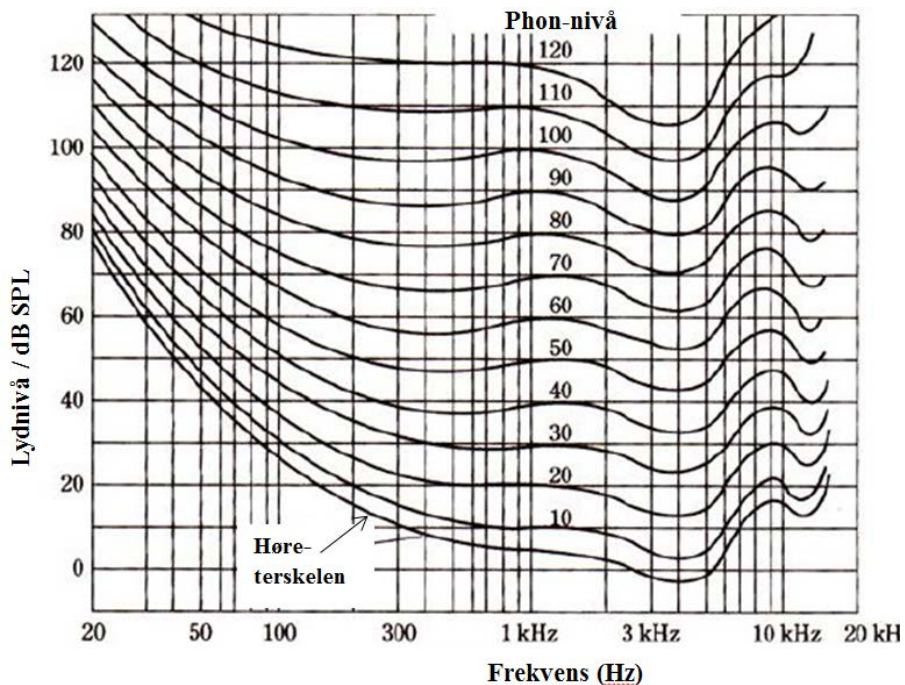
Til måling og justering av lyd i kinosaler brukes ofte pink noise (rosa støy) også kalt 1/f støy. Det er lyd (støy) i hele frekvensspekteret som avtar med 3dB per oktav. Når pink noise måles i oktavbånd, vil den gi en flat kurve (samme nivå i hele frekvensspekteret). Ved måling kan man se om det er frekvenser som skiller seg ut på grunn av feil i anlegget eller akustikken i rommet, og sammenlikne med referansekurver ved justering av lydanlegg.

7.1.10 Phonkurver

Det er laget kurver som viser hvordan hørselens følsomhet varierer ved ulike frekvenser, og hvordan den varierer med lyttenivået.

Slike kurver kaller *phonkurver*, og er vist på figur 7-7.

Referansen er lyttenivå ved 1000 Hz.



Figur 7-7: Phonkurver
Diagrammet viser hvordan hørselen varierer med ulike lyttenivåer og ulike frekvenser

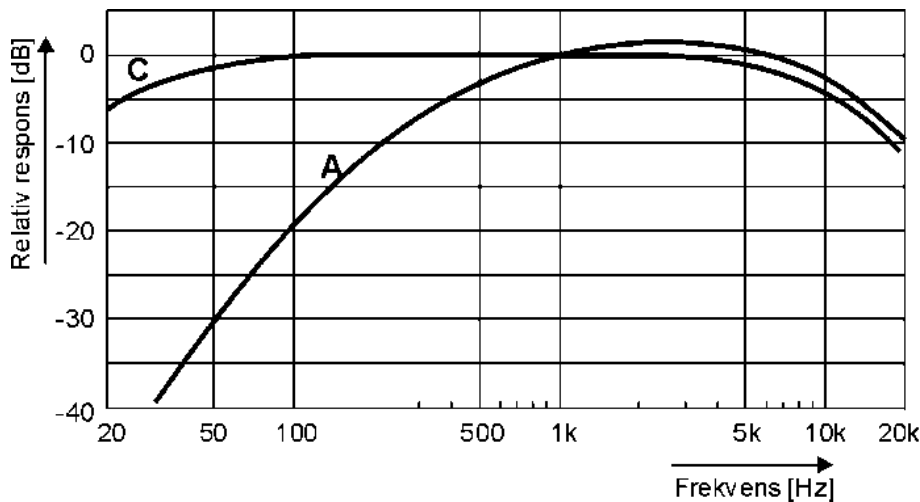
Phonkurvene viser at hørselen er mindre følsom for bass ved lave nivåer (de nederste kurvene). Ved høyere nivåer flater kurven ut, og vi hører bassen sterkere i forhold til diskanten (de øverste kurvene). Tilsvarende er det variasjoner i kurvene ved høyere frekvenser.

Når lydnivået i kinosalen skrur opp eller ned i forhold til referansenivået endres ikke bare nivået, men også balansen i lydbildet. For å få en korrekt filmopplevelse bør filmen spilles av i nærheten av referansenivået. Referansenivået er oftest "7" på volumkontroller som går fra 0 til 10, eller "0dB" for volumkontroller som angir dB i forhold til referansenivå.

7.1.11 Veiede kurver

Hvis vi vil måle bakgrunnsstøyen i en kinosal, er vi interessert i den *hørbare* støyen. Bakgrunnsstøyen har ofte lav frekvens (mye bass), og her må det være et visst nivå for at hørselen i det hele tatt registrerer støyen.

Til målinger ved lave nivåer brukes derfor en *veiet* måling som kalles *A-veiting*. Målinger gjort etter denne metoden benevnes *dBA*. Denne kurven tar hensyn til hørselens følsomhet ved lave



Figur 7-8: Veiekurver
Diagrammet viser A og C veiekurver

nivåer, spesielt den reduserte følsomheten i bassområdet (figur 7-8).

Ved sterke nivåer, for eksempel ved innjustering av et lydanlegg, brukes en annen kurve, som er korrigert etter hvordan mennesker hører ved kraftige nivåer. Denne målingen *kalles C-Veiling*. Målinger etter denne metoden benevnes *dBC*.

7.1.12 Dynamikk

I ulike systemer finnes det en begrensning for hvor svake signaler som kan gjengis, og tilsvarende hvor sterke signaler som kan gjengis. Forholdet (spennvidden) mellom de sterkeste og svakeste lydtrykkene som kan gjengis innenfor gitte toleranseområder for nøyaktighet, kalles dynamikk. Dynamikken måles i dB.

Tilsvarende kan dynamikk beskrive om det er stor forskjell i lydnivå i en film (eller en sekvens i en film), en trailer eller en reklamefilm.

Når nivået på lydanlegget skrur ned reduseres dynamikken, og detaljer i lydbildet (svake lyder) kan forsvinne i bakgrunnsstøyen. Dialogen kan også bli unaturlig lav.

7.1.13 Signal/Støyforhold

Signal/støyforholdet for et system er forholdet mellom systemets referansenivå (0dB) og støyen i systemet når det ikke er noe signal til stede. Signal/støyforholdet bør være så stort som mulig.

7.1.14 Lydtrykk målt over tid

Opplevelsen av lydnivå er avhengig av mange faktorer. Et kort skudd kan få publikum til å hoppe i stolen, men selv om skuddet har maksimalt lydnivå behøver det ikke oppleves som ubehagelig sterkt. I mange actionfilmer er det kraftig lydnivå over lang tid.

Om lydtrykket måles i disse sekvensene, er det langt fra skadelig høyt, forutsatt at lyden spilles av på referansenivå. Likevel kommer det ofte klager fra publikum.

I tillegg til å måle spissverdier (peak-nivåer), måles lydtrykket over tid. Denne målingen kalles L_{eq} , og gir et mål på hvor mye lydenergi det er i den målte sekvensen.

For de spesielt interesserte, her er formelen for L_{eq} :

$$L_{eq} = 10 \times \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P(t)}{P_0} \right)^2 dt \right)$$

Som beskrevet over, oppleves ikke lydnivåer like sterkt ved alle frekvenser. For å gi et bilde av hvor sterkt lyden oppleves, kan det brukes veiede målinger som passer overens med den subjektive opplevelsen av mye/høy lyd.

For støymålinger er det vanlig å bruke A-veiling, og angi både lengden på målingen (min.) og spissverdiene i måleperioden (peak-verdi).

For å forebygge hørselskader er det laget en veileder som kan brukes i kinoer:

["Musikkanlegg og helse – veileder til arrangører og kommuner"](#) (Helsedirektoratet, 2011).

Her opereres det med en "Varslingsgrense", der arrangøren bør gi en advarsel til publikum, og en Absolutt grense, som ikke skal overskrides.

	$L_{p,Aeq,30min}$	$L_{p,Cpeak}$
Varslingsgrense	92 dB	130 dB
Absolutt grense	99 dB	130 dB

En dobling av måletiden senker grensene med 3dB. Det betyr at grensen på 99dB for 30 min gir 96dB for 60 min og 93dB for en to timers (120min) kinoforestilling.

$$L_{p,Aeq,120min} = 93dB$$

Peak verdier over 110dBC forekommer nesten aldri. Det er foretatt mange målinger i mange kinosaler, ingen målinger antyder at visning av film i kino er i nærheten av noen faregrense, selv om den vises på referansenivå.

Dolby har laget en veiekurve som forsøker å beskrive den subjektive opplevelsen av høy lyd. Målinger etter denne veiekurven kaller de $L_{eq}(m)$ (m for movies). Ved å måle en hel reklamefilm eller en trailer, gir målingen en $L_{eq}(m)$ -verdi.

Bransjen bruker denne målemetoden for å motvirke at lyden på reklamefilmer og trailere blir så høy at kinoen må skru lydnivået (vesentlig) ned. Det arbeides også med å finne en målemetode som kan brukes på spillefilmer, slik at filmen kan spilles av på referansenivå uten at det kommer (for) mange klager.

I praksis senker kinoene lydnivået godt under referansenivå på reklame og trailere, og litt under referansenivå på spillefilmer.

Hvis kinoen har godt lydanlegg og god akustikk, vil avspilling på referansenivå gi færre klager.

7.1.15 Maskering

En kraftig lyd vil "overdøve" andre, svakere lyder i samme frekvensområde slik at hørselen ikke oppfatter de svakere lydene. Dette fenomenet kalles maskering. Jo kraftigere tonen er, jo kraftigere lyder og større frekvensområde rundt tonen vil den maskere.

For lydmiksere er det viktig å ta hensyn til dette fenomenet for å skape rom for viktig informasjon. En kraftig bakgrunnsstøy kan f.eks. maskere dialogen i en scene, og gjøre den utydelig.

Fenomenet utnyttes ved å ignorere lyder vi ikke hører i ulike analoge støyreduksjonssystemer, og ved komprimering i digitale lydsystemer som bl.a. ble brukt på 35mm film.

7.2 Akustikk

Rommet der lyden gjengis har stor innvirkning på lyden. Denne "bearbeidingen" av lyden kalles *romakustikk*.

Når lyd treffer en flate, vil et eller flere av følgende inntreffe:

- **Refleksjon** vil si at lyden kastes tilbake fra flaten. Hvor mye av energien som reflekteres er avhengig bl.a. av materialtype, overflate og montering. Generelt kan man si at harde flater, slik som glass, betong, tre, malte flater etc. reflekterer mye av lyden.
- **Absorbsjon** vil si at lydenergien fanges opp i materialet (som varme). Myke, porøse flater som steinull, tekstiler og til en viss grad gips absorberer lyden, og virker dempende. Hulrom kan også brukes til å dempe lyden. Absorbsjonen varierer ofte med frekvensen. Mange materialer demper de høyeste frekvensene, mens dempingen av lavere frekvenser blir dårligere.
- **Forplantning** vil si at lyden setter materialet i svingninger og spres videre. Spesielt gjelder det lave frekvenser der lyden kan spres gjennom f.eks. byggets bærekonstruksjon.
- **Transmisjon** vil si at lyden går gjennom materialet, f.eks. tynne porøse eller perforerte materialer, som tekstiler, perforerte lerretduker osv.)

Lave frekvenser (bass) er mye vanskeligere å dempe enn høye frekvenser, fordi bølgelengden er større, og fordi de ofte har mer energi.

Noen materialer eller konstruksjoner demper bestemte frekvenser eller frekvensområder, og etterlater hull eller dip'er i frekvensspekteret.

Porer og luftlommer vil typisk dempe spesielle frekvenser der bølgelengden står i et bestemt forhold til hulrommets størrelse. Det kan utnyttas ved å lage hulrom for å dempe bestemte frekvensområder.

Hvis lyden får spre seg uten påvirkning fra omgivelsene (*free field*), vil lydtrykket avta omvendt proporsjonalt med kvadratet av avstanden fra kilden. Denne regelen kalles *inverse square law* ("den inverse kvadratlov", betegnes normalt på engelsk). Hvis avstanden fra lydkilden (høytaleren) dobles ($\times 2$) vil lydtrykket reduseres $2^2 = 4$ ganger. Hvis avstanden 3-dobles ($\times 3$), reduseres lydtrykket $3^2 = 9$ ganger.

Bak i et rom, f.eks. en kinosal, vil bidraget fra refleksjonene øke med avstanden fra høytaleren og utgjøre en økende andel av lyden vi hører. Med økende avstand fra lydkilden, avhengig av rommets akustikk, vil summen av reflektert lyd bli stadig mer dominerende, og etter hvert bli sterkere enn direktelyden. Avstanden til der den reflekterte lyden begynner å dominere kalles *romradius*. Jo mer dempet rommet er, jo større er romradius, og jo lenger fra lydkilden vil man kunne identifisere hvor lyden kommer fra, og jo tydeligere vil lyden være. Det er en viktig grunn til at kinosaler skal være kraftig dempet.

7.2.1 Etterklang

Lyden som kommer direkte fra lydkilden treffer øret først, fordi den har kortest vei. Denne lyden kalles *direktelyden*. Kort tid etter vil de første reflekterte lydene nå øret. Det lille tidsrommet mellom direktelyden og de første reflekterte lydene kalles *ITG* (Initial Time Gap). I et stort rom vil ITG som regel være litt større enn i et lite rom, noe som er med på å gi oss en fornemmelse av hvor stort rommet er.

I rom med harde flater kan det ta ganske lang tid før en lyd er dempet så mye at den ikke lenger er hørbar. Den tiden lyden "henger igjen" i rommet kalles *etterklangstid*. I praksis måles etterklangstiden ved f.eks. å lage et kraftig smell, og måle hvor lang tid (i sekunder) det tar før lyden er dempet 60dB. Slik etterklangsmåling benevnes RT_{60} , og gjøres ved ulike frekvenser (RT står for Reverberation Time, som er engelsk for etterklangstid).

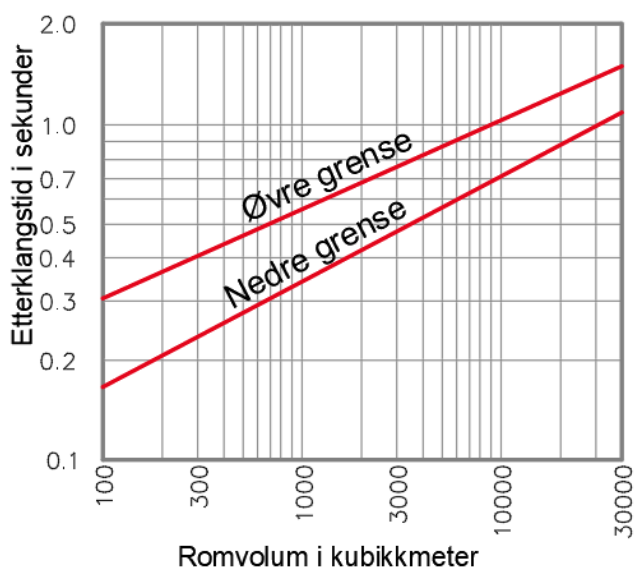
I rom med kort etterklangstid, dvs. under ca ett sekund, er lyden *død*, eller *tørr*. Saler med lang etterklangstid kalles *livlige*. Hvis etterklangstiden er særdeles lang, kalles effekten gjerne for *katedraleffekt*, fordi det i katedraler etterstrebes lang etterklangstid, som passer til orgelmusikk og korsang.

For fremføring av akustisk musikk, eller der det brukes stemmer uten forsterkere, bør det være litt klang, for at musikken/stemmene skal bære ut i rommet, og høres av alle i salen.

Der det kun brukes forsterket lyd gjengitt i høyttalere, bør det som regel være kort etterklangstid, fordi det gir bedre kontroll med lydgjengivelsen.

I kinosaler er det ønskelig med kontroll over lyden og hvor den kommer fra. Her er det derfor ønskelig med veldig kort etterklangstid. Lyd med etterklang kan skapes ved å legge klangen i surroundhøyttalerne. Skal det være lyd uten etterklang, må rommet være ganske dødt for å kunne gjengi den opplevelsen.

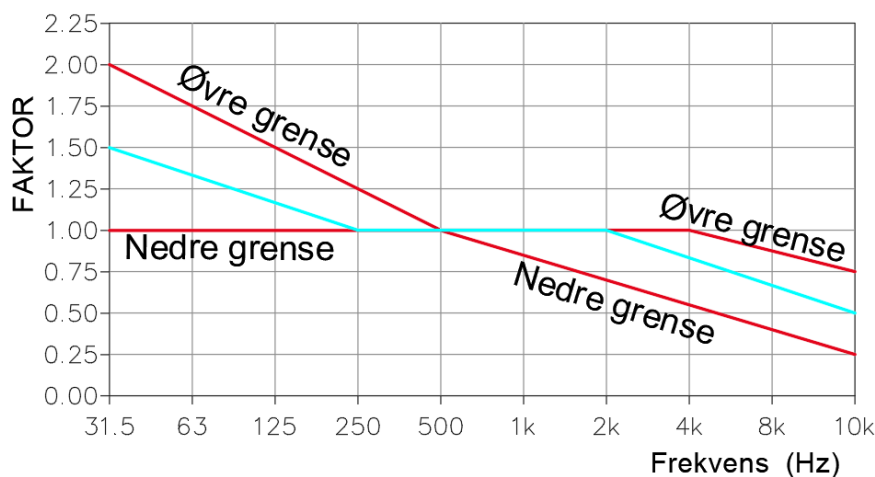
Alle rom har sin egen klang (akustikk), som påvirker lydopplevelsen. Selv om det for kinosaler er standarder og anbefalinger for etterklangen, vil det alltid være nyanser som gjør at saler vil låte litt ulike. Det skyldes bl.a. hvordan klangen faller over tid, hvor refleksjonene kommer fra osv. Jo mer dempet salen er, jo mindre vil akustikken i rommet påvirke lyden. Et helt dødt rom, uten noen etterklang, oppleves som ubehagelig. Et slikt rom ville dessuten vært svært komplisert å bygge.



Figur 7-9: Akseptabel etterklangstid i en kinosal, som funksjon av romvolum. Diagrammet viser anbefalt etterklangstid for ulike størrelser på kinosaler. (Dolby)

Siden de høye frekvensene er lettere å dempe enn de lave, vil det være naturlig at diskanten dempes hurtigere enn bassen. Det betyr igjen at etterklangstiden normalt vil være kortere for diskanten enn for bassen. Det er tatt hensyn til dette i de standarder og anbefalinger som gjelder for kinosaler. Etterklangen i et rom (RT_{60} verdien) oppgis normalt for 500 Hz. Gode verdier for en kinosal ligger på 0,4-0,6 sekunder ved 500Hz. bassen.

I større saler godtas lengre etterklangstid enn i små rom, fordi etterklangen normalt er lengre i større rom (se fig 7-9). Toleransen ved ulike frekvenser er vist i fig. 7-10.



Figur 7-10: Akseptabel variasjon i etterklangstid med frekvens. Diagrammet viser akseptabel etterklangstid i forhold til etterklangstiden ved 500Hz. (Dolby)

Det er også viktig å se på tidsforløpet til etterklngen. Det vil normalt gå et lite øyeblikk fra de første reflekterte lydene når øret til etterklngen når sin maksimale verdi. Deretter vil klngen dø ut. Alt etter utformingen av rommet kan nivået på etterklngen variere over tid. Det bør tilstrebes en akustisk utforming av rommet som gir et jevnt fall i etterklngen, dvs. at lyden dør jevnt ut. Hvis den faller ujevnt, vil lyden ikke bli så tydelig som ved en jevnt avtagende etterklng.

Hvis det settes inn dempende flater i rommet, vil etterklngstiden avta proporsjonalt med størrelsen på de dempende flatene.

7.2.2 Ekkoeffekter

Hvis tidsgapet mellom direktelyden og tyngden av reflekterte lyder blir stort nok, vil direktelyden og den reflekterte lyden høres som to separate lyder. Denne effekten kalles *ekko*, slik man kan oppleve ved å rope mot en fjellvegg et stykke borte. Det går et lite øyeblikk, så kommer stemmen tilbake. For å høre ekko, må avstanden fra lydilden til den reflekterende flaten være over 17-18m. Det kan den være i kinosaler.

Hvis det er parallelle vegger, kan det oppstå *klappekko*. Det vil skje hvis lyden reflekteres frem og tilbake mellom de parallelle veggene og det oppstår en serie med ekkoer i rask rekkefølge. Klappekko høres som en klirrende lyd.

For å sjekke om det er klappekko i salen, kan du stille deg omtrent midt mellom veggene og klappe i hendene. De er lett å høre om det er klappekko. Sjekk på flere steder i salen, fordi effekten ofte er svært lokal.

Hvis kinosalen har *buett bakvegg*, vil den kunne virke som en slags akustisk linse. Lyden fra høyttalerne (i front) vil treffe bakveggen. Refleksjonene vil fokuseres mot et lite område i salen. I dette området vil det bli et merkbart kraftigere nivå, og

lyden vil bli uklar (se fig 7-12). Det kan være ganske ubehagelig å sitte innenfor dette området. Det samme kan skje hvis taket eller sideveggene er krumme, uten tilstrekkelig demping.

7.2.2.1 Tiltak mot ekkoeffekter

Det er i hovedsak to metoder som brukes for å motvirke ekkoeffekter:

- **Dempe flaten**

Flaten kles med materiale som absorberer lyden, slik at det blir minimalt med reflektert lyd (fig 7-11a).

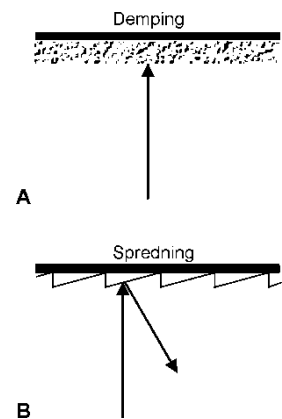
Er det klappesko, kan den ene vegg dempes for å motvirke effekten. Samtidig vil etterklangstiden reduseres. Dempes begge veggene vil etterklangstiden bli enda kortere.

Bakveggen i salen bør dempes for å gjøre lyden tydelig. Dette gjelder enten veggene er plan eller buet. Bak lerretet bør det være en baffelvegg, beskrevet i avsnittet om lerret i kap 5.7.7. Uansett bør rommet bak høyttalerne dempes.

- **Spre refleksjonene**

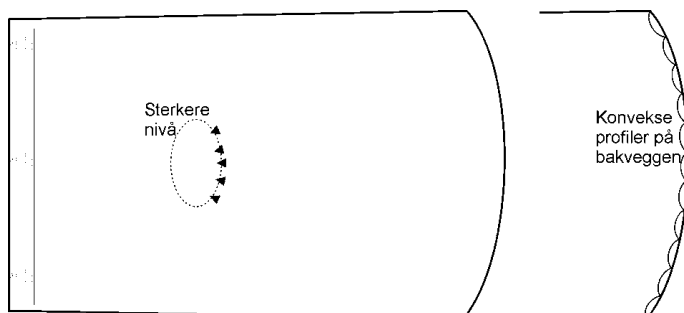
Det kan gjøres ved å sette opp skrå profiler (fig 7-11b). Lyd som treffer en slik flate vil ikke reflekteres rett tilbake. På den måten kan f.eks. klappesko motvirkes.

Det kan også brukes konvekse profiler. Disse vil spre lyden i mange retninger. Denne metoden kan egne seg å bruke hvis det er buet bakvegg (fig 7-12).



Figur 7-11: Motvirkning av ekkoeffekter:
A: Demping av lyden
B: Spredning av refleksjonene

Den beste metoden i en kinosal er vanligvis å dempe flatene, fordi det reduserer etterklangstiden, og gjør lyden tydeligere.



Figur 7-12: Effekt av krum bakvegg. Ved hjelp av konvekse profiler på bakveggen kan det motvirkes ulike lydnivåer i ulike deler av salen

7.3 Digital lyd

Lyden mennesker hører er alltid analog. Med digital lyd menes lyd som er digitalisert og lagret eller overført digitalt.

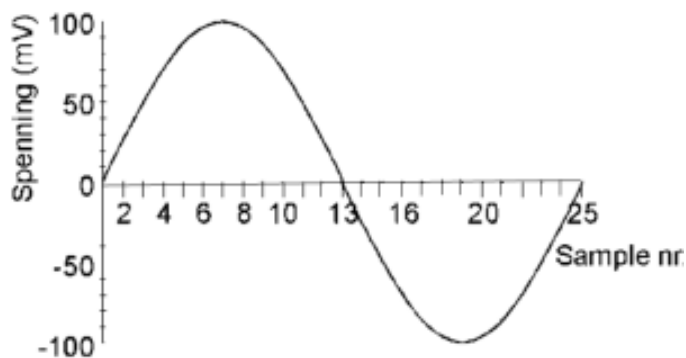
For å lage digital lyd må de analoge signalene gjøres om til digitale signaler (tallverdier) i en A/D konverter (analog til digital

konverter). Ved gjengivelse gjøres signalene om til analoge signaler i en D/A konverter.

Digitale signaler er bygget opp av enheter med en av to verdier, ofte benevnt 0 og 1. Hver enhet kalles en *bit*. Et tallsystem som kun består av 0 og 1 kalles et *binært tallsystem* (2-tall system), i motsetning til det vi vanligvis bruker, med 10 tall (0-9), som kalles *desimalt tallsystem* (10-tall system).

Det er upraktisk å bygge opp et system med bare to tall. Derfor grupperes tallene til større enheter. 8 bits = 1 byte. For hver ekstra bit som grupperes, dobles antall verdier i gruppen. Ved å lage grupper med 8 bits, får vi et system med 256 ulike verdier fordi $2^8 = 256$. Tilsvarende vil et 16-bit system gi $2^{16} = 65536$ verdier.

Fig 7-13 viser forløpet av en ren tone (sinuskurve), målt med et voltmeter, over et kort øyeblikk.



Figur 7-13: Sampling av en ren sinuskurve

Spenningen måles med jevne intervaller. Hver måling kalles en sampling og lagres i en tabell, vist i tabell 7.2.

Tabell 7.2: Samplingsverdier

Målepkt	Verdi [mV]	Målepkt	Verdi [mV]
1	0	14	- 26
2	26	15	- 50
3	50	16	- 71
4	71	17	- 87
5	87	18	- 97
6	97	19	- 100
7	100	20	- 97
8	97	21	- 87
9	87	22	- 71
10	71	23	- 50
11	50	24	- 26
12	26	25	0
13	0		

Ved å lagre listen over måleverdiene, kan den opprinnelige kurven tilnærmet gjenskapes ved å plote inn de ulike verdiene

med samme intervall som i målingen. Slike målinger kan gjøres uansett formen på kurven.

