



FUNKSJONSBESKRIVELSE AV-UTSTYR FOR UNDERVISNINGS- OG MØTEROM

UFS nr.:	116
Versjon:	4.1
Status:	Godkjent
Dato:	27.06.2025
Tittel:	Funksjonsbeskrivelse AV-utstyr for undervisnings- og møterom
Arbeidsgruppe:	AV
Forfatter:	Fredrik Haugdal, Paal Evjen og Bård Støfringsdal, COWI AS
Ansvarlig:	SIKT
Kategori:	Anbefaling

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Sammendrag

Dette dokumentet spesifiserer funksjonsbeskrivelser for anbefalte løsninger for AV-utstyr i auditorier, seminarrom, klasserom, møterom og grupperom. Det inngår som et av to dokumenter som gir anbefalinger for AV-utstyr i universitets- og høyskolesektoren.

Innholdsfortegnelse

DEL I INTRODUKSJON	5
1 Dokumentstruktur	5
2 Anbefalt prosess	5
3 Endringer i denne revisjonen	6
DEL II HVORDAN LAGE GODE UNDERVISNINGS- OG MØTEROM	7
4 Planløsning og utforming av rom	7
4.1 Tavler	8
4.2 Visningsflater, projektor- og LED-skjerm-løsninger	8
4.3 Visningsløsninger for møte- og grupperom	10
4.4 Utforming av møtebord i møterom for videokonferanse	11
4.5 Overflater og fargevalg i rom med videoopptak/videooverføring	12
4.6 Siktforhold og utforming av presentasjonsvegg	12
4.7 Utforming av amfi	17
4.8 Øvrige hensyn for å sikre gode siktforhold	19
4.9 Fleksible undervisningsrom	20
5 Bygningstekniske krav og tekniske installasjoner	20
5.1 Belysning	20
5.2 Krav til nettverksinfrastruktur	26
5.3 Brannsikring	32
5.4 Akustikk	33
5.5 Ventilasjon	35
5.6 Dagslys	35
5.7 Universell utforming	36
6 Plassering av presentasjonsutstyr	36
6.1 Undervisningsbord og talerstoler	36
6.2 Plassering av sentralutstyr	38
DEL III PROSJEKTERINGSGRUNNLAG AV-UTSTYR	39
7 Infrastruktur og signaloverføring	39
7.1 Integrerte signaloverføringssystemer	39
7.2 BYOD (Bring Your Own Device)	40
8 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	40
8.1 Hvordan senke brukerterskelen for foreleser	41
8.2 Fullverdig fjernundervisningsløsning basert på videokonferansekodek	42
8.3 Opptak/strømming av forelesninger	42
8.4 Videoopptaksstudio	43
8.5 Enkle videostudioer for selvbetjening	43
8.6 Lydløsninger for fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	43
8.7 Bildeløsninger for fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	44
9 Videomøter	46
9.1 Møterom med tradisjonelle videokonferansesystemer	46
9.2 PC-baserte videomøteløsninger	46
9.3 Lydløsninger for videomøter	47
9.4 Bildeanlegg for videomøter	47
9.5 Styresystem for videomøter	48

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

10 LYDANLEGG	48
10.1 Høyttalerløsninger	49
10.2 Mikrofonløsninger	51
10.3 Sentralutstyr for lyd	52
10.4 Løsninger for hørselshemmede	53
10.5 Støtte for kulturinnslag	54
11 Bildeanlegg	55
11.1 Signalformater og konvertering	55
11.2 Presentasjonsutstyr	57
11.3 Videoprojektører	57
11.4 LED-skjermer	59
11.5 Blending	61
12 Styresystem	61
12.1 Brukergrensesnitt	61
12.2 Styring av belysning	63
12.3 Styrte 230V-kurser	63
12.4 Fleksible romløsninger	63
13 Tyverisikring	64
DEL IV SYSTEMBESKRIVELSE	65
14 Større auditorier (over ca 60 plasser)	66
14.1 Basisinstallasjon	66
14.2 Tillegg	71
15 Mindre auditorier (opp til ca 60 plasser)	71
15.1 Basisinstallasjon	71
15.2 Tillegg	72
16 Seminarrom og klasserom	72
16.1 Basisinstallasjon	72
16.2 Tillegg	72
17 Enkle møterom og grupperom	73
18 Standard møterom og grupperom	74
18.1 Basisinstallasjon	74
18.2 Tillegg	74
19 Møterom for videokonferanse	74
19.1 Basisinstallasjon	74
19.2 Tillegg	75
DEL V INTEGRASJON OG GRENSESNIITT	76
20 Element som ikke inngår i AV-entreprisen	76
20.1 Møbler	76
20.2 Blending	76
20.3 PC-utstyr	76
21 Grensesnitt mot andre entreprenører	77
21.1 230V spredenet	77
21.2 Nettverksuttak	77
21.3 Allmennlys	77
21.4 Føringsveger	77
21.5 Golvbokser	78
21.6 Kommunikasjon	78
21.7 Brannalarmanlegg	78
21.8 Styresystem	78
21.9 Andre elektrotekniske installasjoner	78
DEL VISJEKKLISTE	79

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

DEL VII REFERANSER	81
--------------------------	----

INTRODUKSJON



SIKT har etablert en arbeidsgruppe for AV-utstyr. Arbeidsgruppen har deltakere fra universitet og høyskoler i hele landet, SIKT og rådgivningsselskapet COWI.

Det er utarbeidet fagspesifikasjoner (UFS) som gir funksjonsbeskrivelser for anbefalte løsninger for AV-utstyr i universitets- og høyskolesektoren. De omforente løsningene er basert på erfaringer fra arbeidsgruppens medlemmer.

Dokumentet er ment å være et arbeidsverktøy ved anskaffelse av AV-anlegg, både ved nybygg og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse. Målgruppen er primært teknisk personell og rådgivere som har ansvaret for å utarbeide løsninger og teknisk kravspesifikasjon ved anskaffelser. Dokumentet gir også anbefalinger for hvordan man skal sikre at løsningene som blir valgt er forankret i de daglige brukernes, dvs. studenter og foreleseres, reelle behov.

1 DOKUMENTSTRUKTUR

UFS 116: Funksjonsbeskrivelse AV-utstyr i undervisnings- og møterom beskriver anbefalte løsninger for utrustning i ulike romtyper. I tillegg inneholder dokumentet nyttig underlag i forbindelse med planlegging og vurdering av aktuelle løsninger, og forslag til grensesnittbeskrivelser. Undervisningsrom omfatter alle former for auditorier, seminarrom, klasserom eller formidlingsrom der det primære bruksområdet er forelesninger eller formidling. Møterom omfatter møterom og rom beregnet for gruppearbeid eller annen studentstyrt aktivitet, ofte med fleksibel møblering tilpasset ulike bruksområder.

I tillegg er det utarbeidet et støttedokument til UFS 116:

UFS 119: Tekniske og funksjonelle systemkrav for AV-utstyr beskriver nødvendige krav for å sikre riktig kvalitet og enhetlige løsninger. Dette dokumentet forutsettes å ligge til grunn for alle anskaffelser uavhengig av kompleksitet eller størrelse.

2 ANBEFALT PROSESS

Når man starter arbeidet med å definere utrustning og løsninger i hvert rom, anbefales følgende prosess:

1. **Definer rommets funksjon(er).** Ta kontakt med brukere eller brukerrepresentanter for å avdekke alle behov og mulige bruksområder. Det er viktig å *ikke* begynne med å definere utstyr i rommet, i stedet for funksjoner.
2. **Ranger de ulike funksjonene/bruksområdene** etter viktighet for de aktuelle brukergruppene. Dette vil danne grunnlag for eventuelle senere økonomiske prioriteringer, eller hvor vidt enkelte funksjoner forutsettes løst med mobilt/innleid utstyr.
3. **Velg/tilpass løsninger** som tilfredsstiller de ulike funksjonene ut fra anbefalte løsninger gitt i de ulike UFS-ene. Dersom det ikke er utarbeidet forslag til løsninger som tilfredsstiller alle funksjonene, må egen kompetanse i organisasjonen eller en ekstern rådgiver benyttes.
4. **Presenter løsningene** for brukerne/brukerrepresentantene for å sikre at alle behov er fanget opp.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

5. Vurder behov for **opplæring og brukerveiledninger**. Det er vesentlig å sikre at leverandør medtar tilstrekkelig opplæring av teknisk driftspersonell og brukere til å sikre en enkel og utvetydig bruk av anleggene, i tillegg til en stabil driftssituasjon. Det er viktig at opplæringen tilpasses de enkeltes forkunnskaper. I tillegg bør utarbeiding av enkle og utvetydige brukerveiledninger for alle AV-anlegg av en viss kompleksitet medtas hos leverandør.

To sentrale designprinsipper bør legges til grunn ved valg av løsninger:

Fleksibilitet innebærer å sikre gode tilpasningsmuligheter og minst mulig utskifting av utstyr ved oppgradering/tilpasning av utstyrløsning eller ombygging.

Skalerbarhet innebærer mest mulig lik oppbygning og enhetlige løsninger uavhengig av romstørrelse og kompleksitet. Dette gir større muligheter for å flytte utstyr, enklere beskrivelse av anleggene og forenklet driftssituasjon.

Denne dokumentasjonen er forsøkt utarbeidet med disse prinsippene som basis. Det er også et overordnet mål at foreleser skal kunne kjenne seg igjen fra ett undervisningsrom eller møterom til et annet, og fra én campus til en annen. Utforming av løsninger og brukergrensesnitt skal være mest mulig intuitive og selvforklarende slik at behovet for driftsstøtte og assistanse for foreleser reduseres.

Merk at disse UFS-ene ikke tar for seg forhold rundt selve anskaffelsesprosessen, som administrative og kontraktsmessige bestemmelser, kontraheringsprosess, tilbudsevaluering, eller drifts- og serviceavtaler.

3 ENDRINGER I DENNE REVISJONEN

Denne revisjonen er en oppdatering av versjon 3.0 som ble publisert 01.06.2017. Oppdateringene omfatter endringer som følge av teknologisk utvikling, endringer som følge av nytt regelverk/retningslinjer samt oppdateringer basert nye erfaringer/innspill.

HVORDAN LAGE GODE UNDERVISNINGS- OG MØTEROM



En mal for utforming av systembeskrivelser med anbefalte løsninger for de enkelte romtypene er gitt i del IV.

Del II og III gir viktig underlag i forbindelse med planlegging og vurdering av aktuelle løsninger. Spesielt vil kapittel 4 være sentralt i den tidlige planleggingsfasen. Deler av materialet vil nok være kjent for mange, og del 0 og III kan gjerne benyttes som oppslagsverk med utgangspunkt i referanser gitt i del IV Systembeskrivelse.

Ved ombygging eller rehabilitering er det ofte vesentlige begrensinger i muligheter for utforming av undervisnings- og møterom. For å kunne vurdere om aktuelle rom er egnet for tiltenkte funksjoner, er det utarbeidet en oversikt over anbefalte krav til bygningsmessige forhold og teknisk infrastruktur. Før man iverksetter store investeringer i AV-teknisk utrustning må man sikre at disse kravene er ivarettatt på en tilfredsstillende måte, eller man må kunne akseptere begrensingene som ligger i rommets utforming.

Det er svært viktig å så tidlig som mulig definere krav til utforming av rommet og til teknisk infrastruktur. Dette gjelder både ved nybygg og ved rehabilitering/ombygging. Dette vil legge føringer på både arkitekt og tekniske fag. Spesielt er krav til siktforhold, akustikk og føringsveier vesentlig å innarbeide i en tidlig prosjektfase.

4 PLANLØSNING OG UTFORMING AV ROM

Auditorier/seminarrom med mer enn ca. 50 plasser bør ha skrått amfi for å sikre gode siktforhold. For auditorier større enn ca. 100 plasser er en vifteformet sal å foretrekke, da dette gir kortere avstand til bakerste plass, samtidig som alle ser godt også på sidene av de fremre radene.

Anbefalt utforming av amfi er beskrevet i kapittel 4.7. For å oppnå gode siktforhold for alle, er det svært viktig at størrelse og plassering av visningsflaten bestemmes tidlig, og legges til grunn for møbleringsplan og utforming av amfi. Følgende metode anbefales:

1. Finn lengste seeravstand ut fra foreløpig plantegning og langsnitt av rommet.
2. Ta stilling til hvilken type kildemateriale som ønskes vist (se kapittel 4.2). Dette vil bestemme nødvendig størrelse på visningsflaten
3. Gjelder auditorier med skrått amfi: Vurder om visningsflaten skal plasseres over eller ved siden av/foran tavle (se kapittel 4.2).
4. Tegn inn foreløpig plassering av visningsflate, og tilpass amfiutforming/møbleringsplan slik at alle sikres gode siktforhold i henhold til anbefalinger i kapittel 4.6.3 (grønn sektor i Figur 7 og 8.)
5. Fortsett med gjensidig tilpassing av visningsflater og amfi/møbleringsplan til en optimal løsning.

6. Plasser eventuelle ekstra stoler i sone med akseptable siktforhold hvis nødvendig (gul sektor i Figur 7 og 8.) Plassering i rød sektor anbefales ikke.

Resultatet av ovenstående prosess kan bli at man får plass til færre studenter enn planlagt i et undervisningsrom. Det er avgjørende at man i slike tilfeller reviderer planløsning og/eller romprogram i stedet for å presse flere plasser inn i rommet. I motsatt fall løper man en stor risiko for å bygge et rom som gir misfornøyde brukere, og som ender opp med å bli ombygd tidligere enn planlagt.

4.1 Tavler

Tavlebredder må avklares i brukerprosessen, og behov/ønsker i undervisningsrom varierer ofte mellom ulike fagdisipliner. Merk likevel at økt bruk av PC-baserte presentasjoner, interaktive tavler og dokumentkamera reduserer behovet for store tavler. Det kan ofte være lettere å oppnå god utforming av presentasjonsveggen dersom en mindre tavle er tilstrekkelig, fortrinnsvis plassert på siden av visningsflaten.

Hev-/senktavler anbefales ikke, med mindre det er et spesielt ønske fra brukerne om dette. Løsninger med skinnemonterte tavler som kan skyves horisontalt kan derimot være aktuelle i enkelte tilfeller der det er vanskelig å kombinere tilstrekkelig tavleplass med gunstig plassering av visningsflater/lerret.

I undervisningsrom med fast plassering av undervisningsbord bør tavle plasseres nær undervisningsbordet.

I møte- og grupperom må plassering, størrelse og antall tavler tilpasses bruksområdet for rommet. Det anbefales å plassere både tavle og flatskjerm/LED-skjerm/lerret på en av kortveggene dersom romform og utforming av møtebord tillater dette, slik at alle i rommet kan ha fokus mot én presentasjonsvegg. Lerret på rull kan eventuelt monteres helt eller delvis foran tavle. I en del møte- og grupperom vil det på grunn av tilgjengelig plass likevel være et godt alternativ å plassere tavle og lerret/flatskjerm på motstående kortvegger. Eventuelt kan man plassere en smal tavle ved siden av flatskjerm/lerret, i tillegg til en bredere tavle på motsatt kortvegg eller på en av langveggene.

Det anbefales å benytte whiteboard i alle rom der man har behov for tavleløsning. Dette fjerner også behovet for vask ved presentasjonsveggen. Vær likevel obs på risikoen for refleksjoner fra whiteboardtavler, dette gjelder spesielt ved fjernundervisning og videoopptak.

Anbefalt tavlehøyde er 1,2 m, med underkant plassert 0,9 m over golv. Om ønskelig kan tavlene utrustes med AV-list for papiroppheng.

Alle tavler bør leveres med godt tavle-lys som gir jevnt lys på hele tavle-flaten for å sikre god lesbarhet.

Merk for øvrig at det finnes undervisningsrom ved norske høyskoler uten tradisjonelle tavler. Det kan vurderes om dokumentkamera og interaktiv tavle/interaktiv pc-skjerm kan erstatte whiteboardtavler.

4.2 Visningsflater, projektor- og LED-skjerm-løsninger

For å bestemme størrelse og plassering av visningsflater må man også ta stilling til hvilken oppløsning man ønsker å gjengi, hvilken type kildemateriale man vil kunne støtte, og om man vil kunne vise to samtidige kilder. Dette er ofte ønskelig med støtte for filmvisning i auditorier. Det bør i så fall benyttes én sentrert visningsflate.

Valg av oppløsning for projektorer og LED-skjermer samt alternative løsninger for å kunne vise to samtidige kilder er derfor også medtatt under dette kapittelet.

Visningsflater er her benyttet som et samlebegrep på manuelle og motoriserte lerret på rull, rammelerret og veggoverflater som benyttes for visning av projektorbilde.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Faste visningsflater (glattsparklet, malt vegg eller rammespent lerret) bør benyttes dersom det ikke er behov for å frigjøre plass bak visningsflatene til tavler eller lignende når visningsflatene ikke er bruk. Disse kan enten plasseres over eller ved siden av tavle. Dersom det benyttes bildevisning direkte på vegg, stilles det store krav til utførelse av overflaten. Dette gjelder både jevnhet og malingstype. For å oppnå god bildekvalitet anbefales det å kun benytte matt hvit maling spesielt beregnet for bildeprojisering (såkalt lerretsmaling.)

Mobile visningsflater (motorisert eller manuelt lerret) benyttes når faste visningsflater ikke er egnet. Det anbefales å kun benytte motoriserte lerret i undervisningsrom. Vær også obs på potensiell konflikt mellom veggmontert tavlebelysning og mobile lerret plassert foran tavle. I rom der takhøyden er begrenset, vil det ofte være nødvendig å felle lerretskassen inn i himling for at effektiv visningsflate skal komme så høyt som mulig. Dette kan også være ønskelig av estetiske hensyn. Det finnes spesiallerreter beregnet for innfelling, men det kan være problematisk å få plass til innfelt lerretskasse på grunn av konflikter med øvrige tekniske installasjoner. Utenpåliggende lerretskasser bør av estetiske hensyn monteres helt opp mot himling, med mindre presentasjonsveggen er svært høy. Lengde på lerret må være tilstrekkelig til at underkant projektorbilde kommer i ønsket høyde, se anbefalinger under. Se forøvrig tekniske og funksjonelle systemkrav i UFS 119 kapittel 5.18.

Sort maskering rundt visningsflaten, som benyttes for kinolerreter, anbefales ikke i undervisnings- og møterom. Dette skyldes at ulike kilder har varierende høyde/bredde-forhold, og projektorbildet vil derfor i mange tilfeller ikke fylle hele visningsflaten.

4.2.1 Dimensjonering av visningsflater og LED-skjermer

Anbefalt størrelse for visningsflater avhenger av hvilken oppløsning man ønsker å gjengi, og hvilken type kildemateriale man vil kunne støtte.

Det er i denne revisjonen standardisert på bruk av full HD-oppløsning (1080p/WUXGA) for alle projektorer. Det er medtatt anbefalinger for bildebredde er oppgitt både som minimumsverdier og anbefalte verdier. For å få fullt utbytte av den høye oppløsningen kreves relativt stor bildebredde, og det vil i mange tilfeller være fornuftig å velge et noe mindre bilde. Årsaker til å redusere bildestørrelse fra anbefalte verdier kan være:

- Tilgjengelig plass på presentasjonsveggen
- Siktforhold
- Kostnader (Nødvendig lysytelse for projektorer er proporsjonal med arealet på det projiserte bildet, se Tabell 2.)
- Ikke behov for å kunne vise høyoppløst materiale

Tabell 1 gir en oversikt over anbefalte bredde for visningsflater, samt minste seeravstand, $D_{\min}$. Alle dimensjoner er utledet av største seeravstand, $D_{\max}$.

Minimumsverdier oppgitt i Tabell 1 vil gi god lesbarhet også på bakerste rad for vanlige powerpoint-presentasjoner og lignende, men for visning høyoppløst materiale som kartdata, detaljert grafikk, regneark, menystruktur i programmer, nettsider vist med 100 % zoomnivå etc. vil de bakerste 15 % av plassene ikke kunne oppfatte alle detaljer, eller kunne ha utfordringer med lesbarhet for deler av teksten.

Vi har valgt og ikke medta beregningsformler for UHD og 4K da disse formatene også må ta høyde for fontstørrelser, noe som gjør at vi vil anbefale å benytte kalkuleringsverktøy fra f.eks. Avixa som du finner her: <https://www.avixa.org/standards/discas-calculators/discas> (krever registrering). Merk at Avixa har to standarder for beregning av avstand til lengste seeravstand, Basic Decision Making (BDM) og Analytical decision Making (ADM).

BDM skal benyttes i situasjoner der seeren kan ta grunnleggende beslutninger basert på det viste bildet. Beslutningene er ikke avhengige av kritiske detaljer i bildet, men seeren kan assimilere og beholde infor-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

masjon. Seeren er aktivt engasjert med innholdet (f.eks. informasjonsvisninger, presentasjoner som inneholder detaljerte bilder, klasserom, møterom, flermedierom, produktillustrasjoner). Grafiske bilder og tekst er lesbare i den grad seeren kan ta beslutninger basert på det som blir sett. Beslutninger tas ved å forstå det informative innholdet selv og er ikke avhengige av oppløsningen av hvert enkelt detaljelement.

ADM skal benyttes der seeren er fullt engasjert i detaljene i innholdet og må kunne skille ut alle elementene i det viste bildet. Miljøer for analytisk beslutningstaking legger til rette for grundige vurderinger, for eksempel ved undersøkelse av medisinske bilder, kunstverk, ingeniør- eller arkitekttegninger, elektriske skjemaer, inspeksjon av fotografier, rettsmedisinske bevis eller feil- og skadeanalyser.

AV-systemets designkriterier kan omfatte én eller begge disse visningskategoriene, avhengig av brukers behov.

Tabell 1. Anbefalte dimensjoner samt minste seeravstand for visningsflate som funksjon av største seeravstand.

Benevning	Oppløsning	Høyde/bredde	Minste bildebredde, B	Anbefalt bildebredde, B	Bildehøyde, H	Minste seeravstand, $D_{\min}$
1080p	1920 x 1080	16:9	$D_{\max} \times 0,32$	$D_{\max} \times 0,38$	$B \times 0,56$	$B \times 0,82$
WUXGA	1920 x 1200	16:10	$D_{\max} \times 0,32$	$D_{\max} \times 0,38$	$B \times 0,63$	$B \times 0,82$

Dersom man setter bildestørrelsen lik anbefalt verdi fra Tabell 1, vil minste seeravstand $D_{\min} = D_{\max} \times 0,3$, uavhengig av oppløsning. Dette betyr at de fremste 30 % av rommet ikke kan benyttes for tilhørerplasser dersom man vil oppnå gode siktforhold for alle.

4.2.2 Visning av flere samtidige kilder

I auditorier ønsker man ofte å kunne vise to samtidige kilder, dersom bredden på presentasjonsveggen tillater det. Det anbefales i utgangspunktet én bred sømløs visningsflate, der to eller flere kilder kan skaleres og plasseres på en fleksibel måte. Ved bruk av projektorer er den beste løsningen er såkalt "edge blending", eller kantoverlapping, der bildene fra to sidestilte projektorer overlapper hverandre i et lite område slik at overgangen blir usynlig. Hvis man benytter LED-skjerm kan man enten benytte LED-skjermen sin bildeprosessor eller en ekstern bildeprosessor for å kunne legge flere bilder på samme bildeflate i flere forskjellige lag.

Vertikal oppløsning bør være 1080 punkter eller høyere. Høyde/bredde-forhold bør være minimum 2,5:1. (Er normalt rundt 3:1 ved bruk av to WUXGA-projektorer.) Merk at mange WUXGA-projektorer med høy lysstyrke leveres med innebygd prosessering for kantoverlapping, noe som har redusert kostnadene for denne type løsninger vesentlig.

En tradisjonell løsning med to sidestilte, ikkeoverlappende projektorbilder vil være et rimeligere alternativ, men dette vil gi redusert fleksibilitet. Ved faste visningsflater anbefales én felles visningsflate, men for motoriserte lerret anbefales to uavhengige lerret. Ved bruk av LED-skjerm vil pris på to like skjermer kunne være høyere enn hvis man benytter en stor skjermflate for visning av flere bilder samtidig.

Et annet budsjettalternativ er å benytte én 1080p-projektor eller LED-skjerm og en bildeprosessor som støtter bilde-i-bilde/bilde-ved-bilde. Visningsflate må i så tilfelle dimensjoneres ut fra anbefalt bredde i Tabell 1.

4.3 Visningsløsninger for møte- og grupperom

Møte- og grupperom utrustes enten med manuelt/motorisert lerret, LED-skjerm, eller med flatskjerm. Flatskjerm benyttes der nødvendig bildestørrelse (se Tabell 1) gir et akseptabelt prisnivå.

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen bør man vurdere å benytte projektor eller LED-skjerm i rom som har behov for skjermer større enn 98".

I rom med spesielle behov for å kunne vise høyoppløst bildemateriale, for eksempel i forbindelse med laboratorier, operasjonsstuer eller visning av kartdata, vil det være hensiktsmessig å sette krav til UHD-oppløsning for skjermer. Det anbefales å benytte Avixa DISCAS ADM kalkulator for å finne lengste seeravstand der man skal benytte UHD-oppløsning for visning av høyoppløst bildemateriale.

4.4 Utforming av møtebord i møterom for videokonferanse

Det vil ofte være ønskelig å utruste et eller flere møterom spesielt for videomøter. Slike rom bør fortrinnsvis spesialtilpasses dette formålet, men kan om nødvendig også tilpasses vanlig møteromsbruk. Merk at en slik løsning vil gå på bekostning av funksjonalitet i forbindelse med videokonferanser.

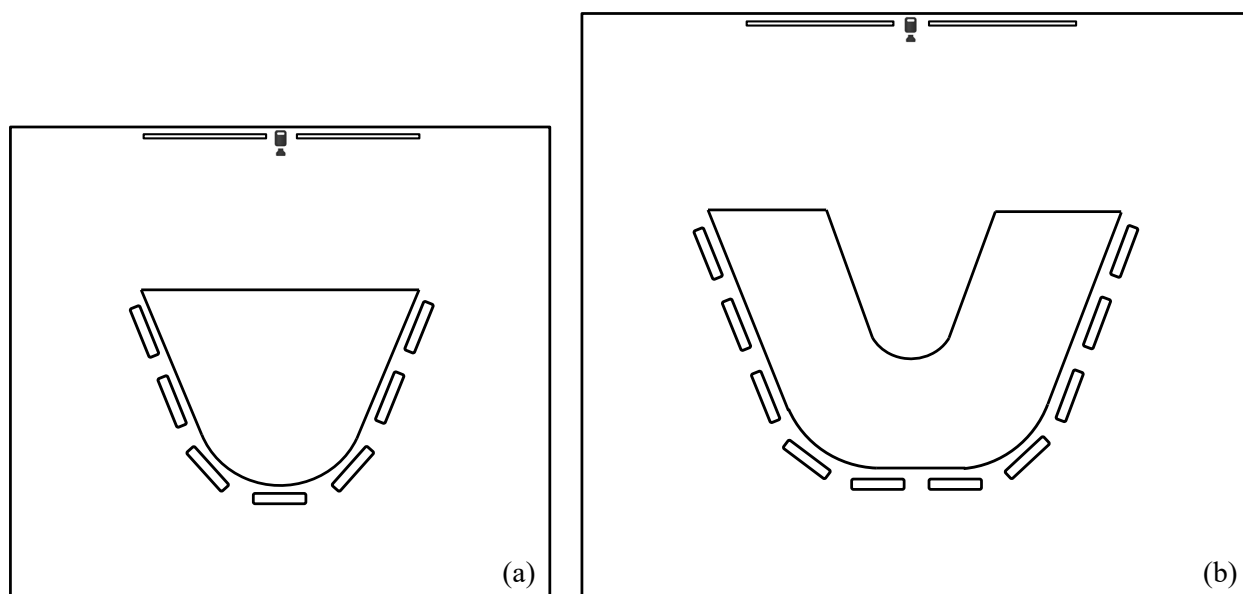
Et overordnet mål ved utforming av møtebord i møterom for videokonferanse er å sørge for at alle møtedeltakerne skal kunne dekkes av ett videokamera, og at avstand til kamera er så lik som mulig for alle møtedeltakerne. Dette sikrer best mulig fokus uten å måtte justere kameraet under et videomøte.

Dette innebærer følgende:

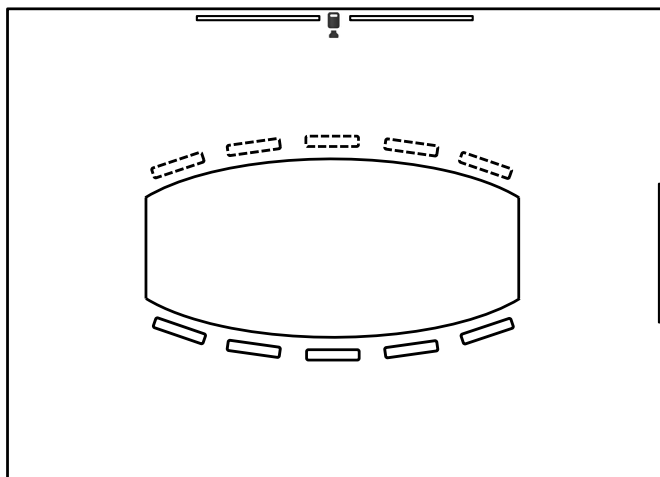
1. Man bør begrense antall plasser i rommet. Ideelt sett bør ikke et videomøte ha mer enn 6-7 personer på hver lokasjon. Maksimalt antall for å kunne oppnå akseptabel funksjonalitet er normalt ca. 10 personer.
2. Møtebordet bør utformes med en v-form med avrundet senterpunkt eller som en bue, se eksempler i Figur 1.
3. Dersom man også ønsker å kunne benytte rommet som et vanlig møterom, kan man eventuelt velge en bordløsning med buede langsider, og kun benytte en av sidene på bordet ved videokonferanser. Alternativt kan et modulært møtebordoppsett vurderes. Merk at dette krever en ekstra flatskjerm ved bordets kortende dersom man skal oppnå god funksjonalitet ved vanlig møteromsbruk uten å snu møtebordoppsettet. Se eksempler i 12Figur 2.

Rom som primært benyttes som vanlige møte-/grupperom, men som utrustes med enklere softwarebaserte løsninger for ad-hoc videomøter, kan enten settes opp som illustrert i Figur 2, eller med et ordinært rektangulært/svakt buet møtebord med kamera og presentasjonsløsning plassert ved kortenden av bordet.

Det er viktig at møtebordet får en matt overflate som ikke gir refleksjoner. Bordet bør heller ikke være helt hvitt.



Figur 1. Eksempler på utforming av møterom for videokonferanse, lite rom (a) og større rom (b).



Figur 2. Eksempel på utforming av møterom for videokonferanse, møblering tilpasset kombinert bruk for videokonferanser og som vanlig møterom.

4.5 Overflater og fargevalg i rom med videoopptak/videooverføring

I undervisningsrom som skal benyttes for opptak eller overføring av forelesninger, samt i møterom for videokonferanse, må man være spesielt bevisst på overflater og fargevalg for de delene av rommet som dekkes av videokameraer. Dette gjelder også møterom der man forventer hyppig bruk av softwarebaserte videomøteløsninger. I rom med rimelige videomøteløsninger vil man ha minst like stort utbytte av å jobbe med en egnet videobakgrunn, da slike løsninger gjerne har både dårligere kvalitet på kamera og selve kodeken enn tradisjonelle videokonferanseløsninger, og dermed får mer negativ påvirkning av ugunstige bakgrunnsforhold.

Man bør tilstrebe ryddige og rene veggoverflater som ikke tiltrekker seg oppmerksomhet, og fargevalg bør tilpasses slik at man unngår sterke kontraster mot det som befinner seg i forgrunnen. Toner av grått og blått egner seg godt. Det anbefales å velge farger med minimum 15 % sortinnhold.

Vær også oppmerksom på at en rolig bakgrunn vil gi forbedret bildekvalitet ved begrenset båndbredde eller varierende kvalitet på nettverksforbindelsen. Dette skyldes at videokodeker normalt kun overfører endringer fra et bilde til det neste. En statisk bakgrunn med jevn overflate vil derfor gi mest mulig tilgjengelig båndbredde til å overføre personen(e) i rommet. En glassvegg ut mot et fellesareal, eller en bakgrunn med sterke mønstre, vil derfor være lite gunstig som videobakgrunn. I møterom for videokonferanse med mye glassvegger bør man vurdere translusente (halvtransparente) gardiner for å gi en roligere bakgrunn. Det finnes i dag gardintekstiler som både er relativt lette med gode lydtransmisjonsegenskaper og som har god lydabsorpsjon. Disse vil dermed gi en gunstig effekt både visuelt og lydmessig.

Alle vindusflater som har direkte solinnfall bør ha blendingsgardiner eller solavskjermingsløsninger som gir mulighet for å kontrollere dagslysinnfallet. Fargevalg for blendingsgardiner bør følge anbefalinger for veggoverflater.

Dersom rommet utrustes med whiteboardtavler på vegger som dekkes av primær kameraposisjon, kan man montere bakgrunnsgardiner som kan trekkes foran tavlen under videoopptak/-overføring. Dette vil redusere risikoen for uheldige reflekser fra tavle.

4.6 Siktforhold og utforming av presentasjonsvegg

I undervisningsrom er det i mange tilfeller utfordrende å oppnå en god utforming av presentasjonsvegg som både sikrer gode arbeidsforhold for foreleser og gode siktforhold for alle i rommet.

I auditorier er det ofte et kompromiss mellom optimal romakustisk utforming (himlingsreflektor over podiet) og høyde/plassering av visningsflater (lerret eller projeksjonsflater). Generelt anbefales det å prio-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

ritere gode løsninger for tavler og visningsflater, og tilpasse utforming av eventuell himlingsreflektor til dette.

Følgende løsninger er basert på bruk av en kombinasjon av tradisjonelle tavler og projektor med visningsflate. Dersom det ikke installeres tavler vil normalt faste visningsflater være mest hensiktsmessig.

4.6.1 Plassering av visningsflater og lerret

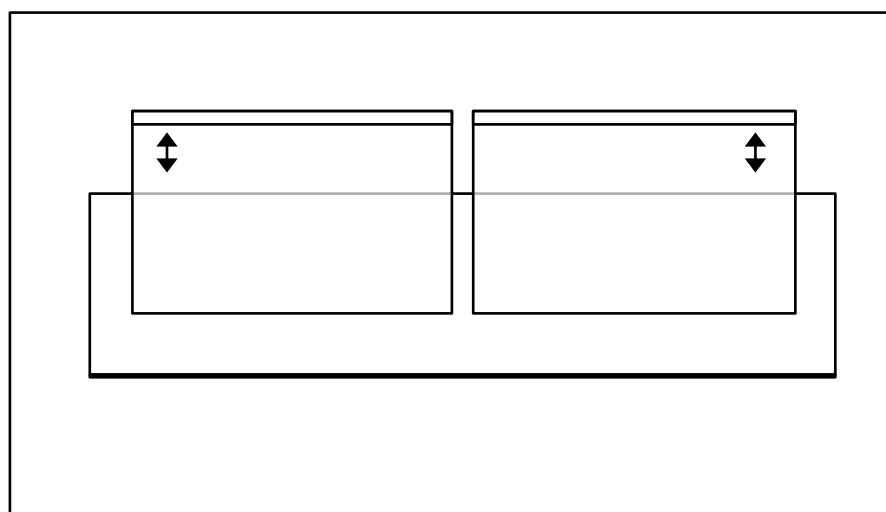
I auditorier med skrått amfi kan visningsflater enten plasseres over, eller ved siden av/foran tavle. Hvilken løsning man bør velge styres av utformingen av rommet. Plassering over tavle er kun aktuelt der det både er tilstrekkelig høyde på presentasjonsveggen, og amfiet er utformet slik at også de som sitter på fremste rad kan se opp på visningsflaten uten å måtte bøye nakken for mye bakover. Se nærmere beskrivelse av anbefalt amfiutforming i kapittel 4.7.

I mindre rom med fast undervisningsbord vil det ofte være fornuftig å plassere undervisningsbord og tavle mot yttervegg/fasade, mens visningsflate plasseres på motsatt side av presentasjonsveggen. I undervisningsrom med flatt golv bør underkant visningsflate helst være minimum 1,4 meter over golv. Absolutt minimumshøyde er 1,2 m. I rom med amfi og/eller opphøyd podium må det gjøres en vurdering av siktforhold basert på langsnitt av rommet. Se nærmere beskrivelse i kapittel 4.7.

I møterom er utfordringen primært å plassere både tavle (whiteboard) og flatskjerm/lerret slik at alle i rommet får gode siktforhold, uten å plassere tavle og flatskjerm/lerret på forskjellige vegger. Riktig utforming og plassering av møtebord er også vesentlig for å oppnå gode siktforhold.

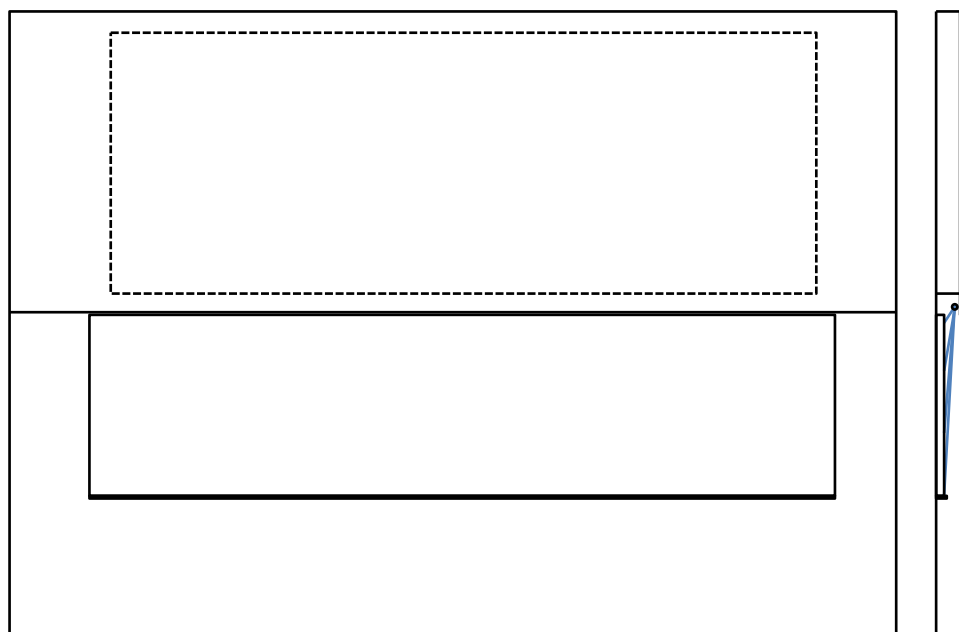
Skal det monteres tavle i rommet er det viktig at det medtas tavlelys over tavlen.

Typiske løsninger for utforming av presentasjonsvegg i ulike romtyper er vist i Figur 3-5.

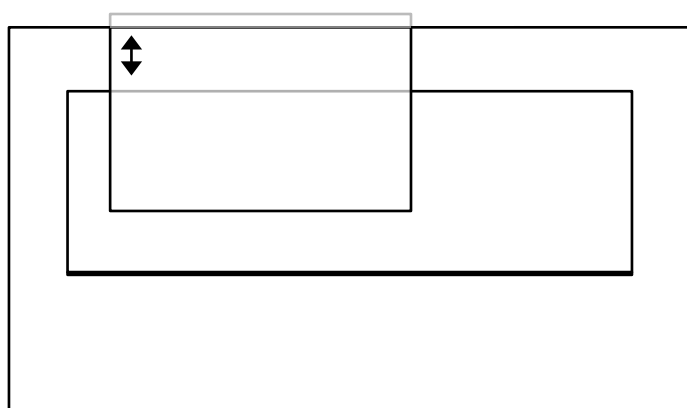


Figur 3. Eksempel på utforming av presentasjonsvegg. Større auditorium med motoriserte lerret montert foran tavle.

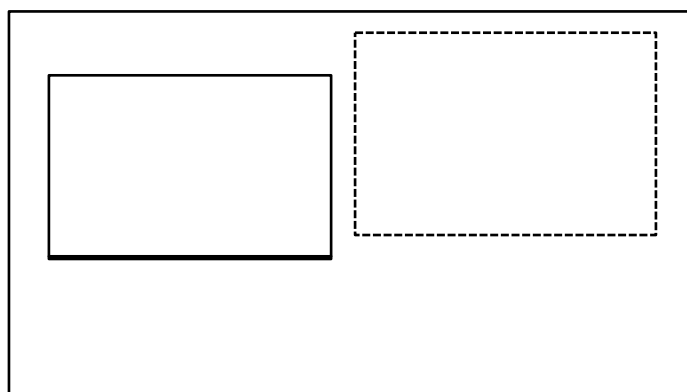
FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT



Figur 4. Eksempel på utforming av presentasjonsvegg. Større auditorium med fast visningsflate montert over tavle og nisje for tavlelys og eventuelt bakgrunns Gardiner.



Figur 5. Eksempel på utforming av presentasjonsvegg. Seminarrom med lav takhøyde og innfelt lerret foran tavle.



Figur 6. Eksempel på utforming av presentasjonsvegg. Seminarrom med smal tavle og fast visningsflate.

4.6.2 Monteringshøyder for visningsflater

Følgende monteringshøyder anbefales for visningsflater:

- **Større auditorier med visningsflater montert over tavler:** Underkant visningsflater monteres like over overkant tavler. En optimal løsning er å fore frem vegg over tavler ca. 0,4 m, og etablere en nisje over tavler for montering av tavlelys.
- **Auditorier og seminarrom med amfi og lerret montert foran tavler:** Underkant visningsflate må monteres minimum 1,2 m over golv, men i mange tilfeller vil 1,4 m være optimal høyde. Optimal høyde må vurderes på basis av avstand til og høyde for første rad i amfi, og en siktlinjeanalyse for alle plasser i amfiet (se kapittel 4.7)
- **Seminarrom og klasserom med flatt golv:** Underkant visningsflater bør monteres minimum 1,4 m over golv. Dersom himlingshøyden tillater det, kan det i en del tilfeller være gunstig å heve underkant visningsflate til opp mot 1,6 m, men dette må vurderes på bakgrunn av avstand til første rad.
- **Møterom:** Dersom visningsflate/skjerm plasseres ved en av møtebordets kortender, anbefales underkant visningsflate/skjerm montert ca. 1,2 m over golv. Avhengig av møblering, kan monteringshøyden i enkelte tilfeller senkes ytterligere dersom alle møtedeltakere likevel sikres fri sikt men helst ikke under 0,9 m over golv.
- **Møterom for videokonferanse:** Slike rom bør utformes slik at alle i rommet sitter direkte mot kamera/skjermer. For å oppnå naturlig kommunikasjon med fjern part, bør skjermer plasseres i tilnærmet samme høyde som en sittende person. Anbefalt høyde for underkant skjerm/visningsflate er derfor ca. 0,9 m over golv.

Interaktive tavler bør ha samme monteringshøyde som whiteboardtavler, dvs. underkant 0,9 m over golv.

Med unntak av løsninger der visningsflater plasseres over tavle, bør visningsflatene generelt plasseres så lavt som mulig, samtidig som alle i rommet ser hele projektorbildet/skjermer.

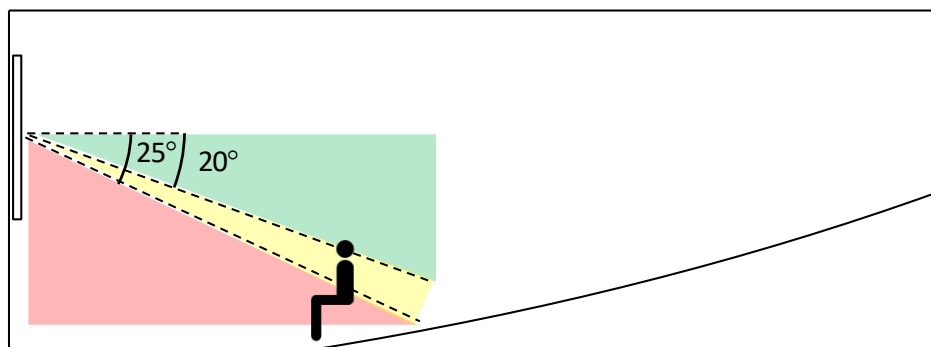
4.6.3 Plassering av tilhørere

Avstand til og bredde på første tilhørerrad bestemmes av størrelse, monteringshøyde og horisontal plassering av visningsflate. I undervisningsrom plasseres ofte første stolrad for nær presentasjonsveggen for å få plass til ønsket antall plasser. Dette er spesielt et problem i seminarrom/klasserom med flatt golv. Følgende tommelfingerregler bør benyttes:

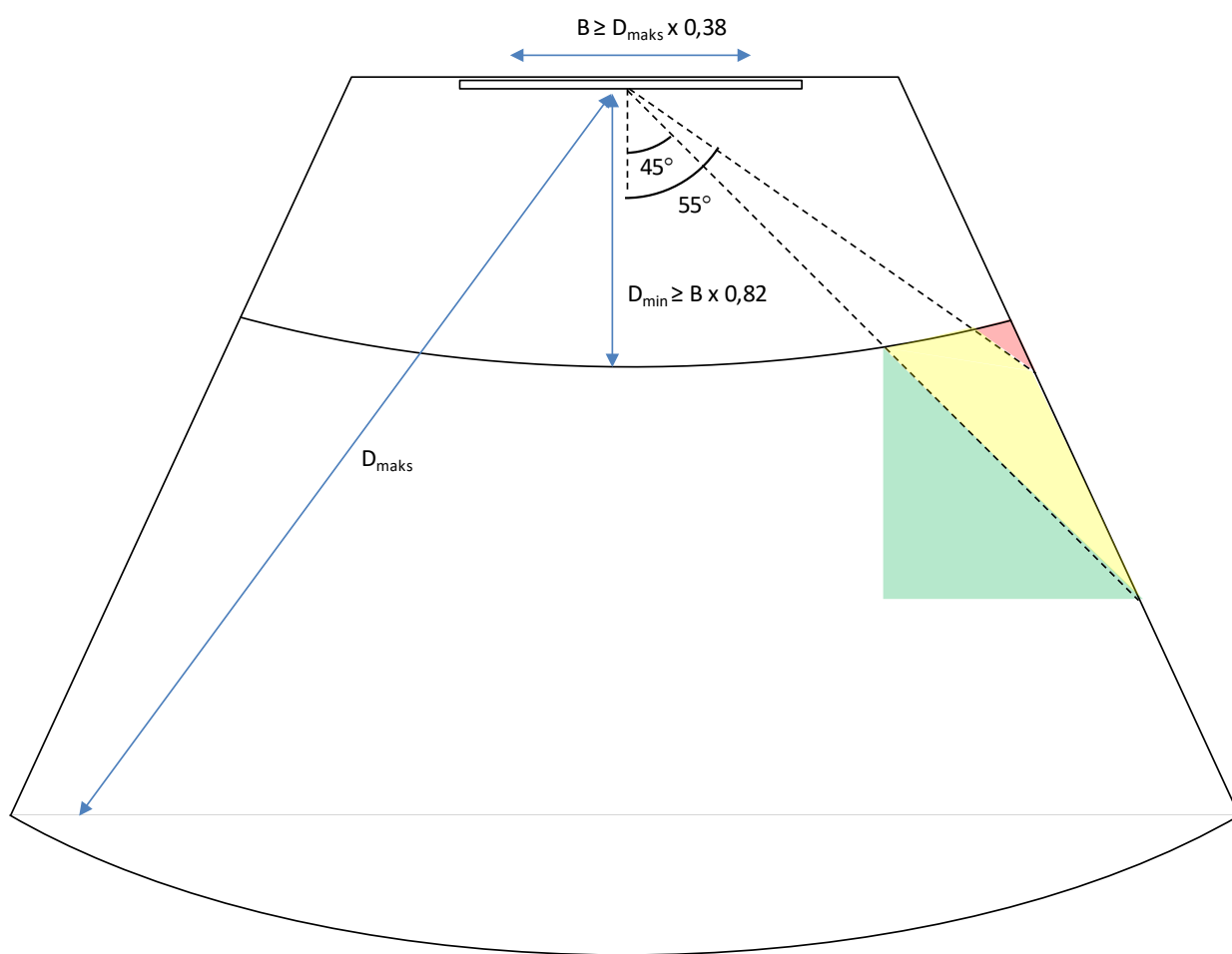
- **Anbefalt maksimal vertikal betrakningsvinkel er 20 grader**, målt relativt sentrum av visningsflate. For eksempel vil et lerret med høyde 1,6 m, montert med underkant 1,4 m over golv gi 1 m differanse mellom senter lerret og hodehøyde (1,2 m). Dermed blir minste seeravstand ca. 2,9 m. Om nødvendig kan maksimal betrakningsvinkel økes til 25 grader, som for eksempelet over tilsvarer minste seeravstand lik 2,4 m.
- **Anbefalt maksimal horisontal betrakningsvinkel er 45 grader**, målt relativt sentrum av visningsflate. Det betyr at avstanden mellom presentasjonsvegg og plassene ytterst på første rad skal være like stor som avstandsforskjellen mellom vegg og sentrum av lerretet, og vegg og ytterkant tilhørerareal/amfi. Om nødvendig kan maksimal betrakningsvinkel økes til 55 grader.
- **Minste seeravstand** kan finnes fra Tabell 1 og ved bruk av Avixa DISCAS kalkulator.