Nøyaktigheten i samplingene gis av hvor ofte det foretas en måling, og hvor nøyaktig målingen er.

7.3.1 Samplingsfrekvens og bit-dybde

7.3.1.1 Samplingsfrekvensen

Samplingsfrekvensen angir intervallene mellom prøvetakingene (målingene). For å få tilstrekkelig nøyaktighet må samplingsfrekvensen være mer enn dobbelt av den høyeste frekvensen som skal gjengis.

Det hørbare området regnes som 20 – 20.000Hz. Hvis man vil gjengi 20.000Hz (2kHz), må samplingsfrekvensen være minst 40kHz. I digital kino brukes 48kHz eller 96kHz.

Til styringen av samplingene brukes en intern klokke. Denne må være helt nøyaktig for at gjengivelsen skal bli korrekt. Bitte små avvik kan gi hørbare endringer i lydbildet.

7.3.1.2 Bit-dybde

Bit-dybde (bits pr sampling) angir nøyaktigheten i verdien ved de ulike samplingene. Den er viktig for å kunne gjenskape kurven med tilstrekkelig nøyaktighet.

Et 8 bits system med 256 verdier, kan være tilstrekkelig når lydbildet er enkelt og lyd kvaliteten ikke viktig. 16 bits system med 65.536 verdier er vanlig til lyd med høyere kvalitet. For hver sampling lagres altså 16 bits informasjon, som angir verdien til den aktuelle samplingen.

For å lagre flere kanaler, multipliseres datamengden med antall kanaler. I tillegg kommer data til feilkorleksjon og annen informasjon som følger med, slik som titler, styring av ulike systemer, timing (for synkronisering) osv. Data som følger med som tilleggsinformasjon kalles *metadata*.

En av fordelene med å lagre informasjonen digitalt, er at avlesningen er mindre kritisk. Unøyaktighetene i avlesningen av et analogt system kan lett høres, som sus, diskanttap o.l. Ved avlesning av digitale verdier, godtas bare 0 og 1. Det finnes ikke noe imellom. Feilkorleksjonen i systemet kan ofte anta verdier som ikke blir nøyaktig avlest. Ved kopiering av analog lyd vil kvaliteten gradvis forringes. Ved kopiering av digital lyd vil vi få en nøyaktig kopi fra generasjon til generasjon, helt til det blir så mange feil at feilkorrigeringen ikke lenger håndterer dem. Da kan det oppstå feil som drop-out (hull i lyden) eller at det ikke kommer lyd i det hele tatt.

Digitale verdier kan lagres på SSD/harddisker, flashminne, optiske disk (CD/DVD/BluRay plater o.l.), magnetbånd, optisk (fotografert inn på film) m.m.

7.3.2 Komprimering

Et system med 8 kanaler 16 bits ukomprimert lyd, med samplingsfrekvens 48kHz, gir en datastrøm på $8 \times 16 \times 48.000 = 6.144.000$ bits/sek. På en DCP er det plass til 16 kanaler ukomprimert lyd med 48 eller 96 kHz sampling. Det brukes 24 bits AES3 (se kap 7.3.3.3) sampling for lyd med metadata, som for 48kHz sampling gir en datastrøm opp til $16 \times 24 \times 48.000$ bits/sek = 18.432.000 eller 18,4 Mbits/sek.

Mye av den informasjonen som lagres i et ukomprimert system er ikke nødvendig, fordi den ikke kan høres (maskeres bort). Det finnes matematiske modeller som kan forenkle eller komprimere signalene som skal reproduseres. Nøyaktigheten i gjengivelsen vil påvirkes. Kraftigere komprimering gir som regel større unøyaktigheter, men kvaliteten kan likevel være akseptabel for formålet. Ved å komprimere blir datastrømmen mindre, og lagringen tar mindre plass.

Et eksempel på komprimert lyd er Dolby AC3, som brukes på 35mm filmer med Dolby Digital lydformat, og på mange DVDer. Komprimering brukes også for å redusere bitstrømmen ved streaming av musikk o.l.

7.3.3 Digitale lydformater og systemer

Det finnes mange ulike digitale lydformater. Noen er standardisert, mens andre er proprietære, dvs at formatet eies av ett eller flere firma og ikke er åpent tilgjengelig for andre. Her beskrives kort et lite utvalg av systemer og begreper som brukes innenfor digital lydteknikk.

7.3.3.1 PCM

PCM (Pulse-Code Modulation) er en metode for digital lagring av samlet analog lyd. Den bestemmes av samplingsfrekvens og bit-dybde, slik digital lyd er beskrevet ovenfor.

7.3.3.2 Wave eller Wav format (Waveform Audio File)

Wave er et lydformat utviklet av Microsoft og IBM for ukomprimert digital lyd i flere kanaler. Digital kino bruker en videreutviklet versjon av dette formatet, som kalles *Broadcast Wave file format* som gir flere muligheter for å legge til metadata.

7.3.3.3 AES3

Er et format utviklet av AES (Audio Engineering Society) i samarbeid med EBU (European Broadcasting Union). AES3 kan overføre 2 PCM strømmer over en balansert eller ubalansert kabel, eller fiberkabel.

7.3.3.4 S/PDIF

S/PDIF (Sony/Philips Digital Interconnect Format) brukes i mange konsumentprodukter over relativt korte strekk, og har mye til felles med AES3. Kan overføre 2 kanaler PCM, eller flere kanaler med komprimert lyd (f.eks. Dolby AC3)

7.3.3.5 TOSLink

Toslink er et system for optisk overføring av digitale lydsignaler, utviklet av Toshiba. Optisk overføring har flere fordeler, bl.a. at det ikke påvirkes av elektromagnetisk stråling.

7.3.3.6 IP

IP (Internet Protocol) er protokollene for utveksling av pakker med data over internett. Brukes også for kommunikasjon mellom utstyr som er koplet sammen i et nettverk.

7.4 Kinolyd

7.4.1 Gjengivelse i kinosalen

I kinosalen skal lyden reproduseres så lik som mulig lyden filmskaperne hørte den da den ble laget i miksekinoen. For dette finnes det standarder og anbefalinger for lydnivå, frekvensgang, akustikk osv.

7.4.1.1 Lydnivå

I kinosalen brukes samme referansenivå som ved miksing av filmlyden. På den måten kan det sikres at lydnivået i kinoen er slik filmskaperne har ment det skal være.

Ofta klager publikum på at det er for høy lyd. Det kan være mange grunner til det, men vær oppmerksom på at når lydnivået skrues ned, vil det også påvirke hvordan balansen i lydbildet høres. Bassen vil f.eks. høres svakere ved lavere nivåer, slik det er beskrevet i avsnittet om Phonkurver i kap 7.1.10.

Mange kinoer har ikke gode nok lydanlegg, og det kan gi en sjenerende forvrengning av de kraftigste lydene. Forvrengningen kan også skyldes at lydanlegget er gammelt, eller at akustikken i salen ikke er korrekt for kino. Klage på for høy lyd skyldes ofte slike feil.

Scener, der to personer snakker normalt sammen, egner seg for å sjekke lydnivået. Still lyden slik at nivået på dialogen virker riktig.

7.4.1.2 Frekvensgang

For at lyden i kinosalen skal være lik lyden i miksekinoen, må også frekvensgangen være den samme. Basert på hvordan lyden spres i et stort rom (kinosalen), forskning og erfaring er det utviklet en kurve som beskriver hvordan frekvensgangen skal være omtrent midt i amfiet i en kinosal. Den samme lyttekurven

brukes i miksekinoen. Basert på støyreduksjonssystemer og stereolyd for 35mm film ble det laget en kurve, kalt *x-curve*, som fremdeles benyttes. Denne beskrives senere i kapittelet om lydprosessor, kap 7.4.3.3.

7.4.2 Lydformater

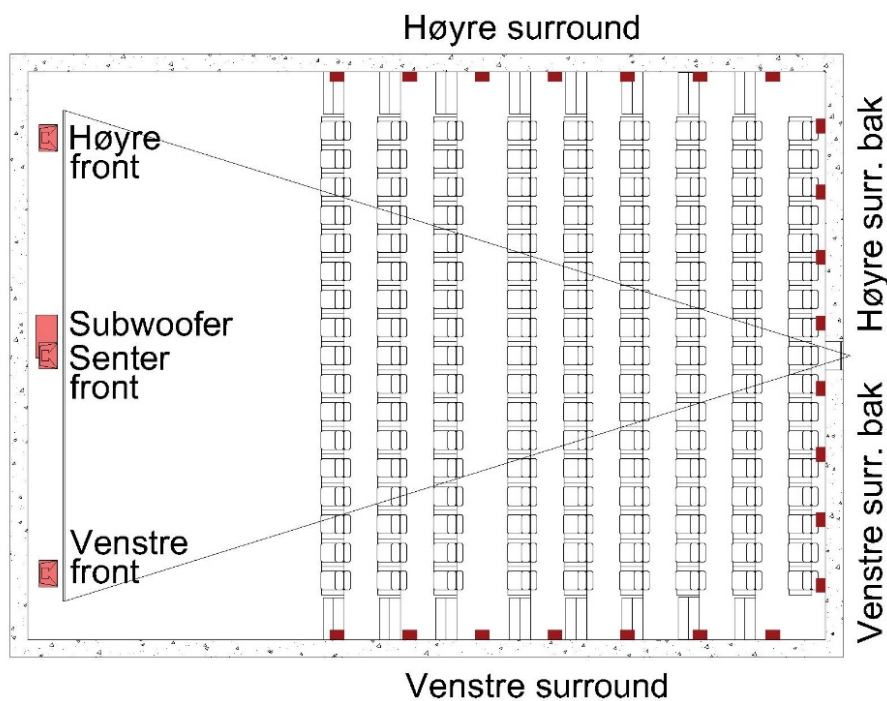
7.4.2.1 5.1 Lyd

Et moderne kinolydsystem skal ha minst 5.1 kanaler. Disse fordeler seg med tre kanaler i front (venstre, senter og høyre), to surroundkanaler (venstre og høyre surround) splittet midt på bakveggen, og en egen dypbasskanal med begrenset frekvensområde (0.1 kanal)

7.4.2.2 7.1 Lyd

Et kinolydsystem med 7.1 kanaler har de samme kanalene som 5.1, men her er surroundkanalene på bakveggen skilt ut som to separate kanaler (venstre og høyre surround bak).

7.1 brukes også om en versjon med 5 frontkanaler og 2



Figur 7-14:
Høytalerplasing i et
7.1 kanals lydanlegg

surroundkanaler (som 5.1 lyd). De 2 ekstra frontkanaler er plassert mellom senter og venstre høyttaler, kalt senter/venstre eller Left Extra, og tilsvarende mellom senter og høyre høyttaler. Denne versjonen kalles Sony 7.1, etter deres konfigurasjon for digital lyd på 35mm film, og forekommer veldig sjelden i digitalkino sammenheng.

Om filmen har 5.1 eller 7.1 lyd, skal angis i CPL-navnet.

- Hvis en film med 7.1 lyd spilles av i 5.1 format vil lyden til H/V surround bak ikke gjengis. I stedet vil lyden på høyre

del av bakveggen ha samme lyd som høyre side surround. Tilsvarende på venstre side.

- Hvis en film med 5.1 lyd spilles av i 7.1 format, vil det ikke være noen signaler til høyttalerne på bakveggen, og de vil være stumme.

7.4.3 Lydanlegg

7.4.3.1 Lyd fra avspillingsserver

Lydformatet i DCP er ukomprimerte wav-filer. Det er definert 16 lydkanaler, men bare 12 av dem brukes i praksis til lyd (inkl HI og VI spor). Se kapittel 2.2.3.

Mange prosessorer som benyttes i kinolydanlegg har en begrensning på 8 kanaler (7.1 lyd). Det dekker de aller fleste behov på en "vanlig" kino.

Lyden sendes digitalt fra avspillingsserveren i AES3 format. I en ekstern IMB sendes lyden via en 25 pins D-sub kontakt til videre bearbeiding i lydanlegget. Vær oppmerksom på at pinnekonfigurasjonen på D-sub kontaktene kan variere mellom ulike fabrikat hvis kabelen må byttes. I anlegg med IMB skjer overføringen normalt via en nettverkskabel med RJ45 kontakt, evt med overgang til D-sub i lydprosessen.

Noen eldre avspillingsservere kan ha et tilleggskort med Digital/Analog konverter (DAC), eller en separat boks, som konverterer de digitale signalene til 8 analoge kanaler. Denne løsningen kan brukes i anlegg som har gamle prosessor for 5.1 kanals 35mm filmlyd eller tilsvarende analoge prosessorer.

7.4.3.2 Lydkonverter

For anlegg som har ikke lydprosessor med inngang for AES3 signalene fra avspillingsserveren, finnes det lydkonvertere, med inngang for AES3 og andre lydformater fra andre kilder. I tillegg kan de også ha bypass for analog lyd fra analoge kilder, slik som prosessor for 35mm film. Via knapper på frontpanelet kan det velges hvilke innganger (formater) som skal konverteres til analog lyd.

Konverteren kan i tillegg ha ProLogic eller tilsvarende dekodning, for å dekode 2 kanals analog input til tre frontkanaler pluss evt surround og dypbass. Her sendes signaler som er identiske i høyre og venstre kanal (mono-signaler) til senterkanalen. Dialog er som regel mono, og blir på denne måten lettere å oppfatte i salen, og høres alltid fra senter, uansett hvor man sitter.

Det kan være en tapping av lave frekvenser (bass) som sendes til subwooferkanalen og gir mer "trøkk" i bassen (LFE). Det kan også lages en kunstig surroundkanal, men denne er ikke alltid vellykket hvis ikke signalene er kodet for 5.1 lyd på filmen.



Figur 7-15: USL ECI-60 Lydkonverter som finnes på mange orske kinoer (Ultra Stereo Labs/QSC)

Prosessering av lyd går raskere enn prosessering av bilder. For at lyd og bilde skal være synkron i salen, må lyden forsinkes. Mange lydkonvertere har mulighet til å forsinke lyden.

Noen lydkonvertere har ikke volumkontroll, slik som f.eks. Ultra Stereo ECI-60 (fig 7-15), som er installert på mange kinoer. Lyden må derfor sendes til en annen prosessor for videre bearbeiding. Noen kinoer bruker fortsatt den gamle prosessoren for 35mm lyd (f.eks. Dolby CP650).

7.4.3.3 Lydprosessor

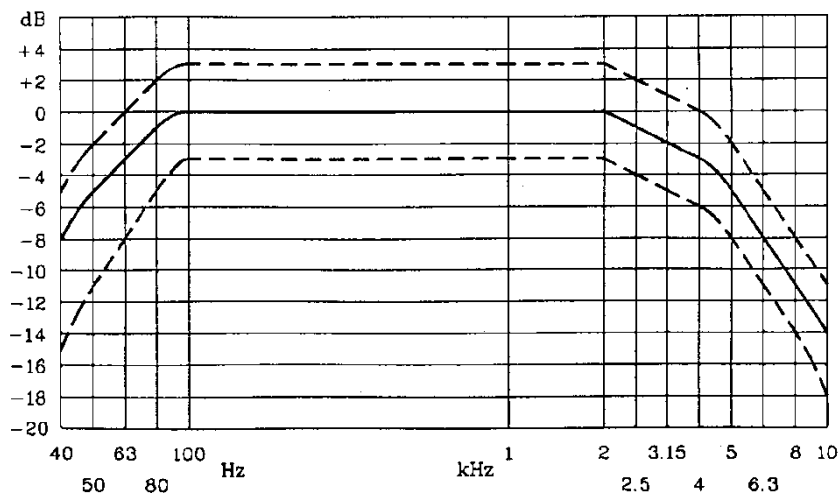
En lydprosessor mottar filmlyden direkte fra avspillingsserveren eller fra lydkonverteren. I tillegg har den inngang for flere lydkilder. Det å ha all konvertering og prosessering i én enhet, gir færre enheter i lydkjeden. Det gjør lydkjeden mer oversiktlig og enklere å betjene manuelt, eller styre fra automasjonen. De fleste nye prosessorer behandler signalene i det digitale domenet. Om lyden inn er analog vil den i så fall digitaliseres i en A/D konverter før den bearbeides.

I prosessoren tilpasses lyden til lydanlegget og akustikken i salen.

På lyd til kinofilmer har hver kanal inn en tilsvarende kanal ut. Venstre kanal inn skal gjengis i venstre fronthøytaler osv. Men i noen sammenhenger kan det hende kilden ikke har en slik entydig vei å gå. Det kan f.eks. være at kilden kommer fra ulike mikrofoner i salen og skal sendes ut i flere kanaler, eller at det for spesielle arrangementer ønskes en annen konfigurasjon for gjengivelsen osv. Da kan det være en fordel om prosessoren kan rute om signalene.

For kino finnes det en standardisert lyttekurve, kalt *x-curve* (X-kurven), som angir ideell frekvensgang målt i en avstand fra lerretet på 2/3 av avstand fra lerret til bakvegg, litt til side for senteraksen.

X-curve er laget på bakgrunn av forskning og erfaring, og baserer seg på prinsippene for lytting i god avstand fra høytaleren (*far field listening*). Ved justering brukes Pink Noise (se kap 7.1.9) som lydkilde. Justering av nivåene i ulike frekvens-områder kalles equalizing. Den må foretas med forsiktighet, fordi justering i ett område påvirker nivået i andre områder, og hvis nivåforskjellene er store kan det bli feil i lyden. Justeringen gjøres av en fagmann når anlegget installeres eller etterjusteres. I tillegg er det viktig å justere signalene i alle kanalene så de har riktig nivå og klangfarge i forhold til hverandre.



Figur 7-16: Lyttekurve for frontkanalene i en kino (x-curve)

Lydprosessoren har volumkontroll innebygget eller som en separat enhet, som brukes for å justere nivåene på signalene ut. Alle kanalene justeres parallelt, slik at balansen i lydnivået mellom alle kanalene alltid er korrekt. Det skal være angitt hvilket nivå som tilsvarer referansenivået, som er 85dBC med Pink Noise lydkilde.

Etter justeringen skal lyden alltid kontrolleres ved å kjøre testfilmer og lytte i salen

De digitale bearbejdede lydsignalene kan konverteres til analog lyd og sendes ut fra prosessorens analoge utgang. På nyere prosessorer er det vanlig å sende lyden ut digitalt, i et format tilpasset anleggets digitale forsterkere og andre komponenter, eller digital distribusjon av lyden via nettverk.



Figur 7-17:
Lydprosessorer.
Øverst: Yamaha
DME64N. (Yamaha)
Nederst: QSC Q Sys,
CinemaCore 110s
(QSC)



7.4.3.4 Delefilter

Ett enkelt høyttalerelement kan ikke gi en tilfredsstillende gjengivelse av hele frekvensspekteret i kinosalen, så lydsignalene må deles i flere frekvensområder tilpasset høyttalerne.

Det gjøres ved hjelp av filtre. Et *lavpassfilter* slipper gjennom signaler under en gitt frekvens. Tilsvarende slipper et *høypassfilter* gjennom signaler over en gitt frekvens, og et *båndpassfilter* slipper gjennom signaler mellom to grenseverdier. Signalene kuttet ikke, men avtar bratt over eller under grensefrekvensene. Hvor raskt de avtar oppgis i dB pr oktav. Jo høyere tall, jo mer presis er delingen.

Delingen kan skje ved at signalene inn til høyttalersystemet blir splittet i et passivt delefilter i høyttaleren. På den måten kan én forsterkerkanal drive hele høyttalersystemet, men det har noen svakheter, og de har vanligvis stor overlapping i delefrekvensene.

I stedet har de fleste lydanlegg for kinoer aktiv deling i ulike frekvensområder før sluttforsterkertrinnet. Slike delefilter har mer presis deling, så overgangen fra ett frekvensområde til det neste blir jevnere. De kan i tillegg ha spesialtilpasset equalizing tilpasset diskantthornene i høyttalersystemet. De kan også ha forsinking av bassen for at den skal være i fase med lyden fra diskantdriveren, som ofte ligger lenger bak enn basselementene. Med aktive delefilter kan forsterkerkraften fordeles bedre, fordi bassen krever mer kraft enn diskantgjengivelsen.

Delefilter er ofte integrert i prosessoren eller i forsterkerne.

7.4.3.5 Digital distribusjon av lyd

Med digitale forsterkere er det blitt vanlig å sende lyden digitalt fra prosessoren til forsterkerne, men fra forsterkerne til høyttalerelementene er lyden alltid analog.

Harman BLU Link, Dante og AES67 er protokoller for overføring av flerkannels ukomprimert digital lyd over standard Ethernet nettvert (Audio over Ethernet, AoE).

Med slike formater kan lyden i et kinoanlegg distribueres digitalt fra prosessor til forsterkere. Alle komponentene i nettverket må støtte formatene som benyttes.

Kapasiteten i nettet er som regel mye større enn behovet for å dekke én sal. Ett nettverk kan derfor ofte brukes for å distribuere lyd til flere saler i et flerkinoanlegg, og gi mulighet for enkelt å styre lyden i alle salene fra ett sted. Nettverket kan også brukes for å overføre lyd fra én sal til en annen.

Hvis lydsignalene ut av prosessoren er analoge, kan det anskaffes en konverter som digitaliserer dem. Om formatene er ulike, kan det være behov for en konverter for å tilpasse signalene til forsterkernes inngang.

Digital distribusjon fra prosessor til digitale forsterkere gir mulighet for bedre kontroll med lyden. Det kan f.eks. legges inn varslingslys hvis det er feil i en forsterker, eller hvis den ikke er skrudd på. Impedansen i høyttalerne kan overvåkes. Hvis ett eller flere

høytalerelementer blir skadet vil impedansen endres, og kan det genereres en feilmelding, og feilen kan utbedres raskt.

Noen fabrikanter lager både prosessorer og forsterkere, der kommunikasjonen mellom dem er skreddersydd både for overføring og kontroll.

7.4.3.6 Forsterkere

Signalene fra lydprosessoren, evt via de aktive delefiltrene eller konvertering, sendes til forsterkerne. Her blir de forsterket og sendt til høyttalerne så lyden får riktig nivå i alle kanalene i salen. Forsterkerne kan ha en justering for inngangsnivået, ofte benevnt *gain*. Denne stilles inn ved installasjon av anlegget, og skal ikke endres. Om den endres vil balansen i mellom kanalene endres og balansen i lydnivå mellom høyttalerkanalene i salen vil bli feil.

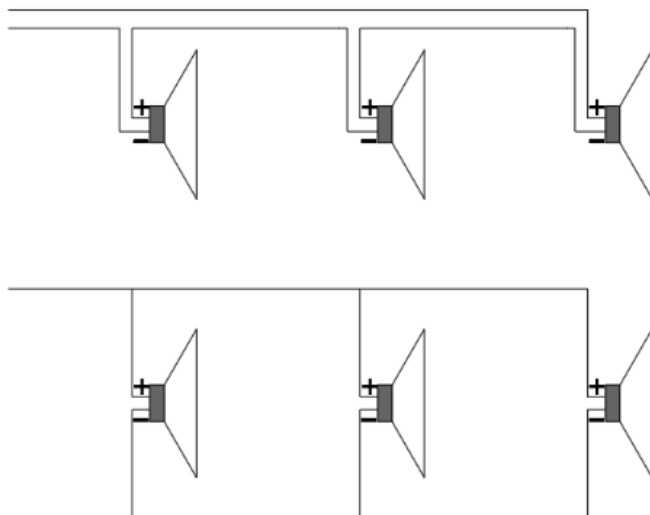
Forsterkerne kan ha 1, 2, 4 eller 8 kanaler. Det finnes også kinoforsterkere, f.eks. fra Dolby, med 16, 32 eller 64 kanaler, hvor effekten fordeles på de kanalene hvor det til enhver tid er mest behov for kraft.

Kanaler kan koples sammen, *brokoples*, for å gi høyere effekt.

I en 4-kanals forsterker kan f.eks. én kanal brukes til de høyeste frekvensene (HF), en til mellomtone (MF) mens to brokoples for å levere høyere effekt til bassen (LF).

Utgangen fra forsterkerne koples til høyttalere med høyttalerkabler. Høyttalere har en oppgitt impedans, som er fabrikantens angivelse av hvilken last (motstand) de yter. Impedansen er normalt 2, 4 eller 8 ohm.

Dersom flere høyttalere koples sammen etter hverandre, i serie (se fig 7-18), vil impedansen øke, og effekten per høyttaler avta.



Figur 7-18: Kopling av flere høyttalere:
Øverst: Seriekopling
Nederst: Parallellkopling

Dersom de koples i parallell, vil impedansen avta og effekten per høyttaler øke. Forsterkeren skal ikke utsettes for en last (impedans) som er lavere enn den som er oppgitt av forsterkerfabrikanten

Forsterkerens kraft oppgis som hvor mange watt den kan levere pr kanal, ved en gitt impedans. Det er ulike måter å måle forsterkerens effekt på, som kan gjøre sammenlikning vanskelig.

Kraften fra forsterkerne skal ikke være begrensningen i et lydanlegg, og de skal kunne levere mer kraft enn det som er nødvendig for å oppnå det maksimale lydnivået som kreves kinosalen.

Hvis forsterkere arbeider tett opp mot maksimalt nivå, kan de sende ut forvrengte signaler, som er svært ubehagelige å høre på og som kan ødelegge høyttalerne. De fleste forsterkere har lagt inn en sperre som klipper signalene når de nærmer seg maksimalnivå. Det sees ofte ved at det blinker eller lyser rødt i et lys på frontpanelet.

Når en forsterker skrur på, vil den trekke ekstra mye strøm. Hvis mange forsterkere er koplet til samme strømkurs, og de skrur på samtidig, kan sikringen for kursen slå ut. I kinoanlegg bør det være én 16 ampere kurs for hver 1 eller 2 forsterkere. Hvis anlegget har flere forsterkere på samme kurs, kan det være hensiktsmessig å skru dem på manuelt, én etter én for å unngå at sikringen utløses.

7.4.3.7 Høyttalerkabler

Fra forsterkerne overføres lydsignalene til høyttalerne via høyttalerkabler. Disse må ha god ledningsevne. Motstanden / impedansen i kablen øker med lengden. Mange mener av den grunn at det er viktig med korte høyttalerkabler. Andre mener høy intern impedans i forsterkerne eliminerer høyttalerkabelens innvirkning på lyden, forutsatt at kabelstrekket ikke blir ekstremt langt.

Av praktiske hensyn kan det være en fordel å plassere forsterkerne på et sted der det er enkelt å sjekke at de faktisk er på, og at de virker. De fleste kinoer har fremdeles et maskinrom, og velger å plasser forsterkere der.

Det er vanlig å benytte kobberkabler med mange kordeler (tynne kobbertråder spunnet sammen) med tverrsnitt på $2 \times 4 \text{ mm}^2$ for hver av forsterkerkanalene til fronthøyttalerne og hvert element i dypbasshøyttalerne. Det medfører ofte 3-4 kabelstrekk pr fonthøyttaler og 1-6 (eller flere) kabelstrekk for dypbasshøyttalerne.

Strekke fra forsterker til surroundhøyttalerne er som regel kortere, og det kan benyttes kabler med tverrsnitt på $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Det bør strekkes én kabel fra forsterkeren til hver surroundhøyttaler. Disse koples sammen i parallell og serie ved forsterkerne og grupperes for å tilpasse til antall forsterkerkanaler. Minimum 2 i et 5.1 kanals anlegg, og 4 i et 7.1 anlegg. Antall og kopling må tilpasses impedansen på utgangen fra forsterkeren.