Ovenstående retningslinjer er illustrert i Figur 7 - 8.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT



Figur 7. Maksimal vertikal betraktningvinkel.



Figur 8. Maksimal horisontal betraktningvinkel og minste betraktningssavstand. Visningsflate er dimensjonert ut fra anbefalt bildebredde for full HD-oppløsning.

4.6.4 Øvrige hensyn ved utforming av presentasjonsvegg

Selve presentasjonsveggen bør være så ren som mulig. Dette er viktig både av praktiske og estetiske hensyn.

Søyler på presentasjonsveggen bør unngås. Dersom dette ikke er mulig, bør resten av veggen fores ut slik at man oppnår en slett flate. Eventuell vask for foreleser bør plasseres på sidevegg. Brystningskanal bør unngås.

Spikerslag bør forberedes for tungt vegghengt utstyr, f.eks. flatskjermer og LED-skjermer, som monteres på lettvegger. Alternativt må man kontrollere at slikt utstyr kan innfestes med ønsket plassering via stendere i veggen. For flatskjermer bør det i så tilfelle benyttes veggbraketter med mulighet for sideforskyvning av vegginnfesting. For LED-skjermer bør visningsvegg forsøkes å bygges så slett som mulig for å enkle installasjon og justering av LED-skjerm. Med tanke på framtidige oppgraderinger er en lettvegg med forsterket plateledning for hele presentasjonsveggen å foretrekke.

4.7 Utforming av amfi

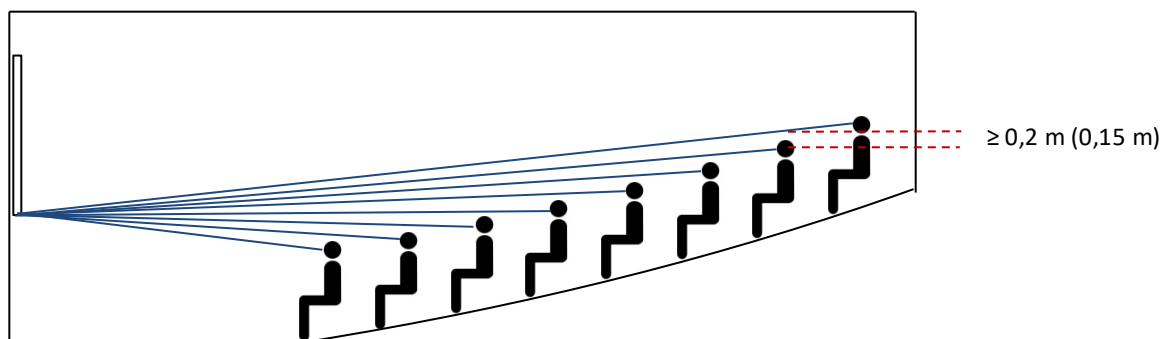
For rom med skrått amfi er nødvendig takhøyde normalt bestemt av krav til fri høyde på bakerste rad, men for rom med flatt golv er nødvendig takhøyde ofte bestemt av størrelse og plassering for visningsflate/lerret, se kapittel 4.2.1.

Romhøyde bør generelt være minimum 2,7 m ihht. Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven med tilhørende veiledning (VTEK17), men det aksepteres normalt noe lavere takhøyde bakerst i amfi. Fri høyde bør uansett ikke være under 2,2 m på bakerste rad.

Amfier må være bratte nok til å sikre gode siktforhold fra alle plasser. Samtidig vil et for bratt amfi være uheldig. Dette skyldes to faktorer:

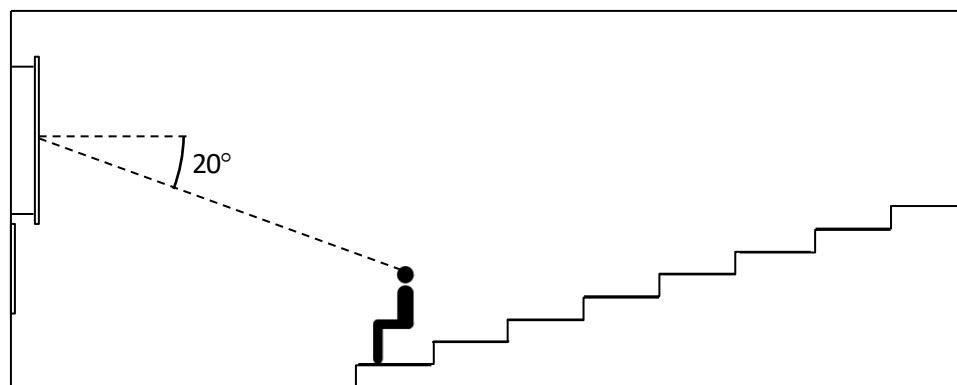
1. De som sitter på de bakerste radene vil oppleves å sitte unaturlig høyt oppe.
2. Det blir vanskelig å oppnå en god projektorplassering. Projektorer bør ideelt plasseres i høyde med overkant visningsflate, samtidig som de ikke må forstyrre siktforholdene fra bakerste rad.

Siktforholdene analyseres best ved å tegne inn siktlinjer på en snittegning fra øyehøyde (1,2 m) på hver rad til underkant visningsflate. På hver rad beregnes klaringen mellom øyehøyde og siktlinjen fra personen på raden bakenfor. Denne klaringen bør være minimum 150 mm. Anbefalt verdi er 200 mm. Se skisse i Figur 9.



Figur 9. Analyse av siktforhold ved å tegne inn siktlinjer.

Som nevnt i kapittel 4.6, kan visningsflater i auditorier enten plasseres over eller ved siden av/foran tavle. Dersom man ønsker å plassere visningsflaten over tavlen, må man plassere første rad i amfiet slik at man overholder krav til maksimal betrakningsvinkel. Som en tommelfingerregel må første rad i amfiet være plassert høyere enn podiet, og minst 4 meter fra presentasjonsvegg. Se illustrasjon i Figur 10. Merk at det å heve første rad kan komme i konflikt med krav til universell utforming (rullestolplasser), avhengig av hvilke nivåer man kan komme inn i auditoriet på.



Figur 10. Prinsipløsning for utforming av amfi ved plassering av visningsflate over tavle.

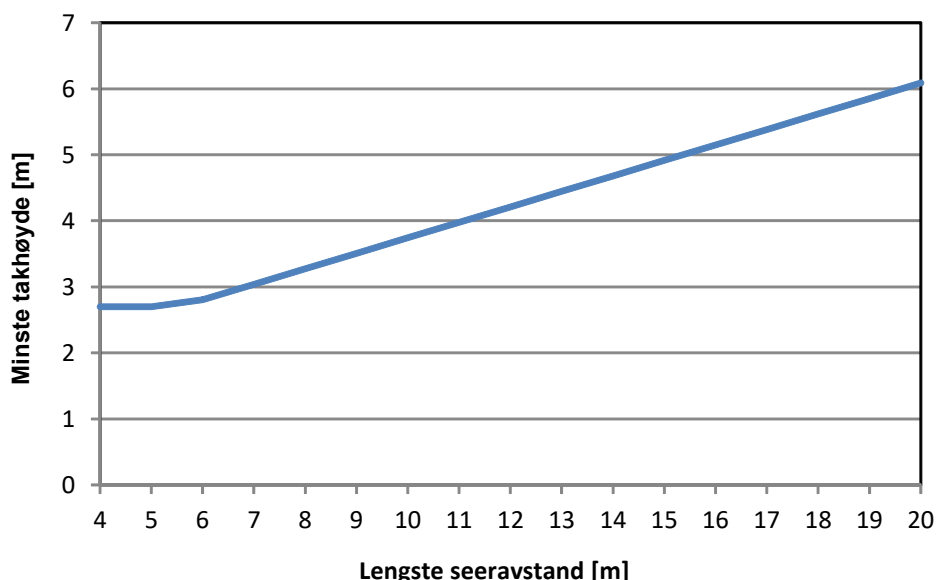
Radavstand for stoler med klappsete bør være minimum 1 m, men verdier ned mot 0,9 m kan aksepteres ved ombygginger eller andre spesielle begrensninger. Dersom man benytter faste stoler må radavstanden økes til 1,2 m.

Hodehøyde for bakerste rad bør være minimum 0,5 m under overkant visningsflate. Se for øvrig anbefalte løsninger for tavler og visningsflater i kapittel 4.1 og 4.2.

I auditorier er det utfordrende å plassere projektoren slik at den kan nås ved service uten å montere stillas, samtidig som at støynivået for alle tilhørere blir akseptabelt. (Ved å plassere projektorer helt bak i salen kan man oppnå enklere servicetilgang, men dette gir kortere avstand til og dermed høyere støynivå for nærmeste tilhører.) Dette påvirker normalt ikke utformingen av selve amfiet, men projektorplassering er viktig å se i sammenheng med utforming av himling og løsning for podiebelysning, se kapittel 5.1.2 Figur 14.

4.7.1 Krav til takhøyde

Fra Figur 11 kan man finne minste anbefalte frie høyde mellom ferdig gulv og himling ved presentasjonsvegg / foreleserposisjon. Merk at dette forutsetter at det ikke er nedhengte armaturer eller andre tekniske installasjoner som hindrer fri sikt mellom projektor og visningsflate. Det er forutsatt at underkant av LED-skjerm/projektorbilde skal være minimum 1,4 m over ferdig gulv.



Figur 11. Minste takhøyde (fri høyde mellom gulv og himling) som funksjon av seeravstand.

Ved minimum takhøyde er det forutsatt at visningsflate/lerret monteres helt opp mot himling. For mobile lerret innebærer det innfelling i nedforet himling. Se for øvrig anbefalte løsninger for visningsflater/lerret i kapittel 4.1 og 4.2.

Brutto avstand mellom dekker vil vanligvis være minimum 0,3 meter større, avhengig av nødvendig nedføring for himling for å få plass til ventilasjonskanaler og andre skjulte tekniske installasjoner. Dette betyr at rom med mer enn ca. 50 plasser normalt bør gå over to etasjer, eller plasseres i en sone av bygget der man planlegger økt dekkeavstand.

For rom der man ønsker å plassere visningsflater over tavle, må krav til takhøyde i Figur 11 økes med minimum 0,8 m, forutsatt at lerretskasser og eventuell sentral talehøyttalergruppe felles inn i himling.

I møte- og grupperom er det normalt ikke nødvendig å sette krav til takhøyde med tanke på siktforhold, med unntak av for store møterom. Dersom møterom benyttes med fleksibel møblering (også med klasseroms-/seminaroppsett), benyttes anbefalinger gitt i Figur 11. For større møterom som kun møbleres med et sentralt møtebord, og der visningsflate plasseres ved kortenden på bordet, kan anbefalinger i Figur 11 reduseres med ca. 0,2 m.

4.8 Øvrige hensyn for å sikre gode siktforhold

Unngå frittstående søyler i undervisningsrom viss mulig. Disse vil normalt alltid redusere siktforhold mot foreleser/presentasjonsvegg.

Dersom rommet har ulik bredde på kortveggene, bør den bredeste veggen velges som presentasjonsvegg. (Dette gjelder ikke for vifteformede rom.)

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

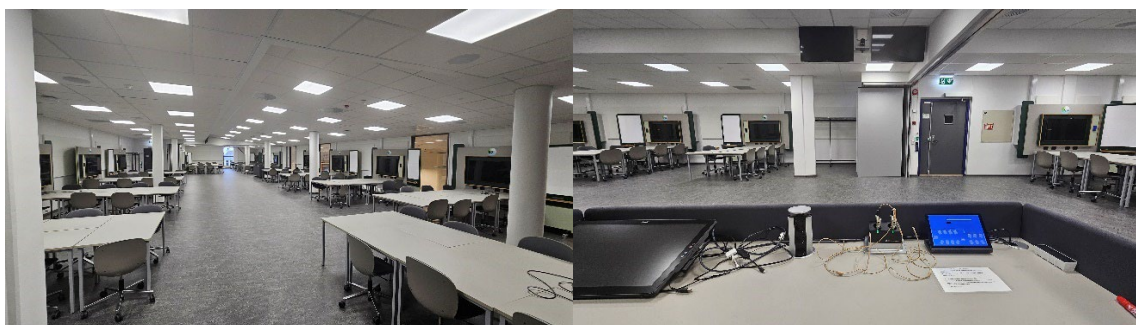
For store rom med flatt golv vil det være krevende å sikre gode siktforhold for alle. Dersom takhøyden tillater det, kan det være fornuftig å heve golvet ved presentasjonsveggen. Eventuelt kan heving av de bakerste stolradene vurderes. Krav til universell utforming (adkomst) må likevel ivaretas.

4.9 Fleksible undervisningsrom

Flere institusjoner har de senere årene utviklet og tatt i bruk nye type undervisningsrom som er tilrettelagt for mer studentaktive pedagogiske metoder. I disse rommene vil underviser fungere mer som en fasilitator for studentene og mye av arbeidet er ofte basert på gruppearbeid og presentasjon av gruppearbeidet.

Utforming av disse rommene og AV-anleggene må ha en annen planlegging enn ved tradisjonelle undervisnings- og grupperom. Blant annet er et tradisjonelt amfi lite egnet for denne typen varierte arbeidsformer, og rommene må normalt utformes enten med flatt golv eller en form for terrassering der hver gruppe sitter på samme nivå. I tillegg vil det normalt være behov for en kombinasjon av separate AV-funksjoner for hver gruppe (bildevisning, eventuelt interaktiv skjerm og lydavspilling) og samtidig ha en fullverdig presentasjonsløsning for foreleser/veileder. Det er også ønskelig å kunne vise kildemateriale fra hver gruppe på den felles presentasjonsløsningen.

I større læringsareal tilrettelagt for studentaktive læringsmetoder bør det medtas mikrofoner og høyttalere for hver gruppe som fanger opp og distribuerer lyd fra hver gruppe til resten av rommet, slik at man sikrer at alle i rommet hører hva som blir presentert fra hver av gruppene uten at alle behøver å flytte seg til en sentral posisjon i rommet ved presentasjon fra en av gruppene.



Figur 12. Eksempel på løsning for fleksibelt undervisningsrom.
(Fra Universitetet i Innlandet.)

Se for øvrig <http://flexspace.org/> for flere interessante eksempler på fleksible undervisningsrom.

5 BYGNINGSTEKNISKE KRAV OG TEKNISKE INSTALLASJONER

5.1 Belysning

Allmennbelysning er normalt en elektroleveranse. I rom som har AV-anlegg med avansert integrert styresystem skal likevel belysning styres via dette styresystemet. Grensesnittet mellom AV-leverandør og elektroentreprenør er krevende i forbindelse med lysstyring, og det kreves gjennomtenkt prosjektering og god koordinasjon i installasjonsfasen for å sikre et godt sluttresultat. Se for øvrig anbefalinger i del V Integrasjon og grensesnitt.

Lyskulturs publikasjon 1B Luxtabell og planlegging av innendørs belysningsanlegg, utgave juni 2023, gir anvisninger og råd for planlegging av belysningsanlegg, og forklarer de viktigste begrepene som benyttes.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Publikasjonen er en veiledning til, og utfyller den europeiske normen NS-EN 12464:2021 Lys og belysning - Belysning av arbeidsplasser - Del 1: Innendørs arbeidsplasser.

Alle undervisnings- og møterom må ha mulighet for regulering av lysnivå (demping).

For auditorier og for møterom med videokonferanse anbefales det å benytte belysningsplanleggere/rådgivere med spesiell kompetanse på prosjektering av belysningsløsninger for videokonferanse/videoopptak. Det skal medtas en blanding av direkte og inndirekte lys for å sikre gode modellerende egenskaper i lysanlegget.

Både ved nybygg og rehabiliteringsprosjekter er det svært viktig å få spesifisert klare funksjonskrav til belysningsløsningene i byggeprogrammet.

5.1.1 Fargegjengivelse og ulike belysningskilder

I dag baseres normalt allmennbelysningen i undervisnings- og møterom på LED-armaturer..

Ved vurdering av en lyskildes fargegjengivelsesegenskaper, er det to parametre man må ta hensyn til:

- **Fargegjengivelse** oppgis med enheten Ra-indeks, der høyere Ra-indeks skal innebære en mer naturlig fargegjengivelse. Dagslys har Ra-indeks 100. De beste LED-kildene har i dag en Ra-indeks på bedre enn 90. For gode videobilder bør alle lyskilder som bidrar til person- eller bakgrunnsbelysningen ha Ra-indeks 90 eller bedre.
- **Fargetemperatur** oppgis i kelvin (K), der høyere fargetemperatur betyr kaldere lys. Vanlig dagslys har fargetemperatur på rundt 6000 K. En tradisjonell glødelampe har fargetemperatur 2700 K. LED-armaturer kan fås med ulike fargetemperaturer mellom 2700 og 6000 K. Vanligvis bør det benyttes lyskilder med fargetemperatur på mellom 3000 og 3500 K. For videoopptak er det viktig at alle lyskilder som bidrar til person- eller bakgrunnsbelysningen har tilnærmet samme fargetemperatur, fordi man ellers vil kunne få uønskede fargestikk i deler av videobildet. Dersom man ikke kan stenge ute dagslyset i rom med videoopptak, bør man derfor velge lyskilder med høyere fargetemperatur, selv om dette vil gi et kaldere lys i rommet.

I tillegg til god fargegjengivelse, er det viktig at valgte LED-armaturer skal være flimmerfrie selv ved laveste belysningsnivå. Alle armaturer skal ha en effektivitet på minimum 135 lm/W og ha levetid på L80 100.000 timer.

Enkelte institusjoner har også gjort forsøk med belysningsløsninger med variabel fargetemperatur i undervisningsrom. Dette er løsninger som gjør det mulig å gradvis justere fargetemperaturen gjennom bruksdøgnet eller forelesningen. Ved å benytte lys med høy Ra-indeks, høy intensitet og høy fargetemperatur ("kaldt" lys) kan man simulere dagslys, og gjennom det stimulere til økt oppmerksomhet/ redusere tretthet, for eksempel ved starten av dagen. Slike systemer har tradisjonelt vært mest brukt i miljøer med konsentrasjonskrevende 24/7-operasjoner, som kontrollrom og lignende, men forsøk viser at dette også kan ha verdi i undervisningssammenhenger. I forbindelse med større oppgraderinger/nybygg anbefales det å gjøre en vurdering av hvor vidt det er aktuelt med belysningsløsninger med variabel fargetemperatur i undervisningsrom. Det må også kontrolleres at videoopptak ikke påvirkes negativt. Spesielt må det påses at alle armaturer til enhver tid har lik fargetemperatur, slik at kameraenes hvitbalansekontroll er i stand til å fungere godt.

5.1.2 Auditorier

Det er krevende å designe gode belysningsløsninger i auditorier og avanserte seminarrom, spesielt i rom som utrustes for fjernundervisning eller opptak/strømming av forelesninger. Videoopptak av forelesninger er å regne som standardfunksjonalitet i de aller fleste auditorier. Belysningsløsningene bør derfor prosjekteres med hensyn på videoopptak/videooverføring, uavhengig av hvor vidt rommet vil få slik funksjonalitet fra dag én.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I større auditorier er det normalt behov for følgende typer belysning:

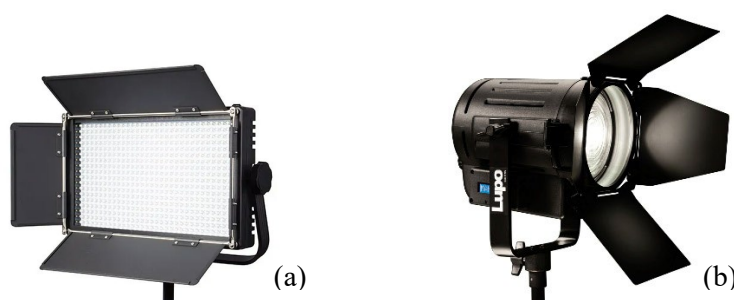
- Lys over podium
- Frontlys og baklys (spisslys) mot foreleser
- Lys over amfi
- Lys mot tavle
- Lys langs vegger
- Trinnbelysning i trapper
- Utgangsmarkeringslys

Alle belysningskurser-/grupper, med unntak av utgangsmarkeringslys, må kunne dempes/reguleres. Fordi belysningsløsningene ofte planlegges og installeres før møbleringsløsninger og AV-anlegg er detaljprosjektert, må gruppering av soner og programmering av scenarier kunne gjøres etter fysisk installasjon av armaturer og kursopplegg. Veggmontert tavlelys må soneinndeles slik at eventuelle armaturer bak motoriserte lerret kan styres individuelt.

Podiebelysning

Podiet bør ha en kombinasjon av direkte og indirekte belysning, og en kombinasjon av vertikale og horisontale belysningskomponenter for å unngå sjenerende skygger i ansiktet til foreleser, og for å sikre god gjengivelse av blant annet tavlebilde. Vær også obs på å unngå sjenerende reflekser i whiteboardtavle.

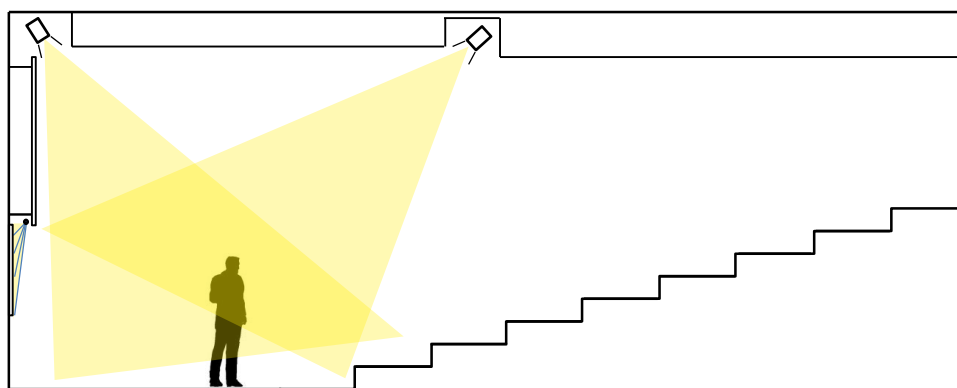
I mange tilfeller vil det være et godt alternativ å kombinere konvensjonelle lysarmaturer med lyskastere beregnet for scene/teater, gjerne med såkalte "låvedører". Dette gir mulighet for å dekke et definert område med jevnt lysnivå, og kan for eksempel benyttes i auditorier der man ønsker lys mot foreleser/podium, men vil unngå strølys mot visningsflate.. Dersom man vil unngå visuelt dominerende lysarmaturer, må teaterlyskastere integreres i himlingen. Dette kan for eksempel løses ved å planlegge nisjer i himlingen i hele rommets bredde der lyskasterne skal plasseres. Frontlysarmaturer bør plasseres i ca. 45 graders vertikal vinkel i forhold til forelesers ansikt. Det bør benyttes flere armaturer (typisk 4-6) fordelt i hele amfiets bredde, for å oppnå jevn dekning av podiet og redusert risiko for blinding. Alternativt kan man benytte spesielle videolysarmaturer beregnet for TV-studioer etc. Disse armaturene har ofte en stor luminant flate, slik at de er mindre blendende enn teaterlyskastere, men det er vanskeligere å oppnå en skarp avskjæring av lysstrålen.



Figur 13. Eksempel på lyskilder for frontlys i auditorier. (a) Videolysarmatur med horisontal avskjerming og (b) Fresnellyskaster med låvedører.

Baklys (spisslys) plasseres så langt bak på podiet som mulig, og orienteres normalt mot fremre halvdel av podiet. Disse armaturene fordeles også langs hele bredden av podiet slik at man oppnår jevn dekning.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT



Figur 14. Prinsipp for personbelysning i auditorier. Eksempel med bruk av teaterlyskastere for front- og baklys, samt tavlelys montert bak nisje under fast visningsflate. Skissen viser også eksempel på nisje i himling for å gjøre lyskasterne mindre visuelt dominerende, spesielt for de som sitter langt bak i amfiet.

Støtte for kulturinnslag

Scenebelysning for kulturinnslag følger i utgangspunktet samme prinsipp som for personbelysning på podiet, med en kombinasjon av baklys og frontlys, men det må tas hensyn til at man normalt ønsker et større dekningsområde og større variasjon i lyssettingen enn ved vanlige forelesninger/presentasjoner.

Dette innebærer at lystrekk for front- og baklys ofte suppleres med ett eller flere ekstra trekk montert over podiet, i tillegg til at man utvider utvalget av teaterlyskastere. Bevegelige lyskaster (såkalte moving heads) kan også være aktuelt i auditorier.

I tillegg til integrasjon mot styresystemet for AV-anlegget, medtas en egen lysmikser som kan plasseres i bakre del av amfiet ved kulturinnslag. På grunn av behovet for å kunne endre oppsett og type lyskaster, må alle lystrekk som ikke kan nås med stige eller gardintrapp innenfor arbeidsmiljølovens bestemmelser være motoriserte, slik at de enkelt kan senkes ned på podiet for omrigging.

Det bør også vurderes å montere et bakteppe som kan senkes ned/trekkes foran tavle og eventuelle faste visningsflater ved behov.

Systemdesign, inkludert dimensjonering av antall lystrekk og dimmerkurser, ligger utenfor denne beskrivelsen, og må gjøres i hvert enkelt tilfelle ut fra bruksområde, rommets utforming og krav til funksjonalitet og fleksibilitet.

MERK: Relevant standard som omhandler løftemaskiner og opphengsløsninger er NS-EN 17206-2:2023

5.1.3 Seminarrom/klasserom

I seminarrom og klasserom er belysningsløsningene normalt vesentlig enklere. Det er likevel behov for å kunne justere lysnivå mot podium/presentasjonsvegg uavhengig av lysnivå over studenter, ikke minst for å unngå strølys mot visningsflate.

Tavlelys anbefales også i større seminarrom og klasserom. Det kan enten benyttes veggmonterte armaturer eller indirekte armaturer montert i himling, med skarp avblending som sikrer at man unngår strølys mot visningsflate. Tavle må soneinndeles slik at eventuelle armaturer bak motorisert lerret kan styres individuelt.

Dersom rommet utrustes for fjernundervisning/videoopptak, stilles samme krav til belysningsløsningene som i auditorier.

Merk at nedhengte armaturer bør unngås i fremre halvdel av undervisningsrom som med enkel etasjehøyde. Dette kan ses bort i fra i de rommene der man benytter LED eller andre typer store skjermer på vis-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

ningsvegg. Nedhengte armaturer er mye brukt fordi de gir muliggjør en gunstig kombinasjon av direkte og indirekte lys med kun en type armaturer, men vil ofte komme i konflikt med siktlinjer mellom video-projektor og visningsflate/lerret. Nedhengte armaturer gir veldig godt arbeidslys i tillegg til at taket blir opplyst på en helt annen måte enn ved bruk av kun infeldte/takmonterte armaturer. Merk også at det finnes innfelte armaturer med en stor andel indirekte lys. Høykvalitets armaturer med mikrop Prismatisk optikk (reflektor) er godt egnet for seminarrom.

Normalt bør visningsflate/lerret plasseres helt opp mot himling i undervisningsrom med enkel etasjehøyde, og projektor må også plasseres høyt nok til at den er utenfor rekkevidde for personer som står på golvet.

5.1.4 Møte- og grupperom

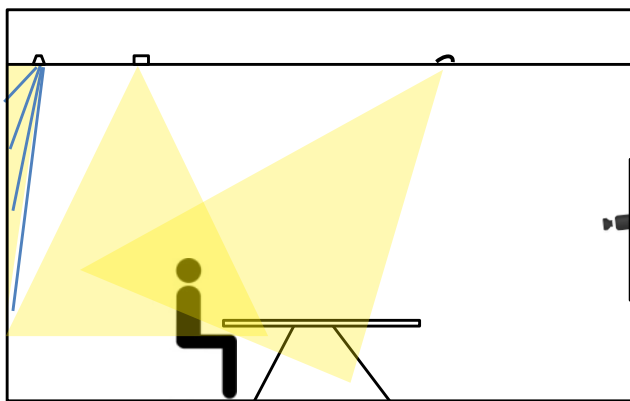
I vanlige møte- og grupperom er det normalt ikke behov for soneinndeling av lys, med unntak av uavhengig demping av armaturer som gir strølys mot lerret. I mindre rom vil normalt mulighet for generell justering av lysnivået i rommet være tilstrekkelig.

Møterom for videokonferanse

I møterom for videokonferanse må belysningsløsninger tilpasses spesielt. For å få et velfungerende rom, må belysningsløsningene utformes slik at man oppnår jevn belysning mot alle møtedeltakere, reduserer ansiktsskygger og sikrer naturlig fargegjengivelse ved bruk av videokamera. Dette betyr at belysningsløsningene må planlegges på basis av plassering og utforming av møtebord, i tillegg til plassering av presentasjonsvegg og videokamera. Se anbefalte møbleringsløsninger i kapittel 4.4. Belysningsberegninger bør forespørres fra leverandør for å dokumentere tilfredsstillende sylindrisk belysningsstyrke (iht. Lyskultur 1B) for samtlige møtedeltakere i møterommet.

Følgende prinsipper anbefales for utforming av belysningsløsninger i møterom for videokonferanse:

- Rommet bør ha en kombinasjon av generell belysning over/bak personer i rommet, lys forfra mot møtebord og møtedeltakernes ansikter, og lys mot veggoverflater.
- Generell belysning over/bak personer bør gi jevn dekning for hele rommet, og kan med fordel baseres på nedhengte armaturer med en kombinasjon av opplys og nedlys. Pass på at armaturer ikke plasseres rett over personene i rommet. Et godt utgangspunkt er å plassere armaturer for generell belysning i randsonen bak plassene rundt møtebordet, samt over møtebordet (avhengig av løsning for personbelysning.)
- Lys forfra mot møtebord og personer bør fortrinnsvis baseres på asymmetriske takhengte/innfelte armaturer (avhengig av himlingshøyde). Spoter anbefales ikke, da det er vanskelig å oppnå jevn belysning mot alle møtedeltakerne uten sjenerende skygger med en slik løsning.
- For lys mot vegger kan man gjerne benytte asymmetriske spoter montert langs randsonen i himling. Dette vil gi mer liv til bakgrunnen, og bidra til at personene "trer ut av" bakgrunnen, selv om man benytter en rolig og uniform veggoverflate.
- Unngå direktelys mot skjermer/visningsflater så langt det er mulig.
- Alle belysningstypene i rommet skal kunne reguleres individuelt. Det forutsettes at belysning styres via AV-anlegget, eller at det medtas et separat styrepanel for lys med tilsvarende funksjonalitet for beskrevet for lysstyring via AV-anlegget. (Aktuelt i rom der man benytter integrert styrepanel i videokonferansekodek.) Se anbefalinger for brukergrensesnitt i kapittel 12.6.



Figur 15. Prinsipp for person- og veggbelysning i møterom for videokonferanse.

5.1.5 Lysstyring via AV-anlegget

LED-armaturer har ofte integrert dimmerfunksjonen i driveren.

I dag baseres ofte belsningsløsninger i rom som skal ha avansert lysstyring på styresystemet DALI 2. Dette er et digitalt system der styresignalene fordeles i busstruktur parallelt med 230V-kursene til armaturene, og som har høy fleksibilitet med tanke på gruppering av ulike armaturer og omprogrammering av belsningsscenarier. Utganger fra styresentralen for AV-anlegget kobles mot busstrukturen via et eget interface (ballastkontrollere), og selve lysstyringen (gruppering av armaturer, dempefunksjoner og scenarier) programmeres i styresentralen. Det anbefales å etablere separat busstruktur for hvert rom. Dette øker kostnadene til ballastkontrollere noe, men forenkler programmering av styresystemene vesentlig. Det anbefales å unngå integrasjon mot EIB-systemer etc. i rom med lysstyring via AV-anlegget. Krav til energisparing kan normalt ivaretas ved hjelp av tidsstyrt av-slag når rommet ikke er i bruk.

Dersom man benytter teaterlyskastere i auditorier og andre rom med behov for videobelysning, styres disse normalt via DMX / Artnet. Det finnes egne DMX / Artnet-kontrollere som kobles til styresystemet, slik at DALI og DMX / Artnet kan kombineres i samme rom, og styres fra ett felles brukergrensesnitt via styresystemet. Teaterlyskastere kan om ønskelig også styres via et eget lysbord.

Brukergrrensesnitt for lysstyring er behandlet i kapittel 12.1 og 12.6.

5.1.6 Lysstyring i rom med enkelt styresystem

I standard seminarrom/klasserom med knappbaserte styrepanel styres normalt ikke belsning via AV-anlegget. Det er likevel viktig å sette krav til lysstyring i slike rom. Løsninger vil i stor grad styres av rådgivende ingeniør elektro (RIE) og elektroentreprenør, men følgende funksjonalitet bør ivaretas:

Brytere/betjeningspanel bør plasseres i nærheten av forelesningsposisjonen slik at foreleser enkelt kan justere belsningen. Det er normalt behov for en egen impulsbryter ved hver inngangsdør eller bevegelssensorer for å slå på normal belsning når man kommer inn i rommet. Merk at kombinasjonen av bryter og bevegelssensor kan være uheldig. For eksempel i situasjoner der noen slukker lyset med bryter når de forlater rommet så vil det kunne oppstå situasjoner der lyset ikke tenner automatisk med bevegelssensor hvis noen går inn i rommet like etterpå.

- Scenarier eller gruppering av soner bør benyttes slik at det er enkelt å tilpasse allmennbelysningen til ulik bruk av rommet.
- Alle armaturer må ha individuell demping. Fordi belsningsløsningene ofte planlegges og installeres før møbleringsløsninger og AV-anlegg er detaljprosjektet, må gruppering av soner og programmering av scenarier kunne gjøres etter fysisk installasjon av armaturer og kursopplegg. Dette betyr i praksis at man bør benytte DALI 2 med demperfunksjon integrert i hver armatur/driver for

alle undervisningsrom. Armaturer som trenger ekstern demper bør grupperes i mindre grupper (en hel/halv rad pr demper) som muliggjør fleksibel programmering.

- Eventuelt tavlelys må kunne slås på/av uavhengig av annen belysning, og må soneinndeles slik at eventuelle armaturer bak motorisert lerret kan styres individuelt.

Lysnivå mot lerret må enkelt kunne dempes for å redusere strølys ved bruk av projektor. Dette anbefales styrt ved hjelp av en egen bryter lett tilgjengelig for foreleser. Eventuelt kan styresystemet for AV-anlegget gi et signal til lysstyresystemet når projektor er på. Normalt har styresystemet for AV-anlegget utganger tilpasset dette, men løsning og grensesnitt må avklares med RIE/elektroentreprenør.

5.2 Krav til nettverksinfrastruktur

Fjernundervisning samt opptak og strømming av forelesninger blir en stadig viktigere del av tilbudet ved universitetene og høyskolene. Dette gjelder spesielt institusjoner som har mange desentraliserte enheter som skal knyttes sammen. I tillegg er unified communication-løsninger en integrert del av den enkeltes arbeidsverktøy, og en sømløs integrasjon mellom dedikerte rom for videokonferanse/fjernundervisning og videosamtaler fra egen bærbar PC, uavhengig av fysisk plassering, blir stadig viktigere.

Denne utviklingen innebærer naturlig nok at behovet for en robust håndtering av sanntids datatrafikk øker dramatisk, og det må derfor legges spesiell vekt på å dimensjonere ny nettverksinfrastruktur med tanke på fremtidige krav til sanntids datatrafikk.

Ved etablering av ny nettverksinfrastruktur ved ulike campus i årene fremover forventes det at tilnærmet all signaloverføring for lyd, lys, bilde og styring gjøres via Ethernet. Dette setter store krav til oppbygging av både kablingsinfrastruktur og aktivt utstyr (switcher). En fellesbetegnelse for overføring av lyd- og videotrafikk over Ethernet er "AV over IP". Dette kapitlet gir en oversikt over viktige prinsipp-løsninger som bør legges til grunn ved planlegging av slik nettverksinfrastruktur. Det presiseres at beskrevne prinsipper og løsninger er basert på tilgjengelig teknologi pr 2025. For planlegging i større campusprosjekter som foregår over flere år, forventes det at både ytelse og prisnivå på aktivt utstyr vil endre seg før anleggene kommer til utførelse. Løsningene i disse prosjektene vil derfor måtte utvikles gjennom de ulike prosjektfasene i takt med den teknologiske utviklingen i markedet.

MERK:

- Det er svært viktig at personell som skal planlegge for å prosjektere kritisk nettverksinfrastruktur beskrevet i dette kapitlet, har tidlig og tett dialog med institusjonens, byggets og/eller prosjektets IT-personell. Det er svært viktig å godt forankre felles forståelse av brukernes behov for faktisk nettverkskapasitet så tidlig som mulig i planleggingen av en fremtidsrettet og robust nettverksinfrastruktur. Dette gjelder både i prosjekter der infrastruktur skal oppgraderes eller helt ny infrastruktur skal prosjekteres
- I tillegg til beskrevet tekst i dette kapitlet, skal man alltid undersøke om den aktuelle institusjonen eller prosjektet har egne standardiseringsdokumenter som omhandler nettverk, infrastruktur og kabling. Disse dokumentene må alltid være det overordnede grunnlaget for planlegging i det enkelte prosjekt og i dialog og tett samarbeid med prosjektets IT-personell vil man dermed finne et felles sett med dimensjonerende krav som brukerne har behov for

Noe av det viktigste å ta stilling til ved dimensjonering av nettverksinfrastruktur for lyd- og bildeutstyr, er om det skal etableres et separat AV-teknisk nettverk eller om dette nettverket skal være en del av det øvrige og generelle campusnettverket. Nøkkelord ved planlegging vil uansett være kapasitet/båndbredde, Quality of Service (QoS), multicaststrømmer, IGMP Snooping og responstid/forsinkelse. Anbefalte løsninger for generell nettverksinfrastruktur er beskrevet i øvrige UFS-er, se <https://www.uninett.no/ferdige-ufsh> <https://sikt.no/ressurser/beste-praksis-fagspesifikasjoner>

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Generelt må det legges opp til bruk av såkalte non-blocking switcher, dvs at switchene har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere full samtidig belastning på alle porter. I tillegg må en ta stilling til om switchene eller deler av switchene skal ha redundant strømforsyning (PSU), samt være tilkoblet UPS eller ikke.

Strømforsyninger for switcher med PoE+ bør dimensjoneres for full samtidig effekt (30W) for alle PoE-uttak.

Stam/-stigenettswitcher bygges opp med redundant fiberlink mot kantswitcher, samt ringtopologi mellom de ulike tekniske rom. For stam/-stigenettswitcher samt for switcher for mer båndbreddekrevede produksjonsteknisk videonett, kan det vurderes å benytte modulære switcher med hot-swappable innstikksmoduler. Dette gjør det mulig å kombinere spredenett og stam/-stigenett for høyhastighets videotrafikk i én og samme switch, noe som gir en kostnadseffektiv måte å oppnå god høy samtidig overføringskapasitet.

Det bør legges opp til å velge switcher med 20% ekstra reservekapasitet på antall nettverksporter tilgjengelig til enhver tid.

Dersom prosjektet har behov for et mer krevende produksjonsteknisk videonettverk bør det benyttes fiberlinker mellom de ulike tekniske rommene på minimum 40Gb/s, alternativt 100Gb/s, og videostrømmer bør planlegges med minimum 10Gb/s på alle porter. Det generelle AV-tekniske nettverket har mindre krav til båndbredde, men bør ha fiberlinker mellom tekniske rom på minimum 10Gb/s og planlegges med signalstrømmer på minimum 1Gb/s for alle nettverksporter.

Dersom AV-nettverket planlegges å være del av det generelle campusnettet, bør det strukturerte datanettet dimensjoneres for 10 Gb/s ut fra kantswitcher og 40 Gb/s i kjerneswitcher i rom der man planlegger for AV over IP. Dette vil gi mulighet for å overføre høyoppløst materiale (inntil 4K/UHD@30fps) ved bruk av tapsfrie komprimeringsalgoritmer med neglisjerbar tidsforsinkelse. 1 Gb/s nett vil også kunne benyttes for IP-basert overføring av AV-signaler, men da må det benyttes komprimeringsalgoritmer med noe høyere tidsforsinkelse. I forbindelse med oppgradering av eksisterende rom, er det også et alternativ å bygge opp 10 Gb/s infrastruktur lokalt i det aktuelle rommene, uten å oppgradere øvrig nettverksinfrastruktur på bygget. Dette vil gi mulighet for en AV over IP-løsning med lav komprimeringsgrad og svært lav latens-tid mellom utstyr i ett og samme rom, men vil kreve at man konverterer signaler som skal overføres til andre rom til formater som kan overføres på standard 1 Gb/s infrastruktur. En slik løsning må avklares med den lokale IT-avdelingen, da den kan være i strid med overordnede føringer for oppbygging og oppgradering av institusjonens IT infrastruktur. Behovet for lav tidsforsinkelse internt i rommet bør også vurderes nøye opp mot å kunne unngå ulike signalformater for intern/ekstern trafikk.

Merk at det anbefales å holde AV-trafikk separat fra øvrig datatrafikk, normalt ved å benytte separate VLAN. Det kan være hensiktsmessig å etablere separate VLAN for henholdsvis styresystem, IP-basert lydoverføring (Dante, AES67 og AVB), videooverføring og AV over IP. Dette forenkler adressering og oppsett av ruting i de enkelte del-anleggene. I tillegg er det erfaringsmessig gunstig å redusere broadcast-trafikk på VLAN for styresystem.

Ved oppbygging av infrastruktur som skal benyttes for AV over IP må man også være bevisst på valg av switcher. Det anbefales å kun installere høykvalitets campus-grade switcher som er anbefalt benyttet for sanntids datatrafikk med høye bitrater.

Generell utførelse av anlegg, inkludert testing/kontrollmåling og dokumentasjon, skal følge Uninetts fagspesifikasjoner:

- UFS 102: Krav til strukturert spredenett
- UFS 103: Krav til utforming av IKT-rom
- UFS 104: Krav til brannsikring av IKT-rom
- UFS 107: Krav til strømforsyning av IKT-rom

- UFS 108: Krav til ventilasjon og kjøling i IKT-rom

Ved oppbygning av rack tas det utgangspunkt i anbefalingene i UFS 102. Plassering og fordeling av patchpaneler, og avsatt plass for switcher, skal detaljprosjekteres i samråd med RTT i de enkelte tekniske rom.

For øvrige krav til nettverksuttak, kabling, føringsveier og aktivt utstyr se kapittel 3.8, 3.18, 3.19, 4.15, 5.18 og 6.11 i UFS 119.

Se kapittel 7 for en nærmere gjennomgang av løsninger for signaldistribusjon.

5.2.1 Monitorering av AV-utstyr

Monitorering av AV-utstyr har tradisjonelt vært gjort ulikt og i ulik grad hos de forskjellige institusjonene i UH-sektoren. Noen av institusjonene har benyttet programvare fra utstyrsprodusenter som f.eks. Crestron Fusion til overvåkning av sitt AV-utstyr. Å bruke proprietære løsninger til overvåkning har ofte utfordringer med å få integrert tredjepartsutstyr med disse løsningene. Det må ofte skrives egne makroer for å få tredjepartsutstyret inn i løsningene og disse må oppdateres når det kommer endringer i firmware på utstyr eller en større programvareoppdatering fra overvåkningsprogramvaren. I de siste årene har det kommet en del løsninger på markedet som er mer åpne enn de løsningene produsentene av AV-utstyr tilbyr. Disse løsningene er enklere å integrere mot utstyr fra flere forskjellige leverandører og noen av løsningene tilbyr også kontroll løsninger.

Overvåkningsløsningene har en del fordeler og ulemper med seg. Enkelte av løsningene har prisstrukturer som gjør at de kan bli meget kostbare å ta i bruk, da man må betale for hver enhet man skal overvåke. Andre tar betalt pr rom som skal overvåkes og de har ingen begrensning på antall produkter i hvert rom.

Ved anskaffelse av monitoreringsløsning er det en del ting man må tenke igjennom:

- Skal løsningen ha mulighet til å gjøre forsøk på automatisk feilretting?
- Epost varslings ved feil på utstyr
- Informasjon om enheter man har installert
- Informasjon om firmware versjoner på installerte enheter
- Informasjon om garantitid
- Informasjon om levetid (end of life) på enheter
- Differensiering på tilgang ved innlogging i systemet

5.2.2 Software Defined Network (SDN)

Software-Defined Networking (SDN) er en tilnærming til nettverksdesign og administrasjon som separerer nettverkskontrollplanen fra dataplansbehandlingen. Dette gir en mer fleksibel, programmert og sentralisert måte å styre nettverk på. Her er noen nøkkelpunkter om SDN:

1. **Separasjon av kontroll og dataplan:** I tradisjonelle nettverk er kontrollplanen (som bestemmer hvordan nettpakker skal behandles) og dataplanen (som håndterer overføring av data) integrert i samme enhet, som en ruter eller switch. Med SDN, er kontrollplan logikken flyttet til en sentralisert programvare (SDN-kontroller), mens dataplansbehandlingen utføres av standardiserte nettkomponenter.
2. **Sentralisert kontroll:** SDN gir en sentralisert måte å administrere nettverket på, noe som gjør det lettere å konfigurere, overvåke og feilsøke. SDN-kontrolleren fungerer som "hjernen" som styrer nettverket, mens de fysiske nettkomponentene ekspederer og videregirer datapakker basert på instruksjoner fra kontrolleren.
3. **Programmerbarhet:** SDN gjør nettverket mer programmatisk ved å gi utviklere og administratører mulighet til å skrive programvare som kan styre nettverket. Dette gjør det lettere å implemen-

tere tredjepartsapplikasjoner og automatisere oppgaver, noe som kan forbedre effektiviteten og redusere kostnader.

4. **Fleksibilitet og skalerbarhet:** SDN gir mulighet for dynamisk tilpasning av nettverksressurser i henhold til behovene til applikasjoner og brukere. For eksempel, hvis det er behov for mer båndbredde til bestemte tjenester, kan nettverkselementer raskt re-konfigureres for å imøtekomme dette.
5. **Bruk av åpne standarder:** Mange SDN-løsninger benytter åpne standarder, for eksempel Open-Flow, som gir en standardisert måte å kommunisere mellom den sentraliserte kontrolleren og nettverksenhetene. Dette gir interoperabilitet mellom produkter fra ulike leverandører.

SDN nettverk kan også by på utfordringer når det kommer til AV-utstyr. Her er det eksempler på institusjoner som har lyktes med flytting av AV-utstyr inn i SDN nett og andre som ikke har fått dette til å fungere på en bra måte. Som ett generelt råd er det viktig å ha med seg nettverksingeniører og AV-integratører som er gode på å kartlegge mulige fallgruver før man flytter all AV-infrastruktur over på SDN nett. Utfordringer man kan støte på er:

1. **Latens og båndbredde:** AV-utstyr, spesielt videoapplikasjoner, er ofte følsomme for latens og krever høy båndbredde for å fungere optimalt. SDN-miljøer må være konfigurert for å håndtere disse kravene, noe som kan kreve spesifikke QoS-innstillinger for å prioriterer AV-trafikk.
2. **Kompleksitet i konfigurering:** SDN strukturen kan være mer kompleks enn tradisjonelle nettverk. Dette kan føre til at det tar lengre tid å konfigurere nettverket for å imøtekomme spesifikke AV-behov. Det er viktig å ha god oversikt over nettverksressurser og hvordan de påvirkes av SDN.
3. **Interoperabilitet og standarder:** AV-utstyr kommer ofte fra ulike leverandører og kan bruke forskjellige protokoller. Å sikre at dette utstyret fungerer sømløst sammen i et SDN-miljø krever at man tar hensyn til kompatibilitet og potensielle protokollkonflikter.
4. **Nettverkssikkerhet:** Med SDN er det en stor avhengighet av sentrale kontroller, som kan skape sårbarheter. Beskyttelsen av AV-utstyr mot mulige angrep er kritisk, særlig når utstyret er koblet til nettverk som også kan håndtere sensitiv informasjon.
5. **Monitoring og feilsøking:** I et SDN-miljø kan det være mer utfordrende å overvåke og feilsøke nettverkstrafikk for AV-applikasjoner. Det kan være nødvendig med spesialiserte verktøy for å analysere AV-trafikk og vite hvor flaskehalser eller problemer oppstår.
6. **Dynamisk ressursallokering:** Når SDN muliggjør dynamisk tilpasning av nettverksressurser, kan det skje endringer som påvirker AV-tjenester under drift. Dette kan føre til midlertidige forstyrrelser hvis ikke dette håndteres riktig.
7. **Utdanning og kompetanse:** For bedrifter som implementerer SDN, kan det være nødvendig med ekstra opplæring for ansatte om hvordan man driver og administrerer nettverket, noe som også inkluderer AV-integrasjoner.