På noen kinoer er forsterkerne plassert nær fronthøytterne, og selv om det her kunne vært benyttet tynnere kabler, er det vanlig å bruke samme type som for lange strekk.

7.4.3.8 Høytalere

I høytterne gjøres analoge lyd-signaler om til hørbare lydbølger i luft. Kvaliteten på høytterne er helt avgjørende for lyd-kvaliteten i kinosalen.

Høytterne i en kino består av forskjellige elementer som gjengir ulike deler av frekvensområdet.

Inngangssignalene kan være splittet i ulike frekvensområder i aktive delefiltere. I så fall sendes signalene til de respektive elementene i høyttersystemet.

Alternativt kan det være passive delefiltere i høytterne, som splitter det innkommende signalet til de ulike elementene i selve høyttersystemet, eller en kombinasjon av aktiv og passiv deling.

Frekvensområdet i kinohøyttere deles i 5 områder:

- Sub bass (dypbass) området (under ca 60Hz)
- LF (Low Frequency) er bassområdet (ca 20-300 Hz)
- MF (Mid Frequency) er mellomtoneområdet (ca 300-3kHz)
- HF (High Frequency) er diskanten (over ca 3kHz)
- UHF eller VHF (Ultra/Very High Frequency) er de høyeste frekvensene i diskantområdet (over ca 6-8kHz)

Lyden til kinohøytterne lages i høytterelementer.

For middels og lave frekvenser består elementet av en spole som svinger i takt med variasjonene i strømmen som tilføres (lyd-signalene). Spolen er festet til en membran, slik at denne settes i svingninger og lager lydbølger i luft. Jo større membranareal, jo lavere frekvens kan elementet generere.



Figur 7-19: 15" høytterelement for gjengivelse av bass (woofer) (QSC)

I diskanten er membranen liten, og lydbølgene formes mens de ledes gjennom et horn, som også kontrollerer spredningen av lydbølgene.



Figur 7-20:
Diskantelement
(Tweeter)

Noen fabrikanter bruker en annen teknologi for å lage diskanten, kalt *ribbon band drivers*. Her brukes et veldig tynt og lett bånd i stedet for membran for å lage lyden.



Figur 7-21: Ribbon
band drivers (Alcons)

Fronthøytterne angis etter hvor mange frekvensområder signalene splittes i:

- 2-veis system består av LF og HF. Det er gjerne en lav delefrekvens, rundt 500-800Hz.
- 3-veis system består av LF, MF og HF. Delefrekvensene ligger gjerne rundt 250-400Hz og 1,5-2kHz.

- 4-veis system består av LF, MF, HF og UHF. Delefrekvenser som 3-veis, men hvor HF og UHF deles rundt 6-8kHz.

For at lyden skal komme fra samme sted som kilden (bildene), plasseres fronthøytalerne vanligvis bak en perforert lerretduk. Perforeringen virker spredende på lyden, og hindringer for lyden gir mer demping jo høyere frekvensen er. Kinohøytalere designes derfor for å motvirke eller kompensere for disse ulempene.

I diskanten er det som regel et horn med en kontrollert spredning. Denne spredningen er tilpasset salens form, normalt 90° horisontalt og 40° vertikalt. Det gir i de aller fleste tilfeller en god dekning av plassene i salen. Driveren er plassert bakerst i hornet, som kan ha en dybde på helt opp mot en meter.

Hornet rettes inn så det peker mot amfiet, omtrent 2/3 bak i salen. Hornet kan også ha en asymmetrisk form, slik at det har større spredning i bunn enn i topp, og dermed har en bedre spredning til plassene i salen, hvor spredningsvinkelen til de fremste radene må være større enn til plassene bak i salen.

I 4-veis systemer er det vanlig at HF og UHF deler samme horn. Mellomtone har ofte horn, men ikke alltid.

I bassen er det sjelden horn. I stedet brukes store basselementer med rundt 15 tommer diameter (12-18"). De er plassert i kabinetter, og det kan være fra ett til fire elementer i ett kabinett, tilpasset størrelsen på salen.

Hvis det brukes horn i bassen, må hornet være veldig stort. Det skyldes at størrelsen på hornet må stå i forhold til lydbølgene (frekvensen), og i bassområdet er bølgelengdene så lange at hornene ikke vil få plass bak lerretet hvis de skal dekke de laveste frekvensene. Selv med et stort horn er det vanskelig å få god gjengivelse under 63Hz.

For **dypbass** brukes store kasser med 18" elementer, eller større. Det er normalt 1 eller 2 elementer i ett kabinett, og i store



Figur 7-22: 4-veis fronthøytaler med kombinert horn for UHF og HF, horn i mellomtone, og 4 stk 15" elementer i bass (QSC SC444)



Figur 7-23: Subwoofer med 2 stk 18" elementer (JBL 4642A)

kinosaler kan det være 6-8 stk 18" elementer for å få en god, uforvrengt gjengivelse av de aller laveste frekvensene.

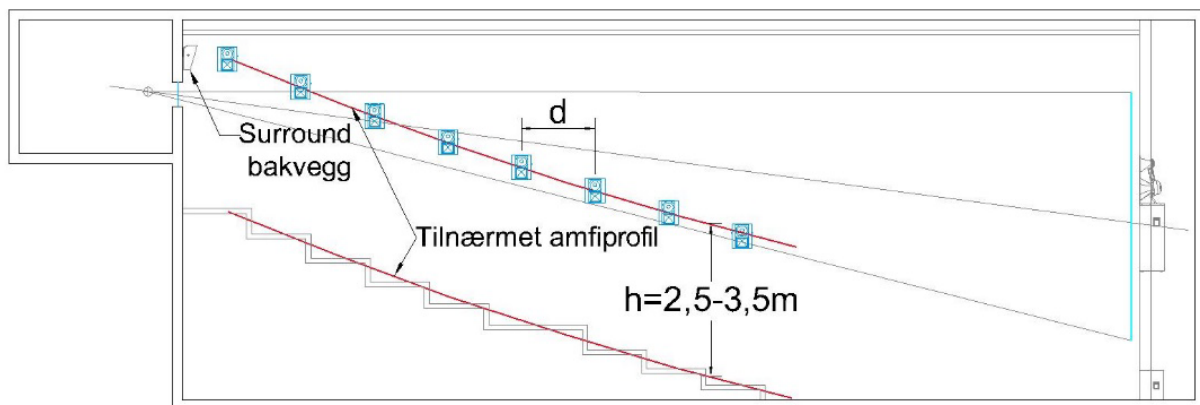
Til **surround** brukes noe mindre høyttalere, ofte 2-veis med 8-12" element i bassen.

Antallet tilpasses salens størrelse og form. I standard 5.1 eller 7.1 kanals lydanlegg plasseres de gjerne med en senteravstand på 1,5 - 2,5m omtrent 3 - 3,5m over amfigulvet.

Langs sideveggene står bakerste høyttaler ca 1m fra bakveggen og den fremste omtrent ved rad 1 eller 2.



Figur 7-24: Surroundhøyttaler, 2-veis med 12" basselement (Meyer HMS-12)



Til Immersive Audio (3D) lydsystemer (kap 7.4.4), er det flere surroundhøyttalere, også i taket, og kravene til ytelsen kan være høyere.

Figur 7-25: Plassering av surroundhøyttalere i et 5.1/7.1 lydanlegg

Følsomheten til en høyttaler måles ved å påføre den en lyd med 1 watt effekt, og måle lydnivået 1m fra høyttaleren.

Følsomheten i bassen er mye lavere enn i mellomtone, som igjen har lavere følsomhet enn diskanten. Det vil si at det trengs vesentlig kraftigere forsterkere for å drive basshøyttalerne enn for diskanten.

Kravet i en kinosal er at fronthøyttalersystemet skal kunne gi minimum 108 dB, målt 2/3 bak i salen. Tilsvarende for dypbass er 116dB og for surround 102dB pr kanal.

7.4.4 Immersive Audio ("3D Lyd")

Det finnes flere lydsystemer som forsøker å involvere publikum sterkere i filmen enn det som oppnås i 5.1/7.1 anlegg. På norsk blir de av og til (litt dårlig) kalt 3D lyd. Stort sett brukes den engelske betegnelsen *immersive audio* (inkluderende /oppslukende lyd) også på norsk. Det er to prinsipper som brukes:

- Rene *Kanalbaserte* systemer, som benytter seg av samme prinsipp som 5.1 eller 7.1 kanals lyd, men hvor antall kanaler økes.
- *Objektbasert lyd* i tillegg til 5.1 eller 7.1 kanals lyd. At lyden er objektbasert betyr at elementer i lyden, slik som f.eks. et helikopter som flyr over salen, kuler fra våpen, fugler som flyr osv gis koordinater i rommet og gjengis slik at det høres ut som de beveger/flyr rundt i salen og inkluderer publikum sterkere i lydopplevelsen.

7.4.4.1 IAB (Immersive Audio Bitstream)

Lyden til immersive audio systemene ligger som separate metadata i en DCP som sendes som en bitstrøm til egne lydprosessorer for IAB. Det er egne prosessorer for bl.a. Dolby Atmos, Barco Auromax og DTS-X (se nedenfor).

Siden lanseringen av de første immersive audio systemene har det pågått et arbeid for å koordinere systemene slik at alle systemene kan bruke den samme bitstrømmen, og på den måten også bruke den samme DCPen.

I 2020 ble den nye standarden for IAB lansert, basert på Dolby sin bitstrøm for Atmos.

Miksingen vil være ulik for de ulike IAB systemene, så (fremdeles) kan det kreves at kinoen har det samme systemet som filmen er distribuert i.

Filmer med IAB lyd har dette angitt i CPL-navnet, evt angitt for ett av formatene (f.eks. Atmos). Filmen har i tillegg 5.1 eller 7.1 lyd, som spilles av hvis IAB-avlesingen skulle svikte.

5.1. eller 7.1 lyden kan også spilles av på anlegg som ikke har immersive audio system.

7.4.4.2 Dolby Atmos

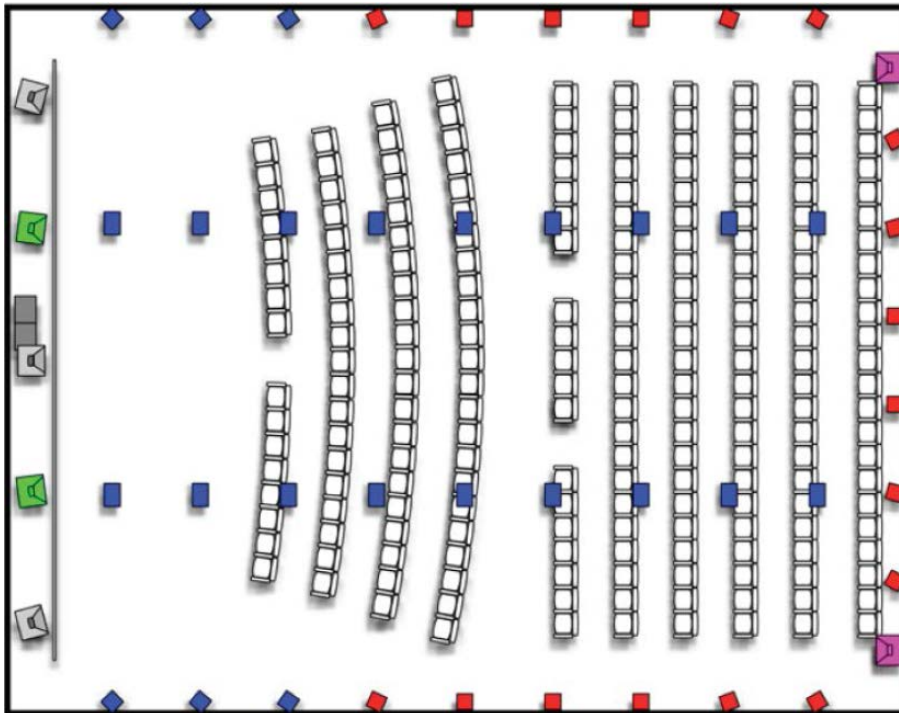
I 2012 laserte Dolby sitt Dolby Atmos system, som er en kombinasjon av kanalbasert og objektbasert lyd. I bunn ligger en 5.1 eller en 7.1 kanals miks. Dolby kaller denne delen av lyden for "beds" (som i ordet "bedding"), som er hoveddelen av lyden, inkludert det meste av dialog, musikk, atmosfære/klang etc i lydbildet. I tillegg til dette er det lyder knyttet til *objekter* som til enhver tid har en definert posisjon i rommet, hvor posisjonen endres etter hvor det "usynlige" objektet befinner seg.

Dolby Atmos kan håndtere opp til 128 lydkanaler fordelt på opp til 64 høyttalerkanaler. Antall høyttalere, plasseringen og prosesseringen blir ved installasjon tilpasset rommets størrelse og form.

I et ordinært 5.1/7.1 lydanlegg plasseres surroundhøyttalerne fra bakveggen omtrent frem til rad 1 eller 2. I Atmos plasseres surroundhøyttalerne langs hele sideveggene, fra bakvegg til lerret. I tillegg er det to rader med høyttalere i taket, langs to akser som går midt mellom senter og høyre / senter og venstre

fronthøytaler til bakveggen. Antallet takhøytalere på hver akse er det samme som på hver av sideveggene.

Det er også en egen dybbasskanal bak i salen, med subwoofere på hver side bak, eller på bakveggen. I store saler kan det være 2 subwoofere på hver sidevegg.



Figur 7-26:
Høytalerplassering i Dolby Atmos.
- Fronthøytalerne i 5.1/7.1 format er grå.
- Subwoofere i front er grå.
- Ekstra fronthøytalere er grønne (brukes normalt bare i store saler).
- Surroundhøytalere for 5.1/ 7.1 er røde.
- Tillegg i surroundhøytalere foran og i taket er blå
- Subwoofere i salen er lilla. (Dolby)

Som utgangspunkt har hver enkelt høytaler i salen sin egen forsterkerkanal. Hver av dem må være kraftige nok til å gjengi lyd til alle plassene i salen. I noen tilfeller kan noen av surroundhøytalerne pares, slik at to og to koples sammen for å gi en bedre dekning i salen.

Når anlegget settes opp kalibreres systemet til salen, og innstillingene lagres i prosessoren. Alle Atmossaler har sin unike kalibrering.

Ved avspilling behandler prosessoren lydene og plasserer lydobjektene i riktig posisjon i salen.

Den første norske spillefilmen i Dolby Atmos format var *Kaptein Sabeltann og skatten i Lama Rama* (2014).

7.4.4.3 Auro 3D / Auromax

Barco laget i samarbeid med Galaxy Studios/Auro Technologies et lydsystem for kino, kalt *Auro3D*. Dette er et kanalbasert system med 11.1 kanaler. Utgangspunktet er et 5.1 kanals system, med 3 front, høyre og venstre surround og én dybbasskanal (0.1 kanal). De 5 fulltonekanalene gjentas i høyden, slik at det blir 2 nivåer med fronthøytalere og to nivåer med surround. I tillegg er det en kanal i taket. Til sammen 11.1 kanaler.

Dette systemet er videreutviklet til *AuroMax*, med opp til 26.1 kanaler.

Colosseum kino i Oslo har AuroMax som (foreløpig) eneste sal i Norge



Figur 7-27: Plassering av surroundhøytalere i 2 nivåer og i taket i Barco Auro3D system (Barco)

7.4.4.4 Iosono

I 2004 presenterte en gruppe forskere ved Fraunhofer Institute i Tyskland et system de kalte *Iosono* med høyttalere tett plassert rundt hele kinosalen. Datamaskiner styrer lyden til alle høyttalerne, og på den måten kan lyden plasseres presist i rommet. Hvis systemet gjengir lyden av en person som går ned midtgangen i salen, vil alle høre denne lyden derfra, uansett hvor i salen de sitter. For å få fullt utbytte av systemet, må filmene være mikset og mastret i Iosono format. Det finnes nesten ingen slike filmer og systemet har derfor svært liten utbredelse.

Barco kjøpte en del av Iosono, og har laget en løsning som kan kombineres med AuroMax. Med dette er det mulig å lage et virtuelt rom som er større enn den faktiske kinosalen, og på den måten vil flere plasser ligge innenfor sonen med best lyd ("sweet spot").

En annen mulighet er å lage et virtuelt rom som har en annen form enn den faktiske kinosalen. Colosseum1 i Oslo er en rund sal. Ved hjelp av en Iosono prosessor kan den oppleves som tilnærmet rektangulær, som gir en bedre lydopplevelse.

7.4.4.5 DTS-X

DTS-X er et alternativ for immersive audio hvor gjengivelse av lyden prosesseres (tilpasses) den høyttaler-/forsterker-konfigurasjonen kinosalen har.

Det har, i likhet med Dolby Atmos, objektbasert lyd, men antall kanaler som støttes er færre enn i et Dolby Atmos anlegg.

Systemet har en viss utbredelse i Asia, men brukes lite i Europa.

7.4.5 Synkronisering mellom lyd og bilde

I et digitalt system prosesseres lyden raskere enn bildene. For at lyd og bilde skal bli synkron i kinosalen, må lyden forsinkes før den sendes til høyttalerne.

Ved installasjon justeres synk mellom lyd og bilde ved avspilling av DCP'er i kinoanleggets avspiller. Alternativt kan den stilles i lydprosessoren. Dette bør kontrolleres hver gang det utføres service på anlegget, og evt før premierer på store filmer eller hvis kinoen har besøk av filmskapere.

For å danne seg en formening om synk mellom lyd og bilde, kan du stille deg fremme i salen og kjøre en film med dialog. Med litt trening er det enkelt å se om dialogen stemmer med leppebevegelesene (leppesynd), og om lyden ligger foran eller etter bildet.

Denne metoden må brukes med forsiktighet av flere grunner:

- Filmen kan være ettersynket. Dvs at dialogen er lagt på i etterarbeidet med filmen, og da kan det bli en liten unøyaktighet.
- Lyden kan være dubbet, ved at en annen skuespiller enn den man ser på lerretet har stemmen til karakteren. Det gjøres både som alternativ til å tekste filmen (spesielt på utenlandske barnefilmer), eller fordi man av en annen grunn ikke bruker skuespillerens stemme.
- Det kan være feil på filmen som stammer fra etterarbeid eller mastring. Sjekk derfor flere deler av filmen, og gjerne andre filmer før det gjøres endring.
- Lyd går med 340 m/s, og bruker 3ms på å gå en meter. Forskjellen mellom første og siste rad kan være over 25m i en stor sal. Det tilsvarer over 75ms forskjell i lyden, som gir en merkbar forskjell i synk. I virkeligheten hører man aldri lyden før man ser hendelsen som lager lyden. Det er derfor mer naturlig å høre lyden litt forsinket enn at den høres før bildene. Ved å sjekke synk foran i salen, sikres det at lyden ikke høres før bilde fra noen av plassene i salen.

For å stille synk nøyaktig, brukes en testfilm der en lysfleck blinker på lerretet samtidig som det kommer et pip. Et måleapparat som registrerer både lysblinket og lyden (med kamera og mikrofon) kan angi tidsforskjellen mellom lyd og bilde i måleposisjonen. Etter justering, gjøres en ny kontroll for å bekrefte at lyd og bilde er synk, eller om justeringen på gjentas.

Det finnes en app til iPhone som kan brukes for å måle synk. Den heter Catchin' Sync (Quiet Art Ltd.) og gjør et opptak av en kort sekvens av filmen. Om denne sekvensen inneholder en scene som forårsaker et smell el.l., vil det gi et utslag i lyden.



Figur 7-28: Syncheck3 apparat for å måle tidsforskjell mellom lyd og bilde (Pharoah Editorial, Inc)

Appen viser lydsporet grafisk under bildet, og ved å sammenligne tidslinjen for lyd og bilde, kan tidsforskjellen mellom lyd og bilde måles.

Målingen viser om den filmen som vises er synk. For å justere må det brukes en kalibrert testfilm, f.eks. med lysglimt og pip.

Ved installasjon må appen *kalibreres* for iPhone modellen den er installert på ihht en tabell som finne på nettsiden for appen.

Prisen på appen er rundt 200kr.

8 ANNET INNHOLD

I dette kapittelet omtales innhold som vises på kinoanlegget, men som ikke kommer på DCP.

Denne typen innhold kan være

- Event Cinema (Live Kino), som streames direkte til avspilling.
- Event Cinema som ikke er direkteoverført. Det kan være visning av opptak fra opera/teater, lokale produksjoner o.l. Denne typen kommer ofte som DCP, og i så fall lastes innholdet inn på avspillingsserveren og spilles av på samme måte som annet kinoinnhold. I dette kapittelet beskrives innhold som ikke kommer på DCP.
- Visning av innhold i forbindelse med konferanse, undervisning, spill eller andre typer innhold.

Innholdet kommer fra utstyr i kinoen (datamaskin, avspillere o.l.), formidles til kinoen via internett eller via satellitt. Satellitt ble mest brukt før løsninger via nett kom på plass, og er ikke så vanlig i Norge.

8.1 Bildeformater

TV apparater har vanligvis 16:9 format på skjermen, Dvs at forholdet mellom bredde og høyde er 16:9.(tilsvarende 1:1,78 H/B forhold).

Spillefilmer, dokumentarfilmer og andre filmer blir ofte tatt opp og bearbejdet i 16:9 format, beregnet for visning på TV skjermer. Av og til distribueres disse filmene i DCP format på kino. Bildeformatet på innholdet bør være angitt i CPL navnet, men ofte er det utelatt, og bare angitt som "F".

Både for å vise disse filmene, og 16:9 innhold vist fra andre avspillere, bør kinoprojektoren ha lagret en innstilling for 16:9 format, så den raskt kan velges og styres via automasjon og betjeningspaneler.

Innhold kan også være laget for andre typer skjermer med andre formater. Det er opp til kinoen å velge om de vil lagre innstillingene for disse formatene, tilpasse dem når de skal vises, eller vise dem i letterbox eller pillarbox på lerretet.

Når høyde/breddeforholdet er fast (16:9), er det tilstrekkelig å oppgi antall piksler vertikalt. HD benevnes ofte som 1080 format, Det beste bildet oppnås når hele bildet vises samtidig. Dette kalles *progressiv scan*, forkortet "p", f.eks. 1080p. For å redusere datastrømmen er det mulig å dele bildet i to halvbilder som vises etter hverandre. Det første viser pikselrad 1-3-5-7 osv og det andre viser rad 2-4-8-10 osv. Denne metoden kalles *interlaced scan* eller "i" (f.eks. 1080i).

En annen måte å redusere datastrømmen på er å redusere oppløsningen til f.eks. 720 piksler vertikalt. 720p ser ofte bedre ut enn 1080i, så det kan være et alternativ hvis datastrømmen er en begrensning.

Bildehastigheten er vanligvis 25 bps i Europa, hvor strømnettet har en frekvens på 50 Hz. I USA har strømnettet 60Hz, og bildehastigheten på TV/Video er 30Hz.

8.2 Avspillere

8.2.1 SetTop boks

Om kinoen streamer innhold fra satellitt eller via andre nettverk (bakkenett, kabelTV leverandører o.l.) må den ha en SetTop boks (STB) som er koplet opp mot det nettverket som benyttes og ha avtale med innholdsleverandøren.

De fleste STBer koples vanligvis til kinoanlegget via en HDMI kabel (se kap 8.3.1).

STBer har ofte innebygget harddisk for å kunne ta opp innhold og vise det senere, eller brukes som buffer for å forsinke visningen og unngå hakking i bildene hvis overføringen er ustabil. Signalene som kommer inn kan være krypterte, og i så fall må STB også ha dekryptering av signalene.

Om innholdet skal mottas via satellitt, må kinoen i tillegg ha en satellittmottaker på taket, og denne må være innstilt mot den satellitten som sender innholdet. Om kinoen viser innhold fra ulike leverandører, som benytter forskjellige satellitter, må den enten ha én mottaker for hver satellitt, eller en mottaker som kan stilles om til å motta innhold fra flere satellitter. Forholdene for mottak av innhold via satellitter varierer med kinoens plassering og påvirkes av værforholdene, og faren for avlysning er relativt stor.

8.2.1.1 Rosetta Live

De fleste kinoer som viser direkte overført innhold benytter en løsning som er levert av UDN, og som de kaller **Live Kino**. Innholdet streames over det samme nettverket som brukes av MovieTransit, og vises via en Rosetta Live avspiller, som er en type SetTop boks. Avspilleren er gratis for de som har en avtale med UDN.

Når RL-boksen skal settes opp, koples den til nettverket med en kabel mellom nettverksporten og en angitt port i kinoanleggets nettverksswitch.

Tilkoplingen for avspilling av innhold skjer via en HDMI kabel (se kap 8.3.1).



Figur 8-1: Rosetta Live avspiller, ovenfra og fra alle 4 sidene (UDN)

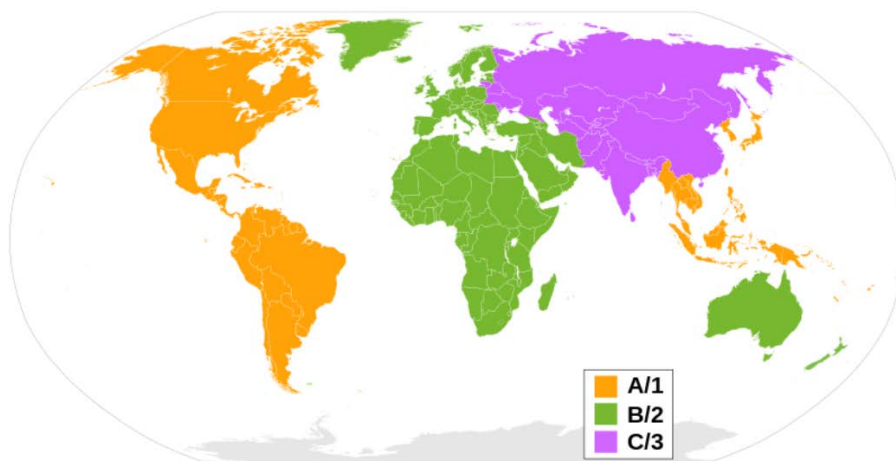
Ved streaming av innhold i sanntid, er hastigheten (båndbredden) og stabiliteten i nettverket kritisk. For å sikre en jevn og feilfri avspilling er det en buffer i avspilleren. Dvs at innholdet sendes til et mellomlager (buffer) og spilles av via dette, med en liten forsinkelse. Bufferen gjør at avspillingen blir mindre følsom for eventuelle ujevnheter i overføringen.

8.2.2 BluRay

BluRay er en optisk disk med (relativt) stor lagringskapasitet og HD oppløsning. Nyere spillere støtter også 4K oppløsning. Standard disk har 25GB (ett lag) lagring eller 50GB på 2 lag. Det finnes også 3 og 4 lags disk med opptil 128GB lagring. Formatet er vanlig for lagring av spillefilm.

Innholdet kan være kodet for avspilling i ulike regioner, der Norge tilhører Region 2, som bl.a. dekker Europa, Midt-Østen, Afrika og Australia. USA tilhører sone 1. Omslaget til disken vil eventuelt være merket med sonenummer.