5.2.3 Nettverkstilkobling for AV-utstyr

Utover nettverkskabling for signaloverføring internt i AV-anleggene, bør det medtas datatilkobling til sprednettet på bygget for blant annet følgende utstyrsenheter:

- Styresentral/styrepanel med integrert styresentral
- Videokonferansekodek
- Eventuelle enkodere/dekodere for ekstern overføring via datanettet

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

- Fast PC
- Bærbar PC
- Projektor
- Visningsflater
- Remote recorder
- Sentral bildeprosessor
- DSP for lyd
- Trådløse mikrofonmottakere

Det kan være formålstjenlig i større AV-rack å ha en internswitch, som er integrert med resten av nettverket på campus hvis AV-utstyr skal være på samme nett som resten av datatrafikken på campus, for å minke antall punkter til sprednettet. En annen fordel med dette er at man kan direkte feilsøke på utstyr i rom via en switch. Merk: dette kan lage utfordringer hvis hele campusnettverket er bygd opp med SDN.

Det anbefales å etablere ett eller flere virtuelle nett (VLAN) for AV-utstyr.

PC-er (for studenter etc.) forutsettes tilkoblet via trådløst nettverk. Alle undervisningsrom bør ha dekning for trådløst nettverk med tilstrekkelig kapasitet. Se for øvrig Uninetts arbeid med trådløse nett under <https://openwiki.uninett.no/gigacampus:wlan>.

Bærbare PC-er for studenter

Det anbefales å utstyre minimum annenhver plass i undervisningsrom med el-uttak for bærbar PC. Uttak bør fortrinnsvis plasseres på undersiden av skriveplater i rom med fast amfi, men i undervisningsrom med fleksibel møblering er normalt brystningskanal langs vegg og søyler eneste realistiske plassering. Alternativt kan det etableres egne golvbrønner eller nedrekksløsninger fra tak for el-uttak.

5.2.4 Dimensjonering og gruppering av 230V-kurser

230V-kurser må dimensjoneres og grupperes slik at man unngår støy i lyd- og bildeanleggene, og tar høyde for startstrømmer for de ulike utstyrskomponentene.

Følgende anbefalinger bør legges til grunn ved prosjektering av 230V-kurser:

- Effektførsterkere for lyd skal ha separate 230V-kurser tilpasset effektbehovet til lydanlegget ført direkte fra el-fordeling (16A C-karakteristikk).
- Alle motorer (lerret og blanding) skal ha en felles kurs ført direkte fra el-fordeling (16A C-karakteristikk), som ikke benyttes for øvrig utstyr.

LED-skjermer skal ha separate kurser tilpasset effektbehovet til skjermen som bør være styrte. Disse kursene skal ikke benyttes for øvrig utstyr.

- Øvrig AV-utstyr i rack og undervisningsbord skal ha en egen kurs ført direkte fra el-fordeling (16A C-karakteristikk). Det bør også avsettes en egen kurs for projektorer i større rom, og separate kurser for hver projektor med lysytelse 6000 lumen eller høyere. I mindre rom er det tilstrekkelig med én kurs for alt AV-utstyr utenom eventuelle motoriserte lerreter.

Følgende utstyr skal i tillegg ha separat kursopplegg fra reléblokk:

- Lerret (én reléutgang pr. motor)
- Blanding (én reléutgang pr. himmelretning)

230V-elementene monteres hensiktsmessig med tanke på føringsveger, fortrinnsvis over systemhimling i de respektive rommene eller i tilstøtende korridor, alternativt i underfordelinger.

5.2.5 Føringsveger og golvbrønner

Gode og tilstrekkelig dimensjonerte føringsveier er svært viktig for å oppnå funksjonelle og visuelt lite sjenerende AV-installasjoner. Dette viser seg ofte å være krevende å ivareta, også ved nybygg. Gode løs-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

ninger krever integrasjon mot både bygningstekniske og elektrotekniske fag, og at føringsvegene planlegges tidlig i prosjekteringsfasen. Økende bruk av preproduserte betongelementer gjør denne utfordringen enda større.

Følgende prinsipper anbefales ved planlegging av føringsveger:

1. Ta høyde for **fremtidig oppgradering**. Etabler føringsveier for alle aktuelle oppgraderinger/utvidinger i første installasjonsfase. Dette innebærer i praksis å etablere reservekapasitet i form av økt rørdiameter eller antall rør der føringsveier allerede er planlagt, f.eks. 50 % reservekapasitet. I tillegg kan det for auditorier være aktuelt å etablere rørføringer fra podium til eventuell lyd- eller lysmikser i amfi og/eller fra podium fram til en eventuell avviklingsplass ved første opptrinn i amfi. For overføring av lyd og bilde til andre rom er det i dag mest aktuelt å benytte det strukturerte spredenettet. Er du i tvil om behovet – etabler aktuelle føringsveier. Det er mye mer kostbart og komplisert å gjøre dette etter at rommet er ferdigstilt.
2. Benytt **fleksible føringsveier** der det er praktisk mulig og estetisk akseptabelt, dvs. kabelbru over systemhimling, brystningskanaler og vertikale utenpåliggende kanaler. Dette letter utstyrsoppgradering og fremtidig tilpassing. Det kan også være et alternativ å felle kabelkanaler inn i lettvegger slik at frontlokk flukter med ferdig vegg. For øvrige installasjoner på/ved vegg planlegges skjulte rørføringer som avsluttes i veggboks, eller med røroppstikk bak/under utstyrsrack dersom plassering av utstyr er bestemt før veggene lukkes. For øvrig utstyr må minikanal fra himling eller fra brystningskanal benyttes.
3. Eventuelle **grenstaver** i rom som brukes til presentasjoner **må plasseres med omhu**. Dersom grenstaver benyttes, må de plasseres slik at de ikke hindrer fri sikt mot presentasjonsvegg fra noen av plassene i rommet. Normalt benyttes grenstaver med tilførsel via himling, men de kan også være en aktuell løsning med tilførsel via gulv. Dette gjelder både der man har kabelgjennomføringer fra undersiden av massive dekker, men ikke har mulighet for å etablere golvbrønner, eller der man har fleksibel møblering og ønsker andre tilkoblingspunkt enn på vegg, samt å unngå kabelnedføringer i synsfeltet mot presentasjonsveggen.
4. Benytt **golvbrønner viss mulig** for frittstående, løse bord eller for fleksibel tilkobling for undervisningsbord. Merk likevel at det er svært krevende å sikre god utførelse, spesielt i rom med hulldekkelementer. Vurder også faren for lydgjennomgang fra rom i etasjen under (se [kapittel 5.4](#) for mer informasjon om akustikk). Et vellykket resultat krever nøyaktig planlegging og god koordinering mellom ulike fag.

I rom med mye utstyr er det en utfordring å få plass til alle tilkoblinger, og å få på plass lokk med alt utstyr tilkoblet. Innfestingsrammer må derfor normalt spesialtilpasses, men det finnes modulære systemer for AV-uttak i enkelte standard golvbokser. Undersøk muligheter før det tas stilling til fabrikat for golvbokser. En golvbrønn blir nesten aldri dyp nok! En god løsning er å plassere kontakter horisontalt i brønnveggene, fordi dette gir bedre mulighet for å legge på lokket når brønnen er full, og fordi kontaktene er mindre utsatt for støv, skitt og vann som kommer ned i brønnen. En slik løsning krever stor plass rundt selve brønnen, og er derfor normalt kun aktuell for brønner montert i trebjelkelag. Det anbefales å benytte **standardkontakter** for alt utstyr dersom praktisk mulig. Multikontakter vanskeliggjør fremtidig oppgradering/utskifting av utstyr. Dersom et frittstående undervisningsbord eller møtebord har permanent plassering og festes til golvet, kan det alternativt benyttes direkte kabling til bordet via røroppstikk i golv. Dette forenkler installasjonen vesentlig.

Golvbrønner for undervisningsbord anbefales plassert i fremkant under undervisningsbordet.

Dimensjonering av føringsveier må planlegges ut fra utstyrsbehov, men følgende utgangspunkt for rørføringer til golvbrønner kan benyttes:

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

- Avanserte auditorier/seminarrom: Mellom hver brønn og sentralt utstyrspunkt legges 3 x 50 mm (alternativt 7 x 32 mm) rør. Brønner forbindes internt med 2 x 50 mm (alternativt 5 x 32 mm) rør.
- Enklere auditorier/seminarrom og avanserte gruppe- og møterom: Mellom hver brønn og sentralt utstyrspunkt legges 2 x 50 mm (alternativt 5 x 32 mm) rør. Dersom rommet har flere brønner for fleksibel plassering av presentasjonsutstyr forbindes også brønnene internt med 3 x 32 mm (alternativt 1 x 32 pluss 1 x 50 mm) rør.
- Enklere klasse-, gruppe- og møterom: Mellom hver brønn og sentralt utstyrspunkt legges 2 x 50 mm (alternativt 5 x 32 mm) rør.

Generelt letter store rørdimensjoner installasjonsarbeidet og muliggjør fremføring av ferdigterminerte kabler. Dette er spesielt viktig for HDMI, som ikke kan termineres i felt. 32 mm rør må kun benyttes dersom 50 mm rør er uaktuelt på grunn av plasshensyn. Merk at utførelse må koordineres brannteknisk og akustisk rådgiver slik at krav til branntetting og lydisolasjon blir ivaretatt. Eventuelt vann i rørene bør også tørkes ut før kabler trekkes.

Merk: Da golvbokser ofte er grunne, må man passe på at nettverksuttakene er montert slik at kablene man kobler til dem blir liggende på siden i golvboksen, som vist på bildet under, for å hindre at pluggene på kabelen knekker når man har igjen lokket på golvboksen.



For frittstående undervisningsbord, talerstoler eller møtebord der golvbrønn eller røroppstikk i golv ikke er aktuelt, anbefales kabler ført over golv fra uttak på sidevegg, enten ved bruk av kabelkanal limt til golvet eller i løs samlestrømpe. Bruk av løs samlestrømpe forutsetter at det ikke er noen gangtrafikk over kablene. Kabelkanal limt til golv er derfor å foretrekke dersom bordet har permanent plassering.

Følgende kapitler gir en kort orientering om andre krav til utforming av undervisnings- og møterom, og hvilke fag som normalt har ansvaret for å ivareta disse forholdene.

5.3 Brannsikring

Krav til brannsikring ivaretas normalt av brannteknisk rådgiver (RIBr).

I nye bygg gjennomføres brannteknisk prosjektering i henhold til:

- Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven med tilhørende veiledning (VTEK17).
- SINTEF Byggforsk detaljblad 321.027 - Brannteknisk detaljprosjektering. Dokumentasjon og kontroll.

Eksisterende bygg skal tilfredsstillende krav i Forskrift om brannforebygging [1]. Dette er forskriften brannvesenet håndhever.

Vær spesielt oppmerksom på branntetting rundt føringsveger og røroppstikk i golv/golvbrønner. Det må sikres at alle røroppstikk får riktig plassering før branntetting utføres.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Sprinklerhoder bør ikke plasseres slik at projektor kaster varmluft direkte på sprinklerhodene. Dette innebærer at projektorplassering bør avklares i tidlig prosjekteringsfase.

5.4 Akustikk

Krav til akustiske forhold ivaretas normalt av akustisk rådgiver (RIAku).

Funksjonskrav for akustiske forhold i bygninger er gitt teknisk forskrift tilhørende veiledning (VTEK17) [4]. Tallfestede grenseverdier er gitt i Norsk standard NS 8175:2019 Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper, der grenseverdier for klasse C anses som tilstrekkelige for å oppfylle forskriften. I avsnittene under refereres det til STI verdier som krav til taletydelighet i rom med og uten elektroakustisk forsterking.

Merk at:

- STI-målinger skal utføres med utstyr og metode iht. NEK IEC 60268-16 (Sound system equipment Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index).
- STI-målinger skal representere reell driftssituasjon, enten ved måling på lydanlegget/lyd-overføringssystemet under normale/faktiske driftsforhold, eller ved etterberegning av STI der målt resultat korrigeres for innvirkning fra relevante akustiske forhold/bakgrunnsstøy mm.
- Drifts- og målebetingelser, måleutstyr/målemetode og beskrivelse av lyd-overføringssystemet som er testet skal dokumenteres og rapporteres lettfattelig sammen med måleresultat.

5.4.1 Romakustikk

Romakustiske forhold i rom som skal benyttes til undervisning og formidling skal tilrettelegges slik at taletydeligheten blir tilfredsstillende både i rommet (akustisk og forsterket) samt på mottakersiden på andre lokasjoner. De generelle kravene til etterklangstid i NS 8175 er ikke alene tilstrekkelige for å sikre at man oppnår dette, og det må derfor suppleres med føringer som angitt i det følgende.

I prosjekteringsfasen skal romakustiske forhold detaljvurderes ved hjelp av simuleringer for å verifisere at valgt målsetningsnivå for etterklangstid, og føringer som angitt under, ivaretas.

Romakustiske tiltak skal tilpasses aktuelle mikrofon- og høyttalerløsninger i de enkelte rom, og koordineres mot AV-teknisk leveranse.

Etterklangstiden skal ha en mest mulig jevn fordeling over frekvensområdet mellom 125 – 4000 Hz.

Det legges inntil videre til grunn at alle undervisningsrom må utstyres med taleforsterkningsanlegg, for at krav til universell utforming skal tilfredsstilles.

Alle oppgitte krav til STI gjelder med faste tekniske installasjoner som eneste bakgrunnsstøy.

Lydanlegg for taleforsterking må tilpasses de romakustiske forholdene i rommet. Merk at talelydanlegg bør være et supplement til, ikke en erstatning for gode romakustiske forhold. I en del tilfeller vil det derimot være et kompromiss mellom optimal utforming av visningsflater/lerret og akustisk reflektor over podiet i auditorier. Se for øvrig kapittel 10.1 Høyttalerløsninger, kapittel 4.2 Visningsflater og projektorløsninger og kapittel 4.6 Siktforhold og utforming av presentasjonsvegg.

5.4.2 Tilleggskrav for forskjellige romtyper

I undervisningsrom er det en del krav til akustikk som går ut over kravene til etterklangstid beskrevet i NS 8175:2019. Som måleparameter i tillegg til etterklangstid bør Speech Transmission Index (STI) benyttes som måleenhet for å sikre god taletydelighet i undervisningsrom, gruppe- og møterom. Vi mener at man med dette sikrer seg mot et vanlig forekommende og uønsket fenomen i norske undervisningsbygg, som er at rom tiltenkt undervisning tilfredsstiller krav til etterklangstid, men fungerer dårlig i daglig bruk.

Målinger av taletydelighet (STI) utføres med utgangspunkt i IEC 6026816:2020. STI skal måles med normalt talenivå (60 dBA@1m ref. IEC 6026816:2020). Det anbefales bruk av høyttaler med direktivitet tilsvarende en talende person som kilde, der det ikke er beskrevet bruk av linjesignal.

Undervisningsrom

For alle undervisningsrom skal krav til etterklangstid for større undervisningsrom i NS 8175, lydklasse B, tabell 10, linje 3 ($T \leq 0,16 \times h$) tilfredsstilles.

Fordelingen av absorberende, reflekterende og eventuelt lydspredende overflater skal være slik at rommets naturlige akustiske respons er tilpasset tale. Dette innebærer at det må være en viss grad av naturlige refleksjoner fra sidevegger og overflater i himling, samtidig som man unngår sterke refleksjoner som vil kunne redusere taletydelighet eller definisjon for overføring til ekstern mottaker.

Flutterrekko skal unngås i alle posisjoner for aktører og mikrofoner. Akustisk kledning på vegger og i himling må utformes med plassering og absorpsjonsegenskaper som ivaretar dette kravet.

STI uten taleforsterkningsanlegg skal være på minimum 0,60 i hele tilhørerarealet.

STI fra høyttalersystem til tilhørere skal være på minimum 0,8 (med linjesignal som kilde). STI fra taleposisjon til utgang fra DSP/aktiv styrbar mikrofon skal være på minimum 0,9 (med direktiv høyttaler som kilde).

Undervisningsrom for studentaktive undervisningsmetoder

Krav til etterklangstid for større undervisningsrom i NS 8175, lydklasse B, tabell 10, linje 3 ($T \leq 0,16 \times h$) skal tilfredsstilles.

Fordeling, plassering og vinkling av absorberende og reflekterende overflater skal være slik at rommets naturlige akustiske respons er tilpasset tale. Taleforsterkningsanlegg og akustisk separasjon mellom arbeidssonene må tilpasses både situasjoner med taleformidling til/fra alle plasser i rommet, og situasjoner med parallelt konsentrasjonskrevende arbeid i ulike soner.

STI med taleforsterkningsanlegg skal være på minimum 0,75 i hele tilhørerarealet. Dette gjelder:

- Fra talerposisjoner til tilhørerposisjoner
- Fra høyttalerposisjoner til tilhørerposisjoner

Større undervisningsrom/auditorium

For undervisningsrom skal krav til etterklangstid for større undervisningsrom i NS 8175, lydklasse B, tabell 10, linje 3 ($T \leq 0,16 \times h$) tilfredsstilles.

Fordelingen av absorberende, reflekterende og eventuelt lydspredende overflater skal være slik at rommets naturlige akustiske respons er tilpasset tale. Dette innebærer at det må være en viss grad av naturlige refleksjoner fra sidevegger og overflater i himling, samtidig som man unngår sterke refleksjoner som vil kunne redusere taletydelighet eller definisjon for overføring til ekstern mottaker.

Flutterrekko skal unngås i alle posisjoner for aktører og mikrofoner. Akustisk kledning på vegger og i himling må utformes med plassering og absorpsjonsegenskaper som ivaretar dette kravet.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Bakvegg (motstående talerposisjonen) skal utformes lydabsorberende og/eller lydspredende slik at sterke refleksjoner tilbake til relevante aktører og mikrofonplasseringer unngås.

STI fra høyttalersystem til tilhørere skal være på minimum 0,8 (med linjesignal som kilde).

STI fra taleposisjon til utgang fra DSP/aktiv styrbar mikrofon skal være på minimum 0,9 (med direktiv høyttaler som kilde).

Fjernundervisningsrom

For rom som skal benyttes for fjernundervisning, videokonferanse eller videoopptak stilles spesielle krav til de akustiske forholdene. Her er det spesielt viktig å oppnå lav bakgrunnsstøy, kort etterklangstid og å unngå sterke veggrefleksjoner. Dette er fanget opp i NS8175:2019, der det er stilt spesielle krav til videokonferanserom.

Følgende tilleggskrav bør stilles til **møterom for videokonferanse**:

- Dersom man ønsker spesielt gode romakustiske forhold, bør klasse B benyttes for krav til etterklangstid. Etterklangstiden bør være tilnærmet lik i alle oktavbånd fra 125 - 4000 kHz.
- Absorbenter må monteres både i himling og på vegger. Harde parallelle veggoverflater bør unngås. For å sikre flat etterklangstid må ulike absorbertyper med komplementære egenskaper benyttes i himling og på veggoverflater.

Merk at behovet for gode romakustiske forhold er minst like stort i rom som tilrettelegges med rimelige softwarebaserte videomøteløsninger, da mikrofon- og høyttalerløsningene ofte har dårligere lyd kvalitet og evne til å fange opp direkte lyden fra den som snakker enn ved bruk av tradisjonelle videokonferansesystem.

Se forøvrig kapittel 10.5.

5.5 Ventilasjon

Krav til ventilasjon og luftkvalitet ivaretas normalt av VVS-teknisk rådgiver (RIV).

I Arbeidstilsynets veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen er det blant annet gitt retningslinjer for nødvendig luftmengde pr. person og utlufting av materialer pr. m² [6].

Merk at det ikke bør plasseres luftinntak/avkast ved presentasjonsvegg, da dette kan gi økt bakgrunnsstøy ved bruk av mikrofoner. Avkast for ventilasjon må også holdes i god avstand til projektor for å unngå problemer med støv og partikler. Eventuell tilluft ved projektor kan være heldig, men da må denne være kondens- og støvfri.

5.6 Dagslys

Krav til dagslys ivaretas normalt av arkitekt (ARK).

Både arbeidsmiljøloven og plan- og bygningsloven stiller krav til dagslys. Relevante referanser:

- Arbeidsplassforskriften [7].
- Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (VTEK17).

I veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) [8] angis preaksepterte løsninger for å tilfredsstille kravene. Disse krever forutsetninger for å kunne benyttes som ofte ikke oppfylles, og må derfor brukes med forsiktighet.

Ofte kommer krav til dagslys i konflikt med behov for blanding/avskjerming av visningsflater og bruk av videokamera. Se kapittel 11.6.

5.7 Universell utforming

Krav til universell utforming er relevante for alle fag. Dette er et område som har fått økt fokus de siste årene, og i 2009 trådte en ny norsk standard for universell utforming, sist oppdatert i 2018, i kraft: NS 11001-1:2018 Universell utforming av byggverk - Del 1: Arbeids- og publikumsbygninger. Universell utforming har også fått sterkt fokus i gjeldende byggt teknisk forskrift TEK17 med tilhørende veiledning. Statens byggt tekniske etat (BE) og Husbanken har utarbeidet en veiledning om universell utforming av byggverk og uteområder [9].

I 2023 kom NS 8179 Lydtekniske løsninger for universell utforming. Denne kommer med beskrivelse av hvordan løsninger for hørselshemmede bør lages. Denne standarden tar for seg løsninger for høreapparatbrukere og ikke-høreapparatbrukere. Kapittel 11 i NS 8179 beskriver løsninger for skoler, lokaler for skolefritidsordning og andre bygg med rom og arealer til undervisningsformål.

I forbindelse med AV-anlegg utløses ofte krav om løsninger tilpasset hørselshemmede.

Planløsning og møblering av undervisningsrom avhenger av størrelse og bruksområde, og behov må avklares i brukerprosessen. Uansett skal den fysiske utformingen underbygge god kommunikasjon mellom foreleser og studenter. Det betyr at dominerende innredningselementer og visuelt støyende elementer bør unngås. Utforming av møbler og presentasjonsvegg bør være så ryddig og oversiktlig som mulig.

Bruk også Universell (*Nasjonal pådriver for tilgjengelighet i høyere utdanning*) som ressurs for planlegging av gode løsninger for universell utforming. Se <http://www.universell.no/>.

6 PLASSERING AV PRESENTASJONSUTSTYR

6.1 Undervisningsbord og talerstoler

Utforming og plassering av undervisningsbord og talerstoler skal gi rom for ulike undervisningsformer og lett kunne tilpasses ulike forelesere. Det anbefales å planlegge utforming av og materialvalg for undervisningsbord og talerstoler før man innhenter tilbud på AV-leveransen.

I **mindre undervisningsrom** som klasserom og seminarrom er det normalt tilstrekkelig med ett undervisningsbord (kateter). Plassering tilpasses rommets utforming, men bordet anbefales plassert til side for senterlinjen i rommet, bort fra trafikksoner. Permanent plassering og kabling anbefales dersom ikke brukerne ønsker å kunne flytte eller fjerne bordet ved behov.

Det anbefales å spesifisere hev-/senkfunksjon for undervisningsbord, men behov må vurderes for hvert enkelt tilfelle.

Kabling bør føres til vegg dersom bordet står helt inntil sidevegg. For frittstående bord er anbefalte løsninger for føringsveger beskrevet i kapittel 5.2.5.

I **auditorier** er det normalt behov for ett undervisningsbord og eventuelt en talerstol. Talerstol er spesielt aktuelt i større auditorier, samt i auditorier som benyttes til disputaser og andre typer presentasjoner enn rene forelesninger. Alle undervisningsbord i auditorier bør ha hev-/senkfunksjon. Det anbefales tilkobling via golvbrønner. I små og mellomstore auditorier (opp til ca. 150 personer) er det normalt tilstrekkelig med 1-2 golvbrønner, større auditorier bør ha 3. Normalt er det tilstrekkelig at undervisningsbordet kun kan kobles til i en av brønnene, mens øvrige brønner kun støtter tilkobling av talerstol, ekstra mikrofoner og styrepanel. Normalt anbefales et mobilt undervisningsbord som kan kobles fra og trilles bort ved behov, men i auditorier som kun benyttes til tradisjonelle forelesninger kan man vurdere permanent plassering og kabling.

Dersom det er behov for større fleksibilitet kan brønnene utformes slik at både undervisningsbord og talerstol kan kobles til i alle brønnene. Merk at en slik løsning gir vesentlig høyere kompleksitet og krever

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

oppskalering av blant annet bildematriser og styresystem, hvis man ikke benytter AV over IP løsninger. Med tanke på kostnader bør derfor behovet for full fleksibilitet for golvbrønner vurderes nøye.

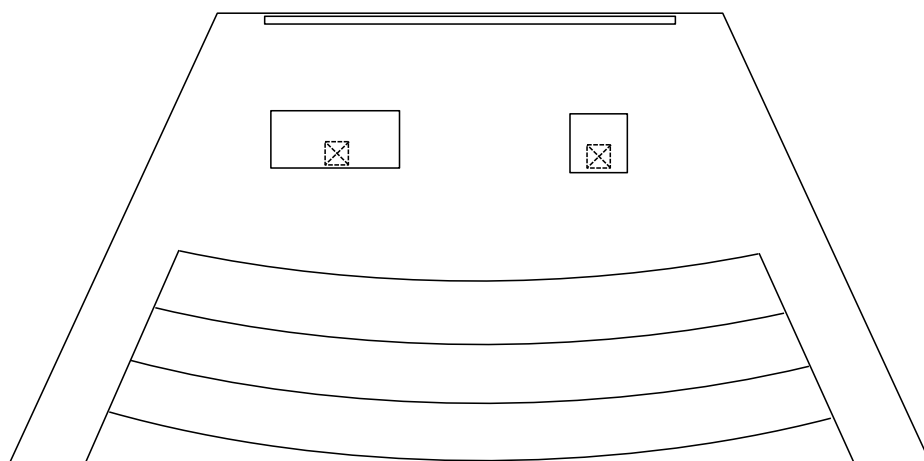
Styresystemet skal automatisk endre oppsett etter hvilke brønner som benyttes.

Pass på at undervisningsbord ikke plasseres slik at selve bordet eller foreleser skygger for projektorbildet. Dette er spesielt viktig i rom med flatt golv, og betyr i praksis at visningsflate og undervisningsbord bør plasseres på hver side av presentasjonsveggen i denne type rom. Også i auditorier med skrått amfi vil det normalt være gunstig å plassere undervisningsbord og talerstoler til side for senter av presentasjonsveggen.

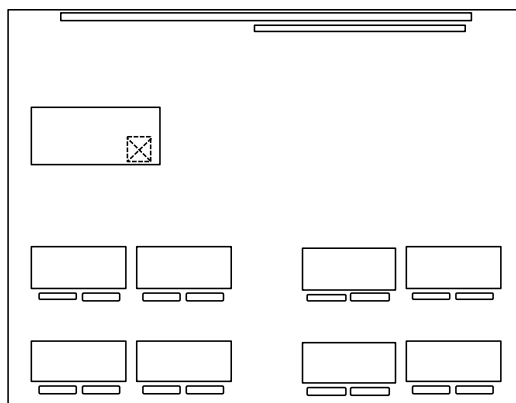
I rom med undervisningsbord utstyres talerstol kun med svanehalsmikrofon og manusholder, samt plass og tilkobling for bærbar PC samt styrepanel. I rom som benyttes til disputaser, anbefales det å montere en støtteskjerm i talerstolen som speiler det som vises på presentasjonsveggen. Dette gjør det enklere for opposenten å følge med på det som kandidaten presenterer uten å måtte snu seg mot presentasjonsveggen. Utforming av talerstolen bør være så kompakt som mulig. I enkelte rom kan det på grunn av plasshensyn være aktuelt å erstatte undervisningsbord med en stor talerstol. Løsning må i så fall tilpasses spesielt.

Anbefalte løsninger for støtteskjerm i forbindelse med fjernundervisning er beskrevet i kapittel 11.4.1. Det er forutsatt at alle bildekilder skal kunne rutes til skjerm/interaktiv PC-skjerm i undervisningsbord (se UFS 119 kapittel 5.2). Denne skjermen kan dermed også benyttes for å speile det som vises på presentasjonsveggen, forutsatt at brukergrensesnittet til styresystemet legger til rette for dette. Det anbefales å vurdere påsynsskjermer, som beskrevet over, i undervisningsrom som ikke er tilrettelagt for fjernundervisning. Anbefalt avstand mellom undervisningsbord/talerstol og presentasjonsvegg er 1,2 m. Anbefalte krav til utforming av undervisningsbord og talerstoler er beskrevet i UFS 119 kapittel 3.17.

Eksempler på plassering av undervisningsbord/talerstol og golvbrønner i ulike undervisningsrom er vist i Figur 16 og 17.



Figur 16. Eksempel på plassering av undervisningsbord/talerstol og golvbrønner, stort auditorium.



Figur 17. Eksempel på plassering av undervisningsbord og golvbrønn, seminarrom.

6.2 Plassering av sentralutstyr

Alt utstyr som foreleser eller møteleder ikke har behov for å nå, plasseres normalt i utstyrsrack. Dette inkluderer utstyr som lydprosessor, effektforsterkere, bildematrikse, videokonferansekodek og styresentral. Hvis det er ønskelig å benytte fastmontert PC må man vurdere eventuell sikkerhetsrisiko dette medfører med tanke på IT innbrudd, da en fast PC vil være tilkoblet campus nett. Racket plasseres om mulig i teknisk rom nært presentasjonsvegg. Alternativt velges en minst mulig sjenerende plassering i fremre del av undervisnings-/møterommet, gjerne i nisje i vegg hvis mulig. Ta også hensyn til fremføring av kursopplegg fra himling, golvbrønner og presentasjonsvegg.

Så lenge man ivaretar beskrevne krav til funksjonalitet og fleksibilitet kan det eventuelt vurderes å plassere noe av sentralutstyret (f.eks. bildevelger/skalerer) i undervisningsbordet.

Merk at utstyret må være tilgjengelig for service fra både for- og bakside av racket. Rack som monteres i nisjer eller med bakside mot vegg må ha hjul og kunne trekkes fram på golvet for service. Kjølebehov internt i rack skal ivaretas av AV-leverandøren. Se krav i UFS 119 kapittel 3.16. Merk likevel at både luftsirkulasjon rundt racket og varmeavgivelse må vektlegges når man bestemmer plassering av rack og i forbindelse med prosjektering av ventilasjonsanlegg/kjøling.

Kjøleanlegg og sprinklerhoder bør ikke plasseres like over områder der rack skal plasseres, i tilfelle lekkasje/kondens oppstår.

I enklere klasserom/seminarrom uten talelydanlegg og i enkle/standard møterom er det ofte ikke nødvendig med et eget utstyrsrack. Knappebaserte styrepaneler har ofte styresentralen integrert i panelet, og mindre bildevelgere etc. kan ofte plasseres i undervisningsbord eller i veggmonterte skap/hyller. Se for øvrig anbefalte krav til utforming av rack og undervisningsbord i UFS 119 kapittel 3.16 og 3.17.

Det anbefales ikke å etablere regirom for auditorier fordi dette erfaringsmessig sjelden blir benyttet. Har man behov for å plassere teknisk utstyr i rack bør det etableres egne Bruker Data Rom (BDR-rom) til dette.

PROSJEKTERINGS- GRUNNLAG AV-UTSTYR



7 INFRASTRUKTUR OG SIGNALOVERFØRING

I dette kapittelet beskrives løsninger for felles infrastruktur som omfatter både lyd, bilde og styring.

7.1 Integrerte signaloverføringssystemer

Integrerte signaloverføringssystemer er i dette dokumentet en fellesbetegnelse for løsninger for overføring av bilde, programlyd, styresignaler, strømtilførsel og eventuelt datatrafikk (ethernet) via én enkelt parkabel, eller eventuelt fiber.

7.1.1 AV over IP

AV over IP brukes i dette dokumentet om integrerte signaloverføringsløsninger som benytter ethernetprotokollen for overføring av data. Det innebærer at ulike kilder kan rutes og distribueres via standard dataswitcher. I motsetning til HDBaseT, som er en punkt-til-punkt-basert løsning, benyttes AV over IP om pakkeswitchede løsninger. I tillegg til enkodere, dekodere og switcher, inngår normalt enten en software- eller hardwarebasert løsning for konfigurering og ruting av kilder og mottakere i nettet. Dette er sentralt for å strukturere signalflyten i systemet.

Utviklingen av nye komprimeringsstandarder som bedre ivaretar god nok kvalitet og effektivitet ved overføring av signal ved lavere båndbredde, er i stadig utvikling. Ved utgivelsestidspunktet for denne UFS-revisjonen er dette de mest brukte båndbreddestandardene:

1Gbps:

Den mest benyttede båndbreddekapasiteten for AV over IP-løsninger er 1Gbps. Denne kapasiteten vil kunne passe for signaloverføring i de fleste løsninger for undervisningsrom. For å kunne overføre bildestrømmer opp til 4K@60Hz må signalet komprimeres en del som gjør at man kan oppleve noe latenstid. Denne latenstiden vil i praksis være uproblematisk i de fleste løsninger for undervisningsrom, men vil kunne skape utfordringer ved overføring av f.eks. dirigentbilde i en kultursal.

10Gbps:

10 Gbps overføringer bør benyttes der behovet for ekstra god båndbreddekapasitet er nødvendig som for eksempel ved høykvalitets videooverføringer i semi-profesjonelle videostudioer. SDVoE (Software Defined Video over Ethernet) er en kjent overføringsstandard som benytter 10Gbps overføringer. Løsningen har svært liten komprimering av signalene, noe som gjør at latenstiden er tilnærmet lik null. 10 Gbps-løsninger er mer kostbar sammenlignet med 1Gbps-løsninger blant annet på grunn av mer kostbare nettverksswitcher med større båndbreddekapasitet.

25Gbps:

SMPTE 2110-standard er en løsning basert på 25Gbps båndbreddekapasitet og benyttes mye i profesjonelle kringkastings- og videoproduksjonsmiljøer. Løsninger med 25Gbps kapasitet vil kun være aktuell i undervisningssektoren dersom man skal planlegge for semi-profesjonelle eller profesjonelle videostu-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

dioer. Utstyr som støtter SMPTE 2110 er fortsatt kostbart, men man kan anta at 25Gbps-løsninger vil bli noe rimeligere de nærmeste årene.

AV over IP-produsenter tilbyr en rekke ulike enkodere og dekodere for de aktuelle signaltypene. Noen produsenter har også innebygd støtte for overføring av USB i de samme boksene, men dette er mer vanlig for 10Gbps løsninger enn for 1Gbps løsninger. Produsenter av AV over IP-løsninger har gått sammen og opprettet AV over IP-standarder som vesentlig forenkler at enheter fra ulike leverandører kan kommunisere med hverandre.

For å sikre nødvendig stabilitet i en AV over IP-løsning bør man velge enkodere og dekodere fra samme produsent. AV over IP løsninger som benytter mye mindre datastrømmer enn 1Gbps vil komprimere bilde for mye til at slike løsninger er anbefalt brukt i undervisningsrom.

SDVoE og IPMX (Internet Protocol Media Experience) er eksempler på kjente AV over IP-standarder i dagens marked. SDVoE benytter 10Gbps overføringskapasitet, mens IPMX er mer fleksibel og kan benyttes i de fleste båndbredde-løsninger fra 1Gbps til 25Gbps. En annen åpen standard for videooverføring via IP er NDI (Network Defined Interface). Dette er en standard som benyttes i en del semiprofesjonelle og profesjonelle kringkastings- og videoproduksjonsmiljøer. NDI-standarden har også mulighet for et par varianter med mer kompresjon av signaler ved overføring som NDI HX og NDI HX2 sammenlignet med NDI (full-NDI). Selv om standarden påstår at NDI-utstyr fra ulike produsenter enkelt skal fungere godt sammen, viser de senere års erfaring at man bør i størst mulig grad benytte utstyr fra samme produsent for nødvendig driftstabilitet. Dette gjelder særlig ved valg av enkodere og dekodere.

7.1.2 HDBaseT

HDBaseT (se <http://www.hdbaset.org/>) er ved utgivelsestidspunktet for denne UFS-revisjonen stort sett benyttet som ende til ende forlengelse av signaler. I mindre undervisningsrom vil man finne sentralutstyr som har innebygget styringssystem, bildeskalere ol. som sender signal til skjerm eller projektor via HDBaseT. Dette er en teknologi som i prinsippet støtter interoperabilitet mellom ulike fabrikat, men erfaringsmessig er det fornuftig å bygge opp systemløsninger rundt ett enkelt fabrikat og serie for å sikre best mulig driftstabilitet.

Det fleste aktuelle integrerte signaloverføringssystemer inkluderer sender- og mottakerenheter med støtte for ulike signalformater, inkludert muligheten for innebygd switch på sendersiden (typisk aktuelt med tilkobling for ulike analoge kilder), samt skalere på mottakersiden.

7.2 BYOD (Bring Your Own Device)

Mens det tradisjonelt primært har vært tilrettelagt for fysisk tilkobling av bærbar PC eller mobil lydkilde til AV-anleggene, har det i noen år vært gjort en god del forsøk på å legge til rette for trådløs tilkobling der man kan benytte både bærbar PC, nettbrett og smarttelefon for presentasjon av bilde, video og/eller lyd uten at man har funnet løsninger på dette som viser seg å fungere godt. De fleste institusjonene som har gjort prøveprosjekter på denne type løsninger har i den siste tiden valgt å gå bort i fra slike løsninger da man ikke får til brukergrensesnitt som gjør det enkelt og stabilt å benytte slike løsninger. Ofte må brukere installere app på sine enheter for å få koblet til hardware.

Det anbefales derfor å benytte fysisk tilkobling for bærbar PC/mobil i undervisningsrom som ikke benytter stasjonær PC.

8 FJERNUNDERVISNING OG OPPTAK/STRØMMING AV FORELESNINGER

Det å kunne distribuere eller motta forelesninger og presentasjoner i undervisningsrommene blir en stadig viktigere funksjon. Dette skyldes både behov for å effektivisere ressursene som benyttes til undervisningen, og at man ønsker å legge til rette for at studentene skal kunne følge forelesningene uten å måtte være fysisk til stede i auditoriet.

Løsninger for overføring av lyd og bilde mellom ulike rom på campus, eller mot eksterne parter, benyttes primært for:

- Desentralisert undervisning
- Repetisjon og mulighet for å følge forelesninger man har gått glipp av.
- Tilpasning av undervisning til fleksible gruppestørrelser slik at flere studenter kan følge forelesningene samtidig enn det som er plass til i et auditorium/seminarrom.
- Vise demonstrasjoner/treningssituasjoner ”live” for et stort publikum. Spesielt aktuelt innenfor medisin.

Det bør legges til rette for videoopptak/overføring (strømming) av forelesninger i de fleste auditorier fremover. I tillegg vil det normalt være ønskelig å utstyre noen auditorier, og eventuelt også enkelte seminarrom for fjernundervisning. Utforming av auditorier og andre avanserte undervisningsrom bør derfor tilpasses med hensyn på videoopptak/videooverføring, uavhengig av hvor vidt rommet vil få slik funksjonalitet fra dag én. Dette inkluderer utforming av presentasjonsvegg, overflater, fargevalg, akustikk og belysning.

Fjernundervisning benyttes for systemer med støtte for to-/fler-veis video og lyd som primært benyttes i en undervisningssituasjon. I dette tilfellet er hovedformålet å formidle forelesninger til studenter som ikke befinner seg på campus, eller eventuelt til andre rom på campus. I en fullverdig fjernundervisningsløsning skal studenter som befinner seg i andre rom kunne stille spørsmål til foreleser, men det er normalt ikke behov for direkte kommunikasjon mellom lokale studenter og fjernstudenter.

Opptak/overføring av forelesninger dekker løsninger for å overføre forelesninger via internett slik at studentene kan følge forelesningene på egen PC/nettbrett med nettleser. Normalt overføres en videostream m/lyd som viser foreleser og/eller tavle, samt en separat video-/bildestrøm som viser presentasjon (data-bilde/dokumentkamera etc.). Både direkteoverføring (strømming) og overføring til en server som lagrer og katalogiserer opptakene for senere avspilling bør støttes. Hovedforskjellen fra tradisjonelle fjernundervisningsløsninger er at studentene kan følge forelesningene fra egen PC/nettbrett uten behov for spesielt utstyr eller programvare, men at man ikke legger til rette for to-veiskommunikasjon.

Fjernundervisningsfunksjonene skal innarbeides i de øvrige lyd-, bilde- og styreinstallasjonene i rommene. Merk: plassering av kamera og skjermer i rommet må planlegges slik at fjernpart ikke ser seg selv på overføringen fra undervisningsrommet.

8.1 Hvordan senke brukerterskelen for foreleser

Det å kunne distribuere forelesninger til eksterne parter krever mer både av foreleseren og av driftsorganisasjonen. Spesielt i forbindelse med oppsett av sesjonene, og i tilfeller der man ønsker toveiskommunikasjon med eksterne studenter, er en slik undervisningsform mer krevende for foreleser enn tradisjonell lokal undervisning. Ikke minst er det en utfordring å unngå at foreleser blir usikker på bruken av AV-utstyret, og at hun klarer å beholde tilstrekkelig fokus på studentene som befinner seg i selve rommet.

Følgende momenter er viktige for å redusere utfordringene med fjernundervisning og opptak/distribusjon av forelesninger:

- Å ha tilstrekkelig kapasitet og kompetanse i driftsorganisasjonen til raskt å kunne hjelpe til ved behov for assistanse. Ideelt sett bør også driftsstaben kunne bistå ved oppsett av fjernundervisningsseksjoner.
- Å legge tilstrekkelig arbeid i utvikling av brukergrensesnitt på styrepaneler til at oppsett og styring oppleves intuitivt.

- Å legge vekt på god opplæring og merking/utforming av bruksanvisninger. Dette omfatter både selve betjeningen av AV-systemene, hvordan man skal forholde seg til lokale kontra fjerne studenter og hvordan man bør bruke de ulike presentasjonshjelpemidlene slik at de som ikke er lokalt i rommet også får en god opplevelse av undervisningen.
- Å etablere løsninger som i minst mulig grad forutsetter flytting eller tilkobling/fysisk tilpassing av utstyr før bruk.
- Å vektlegge god integrasjon av kameraer, støtteskjermer etc. i rommet. (Se anbefalte løsninger i kapittel 11.4.)
- Å legge spesiell vekt på god belysning og gode romakustiske forhold ved utforming av undervisningsrommet. (Se kapittel 5.1 og 5.5.) For opptak/strømming av forelesninger bør det søkes å automatisere så mye som mulig av prosessen.

Løsninger for fjernovervåking og assistert avvikling, som beskrevet i kapittel 12.3 og 12.4, er sentrale komponenter for å forenkle forelesers rolle. Det anbefales derfor å legge stor vekt på å etablere gode driftstøttesystem dersom fjernundervisning er en sentral del av undervisningsopplegget.

8.2 Fullverdig fjernundervisningsløsning basert på videokonferansekodek

I dag benyttes både Teams, Zoom Room, Cisco osv. i møte og undervisningsrom. Alle nevnte løsninger har egne software-versjoner som kan installeres på dedikert hardware. Disse løsningene er i utgangspunktet laget for bruk i møterom, men kan også integreres i AV-løsninger for bruk i undervisningsrom for flerveis fjernundervisning.

Dette er den tradisjonelle fjernundervisningsløsningen, og inkluderer følgende komponenter:

- Kamera mot foreleser
- Kamera mot sal
- Mikrofonløsning for foreleser og eventuelt sal
- Videokonferansekodek
- Støtteskjermer og lydgjengivelse av fjern part for foreleser

Anbefalte løsninger er beskrevet under de enkelte delkapitlene i kapittel 10 - 12.

8.2.1 Mobile løsninger

Mobile løsninger for fjernundervisning i form trillbare konsoller med kodek, skjermer osv. anbefales ikke på grunn av utfordringer i forhold til logistikk, driftssikkerhet og brukervennlighet.

Som mobil løsning har en del institusjoner tatt i bruk løsninger basert på følgende utstyr:

- Skjermstativ på hjul med skjerm og videokonferansebar for tilkobling mot bærbar PC.

Bruker vil da kunne flytte med seg en videooverførings-løsning som gir godt bilde og god lyd for bruk i mindre undervisnings- og seminarrom.

8.3 Opptak/strømming av forelesninger

Det å kunne distribuere forelesninger til studentenes bærbare PC-er, smarttelefoner, nettbrett etc. blir stadig viktigere, og er et viktig supplement til den tradisjonelle fjernundervisningsformen der studentene følger forelesningen fra et undervisnings- eller møterom med videokonferanseutstyr. SIKT tilbyr, ved utgivelses tidspunktet for denne revisjonen, en videotjeneste med Video Management System (VMS) fra Panopto. For å få inn lyd og bilde til opptaker i undervisningsrom må en opptaker som har minimum 2 innganger for video integreres i AV-løsningen i undervisningsrommet. SIKT har opprettet en egen video-gruppe som sitter på mye kompetanse på hvordan slike løsninger kan bygges og integreres i nye og eksisterende AV-løsninger.

8.4 Videoopptaksstudio

En del institusjoner har også etablert egne videoopptaksstudioer for produksjon av undervisningsvideoer uten studenter til stede.

Innenfor UH-sektoren finnes det både studioer utrustet med semiprofesjonelle/profesjonelle produksjonsløsninger der man kan produsere materiell med kringkastingskvalitet, og enklere løsninger basert på selvkjør. Avanserte studioer blir gjerne også brukt for produksjon av markedsførings- og informasjonsmateriell for institusjonene og eventuelt for eksterne kunder.

Hver institusjon må selv vurdere sine behov i forhold til videoproduksjon, men det er avgjørende at man får på plass personell med relevant kompetanse og kapasitet til å drifte de løsningene man velger å investere i på en god måte. Typisk kreves det erfaring fra TV-produksjon eller andre profesjonelle videoproduksjonsmiljøer.

Løsninger for profesjonelle/semiprofesjonelle videoproduksjonsløsninger ligger utenfor rammene av dette dokumentet. Dersom man planlegger å bygge opp avanserte videoproduksjonsstudioer, anbefales det å innhente erfaringer fra andre institusjoner i sektoren, eksterne produksjonsmiljøer og leverandører. Dette gjelder også løsninger for flerkameraproduksjon i auditorier etc.

8.5 Enkle videostudioer for selvbetjening

Mange forelesere gjør videoopptak av forelesninger eller annet undervisningsmateriell på sitt eget kontor, ved hjelp av webkamera, mikrofon og opptaksprogramvare på PC. Fordelen med slike løsninger er at blir veldig raskt og tilgjengelig å få gjort opptak for foreleser, men den tekniske kvaliteten på opptaker blir ofte dårlig på grunn av dårlig lyssetting, lite egnet romakustikk, bakgrunnsstøy, uryddig videobakgrunn etc.

Det vil derfor kunne gi stor gevinst å kunne tilby selvkjørstudioer der foreleser enkelt kan gjøre videoopptak uten bistand fra teknisk personell. Slike studioer bør utrustes med presentasjonsløsninger som ligner det en finner i et auditorium, men tilpasset ren videoproduksjon. Akustiske forhold, belysning og videobakgrunn må vektlegges spesielt. Det kan benyttes tilsvarende kamera- og opptaksløsninger som i auditorier. For lydopptak anbefales gode stormembranmikrofoner med pop-filter, tilsvarende som brukes i radiostudio, dersom foreleser sitter i ro. Dersom foreleser skal kunne bevege seg foran for eksempel en tavle, anbefales trådløs hodebøylemikrofon, som i auditorier eller arraymikrofon montert enten i tak eller i nærheten av skjerm og kamera.

For å få høy brukerfrekvens og tilfredshet blant foreleserne, er det vesentlig å tilby studioer med gjennomarbeidede tekniske løsninger med gode brukerveiledninger og god komfort. Dette omfatter blant annet luft- og lydforhold, belysning, stoler etc.

8.6 Lydløsninger for fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger

For tradisjonelle fjernundervisningsløsninger må lydanlegget oppgraderes for å ivareta kommunikasjon mot fjern part. Det er også nødvendig å tilpasse de romakustiske forholdene for å redusere risikoen for ekkoproblemer (tilsvarende som for høyttalende telefoner/konferansetelefoner), og for å sikre god taleoppfattelse mot fjern part.

Anbefalte høyttaler- og mikrofonløsninger er beskrevet i kapittel 10.1 og 10.2.

I tillegg bør det normalt monteres en ekstra høyttaler for forelesers kontakt med fjern part. Denne skal kun gjengi talelyd fra fjern part. I rom der det benyttes en egen fjernundervisningskonsoll foran første rad i amfiet (se kapittel 11.4.1) integreres en aktiv høyttaler i konsollen. Alternativt monteres en høyttaler innfelt i himling over podiet, eller på egnet sted nær foreleser. Dette er den mest aktuelle løsningen i mindre rom.