Avspillingen kodes med HDCP (High-bandwidth Digital Content Protection). Det betyr at utstyret som skal behandle og vise BluRay-filmer må være HDCP kompatibel. Mange enkle videoprojektorer er ikke kompatible og kan ikke vise BluRay-filmer. Enkelte scalere (se kap 8.7) er heller ikke HDCP kompatible.



Figur 8-2: BluRay regioner

Det finnes ulike versjoner av BluRay-standarder, og det kommer stadig nye.

BluRay kan brukes til avspilling av 3D filmer, men det krever spillere og projektorer som støtter dette formatet. Brukermanualen, eller spesifikasjonene for utstyret, vil angi hvilke formater og standarder som støttes.

I BluRay brukes mange typer menyer, og som regel vises de på skjermen/lerretet (OSD/On Screen Display). Ved avspilling kan man på forhånd starte filmen som skal vises og umiddelbart trykke pause. Når filmen skal vises for publikum, trykkes "Play" umiddelbart før douseren åpnes, slik at menyer ikke vises på lerretet. Det finnes andre måter å løse dette på, avhengig av hva slags avspiller og annet utstyr kinoen har.

8.2.3 Datamaskin med mediaplayer

På PC/MAC/Chromebook kan det lagres filmer på interne disker som kan spilles av via en mediaplayer (programvare) i datamaskinen. VLC er en mediaplayer som er enkel å bruke, og som kan spille av mange ulike formater, og som finnes gratis på nett. Det finnes mer avanserte avspillere som kan kjøpes. Menyene bør normalt ikke vises på lerretet når det brukes mediaplayer for å spille av innhold.

8.3 Overføringsformater

8.3.1 HDMI (High Definition Multimedia Interface)

Mange avspillere, slik som BluRay spillere, Set-top bokser, datamaskiner osv, har en eller flere HDMI utganger som brukes for digital overføring av bilde og lyd til en projektor eller scaler.

HDMI kan brukes både for 2D og 3D bilder. Det kommer jevnlig nye oppdaterte versjoner av HDMI formatet. HDMI 2.x støtter 4K

oppløsning og Scope format, som i Video/TV-verden heter 21:9 (tilsvarende 1:2,33).

HDMI finnes i ulike kvaliteter. De kan finnes med eller uten lyd, støtte for én eller to-veis overføring, støtte for ulike kabellengde osv. HDMI kabler kan overføres ganske lange strekk. 20m bør fungere hvis kablene har høy kvalitet.



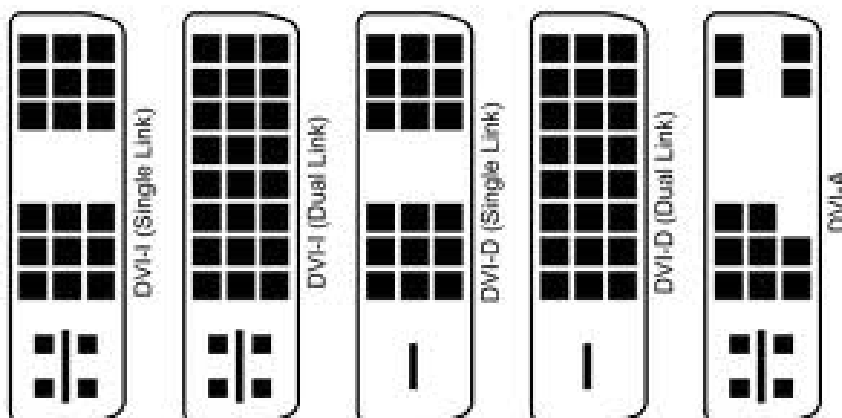
Figur 8-3: HDMI kontakter
Til venstre HDMI-A (stor)
I midten HDMI-C (mini)
Til høyre HDMI-D (micro)

Det finnes flere ulike HDMI kontakter med ulikt antall pinner. Vanligst er HDMI type A. Datamaskiner, bærbare enheter, kameraer osv bruker ofte mini (type C) eller mikro (type D) kontakter.

8.3.2 DVI (Digital Visual Interface)

DVI er et format for overføring av bilder. Lyden kan ikke være inkludert (embedded). Det finnes ulike versjoner av DVI. De vanligste er DVI-A, som er analog, DVI-D som er digital og DVI-I som er både analog og digital. De digitale signalene er i praksis kompatible med HDMI uten lyd, og det kan benyttes en enkel overgang mellom dem. En overgang fra HDMI til DVI eliminerer ikke HDCP krypteringen som benyttes i f.eks. BluRays HDMI signaler.

Kabler for DVI signaler bør ikke være mer enn 5m lange.



Figur 8-4: Ulike typer DVI-kontakter

8.3.3 SDI / HD-SDI

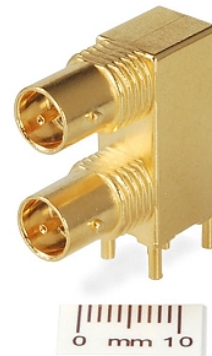
SDI (Serial Digital Interface) blir brukt for overføring av signaler fra profesjonelle avspillere i standard oppløsning (f.eks. DigiBeta). Formatet er standardisert av SMPTE (SMPTE 295M). HD-SDI er høyoppløsning SDI (SMPTE 292M), og brukes for overføring av HD signaler. Digital kino har høyere oppløsning og større fargedybde, og det gir en høyere datastrøm enn HD-SDI kan levere i en kabel. Det løses ved å sende 2K oppløsning fra separat avspiller til projektor på to HD-SDI linjer (dual link HD-SDI, SMPTE 372M). Det finnes nyere versjoner av HD-SDI som kan overføre opp til 2,97Gb/sek på en kabel, single link (SMPTE 425M). For 4K oppløsning må det brukes fire HD-SDI linjer. Siden det ikke finnes kryptering for linken mellom server og projektor i 4K er den ikke godkjent av DCI.

SDI benytter vanligvis BNC kontakter og koaksialkabel. Det finnes også mini-BNC kontakter, som brukes på enkelte kort i datamaskiner der det ikke er plass til standard BNC kontakter. Lyden kan overføres sammen med bildene i SDI/HD-SDI formatet. Man bruker gjerne den engelske betegnelsen *embedded lyd* (integreert lyd) om dette.

For overføring av HDSDI kan det benyttes ganske lange kabler, men over 50-100m anbefales ikke.



Figur: 8-5: Coaxial-kabel med BNC kontakter



Figur: 8-6: Mini BNC kontakt

8.3.4 SATA / eSATA

SATA (Serial Advanced Technology Attachment) brukes for overføring av data til og fra harddisker i en datamaskin. Hvis harddisken er ekstern, finnes det en ekstern SATA versjon kalt eSATA. Den kan brukes for overføring av data fra ekstern disk til IMB, og brukes bl.a. av bl.a. Dolby/Doremi. Overførings-hastigheten er stor, men kablene kan ikke være så lange. Dolby/Doremi har maksimalt 7m lengde på sine kabler



Figur: 8-7 eSATA kabel med kontakter

8.3.5 Displayport

Displayport er ikke et overføringsformat, men en port som fremdeles finnes i mange datamaskiner. Displayport utgangen har både analoge signaler (VGA) og DVI (bilde uten lyd). Den kan også ha HDMI signaler med lyd, hvis datamaskinen kan levere lyd på denne porten. Fig 8-8 viser en full størrelse kontakt, men det finnes også mini og micro display port. Det kan benyttes overganger mellom dem, så det kan være bra å ha et utvalg kabler og overganger liggende.



Figur: 8-8 Displayport kontakt med kabel

8.3.6 Analoge overføringsformater

Analoge overføringsformater er ikke lenger vanlig, men kan fortsatt finnes på eldre utstyr.

8.3.6.1 RGB

RGB er analog ukomprimert overføring av bildene, der hver av primærfargene (RGB) sendes på separate kabler. Synkroniseringen går gjerne i separate kabler, en for horisontal og en for vertikal synkronisering, benevnt RGBHV. Siden hver av komponentene sendes på hver sin kabel, kalles det ofte for Component Video. Eldre datamaskiner har utgang for dette formatet via VGA porten.



Figur: 8-9 RGBHV kontakter (5xBNC)

8.3.6.2 Composite video

De analoge signalene kan kodes og sendes på én kabel i standard oppløsning. Kvaliteten blir ikke god nok for visning på stort lerret, men ble brukt f.eks. til monitører for å sjekke at riktige bilder sendes ut, eller for å klargjøre en visning så den starter på riktig bilde.

Kontakten er som regel en gul RCA/Phono, men kan evt være BNC.



Figur: 8-10 Composite video kontakt (RCA/Phono)

8.3.6.3 S-Video (Y/C)

S-Video (Separat Video også kalt Super Video eller Y/C) er et system for overføring av analog video med standard oppløsning der svart/hvitt signalene (luminansen) sendes i ett signal (Y) mens fargene (chrominansen) sendes på et annet (C). Det gir bedre kvalitet enn Composite, men ikke så bra som RGB.



Figur: 8-11 S-Video kontakt

8.3.6.4 VGA

VGA (Video Graphics Array) ble brukt for overføring av analoge bilder fra PCer til projektorer. Formatet tilsvare RGB, og det kan lages overgang mellom dem.



Figur: 8-12 VGA-Kontakt

8.3.7 Overføring av lyd og bilde fra sal til projektor

Det kan være langt strekk fra scenen / lerretet til projektor og lydprosessor. For å unngå problemer med overføring av signalene i de formatene som er beskrevet over, kan de konverteres og overføres via nettverkskabel til maskinrommet. maskinrom/projektor. Her konverteres signalene til HDMI, og gjengis via projektor og lydprosessor.

8.4 Innstillinger for bildene i eksterne formater

Projektoren kan ha én eller flere innganger for innhold som ikke har DCP-format. Hvis kilden har HDMI og inngangen er DVI eller omvendt, kan det brukes en enkel overgang for å kople bildekilden til projektoren, men DVI støtter ikke overføring av lyd.

På anlegg med IMB er det en eller to HDMI innganger, og tilpasningen av bilde til lerret kan gjøres i projektoren.

Hvis anlegget har en separat scaler (se kap 8.7), er det naturlig at denne er permanent koplet til en av inngangene på projektoren, med de ulike eksterne kildene (avspillere, data-maskiner etc) koplet til scaleren.

Ulike projektorer har ulikt grensesnitt for å stille inn og betjene formatene. Det er en del innstillinger som må foretas, og det kan være behov for kyndig bistand for at det skal bli riktig, selv om det tilsynelatende ser riktig ut. Når en innstilling er laget bør den lagres med et fornuftig navn, så det er lett å hente innstillingen frem neste gang dette formatet skal vises.

8.5 Lydinnstillinger

8.5.1 *Embedded lyd*

Lyden til bildene kan sendes sammen med bildene, eller via separate utganger på avspilleren. HDMI og SDI er eksempler på systemer der lyd og bilde sendes sammen. Man sier ofte at lyd og bilde er embedded (integret). HDMI og SDI kan ha opptil 8 separate lydkanaler.

8.5.2 *Skille eller kombinere lyd og bilde*

For avspilling på utstyr som ikke behandler både bilde og lyd, må bilde og lyd skilles.

Det finnes bokser som kan splitte lyd og bilde i HDMI eller SDI, slik at bildene kan sendes til projektoren og lyden til lydprosessoren. Som regel er det separate enheter for hvert format både inn og ut, men det finnes større enheter som støtter flere formater.

I noen tilfeller kan lyd og bilde komme fra hver sin kilde. I så fall kan det være nødvendig å kombinere dem, f.eks. til HDMI, for å spille dem av i kinoanlegget. Det finnes bokser som gjør dette, tilpasset formatene som skal kombineres. Det er derfor viktig å vite formatene før konverteren anskaffes.

Hvis lyd og bilde splittes eller kombineres er det viktig å kontrollere synk i kinosalen. Hvis utstyret ikke har innebygget delay (forsinker) for lyden kan det være nødvendig å anskaffe en separat delay boks.

8.5.3 *Analoge lydutganger*

Avspilleren kan ha separate analoge lydutganger, hvor lyden hentes ut separat, direkte fra avspilleren. Slike utganger har

vanligvis to kanals analog lyd (høyre og venstre), og kan koples til en analog inngang i lydanlegget.

Hvis det er to analoge kanaler, kan de være ProLogic kodet for 3 front og mono surround. I så fall bør signalene dekodes til 4 kanaler etter samme prinsipp som på analog Dolby Stereo lyd for 35mm film.

Her vil signaler som er identiske i høyre og venstre kanal (mono-signaler) sendes til senterkanalen, motfasesignaler vil sendes til (mono) surround, og lavbassen kan forbedres ved at bass-signalene tappes og gis en ekstra forsterkning i dypbasskanalen. Slik dekoding kan med fordel også brukes på to kanals mikser (høyre/venstre) med to signaler som ikke er ProLogic kodet. Den vil gjøre at monosignaler (bl.a. mye av dialogen) høres fra senterhøytaleren uansett hvor i salen man sitter, og det vil gjøre monosignalene (dialogen) tydeligere. I denne situasjonen bør man vurdere å skru av surroundkanalen(-e), fordi den kan være forstyrrende.

Avspilleren kan også ha 6 analoge kanaler ut, som passer til 5.1 kanals lydanlegg i kinoen. I så fall bør det være inngang for 6 analoge kanaler enten i lydkonverteren eller i lydprosessoren

8.5.4 Digitale lydutganger

Avspilleren kan ha separate digitale lydutganger. For å kunne bruke disse, må kinoens lydanlegg støtte det digitale formatet fra avspilleren, eller konvertere det til analog lyd eller et digitalt format som støttes. De vanligste digitale formatene er beskrevet under Lydanlegg (kap 7.3.3).

8.6 Synkronisering av lyd og bilde

Som beskrevet i kapittel om lyd (kap 7.4.5) må synk mellom lyd og bilde justeres for at det skal bli riktig i salen. Metoden for kontroll av synk og justering av denne, er beskrevet i dette kapitlet.

Hvis lyden kjøres gjennom en scaler, sammen med bildene, er det ofte en innstilling i scaleren hvor lyden kan forsinkes. Alternativt finnes det som regel mulighet for å forsinke lyden i lydprosessoren eller lydkonverteren. Pass på at denne justeringen ikke endrer synk for avspilling av DCP'er.

Hvis det ikke er noen mulighet for å justere synk for innhold som ikke vises fra DCP, bør det anskaffes en separat forsinker (*delay box*) som kan håndtere de aktuelle formatene.

Korrekt forsinkelse kan variere mellom ulike avspillere, så gjør det til en rutine å kontrollere synk når det vises annet innhold en fra DCP.

For å stille synk, finnes det testfilmer for ulike formater som kan lastes ned fra internett. Hvis en iPhone er tilgjengelig kan det være nyttig å få hjelp fra Catchin' Sync appen (kap 7.4.5).

8.7 Separat scaler/formatkonverter

Digitalkino projektorer med separat avspiller har ofte to DVI innganger, men kan også ha HDMI inngang (kun for bilde). Projektorer med IMB har én eller to HDMI innganger for å motta både lyd og bildesignaler fra eksterne kilder.

Projektoren har innebygget scaler funksjonalitet, som kan brukes for å tilpasse bildene fra kilden så de projiseres riktig på lerretet. Denne er beskrevet i kap 3.2.9. Siden ikke alle kilder har DVI/HDMI format, og det kan være flere kilder enn innganger på projektoren, har mange digitalkinoanlegg en separat scaler/formatkonverter. I dette avsnittet beskrives slike separate scalere.

Scaleren har inngang for ulike typer signaler og konverterer dem til DVI/HDMI eller andre formater. Tilpasningen til bildene på lerretet kan gjøres enten i den separate scaleren, men kan også programmeres i projektoren.

8.7.1 Inngangssignaler

Inngangene på scaleren må passe til formatet på signalene. De fleste scalere har automatisk innstilling. Når det kun er en aktiv kilde, velger den selv riktig inngang. Hvis flere aktive kilder er koplet til, må riktig inngang velges. Til å gjøre det har scaleren knapper/menyer for å velge ønsket kilde. I tillegg har den gjerne en fjernkontroll eller mulighet får å velge via automasjon el.l.

Scaleren vil som regel detektere oppløsning, frekvens, fargesystem osv. Men for å få et riktig bilde kan det være nødvendig å gjøre ytterligere innstillinger eller korrigere den automatiske innstillingen. Det henvises til manualen for den scaleren kinoen har for detaljer om hvordan dette gjøres.

8.8 Konvertere FILM OG BILDER TIL DCP

Hvis alt innhold, som skal vises under et arrangement finnes som DCP, kan spillelister med formatendringer, pauser osv, legges inn i avspilleren (som for vanlig kino) slik at avviklingen blir veldig pen og smidig, og unngå problemer som bytte mellom ulike avspillere og formater ofte kan medføre. Det finnes ulik

programvare for å konvertere filmer og bilder fra mange ulike formater til DCP. Noen er gratis, mens andre må kjøpes.

8.8.1 dcp-o-matic

Mange kinoer bruker programmet dcp-o-matic for å konvertere filmer og bilder til DCP. Dette programmet kan lastes ned gratis fra internett: <https://dcpomatic.com/>

De som har utviklet programvaren gjør dette på fritiden, og oppfordrer brukere til å gi en donasjon til prosjektet. Jeg oppfordrer de som laster ned programmet og har nytte av det til å gi et bidrag.

I dcp-o-matic er det også en avspiller hvor man kan spille av DCPer, både for å sjekke det man selv har laget og for å kontrollere annet innhold.

Det finnes en brukermanual til dcp-o-matic på nett, og det er relativt enkelt og intuitivt å komme i gang med å bruke programmet. Det har i tillegg en rekke mer avanserte funksjoner som kan unyttes etter hvert som man får mer kunnskap og erfaring.

9 DET ELEKTRISKE ANLEGGET

De fleste komponentene i det kinotekniske anlegget drives av strøm fra strømmettet. Det er begrenset hvor mye man selv skal forsøke å utbedre av feil på slikt utstyr. På den annen side, skal man ikke gi opp med en gang, selv om noe ikke virker. Det er tross alt mange feil som enkelt lar seg utbedre. Og hvis det er nødvendig å tilkalle hjelp, kan det være nyttig å være i stand til å forklare hva som er problemet i kommunikasjonen med support eller service leverandør.

9.1 Elektrisk strøm

9.1.1 Elektrisk strøm

Elektrisk strøm er, enkelt forklart en strøm av negativt ladede elektroner. I noen materialer møter elektronene liten motstand. Slike materialer kalles *elektriske ledere*. Materialer der elektronene møter stor motstand kalles *isolatorer*. I *halvledere* slipper elektronene (stort sett) gjennom kun i en retning.

Strømmen går lettere i tykke ledere enn i tynne, på samme måte som vann renner lettere i tykke rør enn i tynne.

Elektrisk strøm betegnes med bokstaven I, og måles i *ampère* (forkortes til A eller amp).

9.1.2 Elektrisk motstand (Resistans)

Resistansen er et mål på hvor stor motstand strømmen møter. Motstanden avhenger bl.a. av faktorer som materialtype, tykkelse og lengde på lederen. Større tykkelse gir mindre motstand, større lengde gir større motstand. Motstander er viktige komponenter for å styre og kontrollere strømmen. Elektrisk motstand betegnes med bokstaven R, og måles i ohm, (skrives Ω , den greske bokstaven for omega).

Energitapet i en motstand frigis normalt som varme.

9.1.3 Elektrisk spenning

Elektrisk spenning er et uttrykk for hvor stor kraften som dytter på strømmen er. Jo større spenningen er, jo kraftigere presser elektronene på, og jo mer strøm går det. Spenningen betegnes med U og måles i Volt (forkortes til V).

9.1.4 Ohms lov

Ohms lov gir sammenhengen mellom strøm, spenning og motstand: $U = R \times I$,
der U er spenningen (V), R er motstanden (Ω) og I er strømmen (A).

Ofte er spenningen konstant. Spenningen på nettstrømmen er 230V (i Europa). Spenningen i et batteri kan f.eks. være 1,5V. Det betyr at strømmen kan reguleres ved å regulere motstanden. Større motstand gir mindre strøm fordi motstand \times strøm er konstant (lik spenningen).

Å få strøm gjennom kroppen kan være livsfarlig. Tørr og frisk hud har høy motstand og gir en ganske god beskyttelse. Ved 230V strøm fra nettet vil et kort strømstøt gjennom kroppen for de fleste friske mennesker ikke være livsfarlig (ikke prøv!).

Men når huden er fuktig, enten fordi du svetter eller befinner deg i et fuktig rom, avtar motstanden i huden betraktelig og 230V kan være dødelig. Også sår eller andre skader på huden kan redusere motstanden. Huden er dessuten ikke like tykk over alt. I håndflaten er huden tykk, og gir bedre beskyttelse enn f.eks. på oversiden av hendene.

9.1.5 Elektrisk krets

I en ledning uten tilkopling i begge ender går det ikke strøm. Hvis kontaktpunktene koples sammen med komponenter dannes en elektrisk krets. Også hvis enden har kontakt til jord dannes en krets, og det kan gå strøm i kretsen.

9.1.6 Jording

Jording er en sikkerhet mot at strømmen tar en vei hvor den kan gjøre skade. Hvis isolasjonen rundt en leder skades, eller hvis enden på lederen løsner, kan den komme i kontakt med ikke-strømførende deler (deksler osv). Ved å kople disse ikke-strømførende delene til en leder som leder strømmen bort, vil den ikke skade. En slik leder kalles for jording. Lederen fører som regel bokstavelig til jord. Det elektriske anlegget i en kino skal ha jording.

Ved å isolere seg godt fra all kontakt med jord, er man bedre beskyttet mot å få strøm gjennom kroppen. Det kan gjøres ved å bruke tykke gummisåler, isolerende hansker og lignende. Men husk på at andre deler av kroppen ikke må være i kontakt med jord eller elektriske ledere.

Dersom flere enheter er koplet til samme jordingssystem, kan de påvirke hverandre. Det kan gi brum (50Hz) eller annen støy i lydanlegg. Hvis denne støyen er sjenerende, må det foretas en gjennomgang for å finne og utbedre årsaken, eller fjerne den ved å gjøre endringer i jordingen av de ulike enhetene. Årsaken til brum/støy kan skyldes motorer el.l., ventilasjonsanlegg, (gamle) lysdimmere, heiser osv, som ikke går hele tiden. Det kan gi en indikasjon på hvor feilen ligger. Årsaken kan ligge i apparater i samme hus som kinoen, men som ikke hører til kinoanlegget.

Hvis det er brum i anlegget på kinoen og man ikke enkelt finner årsaken, kan det være nødvendig å få hjelp til å finne og utbedre problemet.

9.1.7 Vekselstrøm

Ved produksjon av elektrisk kraft i kraftverkene lages vekselstrøm. Det vil si at polene skifter mellom å være positive og negative. Fra å være maksimal positiv avtar spenningen til null, for så å avta videre til den har like stor negativ verdi som den var positiv i utgangspunktet. Deretter øker spenningen igjen. En periode er tiden fra maksimal positiv verdi til den igjen har maksimal positiv verdi. Antall perioder pr. sekund angir strømmens frekvens og måles i Hertz (Hz).

Nettstrømmen i Europa har en frekvens på 50Hz. I USA og Japan brukes 60Hz.

Spenningen er 220-240V i Europa. I USA og Japan er den 110V. Mye utstyr beregnet for USA og Japan kan ikke uten videre brukes i Norge.

Vekselstrømkretser har ikke positiv og negativ tilkoplingspol. Det er derfor likegyldig hvilken av polene lederne koples til.

9.1.8 Likestrøm

Mellom forskjellige stoffer kan det være et elektrisk potensial (spenning). Hvis stoffene forbindes med en elektrisk leder, vil det gå en elektrisk strøm. Det skjer sammen med en kjemisk reaksjon. Denne spenningen mellom stoffene er konstant så lenge den kjemiske prosessen går normalt, og brukes bl.a. i batterier. Strøm som går i en retning kalles likestrøm. Vekselstrøm kan konverteres til likestrøm i en *likeretter* (se kap 9.2.10)

I en likestrømkrets vil elektronene gå fra en negativ pol til en positiv pol. Den negative polen kalles for *katoden*, den positive for *anoden*.

Et apparat som er beregnet på likestrøm vil ha en merking av hvilken tilkopling som er positiv og hvilken som er negativ. Om polene byttes om, kan det medføre at apparatet skades/ødelegges.

9.1.9 Elektrisk effekt

Elektrisk effekt er et mål på den elektriske ytelsen. Elektrisk effekt måles i Watt (W) og er produktet av strøm og spenning:

$$P = U \times I.$$

der P er effekten (W), U er spenningen (V) og I er strømstyrken (A).

Fordi motstand utvikler varme, blir varmeutviklingen $P = R \times I^2$. Det er samme formel som overfor, men spenningen U er erstattet med $R \times I$ (fra ohms lov).

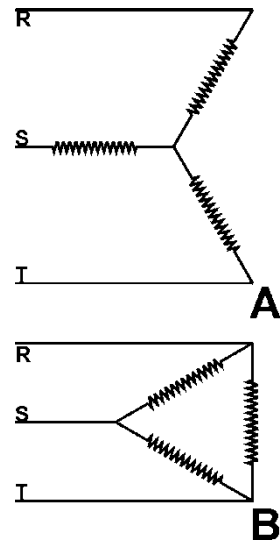
9.1.10 Enfase og trefase strøm

Inn til kinoen kommer det tre ledere fra strømleverandørens nett. De kalles R, S og T. Uttak som tar ut strøm fra alle tre lederne kalles *trefaset*, og spenningen vil variere etter hvordan de koples. Trekantkopling (deltakopling) gir 230V mellom fasene mens stjernekopling gir 400V.

Fig.9-1 viser de to koplingsmåtene. I eldre bygg kan det være 230V trefase, mens det i nyere bygg som regel er 400V. I de fleste land i Europa brukes 400V på trefase strøm, bl.a. fordi det gir større sikkerhet mot brann.

Når det tas ut strøm fra bare to av lederne, er det tre muligheter: Mellom R og S, mellom R og T og mellom S og T. Hver av disse kalles *enfase* og det er en spenning på ca 230V mellom hver av dem.

De fleste apparater skal tilkoples enfaseuttak. En del motorer, likerettere ol. må tilkoples trefaseuttak. Pass på at slike apparater er beregnet for den trefasespenningen det lokale anlegget har (220 eller 400V).

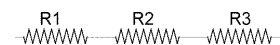


Figur 9-1:
Trefasekopling.
A: Stjernekopling
B: Deltakopling

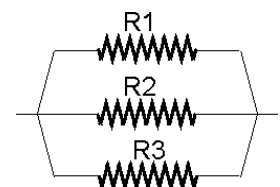
9.1.11 Seriekopling og parallellkopling

Komponentene i en krets brukes for å styre og kontrollere strømmen, både ved valg av komponent type og måten de koples på.

- Seriekopling vil si at elektriske komponenter koples "etter hverandre" i en serie i den elektriske kretsen. Strømmen må først gå gjennom den ene komponenten, og så videre til neste osv. På den måten økes motstanden i kretsen for hver komponent som koples i serie. Motstanden blir lik summen av motstanden i de seriekoblede komponentene.
- Parallellkopling vil si at kretsen splittes. Komponentene ligger parallelt og lederne føres sammen igjen. Ved parallellkopling fordeles strømmen på forskjellige komponenter, og dermed oppnås at motstanden reduseres i forhold til den enkelte komponent over parallellkoplingen.