Ekkokansellering kan enten løses ved hjelp av DSP eller innebygget funksjonalitet i videokonferansekodek. Det vil være opp til tilbyder/leverandør å tilpasse tilbudt løsning til tekniske og funksjonelle systemkrav gitt i UFS 119.

I forbindelse med romakustisk regulering er det viktig å unngå sterke refleksjoner av direktelyden fra talelydhøytalerne mot podiet/forelesningsposisjonen. Det er også viktig å unngå såkalt flutterekko eller andre sterke refleksjoner fra foreleser tilbake mot podiet. Generelt bør etterklangstiden være noe lavere enn i rom som kun benyttes for lokal undervisning. Se for øvrig kapittel [5.4 Akustikk](#).

For rene opptaks-/distribusjonsløsninger er det sentrale å sikre best mulig mikrofonopptak av foreleser. Mikrofon må håndteres på samme måte som for fullverdige fjernundervisningsløsninger, men ekkokansellering og støtte for gjengivelse av fjern part utgår.

8.7 Bildeløsninger for fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger

Undervisningsrom som utrustes for tradisjonell fjernundervisning, må bildeløsningene oppgraderes og tilpasses slik at både studenter i rommet og studenter som følger forelesningene fra andre steder opplever god kommunikasjon med foreleser og funksjonelle presentasjoner.

For å ivareta dette er det spesielt to aspekter som må ivaretas:

1. Rommet bør utstyres med fleksible, elektroniske presentasjonsløsninger som egner seg for eksternt overføring.
2. Løsninger for forelesers kontakt med fjern part (støtteskjermer) bør utformes slik foreleser beholder fokus mot salen samtidig som han følger med på bilde av fjernstudenter.

Merk at man av hensyn til personvern er forpliktet til å orientere alle i rom der det gjøres videoopptak/videooverføring. Dette kan for eksempel gjøres ved hjelp oppslag i og utenfor rommet. Tiltak for å ivareta personvern må følge eventuelle sentrale bestemmelser for hver enkelt institusjon.

Tekniske og funksjonelle systemkrav til videokonferansekodek, kamera, osv. er beskrevet i UFS 119 kapittel 5.13-5.15.

8.7.1 Støtteskjermer for foreleser

Støtteskjermer kan benyttes både for forelesers kontakt med fjern part og for at foreleser skal kunne se hva som sendes til opptaks-/distribusjonsløsning.

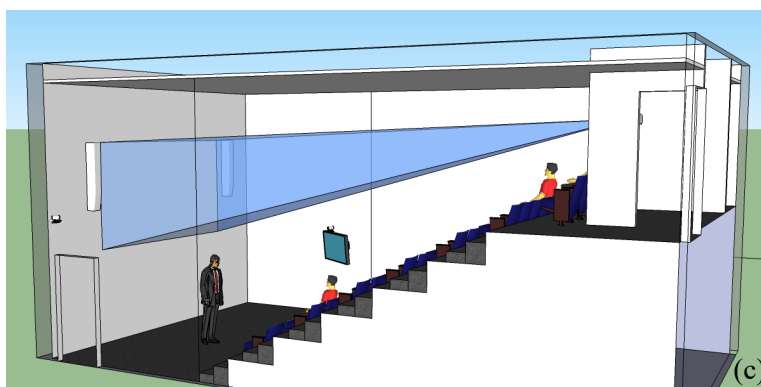
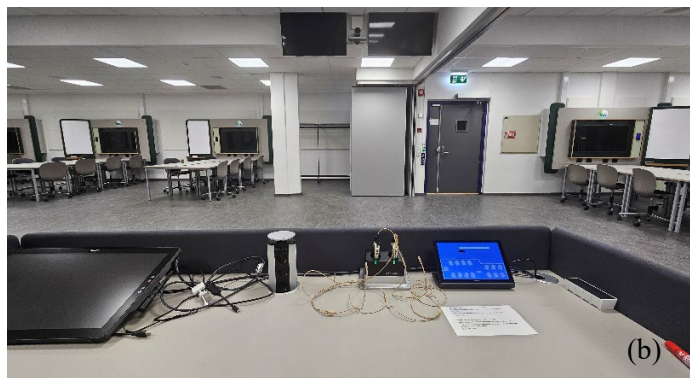
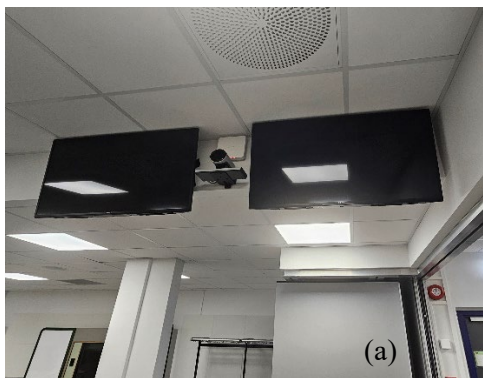
Støtteskjermer kan også benyttes når det kun er lokal undervisning for å speile det som til enhver tid sendes til projektoren(e). Dette gir foreleser større trygghet for at studentene ser det han/hun ønsker, uten å måtte snu seg og se opp på projektorbildet på presentasjonsveggen.

For fjernundervisning er det normalt behov for to støttemonitorer. Den ene skjermen viser utgående bilde/presentasjon, mens den andre viser bilde av fjern part (innkommende bilde). Eventuelt kan det benyttes en enkelt skjerm med bilde-i-bilde-løsning (PIP), eller bilde-ved-bilde-løsning (PAP). For rene opptaks-/distribusjonsløsninger er det normalt tilstrekkelig med én skjerm. Skjerm i undervisningsbord kan eventuelt benyttes for å vise utgående bilde.

I mindre auditorier og seminarrom anbefales støtteskjermer plassert på bakvegg. Disse bør plasseres så lavt som mulig, men høyt nok til at foreleser får fri sikt mot skjermene. Størrelse tilpasses avstand til podiet. For avstander opp til 10 meter anbefales skjermer på minimum 50". For avstander mellom 10 og 12 meter bør størrelsen økes til ca. 65".

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I større rom kan det enten plasseres en fjernundervisningskonsoll foran/i første rad i amfiet med en eller to flatskjermer på ca. 32", eller det kan monteres en ekstra projektor med motorisert lerret eller fast visningsflate på bakvegg. Det siste alternativet gjør det lettere for foreleser å beholde fokus mot salen samtidig som han følger med på bilde av fjernstudenter, men er ofte praktisk vanskelig å integrere i rommet. Utgående bilde kan enten vises med PIP-/PAP-løsning på bakvegg eller på skjerm i undervisningsbord. Et tredje alternativ er å plassere en flatskjerm i/på sidevegg som vinkles mot foreleserposisjonen. Dette krever god avstand mellom stolrad og sidevegg, eller mulighet til å bygge skjermen inn i veggen.



Eksempel på medsynsløsninger. Skjermer foran første rad (a), på bakvegg (b) og på sidevegg (c).

8.7.2 Videokamera

Det må monteres et videokamera med innebygget motorisert bøy-/svingstativ (ptz) og motorzoom for gjengivelse av foreleser. Kameraet skal kunne styres fra styresystemet.

For rom med støtte for to-veiskommunikasjon plasseres kameraet over/mellom støtteskjermer. For rom med rene opptaks-/distribusjonsløsninger plasseres kameraet så sentralt som mulig, slik at det sammenfaller med forelesers naturlige synsretning, men samtidig kan gi et hensiktsmessig bildeutsnitt av foreleser og eventuelt tavle. Den mest gunstige plasseringen vil ofte være høyt på bakvegg. I større rom krever dette et kamera med stort zoom-omfang (opp til 20x). Pass på å spesifisere korrekt brennvidde og zoom-omfang. Dette kan gjøres ved oppgi plassering av/avstand til kamera, og minste/største bredde på bildeutsnittet. I enkelte rom kan det også være nødvendig å medta to kameraer mot podiet; ett som dekker normal foreleserposisjon og ett som gir et oversiktsbilde av tavle og podium.

I tillegg bør det monteres et kamera sentralt i frontveggen for gjengivelse av tilhørere. Dette kameraet bør fortrinnsvis plasseres like over tavle, men slik at det ikke kommer i konflikt med eventuelle motoriserte lerret. Automatisk følgefunksjon anbefales ikke benyttet. Se for øvrig anbefalinger for brukergrensesnitt i kapittel 12.1.

Generelt benyttes samme type kamera for fjernundervisningsløsninger basert på videokonferansekodek og for rene opptaks/distribusjonsløsninger. I dag benyttes en felles protokoll for styring av kameraer (VISCA), og alle aktuelle kameraer kan derfor styres direkte fra styresystemet når de benyttes uten videokonferansekodek. I rom som både har tradisjonelle fjernundervisnings- og opptaks-/strømmingsløsninger må bildesignalet splittes i to digitale bildestrømmer ut fra kameraet, som føres inn på bildematrise i tillegg til inn på kodek.

9 VIDEOMØTER

Anbefalinger for utforming av møterom som skal benyttes for videomøter er gitt i kapittel 4.3, 4.4, 5.1.4 og 5.4. Disse anbefalingene er relevante uavhengig av om man benytter tradisjonelle videokonferanseløsninger eller lettvektsløsninger basert på PC med webkamera og lydkort/høytalertelefon.

Hvor stor vekt man skal legge på tilpassing til videomøter kontra ordinære møter vil avhenge av bruksfrekvens og hvor vidt brukerne har tilgang til andre rom som er godt tilpasset videomøter.

9.1 Møterom med tradisjonelle videokonferansesystemer

AV-tekniske installasjoner i møterom med tradisjonelle videokonferansesystemer er beskrevet under de enkelte delkapitlene i kapittel 10 - 12.

9.1.1 Mobile løsninger

Mobile løsninger for videomøter i form trillbare konsoller med kodek, skjermer osv. anbefales ikke på grunn av utfordringer i forhold til logistikk, driftssikkerhet og brukervennlighet.

I stedet anbefales det å løse brukernes behov videokonferansefunksjonalitet på en kombinasjon av møterom med godt designede, faste installasjoner og enklere løsninger basert på bruk av egen PC og webkamera.

9.2 PC-baserte videomøteløsninger

Mange institusjoner og bedrifter prioriterer i dag god dekning av lettvekts videomøteløsninger i stedet for tradisjonelle videokonferanserom. Dette skyldes både at PC-baserte videomøteløsninger har blitt vesentlig bedre de siste årene, og at bruk av videomøter har blitt en naturlig del av arbeidshverdagen til mange medarbeidere. Dette øker både behovet for tilgjengelighet og kapasitet for rom med mulighet for videomøter.

For videomøter med kun én part, fungerer mobile løsninger basert på bærbar PC, høytalertelefon og innebygd/løst webkamera fint, men dersom man skal dekke flere personer i ett og samme rom, anbefales veggmontert skjerm og videokamera sammen med USB-baserte høyttaler- og mikrofonløsninger tilpasset rommets størrelse og utforming. I små møterom kan skjerm og kamera eventuelt plasseres på enden av bordet for enklere integrasjon og kursopplegg.

Hovedutfordringen ved slike løsninger er erfaringsmessig å sikre godt lydopptak av alle møtedeltakerne i rommet. Enkle USB-baserte høytalertelefoner forutsetter normalt at alle sitter rundt selve enheten, innenfor en radius på maksimalt 1 meter. I større rom kreves enten systemer med ekstra mikrofoner som kan fordeles langsetter møtebordet, eller såkalte arraymikrofoner. Slike mikrofoner benytter avansert prosessering for å styre direktivitet, og eventuelt kompensere for ulik avstand til de ulike møtedeltakerne. Det anbefales uansett å teste aktuelle mikrofonløsninger i representative rom før man ruller ut omfattende installasjoner.

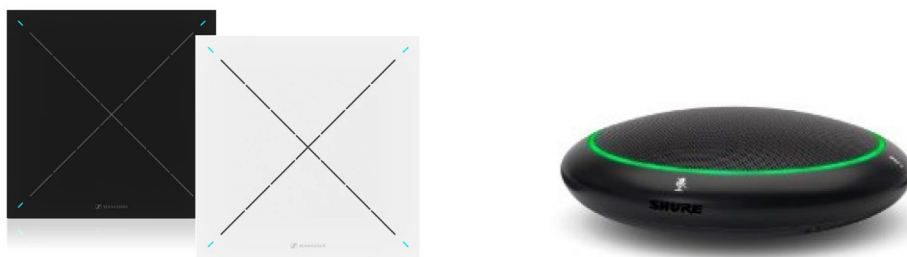
Merk for øvrig at både akustiske forhold, belysningsløsning og overflater som kommer innenfor kameraets dekningsområde er minst like viktig ved PC-baserte videomøteløsninger, selv om brukerne kanskje har lavere forventninger til opplevd kvalitet enn ved bruk av tradisjonell videokonferanse. Se anbefalinger i del II.

9.3 Lydløsninger for videomøter

Møterom med videokonferanse må ha mulighet for gjengivelse av programlyd fra lokale kilder, i tillegg til å kunne gjengi talelyd fra fjern part. Det anbefales å montere en aktiv høyttaler på hver side av skjerm-løsningen, eller en videokonferansebar over eller under skjerm, for gjengivelse av både lokal programlyd og talelyd fra fjern part, eventuelt kan det benyttes to høyttalere tilpasset flatskjermene.

Utfordringen med tanke på mikrofonløsninger er å fange opp direktelyden fra alle møtedeltakere med minst mulig påvirkning av refleksjoner fra rommet uten å ha en egen mikrofon for hver person. I tillegg bør minst mulig av gjengitt talelyd fra fjern part bli fanget opp av mikrofonene.

Anbefalt mikrofonløsning i små og middels store rom er én til to takhengte, arraymikrofoner, der digital prosessering (såkalt beam tracking) blir brukt for å tilpasse dekningsområdet til flere mikrofonkapsler bygd sammen i én mikrofonenhet. Denne type mikrofoner kan også være en god løsning i rom med krevende romakustiske forhold, fordi den økte direktivitetskontrollen vil kunne gjøre uheldige refleksjoner, lang etterklangstid og problematiske støykilder i rommet mindre sjenerende for fjern part. To eksempler på slike mikrofoner er vist i Figur 19.



Figur 18. Eksempel på styrbare arraymikrofoner for videomøter.

Alternativt kan det benyttes bordmonterte mikrofoner, men disse er mer utsatt for støy fra støt mot og bevegelser i møtebordene, og kan også bli tildekket av papirer og lignende.

Mikrofonprosessering og miksing, inkludert programlyd, gjøres vanligvis i videokonferansekodek. I større rom med mange mikrofoner kan det være nødvendig med en egen DSP for lyd. Det dimensjonerende kriteriet er normalt hvor mange mikrofoninnganger som er innebygd i kodeken. Hver mikrofon skal ha individuell ekkokansellering. I arraymikrofoner gjøres normalt all prosessering i selve mikrofonenheten, eventuelt i tilhørende sentralenhet.

I forbindelse med romakustisk regulering er det viktig å unngå sterke refleksjoner fra vegger, og å få tilstrekkelig lav etterklangstid. Se krav og anbefalte løsninger i kapittel 5.5 Akustikk.

9.4 Bildeanlegg for videomøter

Bildeanleggene skal utformes for å oppnå fleksible elektroniske presentasjonsløsninger som både egner seg for lokal visning og for overføring til fjern part, og for å muliggjøre mest mulig naturlig kommunikasjon med fjern part.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Anbefalte løsninger for bildekilder og tilkoblinger til mobilt utstyr er gitt i del IV Systembeskrivelse kapittel 19.

Ved videokonferanser anbefales ikke bruk av tradisjonelle tavler. Dersom rommet også benyttes til vanlige møter, kan whiteboardtavle monteres på en av sideveggene.

Tekniske og funksjonelle systemkrav til videokonferansekodek, kamera, osv. er beskrevet i UFS 119 kapittel 5.13-5.15.

9.5 Styresystem for videomøter

Mange videokonferansekodeker leveres i dag med avanserte styrepaneler basert på berøringsskjerm, som også kan benyttes for styring av kildevalg og volum. I møterom for videokonferanse kan en slik løsning være et godt alternativ til tradisjonelle styresystemer dersom man håndterer styring av belysning via eget panel (normalt innfelt i vegg ved dør.)

Alternativt kan møterommet utrustes med et tradisjonelt styresystem med integrert lysstyring og styrepanel basert på berøringsskjerm.

Som i undervisningsrom som utrustes for fjernundervisning, er utfordringen å oppnå et brukergrensesnitt som sikrer enkelt oppsett av videomøter og som gir tilstrekkelig fleksibilitet i forbindelse med kildevalg og signalruting, samtidig som møteleder skal kunne ha størst mulig fokus på selve møtet.

Følgende prinsipper for tilpasning av styresystemets grensesnitt for videomøter anbefales:

1. Høyre skjerm forbeholdes bilde fra videokamera. Denne viser normalt kamerabilde fra fjern(e) part(er), eller utgående kamerabilde ved behov, eventuelt med en bilde-i-bilde-løsning der utgående kamerabilde vises i et av hjørnene. Ved oppsett av konferanser er det viktig å kunne se utgående kamerabilde, men under selve konferansen er dette normalt ikke nødvendig.
2. Den andre skjermen viser enten lokal datakilde (bærbar PC, interaktiv PC-skjerm, dokumentkamera etc.) eller innkommende datakilde.
3. Kamerakontroll bør være tilgjengelig ved oppsett, men skal normalt ikke benyttes under selve konferansen. Kamera bør normalt settes tilbake til en forhåndsinnstilt modus ved oppsett av en ny konferanse. (Merk at lagrede posisjonsinnstillinger vil bli ødelagt dersom noen fysisk vrir på kameraet.)
4. Systemet bør programmeres slik at det kan opprettes kontakt med de mest brukte partnerrommene ved kun ett tastetrykk på styrepanelet.

Se for øvrig generelle råd for design av brukergrensesnitt i kapittel 12.1.

10 LYDANLEGG

I dette kapittelet er det gitt anbefalte høyttaler- og mikrofonløsninger i ulike romtyper. I tillegg er funksjonalitet for sentralutstyr (lydprosessor/mikser/programlydvelger) og anbefalte løsninger for hørselshemmede beskrevet.

Systembeskrivelser i forbindelse med utstyrsanskaffelser må utarbeides for hvert enkelt rom på basis av anbefalingene under. Dette kan være krevende, og et alternativ er derfor å spesifisere at tilbyder/leverandør skal designe lydanleggene på basis av retningslinjene i dette kapittelet.

Merk at det stilles krav om både verifikasjon av tilbudte høyttalerløsninger og kontrollmåling av ferdig installerte lydanlegg. Se UFS 119 kapittel 4.3 og 4.16.

Se for øvrig kapittel [5.4](#) Akustikk.

10.1 Høyttalerløsninger

10.1.1 Større auditorier (over ca. 60 plasser)

I større auditorier er hovedutfordringen å oppnå jevn dekning av hele amfiet samtidig som man reduserer den akustiske tilbakekoplingen til podiet til et minimum. Lav grad av tilbakekobling er spesielt viktig ved fjernundervisning. Dette innebærer i praksis å tilpasse direktivitet (dekningsområde) og plassering for høyttalerne slik at talelyd i størst mulig fokuseres mot amfiet/tilhørerne. I tillegg er det et mål at talelyd i størst mulig grad skal lokaliseres til foreleser, og ikke til selve høyttalerne.

Den tradisjonelle løsningen har vært å benytte en sentral talehøyttalergruppe plassert over podiet, i kombinasjon med et stereo høyttalerpar på presentasjonsveggen, samt eventuelle støttehøyttalere i bakre del av himling. Det er i dag likevel mer vanlig å gjengi både tale- og programlyd ved hjelp av et stereo høyttaleroppsett montert på hver side av presentasjonsveggen.

Direktivitetsegenskaper og plassering av hovedhøyttalerne må tilpasses romgeometri, bruksområder for auditoriet og estetiske hensyn.

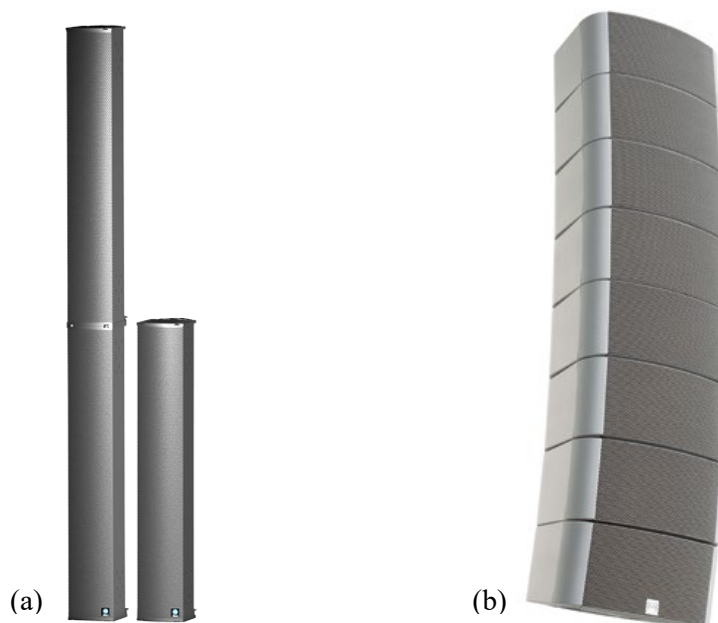
I mellomstore auditorier der avstanden til bakerste rad er begrenset, kan tradisjonelle punktkildehøyttalere være godt egnet. Dette forutsetter at det er mulig å oppnå en høyttalerplassering som ikke sender for mye direktelyd mot podiet, samtidig som man dekker hele amfiet. Ofte benyttes likevel linjekilder, der flere høyttalere benyttes sammen for å oppnå økt direktivitetskontroll. Linjekilder brukes her som et samlebegrep for *søylehøyttalere*, der flere høyttalerelementer er montert inntil hverandre i et smalt kabinett, og *line array-systemer*, der flere enkeltkabinetter monteres tett sammen, og fungerer som én lang kilde.

I rom der man ikke har behov for høye lydtrykknivåer for teater, musikkfremføring, filmvisning etc. kan direkte søylehøyttalere egne seg godt, normalt i kombinasjon med dedikerte basshøyttalere. Søylehøyttalere vil ofte gi en mindre visuelt dominerende høyttalerløsning enn tradisjonelle høyttalerkabinetter, men har vanligvis begrenset bassgjengivelse på grunn av små elementer.

Mange søylehøyttalere leveres med innebygde forsterkere og mulighet for digital programmering, slik at man kan styre direktelyden fra høyttaleren dit man ønsker, og med det oppnå jevnere dekning av amfiet, mindre lyd der man ikke ønsker det (mot vegger, podium og himling) og større fleksibilitet med hensyn på plassering. I enkelte tilfeller er det mulig å oppnå tilstrekkelig jevn dekning med fast direktivitet, men det er svært viktig at tilbyder dokumenterer direktelydsdekningen man vil kunne oppnå i det aktuelle rommet før man velger med løsning/høyttalermodell. Styrbare søylehøyttalere vil være dyrere enn modeller med sammenlignbar lydkvalitet som har fast direktivitet, og valgt løsning bør derfor tilpasses reelt dekningsbehov og ønsket høyttalerplassering i det aktuelle rommet.

Merk at en del søylehøyttalere kun er beregnet for meldingsvarsling. Det må derfor påses at høyttalerne som velges er designet for gjengivelse av musikk og tale med høy kvalitet.

I auditorier som skal benyttes for musikkfremføring, teater eller kinovisning er det mer aktuelt å benytte line array-systemer, som man vanligvis benytter på konsert- og teaterscener. Med riktig systemdesign gir disse også god direktivitetskontroll, men vil være mer visuelt dominerende enn søylehøyttalere. Line array-systemer henges normalt opp ("flys") via kjettingtalje i himling. Dersom man har spesielt fokus på korrekt lokalisering av taler/sanger, kan det i enkelte tilfeller også være aktuelt å kombinere line array-systemer med en sentral talehøyttalergruppe. (Merk for øvrig at det finnes digitalt styrbare søylehøyttalere som også er beregnet for å brukes til konserter etc.)



Figur 19. Eksempel på (a) digitalt styrbare søylehøytalere og (b) kompakt line array-system beregnet for fast installasjon.

For rom med lav takhøyde (typisk når auditoriet kun går over en etasje), anbefales talelyd gjengitt via høytalere innfelt i himling. Plassering og antall høytalere må tilpasses romform og avstand til tilhørere.

I enkelte tilfeller kan det også være nødvendig med støttehøytalere innfelt i bakre del av himling, men det anbefales å dekke en så stor del av rommet som mulig med hovedhøytalerne.