Figur 9-2: Seriekopling. Tegningen viser seriekopling av motstander



Figur 9-3: Parallellkopling. Tegningen viser parallell-kopling av motstander

9.2 Komponenter i det elektriske anlegget

I en elektrisk krets kan det være mange ulike komponenter. Motstand er allerede beskrevet. Det ville føre for langt å beskrive alle typer komponenter, men noen av de vanligste beskrives kort i det følgende.

9.2.1 Kapasitans

Hvis det plasseres to plater med en liten spalte mellom, og platene koples til hver sin pol, vil litt strøm lagres i platene. Et slikt element kalles en kondensator. I en vekselstrømkrets vil en kondensator føre til en forskyvning i tid av strømmen i forhold til spenningen.

Kapasitansen angir en kondensators størrelse. Den har betegnelsen C og måles i Farad (F). Ofte brukes 1/1000 Farad som betegnes mikroFarad og skrives μF

9.2.2 Induktans

En spole i en vekselstrømkrets vil føre til en forskyvning av strømmen i forhold til spenningen. Spolens størrelse kalles induktans, og har betegnelsen L. Enheten er Henry (H).

Virkingen av kondensatorer og spoler i en krets er en forskyvning av strømmens maksimalverdi (i tid) i forhold til spenningens maksimalverdi.

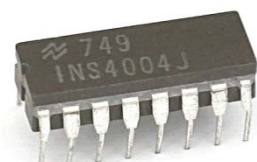
Kondensatorer og spoler gir forskyvning i hver sin retning i tid. Resultantverdien i en krets med både induktanser og kapasitanser kan gi en faseforskyvning av strøm og spenning. Denne faseforskyvningen måles ved å si at en periode er 360° (en omdreining), og angir dermed antall grader faseforskyvning. Denne vinkelen kalles ϕ (den greske bokstaven "fi"). Faseforskyvningen er årsak til tap i effekt etter formelen:
 $P = U \times I \times \cos \phi$, der $\cos \phi$ har verdier fra +1 til -1, avhengig av vinkelen.

9.2.3 Impedans

Sammen med den ohmske motstanden vil også kapasitansen og induktansen virke hemmende på strømmen. Summen av motstand i form av resistans, kapasitans og induktans kalles for impedans, og måles i ohm. Impedansen vil variere med bl.a. frekvensen på strømmen.

9.2.4 Transistor

Transistor navnet er sammensatt av transfer og resistor, (overførbar (elektrisk) motstand). Den består av lag med ulike halvledere.



Figur 9-4: Integret krets (IC)

Det finnes mange ulike typer transistorer. De brukes til å forsterke, kontrollere og generere elektriske signaler.

Integrerte kretser (IC) er en komponent som kan inneholde mange millioner transistorer satt sammen til f.eks. en mikroprosessor.

9.2.5 Sikringer

For å beskytte elektriske kretser mot overbelastning settes det inn sikringer i kretsene. Eldre sikringer i sikringsskapet kan bestå av en porselenshylse, med et koplingspunkt i hver ende. Mellom disse går det en sølvtråd. Internt i apparater kan sølvtråden være plassert i en liten glasshylse med kontakter i hver ende. Hvis strømmen blir for stor, vil varmeutviklingen i sølvtråden bli så stor at den smelter, og strømmen i kretsen brytes. For å få sluttet kretsen igjen må sikringen byttes ut med en ny. Formen på porselenshylsen er tilpasset amperestyrken sikringen skal tåle. Tilsvarende er størrelsen på glasshylsene tilpasset både spenning og amperestyrke.

Dagens strømanlegg har *automatsikringer*. Her er det ingen sølvtråd som smelter. I stedet er det en mekanisk innretning som løses ut når varmeutviklingen blir for stor. For å kople kretsen inn igjen har sikringen en bryter, og man slipper å bytte.

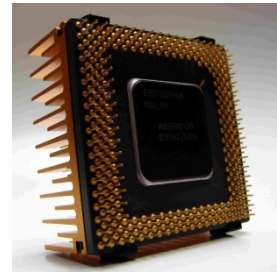
Ledningene i en elektrisk krets er dimensjonert for å kunne tåle en viss strømstyrke. Økes strømstyrken utover denne verdien kan varmeutviklingen bli så stor at det oppstår skade ved at isolasjonen smelter. I verste fall kan det oppstå brann.

Dimensjoneringen av ledningene skal være tilpasset strømforbruket i de elektriske apparatene som hører til kretsen. Oppstår det en feil i et elektrisk apparat kan det trekke mer strøm enn det tåler f.eks. ved en kortslutning. Hvis det ikke fantes en sikring som kuttet strømmen til apparatet, ville apparatet bli ødelagt. Hvis det koples inn apparater som trekker mer strøm enn kretsen er beregnet for, kan belastningen føre til at sikringene utløses. Belastningen en krets skal tåle angis i ampère.

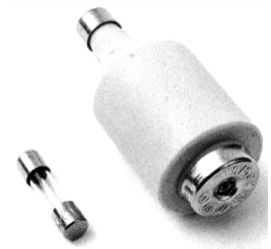
Det er forbundet med stor fare, og strengt ulovlig å kortslutte sikringene for at kretsen skal tåle større belastning. Det er også strengt forbudt å sette inn større sikringer enn kretsen er beregnet for.

For å unngå at sikringen slår ut umiddelbart etter at den er resatt må man:

- Forsøke å finne årsaken til overbelastningen eller kortslutningen, og redusere belastningen.
- Skru av unødig belastning idet sikringen settes inn.



Figur 9-5:
Mikroprosessor



Figur 9-6: Sikringer. Til høyre vises en "gammeldags" porselenssikring. Til venstre vises en 20mm glass-sikring, som ofte finnes i elektriske og elektroniske apparater.

- Skru av motorer, forsterkere o.l. fordi disse har en spissbelastning i startøyeblikket. De fleste motorer har *motorvern* som hindrer at de starter når strømmen koples inn. Det er en sikkerhet mot personskader som kunne oppstå hvis motoren startet ukontrollert.

Det er som regel mange kretser i et kinoanlegg. Den som skal betjene anlegget må skaffe seg oversikt over kretsene, hvilke enheter som inngår i dem, og hvor sikringene er plassert.

Ved strøminntaket er det separate hovedsikringer, en for hver av lederne i trefaseanlegget. I styreskapet (sikringsskapet, beskrevet nedenfor) finnes sikringer for kursene i kinoanlegget. Her kan det også være sikringer for kretser i kinosalen, slik som salslys, maske-/teppestyring osv. Hvis ikke finnes de et annet sted, som den som betjener anlegget må kjenne til. Trefasekretser har tre sikringer (eller en trippel sikring), enfasekretser har to (eller en dobbel sikring).

Elektriske apparater har som regel innebygde sikringer. De er av en annen type enn sikringene for nettstrømmen til apparatet. Ofte er den et glassrør, 20mm langt, med en sølvtråd som er festet til en kontaktflate på hver ende. På kontaktflaten på enden er det angitt sikringens kapasitet i ampere ved den spenningen den er beregnet for. Apparatet kan ødelegges hvis det settes inn sikringer som tåler større strømstyrke enn det som er angitt for den aktuelle sikringen i apparatet.

I forsterkere, høyttaler og lignende apparater kan det finnes *termosikringer*. Når temperaturen i sikringen blir for høy, brytes strømmen i kretsen. Når temperaturen synker, koples sikringen automatisk inn igjen. Normalt vil dette skje i løpet av få minutter.

Det finnes styrestrømkretser i et kinoanlegg. Disse kretsene styrer reléer, som igjen styrer forskjellige funksjoner. Også styrestrømkretsene er beskyttet med sikringer.

Plasseringen av sikringene i apparater og styrestrømkretser kan være vanskelig å finne. Det er viktig å gjøre seg kjent med de viktigste, for å unngå avlysning av forestillinger.

En måte å lære seg mer om dette på er å skru ut/av sikringer, en av gangen, og registrere hva som skjer.

På mange kinoer er det enkelte sikringer som går oftere enn andre f.eks. fordi denne kretsen belastes nær opp til hva den tåler. Disse kretsene er det spesielt viktig å kjenne til.

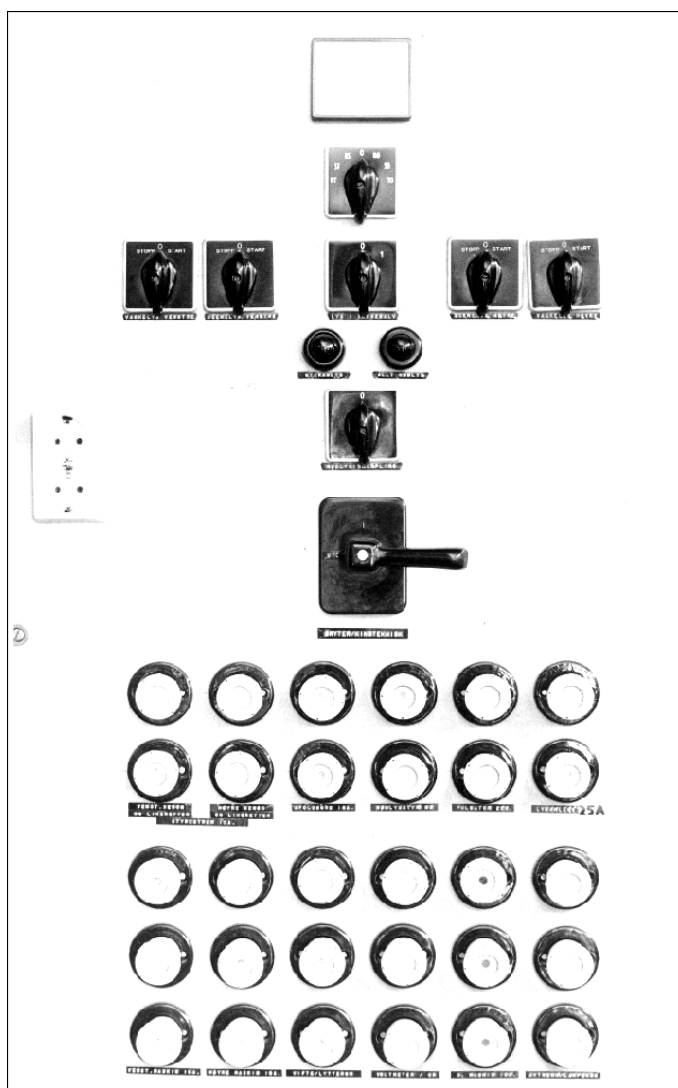
På sikt bør noe gjøres med for å redusere belastningen eller øke kapasiteten.

9.2.6 Tavler / Fordelingsskap

På moderne anlegg er det fordelingskap. Hvis flere saler betjenes fra ett maskinrom, er det gjerne ett skap for hver sal, og eventuelt ett skap for felles kurser.

Skapene inneholder sikringer og brytere.

I hvert skap skal det være en liste over alle kursene, angivelse av maks belastning (amp), og hva de dekker. Sikringer og brytere skal være merket og nummerert. På automatsikringer er det enkelt å se om bryteren for sikringen har slått ut, men husk at det kan være kurser som skal være utkoplet. Det er viktig å lære seg hvor sikringene til de ulike kursene er, så man raskt kan finne frem hvis en sikring skulle slå ut.



Figur 9-7: Tidligere var det som regel en elektrisk tavle i maskinrommet. Her var brytere og sikringer lett tilgjengelig. I rommet bak lå koplignene åpent, og det kunne være farlig om man ikke utviste forsiktighet her. Bildet viser en eldre tavle fra et gammelt kinomaskinrom, med brytere, sikringer og måleinstrumenter.

9.2.7 Transformatorer

En transformator (trafo) kan øke eller redusere en vekselstrømspenning. Transformatoren har to sider. Den siden der spenningen koples inn kalles *primærsiden*, og den siden hvor

spenningen tas ut kalles *sekundærsiden*. Mange av de elektriske apparatene som brukes i et kinoteknisk anlegg har en innebygget transformator.

Transformatoren kan også brukes for å lage et galvanisk skille i jordingspotensialet mellom to enheter i en krets. Spesielt brukes det i lydanlegg, der det lett kan oppstå brum i anlegget (50 eller 100Hz tone) på grunn av en jordingsfeil. Det kan være nesten umulig å finne slike feil, så i stedet for å utbedre feilen, legges det inn en *skilletrafo*, for å skille jordingen mellom enhetene, og dermed bli kvitt brummingen.

Det er ofte en "durring" i transformatorer, på grunn av vibrasjoner i kjernen, dette behøver ikke komme av noen feil, selv om durringen kan være sjenerende.

9.2.8 Batterianlegg

Hvis nettstrømmen faller bort, skal markerings-, lede- og trinnlys (beskrevet i kap 9.4) få strøm fra et batterianlegg.

Batteriene er vanligvis av oppladbar NiCd (nikkel-kadmium) type. Det består av tørre celler og krever ikke mye vedlikehold, men må likevel kontrolleres jevnlig. Det bør være instrumenter som viser lading og kapasitet i batteriene. Om det er feil skal man straks tilkalle service.

I tillegg til opplading må det sjekkes at temperaturen i batterirommet ikke er for lav. Den kjemiske prosessen går langsommere ved lavere temperatur, og dermed avtar kapasiteten.

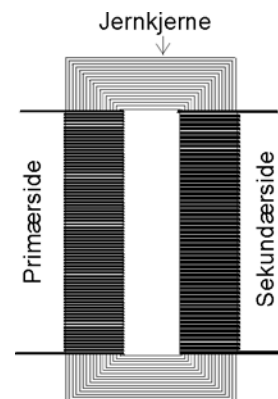
Anvisningene fra leverandøren må følges nøye.

9.2.9 Motorer

Det kan finnes ulike motorer i det kinotekniske anlegget. Noen motorer går på likestrøm, andre går på vekselstrøm.

Likestrømsmotorer har den fordelen at hastigheten enkelt kan reguleres. *Vekselstrømsmotorer* kan være enfaset eller trefaset. De kan også være *synkrone* eller *asynkrone*. Hvis motoren er enfaset, tar den strøm fra én fase i nettet. Trefasemotorer er som regel kraftigere og har jevnere gange enn enfasemotorer.

En asynkronmotor vil variere noe i hastighet etter belastningen. Hvis motoren overdimensjoneres, kan hastighetsvariasjonene neglisjeres. En synkronmotor går synkront med nettfrekvensen. Hastigheten varierer ikke med belastningen.



Figur 9-8: Transformator. Skissen viser en transformator bestående av en jernkjerne viklet med koppertråd på hver sin side (primærside og sekundær-side). På denne måten kan vekselspanning transformeres til høyere eller lavere spenning.

9.2.10 Likerettere

Strømforsyningen til xenonlamper må være likestrøm. Denne likestrømmen fås ved hjelp av likerettere. En vekselstrøm kan gjøres om til likestrøm ved å lede strømmen gjennom et medium som har liten motstand for strøm i den ene retningen, og svært stor motstand i den motsatte retningen.

Likerettere som benyttes til digitale projektorer er som regel elektroniske, ofte kalt "ballast".

Innenfor et begrenset område kan strømmen fra likeretteren reguleres. Størrelsen på likeretteren er derfor tilpasset størrelsen på lyskilden i projektoren.

De fleste projektorene har innebygget likeretter, men store projektorer kan ha den separat.

Dersom anlegget har en trefaset likeretter, er det viktig at den er tilpasset trefase spenningen i anlegget. Gamle anlegg har ofte 230 Volt, mens nye anlegg som regel har 400V trefase spenning. Trefase likerettere kan ofte koples om mellom 230V og 400V, men i noen tilfeller må hele likeretteren byttes hvis projektoren f.eks. flyttes fra en sal med 230V til et nytt anlegg med 400V.

9.2.11 UPS (Uninterruptible Power Supply)

Mange komponenter i anlegget kan være styrt av programvare, som kan ta skade hvis strømmen plutselig forsvinner. Det gjelder f.eks. servere i digitalkinoanlegg og styring av projektor. For å beskytte slike komponenter, og sikre at de tas ned på en forsvarlig måte hvis nettstrømmen svikter, bør det settes inn en UPS (*Uninterruptible Power Supply/Avbruddsfri strømforsyning*). Det er normalt en type batteripakke som har nok strøm til å forsyne komponenter hvis det er korte strømbrydd, f.eks. i forbindelse med tordenvær, og til å sikre at komponentene slås av på forsvarlig måte ved lengre strømbrydd. En UPS vil normalt også virke som en filtrering av nettstrømmen, og beskytter komponentene mot ujevnheter og støy i strømtilførselen.

9.2.12 Reléer

Reléer er brytere som styres av en styrestrøm. Når styrestrømmen settes på, koples strømmen i kretsen med reléet inn. Når styrestrømmen brytes, bryter reléet strømmen i kretsen. Omvendt kan kretsen brytes når styrestrømmen koples inn. Reléer kan også styres av pulser. En puls kan kople inn reléet, den neste kopler det ut osv. Det er mange andre måter å lage reléene på. Hensikten er å styre strømmen i en krets ved hjelp av styrestrøm.

9.2.13 PLS

En PLS (programmerbar logisk styring / på engelsk: programmable logic controller, PLC) er en programmerbar enhet som brukes bla. for automasjon for å erstatte oppgavene som mange reléer gjorde tidligere.

9.2.14 Elektronisk utstyr

I denne boken vil det ikke bli gitt noen detaljert beskrivelse av komponenter i elektronisk utstyr. Interesserte henvises til annen litteratur. Det er imidlertid viktig å merke seg at slikt utstyr kan være ekstremt følsomt for statiske utladninger, kraftige magnetfelt o.l.

Mye av utstyret som inngår i det kinotekniske anlegget inneholder elektroniske komponenter som krever forsiktig behandling. Spesielt gjelder det utstyr som integrerte kretser, mikroprosessorer o.l. Selv om det ikke kan sees utenpå, kan det være slike komponenter inne i utstyret som krever forsiktighet.

Ved skifte av komponenter som inneholder elektronisk utstyr, er det viktig å forsikre seg om at man selv ikke er statisk ladet. Det anbefales å benytte et spesielt bånd som festes rundt armen i den ene enden, og til jordet gods i den andre. Alt verktøy som benyttes må også være utladet og ikke magnetisert.

Vær nøye med å følge de beskrivelsene som følger med det utstyret som skal behandles. Ta alltid vare på bruksanvisninger o.l. som følger med utstyr som anskaffes.

9.2.15 Skjermet kabel

Skjermet kabel består av én eller flere ledere som er omkranset av en elektrisk ledende strømppe. Denne strømpen kan bestå av metalltråder som er flettet rundt lederen(-ene), aluminiumsfolie som ligger rundt lederne el.l.. Dette brukes i balanserte linjer, videokabler/koaksialkabler osv.

9.2.16 Balansert linje

Balansert linje består av to ledere (+ og -) og en skjerm. Skjermen fører ikke signaler, men virker som en beskyttelse mot ekstern elektronisk støy. Det vanligste er at pinne 1 er skjerm, pinne 2 er "+" ("varm") og pinne 3 er "-" ("kald"). I USA hender det at pinne 2 er "-" og pinne 3 er "+". Sjekk derfor manualen (bruksanvisningen) for utstyret før det lages koplinger.

9.3 Belysning og lysdempere

Belysning i salen må tilpasses bruken. Når publikum kommer inn i salen skal det være lys nok til at de enkelt kan finne sine plasser,

men ikke mer lys enn nødvendig for at tilvenning til den mørke salen under visning av film skal gå raskere. Anbefalt nivå er ca 150 lux.

En forestilling starter gjerne med reklame og trailere, og for at publikum skal se bildene på lerretet slukkes eventuell scenebelysning og salslyset dempes til rundt 50 lux, ofte kalt reklamelys eller halvlys.

For rengjøring av salen, og for bruk av salen til konferanse/undervisning og annet som krever at publikum må kunne lese og skrive fra sine plasser, kreves høyere lysnivå, vanligvis rundt 400 lux, eller enda høyere. Denne ekstra belysningen kan komme fra andre armaturer, eller være et høyere nivå på samme armaturer som brukes til innslipp og reklamelys.

9.3.1 Glødelamper (220V)

Vanlige glødelamper er ikke lenger tilgjengelig fordi de har for høyt strømforbruk i forhold til hvor mye lys de gir. Mange kinoer har fortsatt tradisjonelle glødelamper med skrusokkel (E27). I en periode kunne de vanlige glødelampene erstattes av halogenglødelamper for 230V, med samme sokkel, men også disse fases ut.

Glødelamper kan enkelt dempes ved å senke spenningen, og de kan dempes helt ned til 0 %, som gir en fin start og slutt på forestillingen.

Lamper med E27 sokkel er enkle å bytte, og man kan f.eks. stå på gulvet med en lang stang med en gummikopp for å nå lampene i taket.



Figur 9-9: Glødelampe med E27 sokkel

9.3.2 Lavvolt halogenglødelamper

Lavvolt halogenglødelamper opererer normalt på 12V, og er mer robuste enn glødelamper for 230V, og de har lengre levetid. De kan dimmes på samme måte, men bytte av lampe er som regel komplisert og kan kreve lift eller stillas. Brukes svært sjelden i kinosaler.

9.3.3 Lysrør og kompaktlysør

Lysør er robuste og effektive, og har lang levetid. De finnes i mange ulike størrelser og brukes gjerne i kontorer og andre rom med krav til godt lys. Slike lys kan dempes, men kun innenfor et begrenset område. De egner seg derfor ikke til kinosaler.

Lysør krever forkoplingsutstyr og vil trenge litt tid for å oppnå full lysytelse.

9.3.4 Energisparelamper (sparepærer)

Sparepærer er kompaktlysrør med innebygget forkoplingsutstyr og påmontert sokkel (f.eks. E27). De kan derfor i mange tilfeller erstatte 230V glødelamper. Det finnes typer som kan dimmes, men de er likevel ikke så godt egnet for kinosaler fordi dempeområdet er begrenset. Når lyset dempes vil det nå en grense, hvor lampen plutselig slukker helt. Motsatt vei vil den ofte gi et blaff idet lampen tennes, og det kan være sjenerende for folk som sitter i en mørk sal.



Figur: 9-10 Dimbar sparepære med E27 sokkel (Osram)

9.3.5 LED

LED står for Light Emitting Diodes (lystrålede dioder). Det baserer seg på halvlederteknikk, slik at når det går strøm gjennom diodene sender de ut energi i form av lys. Type materiale i halvlederne bestemmer hvilken farge lyset har. LED lamper har veldig lang levetid, og kan fås i mange ulike varianter med ulik fargetemperatur.

9.3.6 Demping av lyset

Demping av LED lamper skjer vanligvis ved at strømmen blir skrudd av og på mange ganger i sekundet (pulsmodulering). Det må skje så raskt at synet ikke oppfatter blinkene. Jo større del av tiden den er av, jo mørkere vil lampen oppleves. I dag finnes det dimmere for LED som demper lyset tilnærmet til 0 % (0,1%). Lampene har svært lang levetid på 10-20.000 timer eller mer. LED forventes å overta nesten all belysning i kinosaler.

For å få en penere demping, som minner mer om dimmingen av glødelamper, finnes det LED lamper betegnet som "dim to warm" el.l. Lyset fra slike lamper senker fargetemperaturen når de dimmes. Dvs at lyset blir varmere/rødere, litt på samme måte som glødelamper.



Figur 9-11: Armatur med LED lys (Iguzzini)

Demping av belysningen i salen til de ulike nivåene er avhengig av hva slags lys som benyttes.

Lysdempere for glødelamper er som regel diodestyrte, og har regulering for hastigheten på dempingen.

Det legges inn et passende nivå for halvlys/reklamelys. En egen knapp demper/hever lyset til dette nivået. Slike dempere er tilnærmet vedlikeholdsfrie. Eventuelle reparasjoner må foretas av fagmann. Det er vanlig å ha flere dempere for en sal. Gjerne

en som dekker armaturene over området med stoler og en for scenelys.

For bedre kontroll med lyset i kinosalen, spesielt der det benyttes sparepærer eller LED-lys i salen, benyttes gjerne DALI (Digital Addressable Lighting Interface) styring, DMX512 eller andre tilsvarende systemer. DALI og DMX er protokoller der hver enkelt lyskilde har sin egen adresse, og kan styres individuelt både mht til demping og hastighet på dempingen. Hvis kinosalen har lyskilder som ikke kan dempes helt ned til 0 %, kan styringen dempe og slukke lampene individuelt, slik at ikke alle slukker samtidig. På den måten oppleves det tilnærmet som lyset dempes jevnt helt til 0 %. Programmering av lyset må normalt gjøres av den som leverer lyset, men det kan legges inn mange ulike scenarier, tilpasset ulik bruk av salen.

9.4 Belysning for sikkerhet og rømning

I en kino må det være lys som fungerer selv om nettstrømmen faller bort.

9.4.1 Markeringslys

Markeringslys er grønne, og plassert over utgangsdørene, gjerne montert i kasser med symbol og evt tekst som "UT", "UTGANG", "NØDUTGANG" eller "EXIT". Alle kinosaler skal ha slike lys på alle utganger og nødutganger som kan brukes av publikum.

Markeringslysene går på lavvoltage (12-24V) og må fungere selv om nettstrømmen faller bort. Det gjøres ved å kople strømmen til lysene via reléer. I anlegg for markeringslys, fungerer reléet slik at så lenge det er nettstrøm (230V) til stede, får markeringslysene strøm fra en transformator koplet til nettstrømmen. Transformatoren gjør om nettspenningen til markeringslysets driftsspenning.

Hvis nettstrømmen faller bort mister reléet strømmen, og kople om slik at markeringslysene får strøm fra batterianlegget.

På mange kinoer er det utganger i nærheten av lerretet. Det kan være til stor sjenanse for publikum fordi lysene ligger innenfor synsfeltet når de ser på filmen. Enkelte steder kan lyset fra markeringskiltene skinne på lerretduken, og være ødeleggende for bildeopplevelsen. Hvis lyset fra markeringslyset skinner direkte på duken, kan man forsøke å skjerme strålingen mot duken. Husk at markeringslysene skal kunne sees fra alle plassene i salen.

Skal det gjøres noe for å forbedre forholdene, må det gjøres i samarbeid med det lokale branntilsynet.



Figur 9-12: Eksempel på diskret exit-lys (Orbik)

Hvis lyset er sjenerende fordi det kommer innenfor synsfeltet til publikum når de ser mot lerretet, kan det gis tillatelse til å dempe lyset under forestillingen, mens salslyset er helt slukket og alt er normalt. I mange tilfeller kan det tillates at markeringslysene dimmes til 0%. Straks lyset i salen tennes, eller hvis noe unormalt skjer, tennes markeringslysene til sin normale styrke. Da skal de være godt synlige i dagslys.

Er det er problem på din kino, så be kinosjefen ta kontakt med branntilsynet på stedet for å finne en løsning som er god for filmopplevelsen og som ikke går ut over sikkerheten.

9.4.2 Ledelys

Hvis nettstrømmen faller bort, må det være lys som viser veien ut for publikum. Dette lysanlegget kalles ledelys. Koplingen av ledelyset skjer normalt på samme måte som for markeringslys, men disse lampene skal naturligvis være slukket når alt fungerer, og bare tenne når nettstrømmen faller bort. Lampene til ledelyset skal finnes i salen og i alle rømningsveiene ut av bygget.

Fordi ledelysanlegget sjelden er i bruk, bør det testes med jevne mellomrom. Mange anlegg har en bryter for å teste lysene. På andre kinoer kan det hende nettstrømmen må brytes for å få ledelysene til å tenne.

9.4.3 Trinnlys

Hvis kinosalen har stolrader i amfi med trinn, må det være lys som markerer hvert av trinnene. Disse lysene skal lyse hele tiden, så publikum ikke snubler hvis noen skulle forlate eller komme inn i salen under forestillingen.

De må lyse slik at den som går i trinnene kan se selve trinnet, men de må ikke være så sterke at de blander i stedet for å belyse. Lyset skal heller ikke være sjenerende for de som sitter i amfiet og ser på film.



Figur 9-13: Diskret trinnlys som lyser ned langs opptrinnet

9.5 Forteppe og maskering

9.5.1 Forteppe

Før var det vanlig med *forteppe* foran lerretet. Det er et teppe som gjerne dekker hele frontveggen i salen. I store premieresaler er det fortsatt vanlig, og i flerbrukssaler i kulturhus o.l. brukes forteppet for å dekke sceneåpningen.

De har to posisjoner: Åpen og lukket. I tillegg kan de stoppes manuelt mellom disse to ytterpunktene.

Et forteppe er gjerne laget av relativt tunge tekstiler (150-500g/m²), og har rundt 50 % folder.

9.5.2 Maskering

Projeksjon av digitale bilder gir skarp kant rundt bildene på lerretet, så maskeringen er ikke kritisk av den grunn. Men maskeringen gir en innramming av bildet, og gjør at bildet fyller hele den synlige delen av lerretet, og ser mye penere ut.

Dersom formatet som vises ikke benytter alle pikslene horisontalt eller vertikalt, og bildet ikke fyller hele lerretet, kan ikke-aktive piksler bli synlig på lerretet. Selv om de er deaktivert i innstillingene for formatet, vil det lekke litt lys fra dem, og det blir en nesten svart stripe på sidene eller i topp/bunn av bildet. Det ser ikke så pent ut. Slike striper kan fjernes med maskering, og gjøre bildet penere på lerretet.

Hvis kinoen viser 35mm film, og lerretet ikke har maskering, vil kantene på bildet bli ulne, fordi avgrensingen av lyset i kinomaskinen (masken), ikke ligger i samme plan som emulsjonen på filmen. Nesten alle kinoer som er laget for visning av 35mm film har derfor en regulerbar maskering av bildet. Denne maskerer bort den ulne kanten, så det blir en skarp kant rundt bildet. Normalt er det fast over- og undermaske og regulerbar sidemaskering.

Masketrekket bør være motorisert. På motoriserte trekk består sidemaskeringen av tekstiler hengt opp i et skinnesystem. Kanten mot bildet må være avstivet og henge loddrett for å gi en pen avmasking. Den avstivede kanten bør være minst 20cm bred for at folder på teppet ikke skal kunne falle inn i bildet. Den rette kanten kan også oppnås ved å spenne maskeringen mellom trekk både i topp og bunn av lerretet. Hvis lerretet er tiltet må maskeringen ha trekk i topp og bunn.

Tekstilene skal være lydtransparente, så høyttalerne kan stå bak uten at lyden påvirkes.

Et motorisert masketrekke kjøres av en motor som plasseres ved lerretet. Plasseringen varierer fra sted til sted. Mellom de to ytterpunktene (det smaleste og det bredeste formatet) legges det inn stopp-punkter som svarer til ulike formater. I stedet for brytere på skinnene kan det legges inn stoppere på selve motoren. Disse gir mer nøyaktig maskering. På noen systemer kan disse stopp-punktene finjusteres med et lite pot-meter.

Det finnes systemer der også topp og bunnmaske kan reguleres, enten for å lage ekstra store formater, eller fordi lerretet er for smalt for anbefalt bredde i Scope, og det er valgt å øke høyden i smalere formater for å få et større bilde.

Både teppe- og masketrekke trenger litt vedlikehold. Foreta jevnlig kontroll i salen, og lytt mens trekkene kjøres. Hvis de støyer

unormalt, forsøk å finne årsaken og utbedre den. Ta evt kontakt med leverandøren.

Det skjer at motoren som driver trekkene kan stanse. Du må vite hvor sikringene er, og sjekke disse først. Hvis det er en annen feil, bør det være en sveiv el.l. hvor man kan kjøre trekket manuelt, så forestillingen ikke må avlyses.

Vognene som trekkene henger i kan spore av, eller wiren som trekker vognene kan ryke eller henge seg opp. Også slike feil bør kunne løses for å unngå avlysning.

10 ANALOG FILM

Fra kinoens begynnelse frem til 2010/2011 var 35mm film det dominerende formatet på kinoer verden over. Fremdeles finnes det noen få saler i Norge med utstyr for visning av analog 16, 35 og 70mm film, mest brukt av cinemateker, noen filmklubber, filmfestivaler og entusiaster.

10.1 Filmmateriale

Filmmateriale består hovedsakelig av to lag: *basen* og *emulsjonen*.

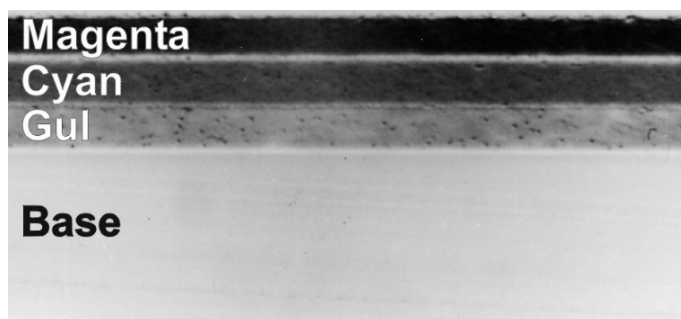
10.1.1 Base

Basen er grunnmaterialet i filmen. I filmens barndom var basen laget av cellulosenitrat (nitratfilm), som er svært brennbart (eksplosivt). Produksjon av nitratfilm opphørte i 1952, og ble senere forbudt å vise på ordinære kinoer.

Nitratfilmen ble erstattet av *acetatfilm*, som har høy antennestemperatur. Senere ble acetatfilmen erstattet av syntetisk *polyesterfilm*, som er sterkere og mer varmebestandig. Hovedkravene til basematerialet er at det må slippe lys upåvirket gjennom, tåle varme og fysiske påkjenninger. Det må også tåle lagring.

10.1.2 Emulsjon

Emulsjonen (sjiktlaget) inneholder bildene. Det er tre sjikt med ulike farger, basert på subtraktiv fargeblanding. Hvitt lys, som



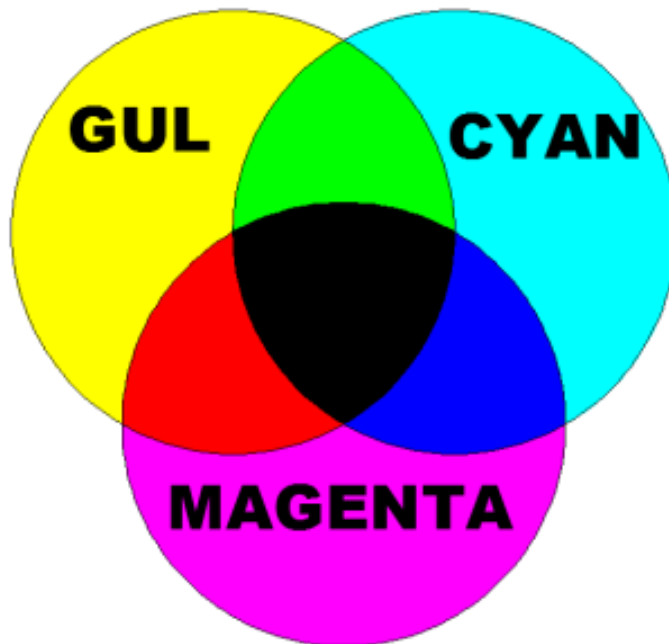
Figur 10-1: Oppbygging av filmmateriale på visningskopier. Basen er mye tykkere i forhold til emulsjonen enn det som er vist på bildet (Kodak)

inneholder alle farger, går gjennom de tre sjiktlagene, hvor det som ikke skal vises filtreres bort. For visningskopier gjelder:

- Magenta er det ytterste sjiktet, og inneholder alle farger unntatt grønn. Det betyr at dette sjiktet regulerer hvor mye grønt lys som slipper gjennom filmen. Om det skulle oppstå en stripe i magenta-skiktet vil det ikke være noen begrensning av grønt, og det vil gi en grønn stripe på lerretet.

- Cyan er det mellomste sjiktet, og inneholder alle farger unntatt rødt. Dette sjiktet regulerer hvor mye rødt lys som slipper gjennom filmen.
- Gul ligger innerst mot basen og inneholder alle farger unntatt blå, og regulerer hvor mye blått lys som slipper gjennom filmen.

Fargene er oppløst i en masse som hovedsakelig består av gelatin. I tillegg er det bl.a. filter for å hindre refleksjoner mellom sjiktene.



Figur 10-2: Subtraktiv fargeblanding. Utgangspunktet er hvitt lys. Fjernes magenta blir det grønt, fjernes gul blir det blått og fjernes cyan blir det rødt.

10.2 Filmens dimensjoner

Allerede i 1889 ble det nystartede Eastman Kodak Company og Edisons laboratorium enige om et filmformat som var 35mm bredt. Det tilsvarer $1 \frac{3}{8}$ " (=34,925mm). Bredden på filmen mellom perforeringshullene var 1". Høyden på bildet var nesten $\frac{3}{4}$ " som tilsvarer 4 perforeringshull med senteravstand på $\frac{3}{16}$ ". En fot film tilsvarer dermed 16 bilderuter, som tar 1 sekund med projeksjonshastighet 16 bilder/sekund.

Takket være den tekniske suksessen til Edisons utstyr, ble denne standarden akseptert i store deler av verden på begynnelsen av 1900-tallet. Med innføringen av lydfilm på slutten av 20-tallet ble ikke dimensjonen på filmmaterialet endret, bare formatet på bilde og bildehastigheten.

35mm film var dyrt for amatører. Det ble derfor utviklet en lang rekke smalere filmtyper. De første brukte 35mm film, delt på langs, som gir bredden $17\frac{1}{2}$ mm. Først ble den ene siden av en 35mm film spilt inn, så ble filmen snudd og den andre siden ble spilt inn. Oppdelingen skjedde i laboratoriet.

Andre forsøk ble gjort med breddene 21, 22, 28mm (og flere).

I 1922 introduserte Pathé Cinema of France et format på 9½ mm med perforeringshullet i delestreken mellom bildene, midt på filmen. I 1923 introduserte Eastman Kodak et system med bredde 16 mm. Pathés 9½mm format fikk en viss utbredelse i Europa, men Kodaks 16mm tok mer og mer over. I 1939 ble 16mm film også introdusert med lyd, noe som gjorde formatet til et alternativ for profesjonelle, godt egnet for undervisning, opplysningsformål og underholdning, og for produksjon til TV. 16 mm film er beskrevet i et eget avsnitt nedenfor.

Med forbedring av kvaliteten på det fotografiske materialet, ble det utviklet enda smalere filmformater. I 1932 introduserte Kodak et system der man først spilte inn den ene siden av 16mm film, og så snudde filmen og eksponerte den andre siden. Filmen ble så splittet på langs og de to delene skjøtt sammen til 8mm film. Systemet fikk navnet *Dobbel-8*.

I 1965 kom Kodak med *super 8* film, som har litt større bildeflate, og som også fantes med et tynt magnetbånd sveiset på for innspilling av lyd. Super8-film fikk ganske stor utbredelse blant amatører, kunstnere og andre.

Kvaliteten på filmmaterialet var ikke god nok, slik at bildene på store lerreter kunne bli kornet og uskarpe. På kinoer med store lerreter var det derfor behov for filmformater som var *bredere* enn 35mm. Det ble forsøkt med formater med bredde på 42, 55, 65 og 70mm, hvor kun 70mm formatet ble internasjonalt akseptert som visningsformat.

70mm film ble vanligvis fremstilt fra 65mm negativer i USA og Vest-Europa. I tidligere Sovjetunionen og Øst-Europa ble det brukt 70mm negativer. 70mm film er beskrevet i et eget avsnitt nedenfor.

For å få en bedre kvalitet med 35mm film ble det laget systemer der filmen gikk horisontalt gjennom kamera/projektor. Systemene fikk navn som Vista Vision (1954-61) og Technirama (1956-67). Det gir vesentlig større bildeflate (ca 25 x 38mm) enn på tilsvarende format der filmen går vertikalt gjennom projektoren (11,3 x 20,9mm). Disse systemene fikk aldri noe gjennombrudd som visningsformat, men bl.a. Hitchcock brukte systemet til opptak på nesten alle sine filmer i 1950-årene.

10.3 Fargefilm

De aller første forsøkene på å lage fargefilm ble gjort ved å håndkolorere hvert enkelt bilde på filmen. Senere laget man sjablonger slik at flere kopier av samme film kunne farges.

For å gi filmen en bakgrunnsfarge, ofte brun eller blå, ble det lagt en svak fargetoning på hele filmen. Denne prosessen ble kalt for *tinting*.

I 1906 kom det første vellykkede fargefilmsystemet. Et tofargesystem kalt Kinemacolor. Her ble alternerende orange-rødt og blått-grønt bilder tatt opp med en hastighet på 32 bilder/sekund. Fargeeffekten oppsto på grunn av synets treghet. Systemet hadde ingen lang levetid, bl.a. fordi det lå så tett opp til flimmergrensen. Først og fremst blir det husket pga. filmen "*The Dubar of Delhi*" som ble vist i London i 1911.

Rundt 1910 kom et system der fargene ble separert med et spesielt linsesystem (lenticulært system), og et annet der fargene ble separert ved hjelp av ørsmå filtre (mosaikk system), kjent gjennom *Dufaycolor*.

Senere ble det gjort mange mer eller mindre vellykkede forsøk. Gjennombruddet kom med Technicolor, som først kom med en tofargeprosess i 1928, og senere med sitt legendariske trefargesystem i 1932. Her splittes lyset i to prismer som ble kittet sammen til en kube. Grønt lys kom ut i stråleretningen, og rødt og blått kom ut med en vinkel på 90 grader. Ved hjelp av forskjellige prosesser ble det utviklet en film som inneholdt tre lag med farger. Den første trefargefilmen var Technicolors egen kortfilm *La Cocuracha* i 1932.

Senere ble fargefilmsystemene videreutviklet, med 3 fargesjikt på en felles base, kjent som Agfacolor, Kodacolor, Ektacolor og mange andre som fikk sine navn fra fabrikkene som produserer dem. Den første norske fargefilmen var *Jorden rundt på to timer* fra 1949.

10.4 Lydsystemer

De første lydsystemene til film, brukte grammofonplater. I 1902 kom Gaumont i Frankrike med sitt Chronophone system, i 1903 kom Cinephone systemet i England. I disse systemene var *phonografen* koplet til kinomaskinen slik at lyd hastigheten ble tilpasset bilde hastigheten, men lyden var ikke synkron med bildene. Hvis deler av filmen ble skadet, slik at bilder måtte klippes bort, kunne sammenhengen bli feil. Det ble kompensert ved at maskinisten kunne justere hastigheten på projektoren til bildene igjen passet til lyden.

Phonografene måtte plasseres nær bildet for å gi et inntrykk av at lyden kom fra lerretet. Først med elektrisk pickup, elektronrørforsterkere og høyttalere kunne platespilleren plasseres i maskinrommet.

Den første fremvisning av film med optisk lydspor fant sted i Stockholm i 1921. Utover i 20-årene ble det optiske lydsystemet forbedret og standardisert. For å få bedre lyd kvalitet ble filmhastigheten øket til 24 bilder/sekund, som senere har vært standarden for 35mm film og digital kino. For å få plass til det optiske lydsporet ved siden av bildet, ble bildebredden redusert.

Med oppfinnelsen av magnetofonen kunne denne teknikken også utnyttes til filmlyd, og etter hvert kom det filmer med magnetiske lydbånd sveiset på filmen. Det ga mulighet for gjengivelse av flere kanaler lyd. På 35mm CinemaScope filmer ble det brukt 4 separate lydspor og på 70mm film 6 lydspor. Det ble også gjort forsøk med separatlydspor, som ble avspilt synkront med filmen. Slik kunne det lages flere spor også med optisk lyd, som ble brukt bl.a. i Disneys *Fantasound* system (1939-41).

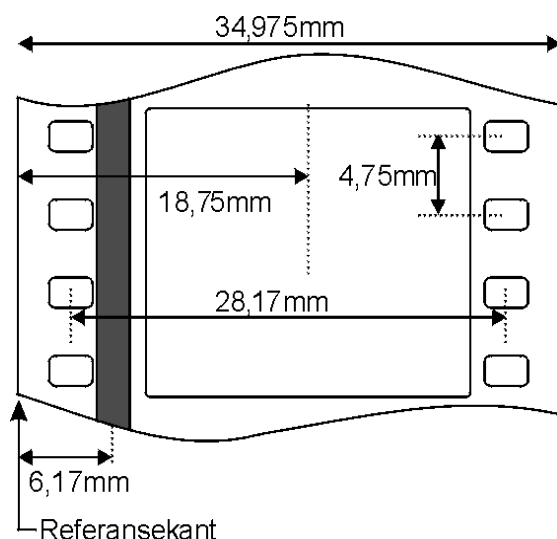
Et annet lydsystem som kan være verd å nevne er Sensurround (1974). Her ble det benyttet spesielle dypbasshøytalere (subwoofere) drevet av ekstra kraftige forsterkere for å gi risting i salen, som f.eks. i filmen *Earthquake* (Jordskjelvet, 1974).

10.5 35 mm FILM

35mm film har vært dominerende som kinoformat helt frem til digitaliseringen av kinoene. Ennå finnes det gamle filmer som bare er tilgjengelig på dette formatet. For å lære om visning av 35mm film henvises til annen litteratur.

10.5.1 35mm bildeformater

Bildeformatet beskriver høyde/bredde-formatet på bildet slik det blir projisert på lerretet. I USA og mange andre land, er det vanlig å oppgi bredde/høyde-formatet.



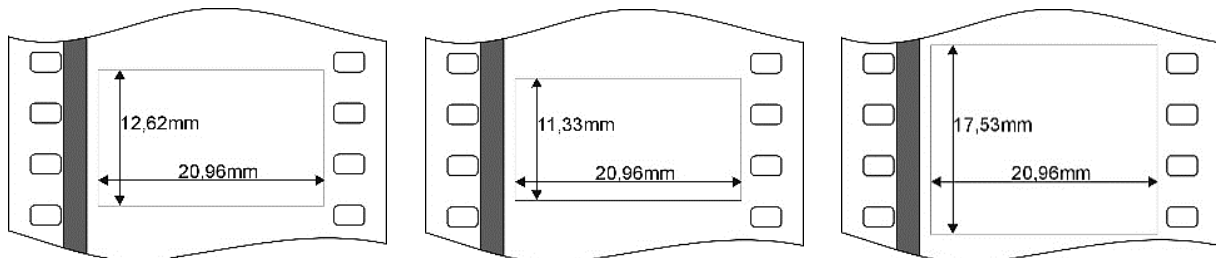
Figur 10-3: Sentrale mål for 35mm film

I tillegg brukes ofte navn som henger igjen fra den tiden formatene ble laget.

Det skiller mellom to hovedtyper formater: *Flat* og *anamorf*. Flat er engelsk, og betyr i denne sammenhengen ensartet. Dvs at bildene på filmen har samme form som bildene på lerretet. Anamorf betyr i denne sammenhengen at bildene på filmen er komprimert sideveis, i forhold 1:2. Ved projeksjon strekkes bildene ut ved hjelp av en *anamorfisk* forsats (*anamorfot*), slik at bildene får riktige proporsjoner på lerretet.

De tre mest vanlige formatene på 35mm film er

- *1:1,66 flat (WideScreen 1:1,66, WS66)*, som har en bildeflate på 12,62 x 20,96mm (HxB) på filmen. WS66 ble ikke brukt i USA, men var vanlig i Europa (unntatt Storbritannia), og kalles ofte Europeisk WideScreen.
- *1:1,85 flat (WideScreen 1:1,85, WS85)* har en bildeflate på 11,33 x 20,96mm (HxB) på filmen. Tilnærmet alle amerikanske WideScreenfilmer har 1:1,85 format, som også brukes i digitalkino (Flat).
- *1:2,39 anamorf (CinemaScope)* har en bildeflate på 17,53 x 20,96mm (HxB). Bildene er sammenpresset sideveis (forhold 1:2) og strekkes ut til dobbel bredde ved projeksjon.



Figur 10-4: De tre vanligste 35mm formatene.
Til venstre: 1:1,66 flat
I midten: 1:1,85 flat
Til høyre: 1:2,39, anamorf

10.5.2 Overkjøringsmerker

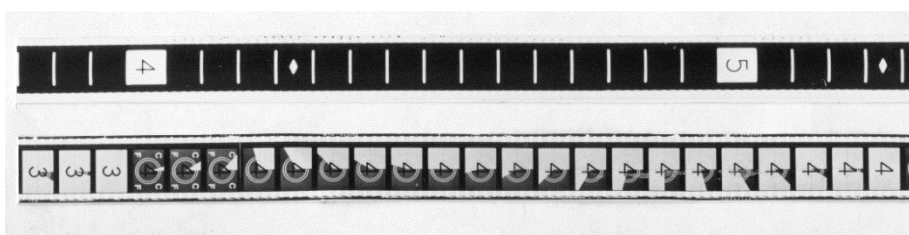
35mm film distribueres på ruller med ca 600m film, som kalles en *akt*. 600m tilsvarer ca 20 min spilletid, og en vanlig spillefilm kommer på 6-7 akter. I tidlige tider hadde hver sal 2 kinomaskiner. Hver rull ble kjørt for seg, og på slutten av hver rull var det to sett med overkjøringsmerker øverst i høyre hjørne på bildet. Det første er et signal til maskinisten om å starte den neste maskinen. Ca 7 sekunder senere kommer det andre merket, som er signalet til maskinisten om å blende over lyd og bilde til den andre kinomaskinen. Det gir en kontinuerlig visning av alle aktene i filmen, der publikum ikke merker overgangen fra den ene kinomaskinen til den andre.

På 1950-60 tallet kom xenonkolben som erstatning for kullbuelys lamper, og sammen med storspole-systemer kunne hele filmen skjøtes sammen til én rull og kjøres på en kinomaskin. Etter hvert kom det også automasjon, slik at én maskinist kunne betjene mange saler med 35mm kinomaskiner.

10.5.3 Tommer

Før første bilde og etter siste bilde på en akt er det noen meter med film, som kalles tommer.

Starttommen ligger foran første bilde. Den første delen er en beskyttelse, ofte grønn. Den neste delen begynner med svartsladd (ingen bilder eller lyd) før det kommer informasjon om filmens tittel, akt nummer, lydformat osv, og at det er starten på rullen. Deretter kommer nedtellingen som brukes for å synkronisere oppstart og overkjøring mellom kinomaskiner. Nedtellingen kan være i fot fra 11 til 3, med 16 bilder pr tall (Academy leader), eller i sekunder fra 7 til 2, med 24 bilder pr tall (SMPTE universal leader).



Figur 10-5: To typer starttom. Øverst Academy starttom med nedtelling i fot fra 11-3. Nederst SMPTE med nedtelling i sekunder ved 24bps fra 7 til 2

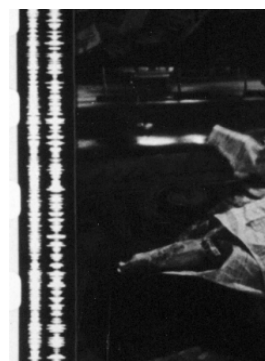
10.5.4 Lyd for 35mm film

Da lydfilmen kom, på slutten av 1920-tallet, ble lydsporet fotografert inn på filmen, som en ca 2mm bred stripe til venstre for opprettstående bilde (når bildet sees riktig vei). Lydsporet belyses av en tynn lysspalte på tvers av lydsporet. Mengden lys som slipper gjennom varierer med svertingen når filmen passerer, og ved å registrere lyset som slipper gjennom i en fotocelle eller en solarcelle på baksiden, kan disse variasjonene gjøres om til variasjon i elektriske signaler. Signalene forsterkes og gjengis i kinoens lydanlegg.

På slutten av 1970-tallet kom Dolby med en ny løsning, der det 2 mm brede analoge lydsporet ble splittet i to, og avlest av 2 separate solarceller. De to lydsporene L_t (Left Total) og R_t (Right Total) er kodet. Ved dekodningen foregår en sammenlikning av lydsporene:

- Der R_t og L_t er identiske, sendes signalene til senterkanalen (mono)
- Der R_t og L_t er i motfase (like sterke, men motsatt amplitude), sendes signalene til surroundkanalen
- Der R_t og L_t er ulike (både i amplitude og fase), sendes de til respektiv venstre (L) eller høyre (R) kanal.

Signalene er dessuten kodet med Dolbys støyreduksjonssystem. Først ble Dolby A benyttet, før Dolby SR (Spectral Recording) tok over i andre halvdel av 1980-tallet.



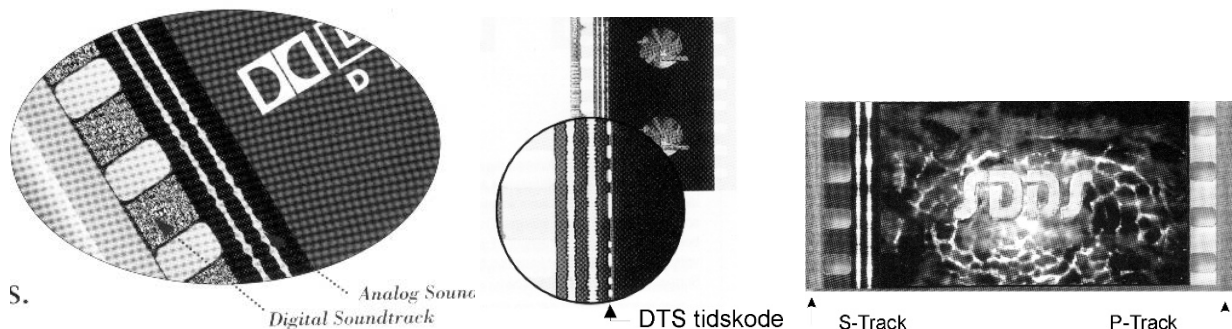
Figur 10-6: Stereo optisk lydspor (SVA=Stereo Variable Area). De to lydsporene er ulike, og dekodes til 4 kanaler i kinoanleggets lydprosessor. Lyden har i tillegg Dolby A eller Dolby SR støyreduksjon for større dynamikk.

På slutten av 1980-tallet kom digital lyd for 35mm film, med diskrete kanaler: 3 frontkanaler (venstre, senter, høyre), høyre og venstre surround og en egen dedikert dypbasskanal med begrenset frekvensspekter (0.1 kanal). Det vil si 5.1 kanaler, slik det også benyttes på digital kino. På det første systemet (Cinema Digital Sound, CDS) ble det analoge lydsporet erstattet med et digitalt optisk spor. Det fikk ikke noe gjennomslag fordi det måtte være separate kopier for CDS. I stedet kom det systemer der det ble lagt inn en tidskode (strek-kode) på filmen, som synkroniserte bildene med en separat lydavspiller (Magnet-Optisk Disk, CD eller DVD). DTS (Digital Theatre Sound) fikk størst utbredelse. Tidskodesporet ligger mellom bildene og det optiske analoge lydsporet.

Dolby svarte med å lage sitt eget system, Dolby SR-D, der digitallyden ble lagt optisk på filmen, mellom perforeringshullene, på samme side som det analoge lydsporet. Fordelen med dette er at lyd og bilde ligger på samme medium, og samme filmkopier kunne brukes av kinoer som ikke hadde digitallyd.

Sony kom med et annet system kalt SDDS (Sony Dynamic Digital Sound), der den digitale lyden ligger fordelt på to lydspor, ett på hver side av filmen, utenfor perforeringshullene. Dette hadde i tillegg plass til 2 ekstra frontkanaler (Left Extra og Right Extra), og backup hvis ett av lydsporene ble skadet.

Alle de digitale lydsystemene for 35 mm film har proprietære komprimeringsformater.



10.5.5 Hvor lang tid tar filmen

Lengden på filmen, kan enten oppgis i antall meter, eller i tid (timer, minutter og sekunder). Kinoene hadde tabeller for å konvertere mellom dem, og en kinomaskinist måtte kunne regne om fra det ene til det andre.

For å beregne nøyaktige verdier kan følgende formler for 35mm film ved 24 bilder pr. sekund brukes:

Figur 10-7: Digitally lyd for 35mm film

Til venstre: Dolby Digital (SR-D) med optisk digital lyd mellom perforeringshullene
I midten: DTS tidskodespor mellom optisk analogt lydspor og bildene
Til høyre: SDDS, med optisk digitale lydspor på hver side, utenfor perforeringshullene

$$\begin{aligned} \text{Filmens tid [sek]} &= \text{Lengde [m]} \times 2,193 \left[\frac{\text{sek}}{\text{m}} \right] \\ \text{Filmens tid [min]} &= \text{Lengde [m]} \times 0,0366 \left[\frac{\text{min}}{\text{m}} \right] \\ \text{Filmens lengde [m]} &= \text{Lengde [min]} \times 27,36 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \end{aligned}$$

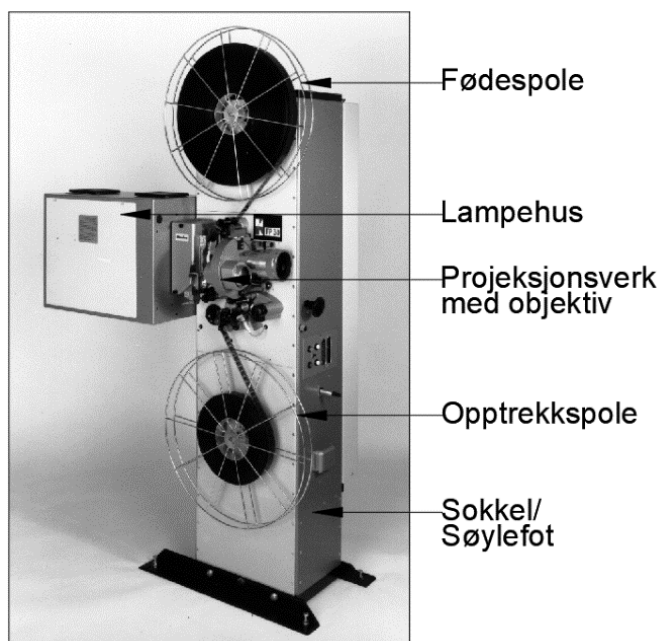
En 35mm film på 3000m er ca 1t 50min (110min) lang og veier i overkant av 20kg, pluss emballasje.

10.6 Kinomaskiner

Kinomaskiner brukes som betegnelse på projektorer for visning av 35mm og 70mm film.

Kinomaskiner er bygget opp av *projeksjonsverk* m/objektiv og *lampehus*. I tillegg har stasjonære kinomaskiner nesten alltid en *søylefot* eller en *sokkel*.

Alle disse delene kan være konstruert som én enhet, hvor også mange andre komponenter inngår (likeretter, styreautomat, lydprosessor osv). Slike komplette enheter kalles ofte *konsollmaskiner*.

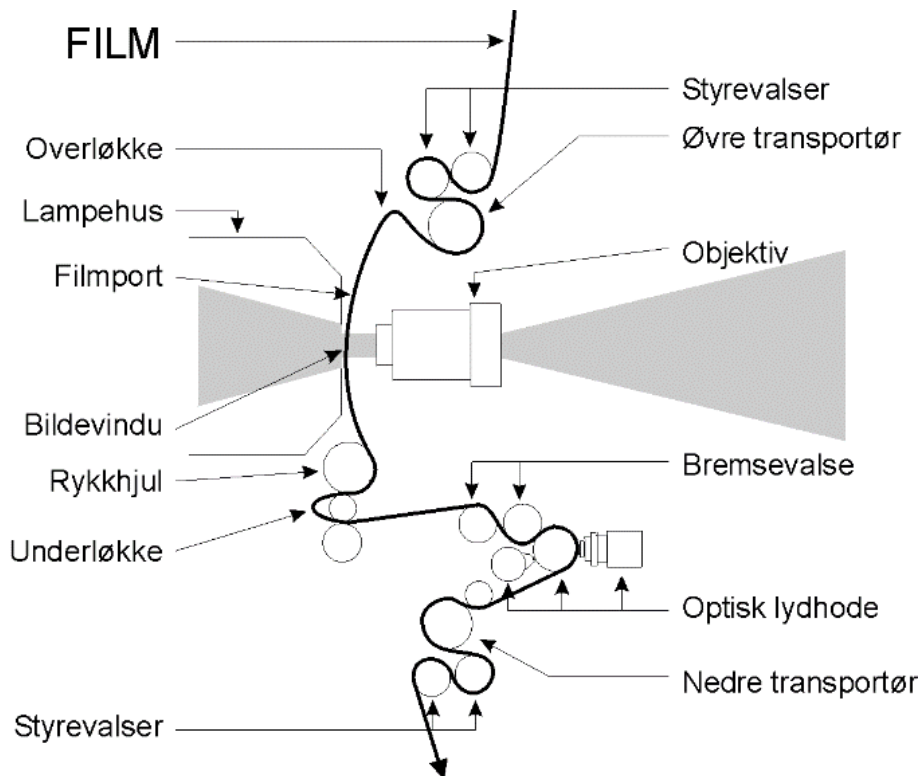


Figur 10-8: 35mm Kinomaskin (Kineton)

10.6.1 Projeksjonsverket

Filmen trekkes jevnt inn i projeksjonsverket, vanligvis med en hastighet på 24 bilder/sek. Normalt går den fra via styrevalser til øvre transportør og videre til *filmporten*.

I filmporten har filmen en rykkvis bevegelse. Bildet må stå helt stille mens det projiseres på lerretet. Skiftet fra ett bilde til det neste må gå så raskt som mulig



Figur 10-9: Filmens gang gjennom projeksjonsverket

Det må være en *overløykke* foran og en *underløykke* etter filmporten for at filmen ikke skal rives av når den rykkes frem. I filmporten er det et *bildevindu*. Det er åpningen i filmporten for at lyset fra lampehuset skal belyse filmen. I bildevinduet ligger *aperturplaten (formatmasken)*, som er en maskering som begrenser lyset fra lyskilden til det ønskede formatet. Aperturplaten er utskiftbar, og byttes hver gang det skiftes format.

Det er en ørliten avstand mellom fokusplanet på filmen og aperturplaten som gjør at kanten rundt bildet på lerretet blir litt diffus når bildet er skarpt. Dette maskeres bort i lerretmaskeringen.

Bak bildevinduet er det en roterende blender som stenger for lyset mens filmen rykker frem, for at bevegelsen ikke skal bli synlig. I tillegg blender den én (evt to) ganger mens bildet vises for å unngå at lyset på lerretet flimrer. Hvis det er tre avblendinger per bilde vil bildet bli skarpere og helt flimrerfritt, men lystapet vil øke vesentlig fordi lyset bli avblendet i lengre tid per bilde.

I forbindelse med filmporten er det også en *bildeløfter* som kan justere bildets posisjon i bildevinduet for å vise riktig utsnitt, og korrigere feil hvis det er en feilskjøtt el.l. som kan gi *halvbilder* (delestreken mellom bildene vises på lerretet).

Etter filmporten og underløyken, går filmen over *rykkhjulet*, som dreier ett bilde/4 perforeringshull (tenner) for hvert rykk.

Filmene går normalt videre til det *optiske lydhodet*. Før lydavlesingen må det være et sett med hastighetsutjevner og evt. en bremsevalse for at filmen skal gå helt jevnt gjennom lydhodet.

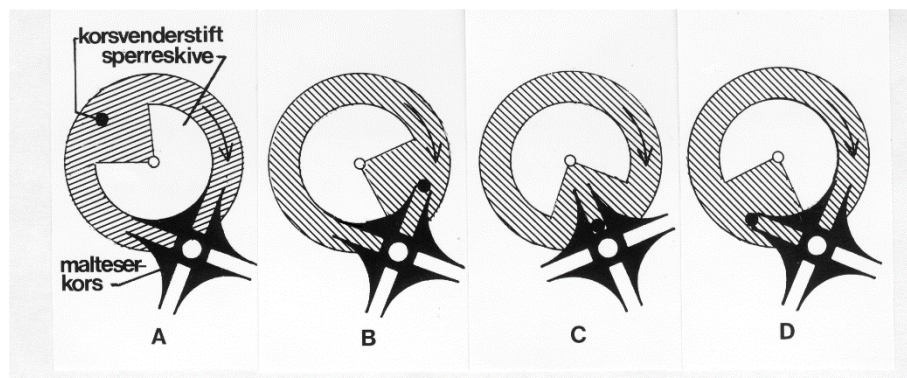
I lydhodet passerer filmen en tynn, horisontal lysstripe som belyser filmens optiske lydspor. Det lyset som passerer gjennom lydsporens varierende sverting, treffer den lysfølsomme cella (solarcelle) på baksiden. Variasjonene i sverting omvandles til variasjon i elektrisk strøm, som igjen forsterkes opp og gjengis i kinoens lydanlegg.

Lyden ligger foran bildene på filmen, tilpasset avstanden mellom bildevinduet og lydhodet. Denne avstanden kan reguleres med størrelsen på underløyken for at lyd og bilde skal være synk i salen.

Fra det optiske lydhodet går filmen, via et dempesystem, til *nedre transportør*, som sørger for at filmen mates jevnt ut av verket til optrekksystemet.

10.6.1.1 Malteserkors

Rykkhjulet har som regel 16 tenner. Det roterer 90 grader/4 perf.hull og trekker filmen ett bilde frem for hvert rykk. Nesten alle kinomaskiner benytter malteserkorsmekanismen for å lage den rykkvise bevegelsen, slik det er vist på Fig 10-11.



Figur 10-11:

Malteserkorsmekanismen

A: Malteserkorsets bevegelse er hindret av spærreskiva.

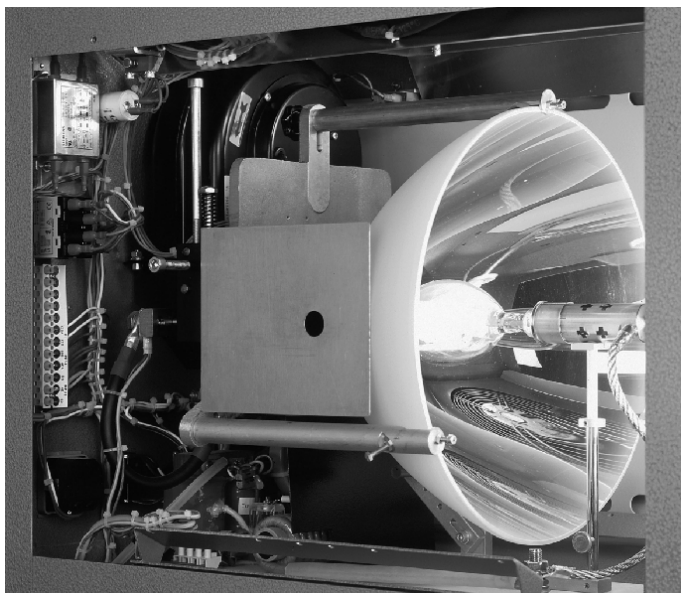
B: Korsvenderstiften glier inn i kanalen i malteserkorset. Samtidig frigjøres korset fra spærreskiva.

C: Korsvenderstiften trekker korset med seg rundt. Her vises situasjonen midt-veis i rykket, når malteserkorset har sin største hastighet.

D: Korsvenderstiften glier ut av kanalen i malteserkorset samtidig som spærreskiva sperrer for korsets bevegelse. Rykket er over.

10.6.1.2 Lampehus

Lyskilden til 35mm projektorer er nesten alltid xenonlamper. Xenonkolber for kinomaskiner kom på 1950-tallet, og de første versjonene måtte stå loddrett i lampehuset og hadde noen utfordringer mht effektiv utnyttelse av lyset.



Figur 10-12: Lampehus for 35mm kinomaskin med liggende xenonkolbe

Etter hvert ble det utviklet liggende xenonkolber, som raskt overtok for de stående.

Lampehus for 35mm kinomaskiner har mange likehetstrekk med lampehus for digitale kinoprojektorer. En vesentlig forskjell er at lampen må justeres manuelt for å gi optimalt lys. Det er én justering som vipper kolben i horisontalplanet, og styrer lyset sideveis, én som vipper kolben vertikalt for høydejustering av lyset, og én som justerer kolben langs aksen for å justere kolben i akseretningen, og dermed spre eller konsentrere lyset. Det kreves litt trening for å justere inn en ny kolbe ved lampeskift, men de fleste kinoene gjorde dette selv.

10.7 16mm film

Før video tok over, ble det laget 16mm kopier av en del filmer for distribusjon til handelsflåten, senere også til offshore-virksomheten i Nordsjøen. Bygdekinoen forsøkte også en kort periode å vise 16mm film. Mange kortfilmer ble tatt opp og distribuert på 16mm, men ikke mange kinoer viste disse filmene.

10.7.1 16mm filmformater

Bildevinduet i 16mm projektorer er fast. Høyden er 7,21mm, bredden er 9,65mm. Dette gir et høyde-bredde forhold på 1:1,33, ofte betegnet som 4:3. Det finnes også anamorf 16mm format, med høyde/breddeformat på 1:2,66 (dobbel bredde), men det forekommer svært sjelden.

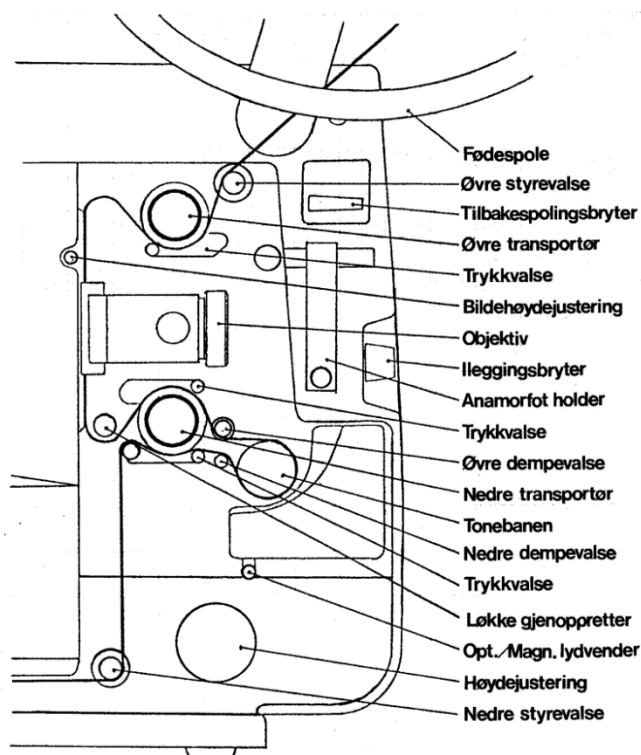
16mm filmer i andre formater enn 4:3 vil ha sorte striper i topp/bunn (letterbox) eller på sidene (pillarbox), på samme måte som på TV apparater eller andre skjermer, der visningsformatet ikke er det samme som skjermformatet.

10.7.2 16mm projektorer

16mm projektorer er enklere i oppbygging enn 35mm kinomaskiner.

Fordi 16mm film kun har ett perforeringshull pr. bilde, er det ikke noe problem å få helt bilde ved treingen. Derfor kan ilegg av film forenkles og automatiseres. For 16mm projektorer finnes det tre forskjellige systemer i bruk:

- **Manuell treing**, der filmen legges i manuelt. Maskinisten må selv passe på løkkestørrelser, stramning over lydhodet osv.
- **Automatisk treing**, der projektoren settes i stilling for treing. Den renklippede filmenden stikkes inn i projektoren og kommer ut i andre enden riktig tredd. Et rykk i enden på filmen er som regel nok for å oppheve trede-mekanismen.
- **Kanaltreding (slot load)**, der filmen legges i en åpen kanal i projektoren. Når kanalen lukkes, ligger filmen på plass, klar til å kjøres.

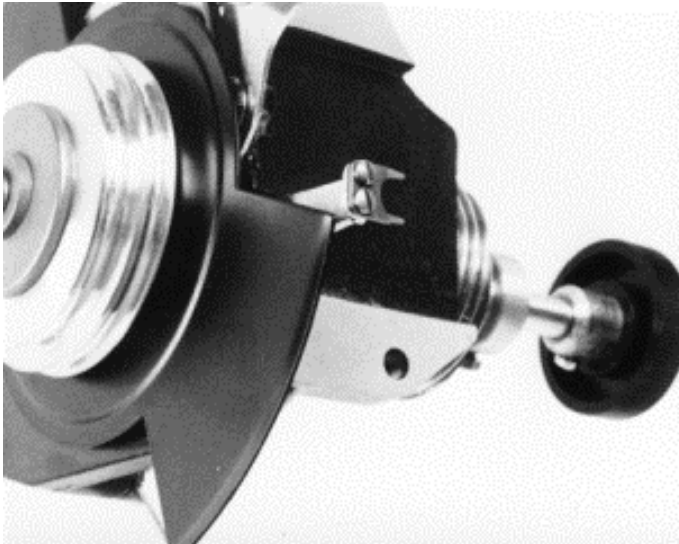


Figur 10-13: 16mm projeksjonsverk. Skissen viser filmens bane gjennom projeksjonsverket med navn på de ulike delene (Hokushin)

10.7.3 Rykkemekanismen

Enkelte 16mm projektorer bruker rykkhjul med malteserkorsmekanisme, etter samme prinsipper som for 35mm kinomaskiner. Dette er en solid og stabil løsning, men rykkene er langsomme, og det gir stort lystap fordi lyset må blendes mens rykket pågår.

De fleste 16mm projektorer har en *griper*, med 2, 3 eller 4 tenner, som sitter i selve filmporten (se fig 10-14). Tennene på griperen griper inn i perforeringshullene på filmen og trekker filmen ett bilde frem. Deretter trekker de seg ut av perforeringshullene og går tilbake før de griper inn i perforeringen på nytt og utfører neste rykk. Denne mekanismen utfører fremrykkingen langt raskere enn malteserkorset, slik at blenden kan gjøres mindre og lysutbyttet større. I tillegg får filmen en myk start og en myk avslutning av den rykkvise bevegelsen.



Figur 10-14: 16mm gripermekanisme. De to tennene på griperen griper inn i perforeringshullene, og rykker filmen hurtig ett bilde frem. Til venstre sees blenden som roterer og stenger for lyset mens filmen trekkes frem

Pin Cylinder er en mekanisme med rykkhjul som er like rask som gripermekanismen. Den ble utviklet av Philips, men finnes bare på noen få, spesielle projektormodeller.

10.7.4 Lyskilder for 16mm projeksjon

Det stilles de samme krav til luminans og fargetemperatur for 16mm som for 35mm projeksjon.

På portable 16mm projektorer benyttes xenonkolber opp til 1000W, men da begynner projektorene å bli så store og tunge at man kan stille spørsmål ved portabiliteten.

Til skolebruk, og annen ikke-profesjonell bruk, ble det ofte brukt halogenlamper, som er glødetrådslamper. De gir mye mindre lys, og de har for lav fargetemperatur, slik at fargene i bildet ikke blir korrekt.

Det finnes også andre spesiallamper som har vært benyttet.

10.7.5 16mm lyd

Fordi lydsporet er smalere enn på 35mm film, og fordi filmhastigheten er lavere, stilles ikke de samme kravene til lydgjengivelsen fra 16mm film. En annen årsak til at 16mm lyd kan være dårligere er at det ikke er standardisert på hvilken side av basematerialet emulsjonen skal ligge. Hvis tonelampe-optikken fokuserer lysspalten på emulsjonen på den ene siden,

vil diskantgjengivelsen bli dårligere med film som har emulsjonen på den andre siden. Det finnes profesjonelle projektorer som har en liten vender på tonelampeoptikken for å bytte fokus én filmtykkelse, fra den ene til den andre siden av filmen. Men det vanlige er at det ved fokuseringen blir gjort et kompromiss, ved at lyset fokuseres midt i filmen. Grunnen til at emulsjonen ligger på forskjellige sider på filmen skyldes at det er forskjellig praksis ved kopiering av filmer i laboratoriene.

De fleste 16mm projektorer har en innbygget forsterker. Høytaleren kan være innebygget i projektoren, men det er upraktisk og har uakseptabel lyd kvalitet for filmvisning i en kinosal. På noen portable projektorer er høytaleren innebygget i frontdekselet som tas av når projektoren skal kjøres, og plasseres ved lerretet. Disse høytalerne har heller ikke i nærheten av akseptabel lyd kvalitet for profesjonell filmvisning. I stedet bør det brukes separate høytalere, av god kvalitet, som koples til projektorens forsterker.

På profesjonelle 16mm projektorer finnes en analog *linjeutgang*. Her kan lyden tas ut og koples inn på kinoens lydanlegg, som er kraftigere og bedre enn forsterkeren i projektoren. Noen linjeutganger tar ut signalet før tone- og volumkontrollen, slik at signalet er uavhengig av innstillingene av tone- og volumkontrollen på projektoren. Andre tar ut signalet etter, og i så fall kan tone- og volumkontrollen på projektoren settes i midtstilling. Evt. kan bass og diskant justeres slik at lyden i salen blir best mulig.

10.8 70mm film

Det finnes ulike systemer som benytter 70mm bred film. Dette avsnittet handler om formatet som har vært benyttet til distribusjon av spillefilmer på kino, med 5 perforeringshull pr bilde.

Formatet fikk sitt gjennombrudd på 1950-tallet, som et svar på utfordringen fra andre medier, spesielt TV. Det finnes mange store filmer fra denne tiden som er tatt opp og distribuert i 70mm format. Den siste av de store 70mm filmene fra denne tiden var *Ryans Daughter* i 1970.

Etter 1970 ble formatet mest brukt til oppblåsing av 35mm film. Det gir en forbedring av bildet, spesielt hvis det skal vises på et stort lerret, og det gir 6 kanaler magnetisk lyd, noe ingen andre formater hadde på den tiden.

I 1992 ble filmen *Far and Away (Mot nye horisonter)* tatt opp i 65mm og distribuert på 70mm film. Filmen ble ingen stor suksess, og det ble heller ikke forsøket på å gjenoppta 70mm formatet som optaksformat.

Etter digitaliseringen har interessen for 70mm film tatt seg opp, og Quentin Tarantinos *Hateful 8* (2015), Christopher Nolans *Dunkerque* (2017), *Tenet* (2020) m.fl. og andre har igjen begynt å lage filmer i formatet. Flere kinoer rundt i verden har installert eller oppgradert slik at de kan vise 70 mm film. I Norge er det først og fremst Cinemateket på Filmens Hus som viser disse filmene, men også Cinemateket i Bergen har fungerende utstyr.

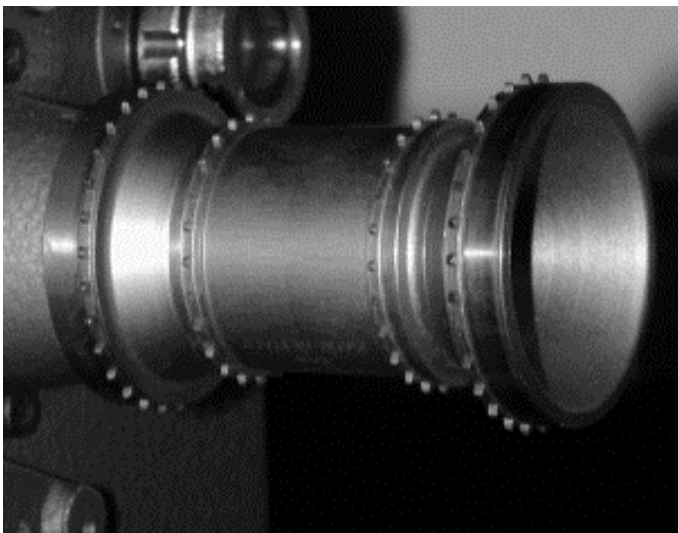
10.8.1 70 mm kinomaskin

70 mm kinomaskinen er vanligvis en kombinert 35/70mm kinomaskin, som med noen enkle grep kan klargjøres for å vise 70 mm film. 70 mm har ikke analog optisk lyd. Det magnetiske lydhodet eller DTS tidskodeleseren ligger foran filmporten, så utjevning av den rykkvise bevegelsen etter filmporten er ikke kritisk.

Siden 70mm film har større bildeflate enn 35mm film, settes det inn en spredelinse for lyset, slik at hele bildeflaten belyses.

10.8.2 70mm filmformat

Bildevinduet for 70 mm film er 22,00 x 48,59 mm, som gir et høyde-bredde forhold på 1:2,2. Filmen har 5 perforeringshull pr. bilde. Bildeflaten på filmen er ca. 3,5 ganger større enn på 35mm film, som gir mye bedre kvalitet (oppløsning) på lerretet. Kinoer med 70mm kinomaskiner hadde ofte regulerbar over og undermaske for å få større bilde til 70mm enn til Scope (1:2,39). Ofte var det bare overmasken som var regulerbar, og i så fall må kinomaskinen vippes for at det projiserte bildet skulle passe til avmaskingen av lerretet.



Figur 10-15: Kombinert 35/70mm transportør. 35mm film ligger an og trekkes frem av den indre delen av transportøren. 70mm film ligger an mot den yte delen og blir ikke skadet av tennene for 35mm film

10.8.3 70mm lyd

70mm filmer laget frem til midten av 1990 tallet har magnetisk lyd. Mellom bildet og perforeringshullene og på utsiden av perforeringshullene på hver side er det sveiset på 4 magnetiske lydbånd med til sammen 6 lydspor.

På nyere 70mm filmer er det kun kopiert inn en DTS tidskode, som brukes til å synkronisere lyd fra DVD-plater.

Kanalkonfigurasjonen for 70mm film fra før 1977 er:

- Venstre (Left, L)
- Indre Venstre (Left Extra, LE, med høyttaler mellom senter og venstre kanal)
- Senter (Center, C)
- Indre Høyre (Right Extra, RE, med høyttaler mellom senter og høyre kanal)
- Høyre (R)
- Effekt (S). Effektkanalen hadde ofte høyttalere i taket.

For *Superman* i 1978 ble det laget en annen konfigurasjon med Venstre, Senter, Høyre, Venstre Surround (LS), Høyre Surround (RS) og Dypbass, som er den samme konfigurasjonen som brukes i andre 5.1 kanals kinolyd systemer, inkludert digital kino.

Analog 70mm lyd behandles i en stereo prosessor som er laget



Figur 10-16: Magnetisk lydhode for 70mm film. 70mm hadde magnetiske lydbånd sveiset på filmen. Filmen passerer det magnetiske lydhodet og leses av før filmporten.

for 70mm filmlyd, med magnetiske forforsterker for hver kanal. Digital 70mm lyd (DTS) behandles i den samme prosessoren som DTS lyd for 35mm film.

10.9 Analog 3D film

Det har vært mange forsøk på å lage 3D filmer. I de første systemene besto hvert bilde to bilder som overlapper hverandre. Det ene rødt og det andre grønt (evt blålig). Denne teknikken kalles anaglyf 3D. Ved å bruke briller med et rødt og et grønt (blått) glass, ble det grønne (blå) bildet eliminert i det røde glasset (sort) og det røde bildet i det grønne (blå) glasset. På den måten kan filmer vises i 3D film, men resultatet blir bare sort/hvitt, og lystapet er veldig stort.

I stedet for sort/hvit anaglyf 3D kan det brukes polarisert lys. Hvert bilde på filmen (4 perf.hull) består av to delbilder som er stablet med to perforeringshull pr bilde. Ved visningen brukes spesialoptikk som polariserer det ene bildet horisontalt og det andre vertikalt, slik at de overlapper hverandre på lerretet. Det minner litt om måten Sony gjør på sine digitalkino-projektorer, der 4K bildet splittes i to 2K bilder som samles på lerretet.

En løsning som gir bedre bilder og mer lys, er å kjøre med to synkroniserte kinomaskiner som viser den samme filmen. Den ene viser horisontalt og den andre vertikalt polariserte bilder. Her må begge kinomaskinene startes nøyaktig samtidig på samme bilderute, og hvis det må klippes bort filmruter på den ene filmen, må tilsvarende bilder på filmen til den andre maskinen også klippes bort, for å opprettholde synkroniseringen.

For at polarisasjonseffekten ikke skal oppheves på lerretet, må det brukes sølvduk. Publikum måtte bruke briller med ett vertikalt og ett horisontalt polarisert glass.

Produksjon og visning av stereoskopisk film har gjennomgått en enorm utvikling med digitaliseringen av kinoen, beskrevet i kapittel 6.

10.10 Andre filmsystemer

Det ville føre for langt å komme inn på alle de idéene som med større eller mindre hell har vært utprøvd i filmens historie. Det som kanskje slår den som tar seg tid til å studere dette, er hvor mange av de idéene det jobbes med i dag som har vært forsøkt tidligere. Nye utfordringer har tvunget bransjen til stadig å tenke nytt.

10.11 Storbildeformater

For å lage store bilder på lerretet ble det i 1920-årene gjort forsøk med å kjøre flere projektorer synkront, ved at drivverkene ble koplet sammen mekanisk. På den måten kunne hver projektor

vise hver sin del av bildet. Et eksempel på dette er *Triptych*-systemet (3 projektorer) som bl.a. ble benyttet på Abel Gance's film *Napoleon*. En viss utbredelse fikk denne teknikken gjennom systemer som *Cinerama* og *Cinemiracle*. *Cinemiracle* ble bl.a. benyttet til filmen *Windjammer* hvor den norske seilskuten Christian Radich ble brukt. Filmen ble vist med denne teknikken på Colosseum kino i Oslo.

System med flere projektorer har vært brukt til å vise film i 180 grader og helt opp til 360 grader ved hjelp av 10x70mm projektorer (*Cinéorma*, 1897), 11 eller 22 35mm-projektorer (*Circolorama*, 1958) og 9 eller 11 16mm projektorer (*Circarama*, 1955-61).

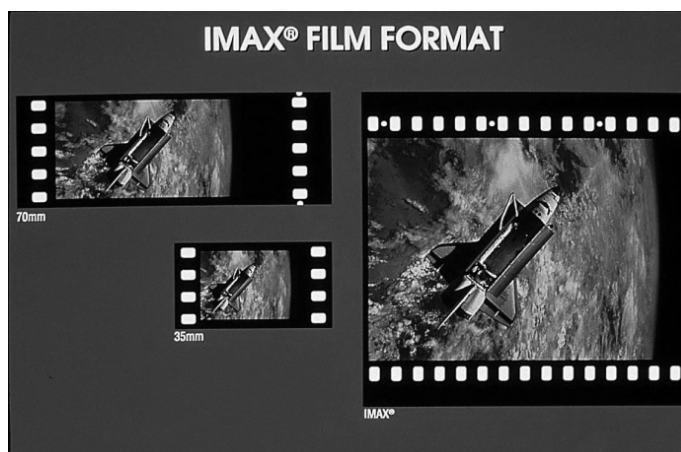
10.11.1 Showscan

I 1980-årene laget *Douglas Trumbull* systemet *Showscan*, der 70mm film projiseres med 60 bilder pr sekund. Det gir veldig skarpe, klare bilder, også ved raske bevegelser i bilde eller kamera. Ideen er den samme som ligger til grunn for HFR for digital kino. Lyden ligger på separat magnetbånd (analog) eller optiske disk (digitalt), synkronisert med projektoren, med 6 kanaler lyd. I tillegg er det subwoofere som får hele salen til å riste i dramatiske situasjoner.

Showscan finnes også i 3D.

10.11.2 IMAX (analog)

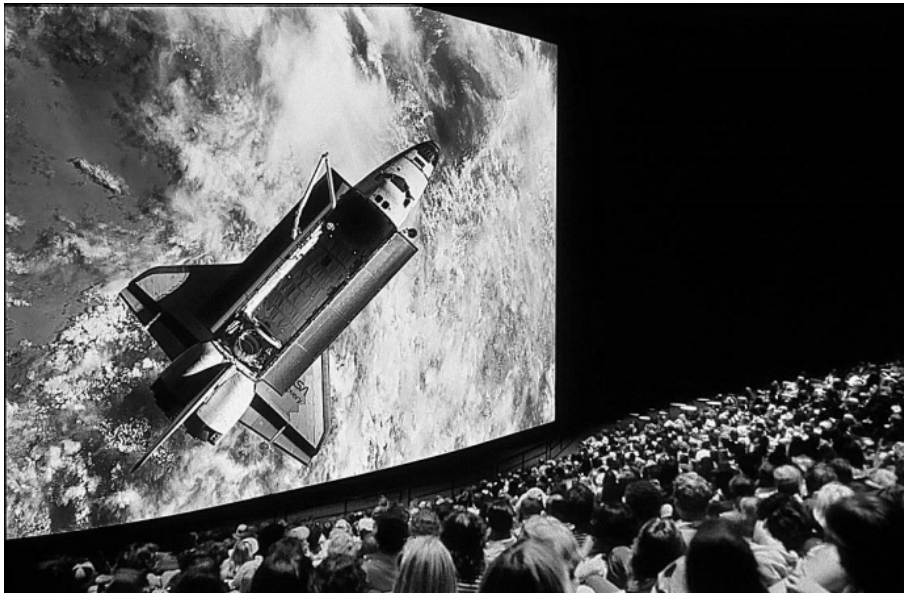
Et annet system, som fikk ganske stor utbredelse, var *IMAX*. Det benytter 70mm film som går horisontalt gjennom kinomaskinen, med 15 perforeringshull pr bilde. Det er det største filmformatet som noen gang har vært brukt til kino.



Figur 10-17: Sammenligning av bildeformatene (på filmen) mellom 35mm, standard 70mm og IMAX

Hensikten med systemet er å vise bilder på et gigantisk lerret. Når man som tilskuer sitter i salen, skal man ikke se grensene for bildet (maskeringen) slik det er på en vanlig kino.

I stedet for å knytte formatet opp mot IMAX, som introduserte det,



Figur 10-18: IMAX sal. Bildet illustrerer bildestørrelsen i en IMAX kinosal. (IMAX)

brukes ofte betegnelser som viser til antall perforeringshull per bilde og filmtype (bredde). IMAX blir dermed kalt 1570 (15 perf 70mm film).

Iwerks er tilsvarende system hvor 70mm film går vertikalt gjennom kinomaskinen, med 8 perforeringshull per bilde. Dette systemet kalles også 870.

IMAX-systemet finnes i ulike varianter.

- *IMAX* er betegnelsen på standard systemer, på flatt lerret med 24 bilder pr sekund.
- *IMAX HD* vises på flatt lerret med 48 bps.
- *IMAX 3D* vises på flatt lerret. 3D effekten kan oppnås med polarisasjon eller med aktive LCD briller.
- *IMAX Dome* er betegnelsen på systemet som benytter kuleformet lerret også kalt *Omnimax*
- *IMAX Solido* viser 3D bilder på et kuleformet lerret der publikum bruker LCD briller.

Projektoren som ble benyttet til 1570 formatene ligner ikke så mye på en vanlig kinomaskin. Både måten filmen går gjennom projektoren på, og måten selve projeksjonen skjer på er forskjellig. Fordi lerretet er så stort, må det brukes en spesielt



Figur 10-19: IMAX projektor. Bildet viser en IMAX projektor for 3D film. Det er to filmruller, en for bildet til hvert øye. (IMAX)

kraftig lyskilde, med opp til 15.000W xenonkolbe. På IMAX projektorer presses bildeflaten mot en glassplate under projeksjonen ved hjelp av vacuum. Glassplaten er med på å holde bildet stabilt, og hindrer at bildeflaten krummer seg. Den holder også filmen på plass over tennene.

IMAX finnes fremdeles, men de har utviklet sin egen digitale løsning, der filmer konverteres til IMAX og vises på veldig store lerreter i IMAX-kinosaler, parallelt med visning i ordinære kinoer. Den digitale versjonen av IMAX finnes både i 2D og 3D På Odeon Storo (Oslo), er det en digital IMAX sal.

..

11 Å VÆRE ARBEIDSTAKER

Dette kapittelet er skrevet av Fagforbundet, og her vil du finne informasjon om temaer som angår deg som arbeidstaker; enten du er ansatt i en kommunal eller privat kino. Som arbeidstaker har du både rettigheter og plikter, og noen av disse finner du i Arbeidsmiljøloven.

11.1 Arbeidsmiljøloven skal sikre et godt og trygt arbeidsmiljø!

I dette kapittelet finner du de mest sentrale paragrafene i Arbeidsmiljøloven. Dette er et godt utgangspunkt for å ivareta egen og andres sikkerhet og arbeidsmiljø.

Ansatte i norske bedrifter og kommuner er godt beskyttet av lovverket når det gjelder helse, (arbeids-) miljø og sikkerhet. Det betyr ikke at alle arbeidsplasser er problemfrie, men at partene i arbeidslivet er blitt enige om hvordan de skal forhindre at problemer oppstår, og hvordan man skal forholde seg når det blir konflikt. Det er viktig at ansatte og ledelse er klar over hvilke rettigheter og plikter som følger med hver enkelt arbeidsplass/stilling.

11.1.1 Lovens formål

Lovens formål er:

- a) å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og med en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utvikling i samfunnet,
- b) å sikre trygge ansettelsesforhold og likebehandling i arbeidslivet,
- c) å legge til rette for tilpasninger i arbeidsforholdet knyttet til den enkelte arbeidstakers forutsetninger og livssituasjon,
- d) å gi grunnlag for at arbeidsgiver og arbeidstakerne i virksomhetene selv kan ivareta og utvikle sitt arbeidsmiljø i samarbeid med arbeidslivets parter og med nødvendig veiledning og kontroll fra offentlig myndighet,
- e) å bidra til et inkluderende arbeidsliv.

11.1.2 Arbeidsgivers plikter

Arbeidsgiver skal sørge for at bestemmelsene gitt i og i medhold av denne lov blir overholdt.

11.1.3 Arbeidstakers medvirkningsplikt

(1) Arbeidstaker skal medvirke ved utforming, gjennomføring og oppfølging av virksomhetens systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid. Arbeidstaker skal delta i det organiserte verne- og miljøarbeidet i virksomheten og skal aktivt medvirke ved gjennomføring av de tiltak som blir satt i verk for å skape et godt og sikkert arbeidsmiljø.

(2) Arbeidstaker skal:

- a) bruke påbudt verneutstyr, vise aktsomhet og ellers medvirke til å hindre ulykker og helseskader,
- b) straks underrette arbeidsgiver og verneombudet og i nødvendig utstrekning andre arbeidstakere når arbeidstakeren blir oppmerksom på feil eller mangler som kan medføre fare for liv eller helse, og vedkommende ikke selv kan rette på forholdet,
- c) avbryte arbeidet dersom arbeidstaker mener at det ikke kan fortsette uten å medføre fare for liv eller helse,
- d) sørge for at arbeidsgiver eller verneombudet blir underrettet så snart arbeidstaker blir kjent med at det forekommer trakassering eller diskriminering på arbeidsplassen,
- e) melde fra til arbeidsgiver dersom arbeidstaker blir skadet i arbeidet eller pådrar seg sykdom som arbeidstaker mener har sin grunn i arbeidet eller forholdene på arbeidsstedet,
- f) medvirke ved utarbeiding og gjennomføring av oppfølgingsplaner ved helt eller delvis fravær fra arbeidet på grunn av ulykke, sykdom, slitasje eller lignende,
- g) delta i dialogmøte etter innkalling fra arbeidsgiver, jf. § 4-6 fjerde ledd.
- h) rette seg etter påbud fra Arbeidstilsynet.

(3) Arbeidstaker som har til oppgave å lede eller kontrollere andre arbeidstakere, skal påse at hensynet til sikkerhet og helse blir ivaretatt under planleggingen og utførelsen av de arbeidsoppgaver som hører under eget ansvarsområde.

11.2 Verneombud

Arbeidsgivere kan organisere sitt HMS-arbeid på ulike måter, men det skal foreligge en plan for HMS-arbeidet på alle arbeidsplasser. Alle arbeidsplasser *skal* ha et verneombud.

- Verneombudets rolle er å ivareta arbeidstakernes interesser i saker som angår arbeidsmiljøet.
- Verneombudet har en lovfestet rett og plikt til å gjennomgå opplæring.
- Verneombudet skal ha tid til å utføre oppgavene.
- Verneombudet har rett til stansing av virksomheten
- Verneombudet skal delta i virksomhetens systematiske arbeid med helse, miljø og sikkerhet

- En tillitsvalgt er ikke det samme som et verneombud!
- Verneombudet velges av og blant alle ansatte, mens det er bare medlemmer i en fagforening som velger og kan velges som tillitsvalgt.

De fleste arbeidsplasser har årlig gjennomgang av arbeidsplassen med fokus på helse, miljø og sikkerhet. De fleste arbeidsplasser har også et eget opplegg for internkontroll, som sikrer et forsvarlig arbeidsmiljø og utstyr gjennom året. Arbeidsrutiner er en viktig del av dette arbeidet. Som arbeidstaker har du plikt til å bidra med din erfaring og kompetanse. Arbeidsmiljø bør være tema på personalmøter med jevne mellomrom. Det er viktig å ha et sted å lufte problemer og utfordringer før de blir for store. Alle ansatte har plikt til å bidra til et godt psykososialt arbeidsmiljø.

Mer informasjon om helse, miljø og sikkerhet finner du på www.arbeidstilsynet.no

11.3 Ros-analyse

Ros-analyse står for risiko- og sårbarhetsanalyse. Ved å kartlegge sannsynlighet og konsekvenser av uønskede hendelser, som for eksempel strømbrudd, vannlekkasje eller branntilløp, kan man prioritere risikoområder og planlegge tiltak for å forhindre dem eller redusere konsekvensen av dem dersom de skulle oppstå.

ROS-analysen er i hovedsak en *kvalitativ risikovurdering*, bygget på faglig skjønn og erfaring. Det har vist seg å være et effektivt verktøy for å definere forbedringsområder.

I en kino skal ROS-analysen omfatte både den *ansatte og publikum*. Det er eier og arbeidsgiver som har ansvaret for at lokalet er i forskriftsmessig stand, og at arbeidsplassene er trygge. De forskjellige arbeidsgiverne kan ha ulike navn på ROS-analysen, men alle skal ha gjort en slik analyse.

11.3.1 Eksempel på HMS-rutine i store kinoer

Det er mange ulike lokaler som brukes til kino; alt fra små grendehus til større kinobygg med flere saler. Uavhengig av størrelsen på lokalet, skal det tilfredsstillende grunnleggende krav til sikkerhet både for ansatte og publikum. Her har vi tatt med eksempel på hvordan HMS-arbeidet blir organisert i en stor kino, med mange ansatte. Bruk gjerne dette som utgangspunkt for å arbeide med HMS på din arbeidsplass.

- Bedriften gjennomfører IK (Internkontroll) runder hvert år hvor senterleder, verneombud og BHT (Bedriftshelse-tjenesten) deltar.

- I forkant gjennomføres det et intervju med hver enkelt ansatt hvor de møter verneombudet og senterleder og hvor det er lagt fokus på psykososialt arbeidsmiljø.
- Ansatte blir også spurt om branninstruksen og blir gjort kjent med vernetjenesten og ASU (arbeidsmiljø og samarbeidsutvalg).
- Ansatte får også anledning til å komme med innspill på ting som de trenger for å utføre sitt arbeid. IT- Løsninger f. eks billettsystem og andre arbeidsredskaper som vi kan se på i selve IK runden.
- Det settes opp en liste over det som er observert av feil og mangler
- Det utarbeides en IK tiltaksliste og en handlingsplan med prioriterte tiltak med ansvar og frister. Disse sendes til ASU.
- Bedriften kjører også etter vedtak i ASU en MTU (medarbeidertilfredshetsundersøkelse) Denne tas elektronisk og er anonym og det kjøres en stor del av året ca 50 spørsmål på alt fra ledere til motivasjon, trivsel, effektivitets hindre etc. Denne brukes til å fange opp hvordan det står til ute og hva som kan settes inn av tiltak for å bedre forholdene. (Det går stadig bedre år for år og det er nå femte året det gjennomføres)

11.4 Kort om fagforbundet

Fagforbundets hovedoppgave er å sikre medlemmene gode og trygge lønns- og arbeidsvilkår. Fagforbundet er LOs største forbund, på vei mot 400 000 medlemmer. Som landets største arbeidstakerorganisasjon har Fagforbundet tyngde og politisk gjennomslagskraft til å styrke og videreutvikle velferdsstaten.

Fagforbundet mener at kommunene skal ha sunn økonomi, fordi du skal ha tilgang på gode velferdstjenester uavhengig av hvor du bor og hvor tykk lommebok du har. Av samme grunn jobber Fagforbundet også for bedre *kvalitet* og gode yrkesfaglige tilbud, og *mot privatisering og konkurranse-utsetting*. Det er bruk for en fagbevegelse som fortsetter å fremme omtanke, solidaritet og samhold. Fagforbundet arbeider for likestilling og likeverd i et mangfoldig arbeidsliv og for likelønn og lik status mellom kvinnedominerte og mannsdominerte yrker.

Fagforbundet organiserer svært mange ulike yrkesgrupper. For å kunne gi alle et godt yrkesfaglig tilbud, organiseres medlemmene i fire seksjoner. Dette kurset i digital kinoteknikk er initiert av Yrkesseksjon kirke, kultur og oppvekst.

Hvorfor være medlem i en fagforening?

Medlemmene i en fagforening velger hvem som skal representere dem overfor arbeidsgiver. Den tillitsvalgte skal

kjenne lover og regler, og være en å spørre til råds vedrørende arbeidsforholdet. De tillitsvalgte deltar i lønnsforhandlinger på vegne av sine medlemmer. I konfliktfylte situasjoner har man også rett til å ha med seg tillitsvalgte på møter med arbeidsgiver. Hvor mye tid og ressurser den enkelte tillitsvalgte har, avhenger av antall medlemmer på den enkelte arbeidsplass og hvor mye ressurser fagforeningen har til rådighet. Fagforeningene har egne opplæringsprogrammer for sine tillitsvalgte, slik at de skal være kompetente til å løse ulike oppgaver. De fleste fagforeninger har gunstige forsikringsordninger for sine ansatte.

11.5 Partene i arbeidslivet

Partssamarbeid har lange tradisjoner i norsk arbeidsliv og i offentlig sektor. Dette er regulert både gjennom lover og i avtaleverk. Allerede tidlig på 1960-tallet startet forsøk med større grad av deltakelse og demokrati på arbeidsplassen. Partssamarbeid, bedriftsdemokrati og deltakelse har blitt betegnet som et vesentlig konkurransefortrinn for Norge som samfunn. Det har bidratt til færre arbeidskonflikter, større tilhørighet til arbeidsplassen og en utvidelse av demokratibegrepet på arbeidsplassene. Tradisjonelt har partssamarbeid både i privat og offentlig sektor vært et formalisert samarbeid mellom arbeidsgiverne (ledelse) og de ansatte (tillitsvalgte).

Arbeidstakersida i partssamarbeidet representeres av fagforeningene. En fagforening skal snakke på vegne av medlemmene. Noen fagforeninger representerer bare én eller noen få yrkesgrupper, mens andre representerer mange ulike yrkesgrupper på en arbeidsplass. Fagforbundet representerer over 100 ulike yrker, og er en arbeidstakerorganisasjon med stor bredde

11.6 Lønnsforhold

Det er ingen formelle kvalifikasjonskrav som kreves for å jobbe i kino. Du bør imidlertid ha interesse for film og kinodrift, og noe teknisk innsikt. I yrker uten krav til utdanning begynner man lavt på lønnsstigen. Lønna bestemmes av tidligere yrkeserfaring og realkompetanse. Etter hvert som du får erfaring i arbeidet, får du også større ansvar, og det vil kunne føre til høyere lønn. Å gjennomføre dette kurset i digital kinodrift vil kunne gi uttelling i forhold til lønn. Den tillitsvalgte på din arbeidsplass kan informere om hva det er lurt å gjøre i forhold til lønnsforhandlinger.

11.7 Kompetanseutvikling

Lik rett til utdanning og livslang læring for alle er en viktig rettighet for Fagforbundet. Livslang læring er viktig for å gi den enkelte trygghet i et arbeids- og samfunnsliv som er i stadig endring. Læring foregår på formelle og uformelle arenaer. Arbeidsgiver har ansvaret for at den enkelte arbeidstaker har tilstrekkelig kompetanse til å utføre sin jobb. Seriøse arbeidsgivere har en kompetanseplan for sine ansatte. Ansatte må også gjøre en innsats selv for å holde seg faglig oppdatert.

Det er ikke alltid klare regler for hvilke typer utdanning, etterutdanning og kurs som gir uttelling i forhold til lønn. Det er viktig at du som arbeidstaker diskuterer kompetanseutvikling med din nærmeste leder. Den tillitsvalgte på arbeidsplassen har også ansvar for å bidra til kompetanseutvikling for de ansatte.

11.8 Heltid - Deltid

Svært mange kinoansatte har deltidsstillinger. For noen betyr det at de ikke får tilstrekkelig inntekt til for eksempel å få boliglån, og at de ikke får full opptjening av pensjonspoeng.

I mindre kommuner er det ikke uvanlig å kombinere kinojobb med arbeid i for eksempel fritidsklubb, kulturskole eller bibliotek. Fagforbundet er opptatt av at alle skal ha mulighet til heltidsstillinger. Det betyr at du som er deltidsansatt i en kommunal stilling, skal ha rett til å få utvidet din stillingsprosent ved å jobbe i andre kommunale virksomheter. Dette forutsetter selvsagt at du har kompetanse og egnethet for andre typer arbeid.

11.9 Tverrfaglig samarbeid

Fagforbundet er opptatt av at alle yrkesgrupper deltar i tverrfaglig samarbeid. Dette fordi samarbeid er en forutsetning for kvalitativt godt arbeid og et godt sluttprodukt. For kinoansatte kan det være aktuelt å samarbeide med andre brukere av lokalene, eller andre som jobber med kultur i kommunen, eller teknisk personale. Tverrfaglig samarbeid tuftes på respekt for hverandres kompetanse, og hverandres yrkesroller.

Alles arbeid har betydning for helheten, og må anerkjennes og synliggjøres. Her har både arbeidsgiver og fagforening et ansvar. Fagforbundet organiserer alle yrkesgrupper og fokuserer på helheten framfor de enkelte yrkesgruppene.

Husk: vær stolt av det arbeidet du gjør! Hvis du ikke selv har respekt for egen arbeidsplass og egen innsats, kan du heller ikke vente at andre skal ha det.

Litteratur

- Kinoteknikk Grunnkurs, Rolv Gjestland, Folkets Brevskole 1986
- Kinoteknikk, Rolv Gjestland, FB Fjernundervisning 2001
- Digital Kinoteknikk, Rolv Gjestland, Film&Kino/Fagforbundet 2014
- Rom for opplevelse, Rolv Gjestland, Film & Kino, 1986
- How To Design A Cinema Theatre, Rolv Gjestland, UNIC 2019.
- Diverse bøker og hefter fra Eastman Kodak Company, USA, 1984.2001
- The focal encyclopedia of film and TV techniques, Focal press, London 1982
- NFTUs film- og TV-tekniske uttrykk på engelsk og 5 nordiske språk, NFTU/Proprius förlag, Stockholm 1983
- The advanced projection manual, Torkell Sætervadet, NFI/FIAF, 2006
- Fiaf digital projection guide, Torkell Sætervadet, FIAF, 2012
- Etablering av Moderne Kinosentre, Ivar Halstvedt, Rolv Gjestland m.fl. Film & Kino 2010
- Guide to Alternate Content, EDCF 2019
- A Buyers Guide To Laser Projection
- Dummy's Guide To The SMPTE DCP, Rich Phillips/EDCF 2019
- The EDCF Guide to 3D Cinema, EDCF, 2011
- Technical guide for the projection booth in digital cinema, CST, 2011
- DCI Specifications, ver 1.4 with errata, DCI, 2021
- A Best Practices Guide, EDCF 2019
- The BKSTS CTC Digital Projection Handbook, BKSTS, 2012
- CTC Digital Projection Handbook, juli 2018
- Digital Mastering for cinema exhibition, EDCF, 2013
- Lysboken 1A, Lyskultur 2013
- Diverse standarder fra SMPTE
- Diverse artikler etc fra ISDCF
- Diverse artikler fra Cinema Technology Magazine, CTC
- Diverse artikler og white papers fra Barco, Christie, Dolby, Doremi, Sony, Texas Instruments, QSC m.fl
- Diverse brukermanualer fra Barco, Christie, Dolby, Doremi, Harkness, JBL, QSC, Master Image, RealD, Sony, Strong MDI, Ultra Stereo Labs, Yamaha, Xpand m.fl

Takk

Det er mange som har bidratt til denne boken. Først og fremst vil jeg takke Fagforbundet, Seksjon kirke, kultur og oppvekst, som har bidratt til finansiering av boken, og Ellen Ovenstad, fagleder for yrkesseksjon kirke, kultur og oppvekst, som har vært den viktigste pådriveren og har fulgt bokprosjektet hele veien. Uten denne støtten hadde det ikke blitt noen bok.

Utstysleverandører, fabrikanter og andre har generøst delt av sin kunnskap, og bidratt med informasjon og illustrasjoner om ulike produkter og bruken av disse.

Jeg har fått gode råd og mange tips fra teknisk personale på kinoene. Spesielt vil jeg nevne Einar Jacobsen (Bergen), Kurt Laumann (Trondheim), Thor Vidar Hjelmervik (Haugesund).

Takk også til DCI (Digital Cinema Initiative) for tillatelse til å bruke materiale fra DCI spesifikasjonene.