10.1.2 Mindre auditorier (opp til ca. 60 plasser), klasserom og seminarrom

I mindre auditorier, klasserom og seminarrom er det normalt ikke behov for talelydanlegg opp til ca. 20 tilhørere, men dette krever at de romakustiske forholdene blir optimalisert for formidling av tale fra podiet/presentasjonsområdet, se kapittel [5.4](#) Akustikk.

Programlyd gjengis via et stereo høytalerpar på presentasjonsveggen.

Dersom taleforsterking er nødvendig, kan dette normalt integreres i programlydanlegget. Se for øvrig anbefalinger for større auditorier.

Det kan også være aktuelt å installere såkalte lydutfjenningsanlegg i mindre undervisningsrom. Dette er lydanlegg som er designet for å kun gi tale et forsiktig løft, uten at det oppleves som en merkbar forsterkning. Dette vil kunne gi forbedret taleoppfattelse, spesielt for personer med redusert hørsel, men forutsetter at man utrustes rommet med mikrofonløsninger tilsvarende som i andre rom med talelydanlegg. Forutsatt at programlydanlegget har høy kvalitet, kan man i en del rom også oppnå forbedret taleoppfattelse ved å benytte programlydhøytalene for forsiktig taleforsterkning.

Dersom rommet skal benyttes til kritisk lytting (musikkrom etc.) må det stilles spesielle krav til lyd kvalitet, og det vil ofte være hensiktsmessig å benytte hifi-høytalere eller aktive studiomonitorer. Merk likevel at studiomonitorer normalt er beregnet for nærfeltslytting, og at valg av høytalertype og plassering derfor må tilpasses rommets form, størrelse og bruksområde.

10.1.3 Møterom og grupperom

Alle møterom og grupperom som har faste installasjoner for bildevisning (flatskjerm eller projektor og lerret) bør også utrustes med en enkel høytalerløsning for programlyd. Det anbefales å benytte to høytta-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

lere, montert på hver side av visningsflate/flatskjerm. I rom med flatskjerm benyttes høyttalere tilpasset skjermen. I rom med projektor monteres høyttalere på hver side av lerret/visningsflate.

I møterom for videokonferanse anbefales det å velge høyttalere med høy lyd kvalitet. Kompakte studio-monitorer eller gode koaksialhøyttalere optimalisert for gjengivelse av tale er godt egnet i denne type rom.

10.1.4 Aktive kontra passive høyttalere

Mange aktuelle høyttalermodeller er i dag aktive, det vil si at forsterkerne er innebygd i hvert høyttalerkabinett. Aktive høyttalere finnes for alt fra små møterom til store auditorier.

Det er både fordeler og ulemper med aktive høyttalere, og det anbefales å ikke la dette være førende for hvilken høyttalermodell man velger, med mindre det er spesielle forhold i det konkrete prosjektet som tilsier noe annet. Relevante faktorer er aktuell plassering samt kjølebehov og støyproblematikk for effektforsterkere, og plassering av 230V-uttak. Merk at det finnes en del små effektforsterkere med lavt kjølebehov for møte- og seminarrom, som om nødvendig kan plasseres over himling.

Det anbefales likevel å prosjektere 230V-uttak over himling ved planlagt plassering av programlydhøyttalere i mindre undervisningsrom samt møte-/grupperom.

Det finnes flere produsenter som tilbyr forsterkere og høyttalere med innbygget forsterker, som kan få signal (Dante / AVB) og strøm via PoE+.

10.2 Mikrofonløsninger

Det anbefales å basere talelydforsterkning i undervisningsrom på trådløse hodebøylemikrofoner. Dette gir god lyd kvalitet og god bevegelsesfrihet for foreleser. I tillegg monteres trådbundne svanehalsmikrofoner i talerstoler.

I auditorier og andre undervisningsrom som utrustes for fjernundervisning og/eller opptak/strømming av forelesninger, anbefales i tillegg minst en trådløs håndholdt mikrofon. I mindre auditorier og seminarrom, og der kommunikasjon mellom studentene vurderes som spesielt viktig, kan det monteres hengemikrofoner over amfiet. Merk at slike løsninger er svært kritiske med hensyn på plassering av mikrofoner og innjustering av, samt kvalitet på lydprosessor, og at det kreves god disiplin for å unngå problemer med bakgrunns-/aktivitetsstøy fra studentene. En måte å få dempet bakgrunnsstøy kan være å benytte DSP med støyfjerningsalgoritmer og dele inn soner med mikrofoner som kan åpnes når det kommer inn signal over ett vist nivå (viktig at underviser sine trådløsmikrofoner har forprioritet og dermed demper lyd fra de andre mikrofonene i rommet når man snakker i disse), eller at underviser har mulighet å velge i styringspanel når disse sonene skal være aktive.

Det finnes også trådløse mikrofoner som er beregnet på å kunne kastes mellom tilhørerne, og som kan være et godt alternativ for å formidle spørsmål fra salen. Det har vært en del uheldig episoder ved bruk av kastemikrofoner der man treffer f.eks. kaffekopper som velter i fanget på tilhørere. En bedre løsning kan være å benytte takmonterte arraymikrofoner for å fange opp spørsmål fra studenten undervisningsrommet. Slike mikrofoner er også fine å benytte i møterom da man slipper å ha gjenstander som bærbar PC ol. Stående i veien for mikrofonene i rommet (typisk problemstilling ved bruk av bordmikrofoner).

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen, er det mest vanlig å installere digitale trådløse mikrofonsystemer i stedet for tradisjonelle analoge systemer. De fleste digitale systemene opererer i frekvensområdet (400-900 MHz). I det siste har det kommet systemer som har både mikrofon og in-ear sender og mottaker i samme belt-pack (sender/mottaker enhet) disse systemene benytter en hel TVkanal (8MHz) og kan ha opp til 32 samtidige tilkoblede mikrofoner og in-ear kanaler. Teknologien som gjør dette mulig kalles WMAS. Det finnes også systemer som benytter DECT-båndet (1,9 GHz) og 2,4 GHz. DECT-mikrofoner har blitt populære i UH-sektoren de siste årene. Merk at slike mikrofoner fungerer fint til van-

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

lige forelesninger, men bør ikke benyttes til musikk, teater ol. Grunnet mye tidsforsinkelse (ca 20ms). Digitale mikrofonsystemer som opererer i 2.4 GHz-båndet anbefales ikke på grunn av høy risiko for interferens med øvrig trafikk på campus.

En del digitale trådløse systemer har også støtte for kryptering. Krav til kryptert overføring er ikke medtatt i UFS 119, og må legges inn som et funksjonskrav i de tilfeller det er vesentlig.

For å gi et mer fleksibilitet bruksområde, anbefales det å også montere ekstra uttak for trådbundne mikrofoner i auditorier.

Anbefalte løsninger i ulike romtyper er gitt under del IV Systembeskrivelse.

10.3 Sentralutstyr for lyd

I rom med talelydanlegg anbefales lydanlegget bygd opp rundt en integrert digital signalprosessor (DSP). Denne skal ivareta all nødvendig prosessering, miksing, ruting og volumkontroll for både tale- og programlydanlegget. Aktuell prosessering inkluderer følgende funksjonalitet:

- Kompressor/begrenser for mikrofoninnnganger
- Ekkokansellering for fjernundervisning/videokonferanser (kan også løses i videokonferansekodek)
- Frekvensutjevner
- Delefilter for eventuelle basshøytalere
- Individuell tidsforsinkelse for ulike høytalerkurser/grupper for å sikre korrekt lokalisering av talelyd mot podiet.

Krav til funksjonalitet er beskrevet i UFS 119 kapittel 4.9, og det vil være opp til tilbyder/leverandør å tilpasse tilbudt løsning til beskrevet funksjonalitet.

For større auditorier, spesielt der det også skal være støtte for kulturinnslag, er det svært aktuelt at en stor del av signaloverføringen gjøres digitalt. Dante har etablert seg som den mest utbredte protokollen for digital IP-basert distribusjon av lyd. Se nærmere beskrivelse på <https://www.audinate.com/>. Det fleste aktuelle DSP-modeller støtter eller kan utvides til å støtte Dante. I tillegg finnes det bl.a. trådløse mikrofonsystemer, tilkoblingspaneler for innfelling i bord/vegg, effektforsterkere, digitale miksepulter og digitale scenebokser (tilkoblingspaneler for mikrofonlinjer og scenemonitorer) som støtter Dante. Med mindre det settes spesifikke krav til signalformat i anbudsgrunnlaget, vil det være opp til tilbyder å designe en systemløsning som gir best mulig balanse mellom pris, funksjonalitet og fleksibilitet. Se også kapittel 10.7 Støtte for kulturinnslag. I denne type rom vil det også være behov for å klargjøre for tilkobling av ekstern lydmikser. Denne tilkoblingen bør kunne gjøres både analogt (XLR) og digitalt (AES, Dante, AVB ol.)

Merk at selv om både AV over IP- og HDBaseT-løsninger også benyttes for å overføre lydsignaler, er det kun programlyd som følger bilde som er naturlig å rute som en del denne infrastrukturen. Mange AVoIP løsninger har også mulighet for å rute lyd inn og ut via Dante. Normalt rutes valgt programlydkilde til en stereoinnang på lydprosessoren (analogt eller digitalt), og utover dette bygges infrastruktur for lyd (for eksempel basert på Dante) opp separat fra øvrig infrastruktur for bilde, programlyd og styring.

I rom som kun skal ha programlydanlegg er det normalt ikke behov for en DSP. I stedet kan det benyttes enkel styrbar programlydvelger med balanserte inn- og utganger samt volumkontroll. En del integrerte signalprosessorer (se kapittel 7.1) har også innebygd funksjonalitet for å håndtere programlydruting, volumkontroll og enkel talelydprosessering. Bruk av innebygd programlydvelger i projektor anbefales ikke. Det vil være opp til tilbyder/leverandør å spesifisere en løsning som tilfredsstiller tekniske og funksjonelle systemkrav gitt i UFS 119.

10.4 Løsninger for hørselshemmede

Alle rom med talelydforsterkning skal ha løsninger for hørselshemmede. I tillegg bør alle publikumsskranker utstyres med teleslynge. Utover dette er det vanlig å installere mobile løsninger i et utvalg andre rom.

Krav er gitt i Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven med tilhørende veiledning (VTEK17) [10]. Ns 8179 beskriver også krav til hørselstøtteløsninger. Se også kapittel 5.8 Universell utforming og UFS 119 Tekniske og funksjonelle systemkrav kapittel 4.6.

10.4.1 Faste teleslyngeanlegg

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen er faste teleslyngeanlegg på tur til å fases ut. Ca 50% av alle høreapparater som er i bruk i dag har ikke spoler for å kunne ta inn signaler fra faste teleslynger. Faste teleslynger har utfordringer med overhøring mellom deulike slyngene som gjør at der ofte er problematisk å benytte teleslynge samtidig i to eller flere rom som ligger like over, eller ved siden av hverandre. Såkalte faseslynger gir redusert overhøring og jevnere gjengivelse over dekningsområdet, og anbefales benyttet i alle rom med taleforsterkning som skal ha fast teleslynge.

Alle teleslynger bør monteres i golv eller i amfi. Installasjon i himling anbefales ikke. Dersom det ikke er mulig å støpe ned trekkrør eller montere slyngekabel under lett amfikonstruksjon, må det benyttes flatkabel/foliekabel som legges under parkett/golvbelegg.

10.4.2 IR-anlegg

I noen tilfeller, for eksempel på grunn av overhøring eller krav til konfidensialitet, er teleslynge ikke egnet. Her kan det benyttes IR-anlegg. Slike systemer benytter infrarødt lys til overføringen. Lydsignalet kan da enten presenteres med egne hodetelefoner eller via en kroppsbåret mini-teleslynge som kobles til brukers høreapparat. Mottakeren må bæres synlig slik at det er fri sikt mellom mottaker og sender.

Vær oppmerksom på at IR-anlegg vil kunne gi økt risiko for stigmatisering fordi det blir mer synlig hvem som benytter hørselstekniske hjelpemidler. I tillegg krever slike anlegg at det etableres en utlånsordning for personlig utstyr. Teleslynger er derfor å foretrekke der dette kan installeres.

10.4.3 FM-anlegg

FM-anlegg er mye brukt som personlige systemer for studenter/elever med hørselshemming. Et personlig FM-anlegg består typisk av en lommesender med myggmikrofon for foreleser og en kroppsbåret mottaker som tilkobles hodetelefoner eller miniteleslynge, tilsvarende som for IR-mottakere. En vesentlig forskjell sammenlignet med IR-anlegg er at det ikke kreves fri sikt mellom sender og mottaker, og at studenten derfor kan bære mottakeren skjult. Senderutrustningen er også relativt lik en trådløs myggmikrofon med lommesender, som benyttes i større auditorier, og det vil derfor være enkelt for foreleser å ta systemet i bruk.

Den primære ulempen med FM-anlegg er at systemene benytter radiobølger på samme måte som trådløse mikrofonsystemer, og derfor kan interferere med øvrige FM-anlegg og annet radioutstyr. Dette bør likevel være løsbart i de fleste tilfeller. Merk også at FM-anlegg ikke kan benyttes der det er krav til konfidensialitet, med mindre det benyttes digitale systemer med kryptering.

Dersom det uansett skal anskaffes personlige FM-anlegg, og enkelte rom med talelydforsterkning ikke kan tilrettelegges med teleslynge, bør det installeres faste FM-sendere i stedet for IR-anlegg i disse rommene. De faste senderne skal være kompatible med mottakerne som inngår i de personlige FM-systemene, slik at studentene kan benytte samme mottaker i alle rom.

Det finnes også digitale lyttesystemer med dedikerte mottakere, som opererer i 1.9 GHz (DECT) eller 2.4 GHz-båndet. De er i UFS 119 kategorisert som FM-anlegg, og kan tilbys som et likeverdig alternativ forutsatt at alle tekniske og funksjonelle systemkrav er tilfredsstillt. Digitale lyttesystemer har en viss tids-

forsinkelse, men for de beste systemene er denne på under 20 ms, noe som er tilstrekkelig for å ivareta god leppesynkronisering.

10.4.4 WLAN-baserte lyttesystem

Systemer som baserer seg på bruk av enten husets eller et dedikert trådløstnett for distribusjon av talesignaler har de siste årene vært tatt i bruk av flere institusjoner i UH-sektoren. Disse systemene forutsetter at brukerne bruker sin egen smarttelefon som mottaker, tilkoblet hodetelefoner eller halsslynge. Dette krever at brukerne installerer en egen app, men fjerner til gjengjeld behovet for utlån av mottakerutstyr.

For enkelte systemer kan man også benytte én felles sentralenhet for flere rom, noe som vil kunne være kostnadsbesparende, spesielt i bygg med sentralisert infrastruktur (se kapittel 8.4).

Merk at dagens WLAN-baserte systemer som baserer seg på bruk av egen smarttelefon vil ha en tidsforsinkelse fra sender til mottaker på i området 50-100 ms under gode forhold (lav nettverksbelastning/få samtidige brukere), som kommer i tillegg til tidsforsinkelse på mikrofoner og DSPer. 50 ms tilsvarer den tiden lyden går på ca. 15 m, og i store auditorier vil en slik tidsforsinkelse normalt ikke være et problem, med unntak av for de som sitter nær podiet. I små rom der man sitter nær foreleser, og i større grad benytter det å lese på leppene som et supplement til det man hører, kan derimot en tidsforsinkelse på 50 ms eller mer gi utfordringer på grunn av dårlig leppesynkronisering. Ved utgivelsestidspunkter for denne revisjonen anbefales derfor systemer som baserer seg på egen smarttelefon som mottaker primært for bruk i større auditorier, allrom og lignende.

10.4.5 Auracast

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen har det kommet noen Auracast løsninger. Fordelen med å benytte slike løsninger er at bruker ikke nødvendigvis trenger å ha høreapparat eller implantat for å kunne ta imot signalene da mange ørepropper og hodesett kommer med innebyggede løsninger for mottak av Auracast. Man vil benytte telefon for å velge hvilken kanal man vil lytte til. I skrivende stund er det bare nyere Android telefoner som har støtte for dette, men det ventes at Apple og andre kommer etter ganske snart. Merk at Auracast vil ha noe tidsforsinkelse (ca >20 – 40 ms) som kommer i tillegg til tidsforsinkelse på mikrofoner og DSPer.

10.5 Støtte for kulturinnslag

I auditorier som utrustes for kulturinnslag som mindre konserter, teater etc., må lydanlegget utvides og oppgraderes.

Høyttalersystemet må dimensjoneres for musikkgjengivelse, noe som både setter større krav til maksimalt lydtryknivå og bassgjengivelse. I praksis velges ofte tilsvarende løsninger som for konsert- og teaterscener. Se nærmere beskrivelse i kapittel 10.1.1

På scenen etableres tilkoblingspaneler for mikrofoner og scenemonitorer, som kables til tilkoblingspunkt for mikser i bakre del av amfiet. Det bør medtas en kompakt digital mikser, med stereoutgang koblet til DSP for gjengivelse via programlydanlegget. Det anbefales å benytte digital overføring av lyd mellom mikser og tilkoblingspanel på scene (såkalte digitale scenebokser).

Trådløse mikrofonkanaler bør være tilgjengelige uten manuell omkobling både i DSP og ved tilkoblingspunkt for mikser. Dette har tradisjonelt vært løst ved hjelp av en splitter eller ved at kanalene er tilgjengelige på separate utganger på DSP. En mer elegant løsning er å benytte Dante som felles kommunikasjonsprotokoll mellom DSP, digital mikser, tilkoblingspanel på scene og trådløst mikrofonsystem. Da vil man ha tilgang til trådløse mikrofonkanaler fra både DSP og miksepult uten en dedikert splitter eller utvidelse av DSP. Dette vil normalt være den mest kosteffektive og fleksible løsningen i auditorier som også skal utrustes for kulturinnslag, og legger i dag små begrensninger på valg av ulike lydmiksere etc.

Se for øvrig kapittel 10.3 Sentralutstyr for lyd.

Systemdesign inkludert dimensjonering av antall mikrofon- og returlinjer ligger utenfor denne beskrivelsen, og må gjøres i hvert enkelt tilfelle ut fra bruksområde, rommets utforming og krav til funksjonalitet og lyd kvalitet.

11 BILDEANLEGG

Auditorier og seminarrom skal ha fleksible, moderne presentasjonsverktøy som kan tilpasses forelesere med ulike ønsker og undervisningsmetoder. Dette legger primært føringer for valg av bildeløsninger. I møterom og grupperom er det normalt tilstrekkelig med enklere presentasjonsløsninger.

I dette kapitlet presenteres anbefalte løsninger for tavler og visningsflater (lerret), presentasjonsutstyr, blanding og LED-skjermer. I tillegg er funksjonalitet for sentralutstyr (bildevelger og konvertere) beskrevet.

Systembeskrivelser i forbindelse med utstyrsanskaffelser må utarbeides for hvert enkelt rom på basis av anbefalingene under.

11.1 Signalformater og konvertering

All bildeoverføring i AV-anleggene skal gjøres på digitalt format. I de fleste anlegg vil man benytte USB-C og/eller HDMI-format. I mindre systemer kan ofte projektorens eller flatskjermens innebygde kildevelger benyttes, og man slipper dermed en dedikert bildevelger.

I integrerte signaloverføringsløsninger gjøres eventuell skalering normalt på mottakersiden. Generelt rutes programlyd sammen med tilhørende bilde, og projekteres normalt som en del av bildeoverføringssystemet. I større systemer med samtidig visning av mer enn en bildekilde, defineres normalt en hovedprojektor/-skjerm, som definerer hvilken programlydkilde som velges. Dette krever uansett at valg av programlydkilde programmeres i styresystemet, og løses via programlydvelger integrert i bildevelger.

For å sikre fleksible presentasjonsløsninger i auditorier skal bildevelgeren bygges opp slik at man via styresystemet kan ha full, individuell kontroll på hva som vises på PC-skjerm/interaktiv PC-skjerm i undervisningsbord, på videoprojektorer og på utganger for distribusjon av bildesignaler mot eksterne parter. Alle innganger skal kunne rutes til alle eller et utvalg utganger. (Denne funksjonaliteten er medtatt i UFS 119 Tekniske og funksjonelle systemkrav, kapittel 5.2.) Merk at dette normalt ikke innebærer at brukeren skal ha tilgang på denne fleksibiliteten, men at full fleksibilitet skal være tilgjengelig ved programmering av styresystemet og for eventuelle avanserte funksjoner i styrepanelet.

11.1.1 Digitale signalformater

USB-C holder i dag på å ta over for HDMI som primært digitalt signalformat. Hovedutfordringen med USB-C og HDMI er at selve pluggen og innfestingen i utstyrsenheter er mekanisk svak, og uten låsehaker/skruinnfesting. Det finnes løsninger for å låse HDMI-plugger, se eksempel i Figur 20, men det sikres er å montere strekkavlastning i form av strips eller lignende for alle USB-C og HDMI-kabler i rack/rackskinner ved hver utstyrsenhet.



Figur 20. Eksempel på låsemekanisme for HDMI-plugger.

For tilkobling av nettbrett og smarttelefoner vil nyere enheter kunne tilkobles via USB-C.

HD-SDI benyttes primært i forbindelse med live videoproduksjon, eller for signaloverføring mellom kamera og opptaks-/strømmingsenheter. Bruk av HD-SDI som signalformat må vurderes konkret i hvert enkelt tilfelle, eventuelt i kombinasjon med AV over IP-løsninger for videoproduksjon (se kapittel 7.1.2.)

MERK:

- Vær oppmerksom på at det må gjøres en vurdering på sikkerhet rundt bruk av USB med tanke på muligheter for å «stjele» data fra tilkoblet PC.

11.1.2 Overføring av digitale bildesignaler over lange kabelstrekk

En utfordring med digitale bildeformater som USB-C og HDMI er at maksimal kabellengde er begrenset til 5-10 meter for standard kabelkvaliteter. For lengre kabelstrekk må man benytte enkoder og dekode basert på enten parkabel (Cat 6), multi mode (MM) eller single mode (SM) fiber. Det anbefales å basere ekstenderløsninger på AVoIP eller HDBaseT avhengig av om man baserer resten av bildeoverføring på AVoIP eller ikke.

11.1.3 Oppløsning og digitale bildematriser

Når man kobler en digital bildekilde til en mottaker (for eksempel en laptop til en flatskjerm), vil mottakeren sende en liste til kilden med oversikt over hvilke oppløsninger den støtter (såkalt EDID-informasjon), og kilden vil automatisk endre oppløsning til optimal innstilling ut fra kildens og mottakerens egenskaper. Normalt vil dette være oppløsningen til selve skjermen eller projektoren, såkalt *native* oppløsning.

Dette medfører at behovet for en skalerer som konverterer oppløsning mellom kilde og mottaker reduseres. Samtidig gir det noen utfordringer når samme signal skal sendes til flere mottakere. Da vil kilden velge den høyeste oppløsningen som støttes av alle mottakerne. Dermed vil for eksempel en flatskjerm med full HD-oppløsning kun motta WXGA-format dersom valgt kilde samtidig er koblet til en projektor med WXGA-oppløsning. Tilsvarende problem gjelder for full HD kontra UHD/4K. Løsningen på dette er å montere en skalerer foran mottakere som kun støtter lav oppløsning, eller der man ønsker redusert oppløsning. I rom med integrert signaloverføringsløsning (se kapittel 7.1) inkluderes skalererfunksjonalitet normalt i dekodere.

I rom med mer enn én mottaker (dvs. opptaksenheter, videokonferansekodeker, skjermer, projektorer etc.), anbefales det montert skalerer foran alle mottakere som ikke støtter full HD-oppløsning. I rom med en kombinasjon av mottakere med full HD- (1080p) og projektorer med WUXGA-oppløsning vil det normalt være fornuftig å ikke benytte skalerer. WUXGA-projektorer vil da motta 1080p-signal når flere mottakere er koblet til samme kilde, og gjengi bildet med sort kant øverst og nederst.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I rom uten fast PC, der brukernes egne bærbar PC-er vil være primær presentasjonskilde, anbefales det å medta skalererfunksjonalitet i en eventuell integrert signaloverføringsløsning, selv om rommet kun har én projektor/skjerm. Det anbefales å stille inn skalereren slik at den ikke aksepterer høyere kildeoppløsning enn WUXGA/1080p. Dette gir normalt best lesbarhet når man kobler til bærbar PC-er med høy oppløsning for den innebygde skjermen. Skalerer må være plassert ved dekode/visningsflate for å opprettholde bilde synk ved kilde bytte.

11.2 Presentasjonsutstyr

I tillegg til tradisjonelle tavler og Whiteboards, inkluderer presentasjonsutstyr fast/bærbar PC, interaktive tavleløsninger og dokumentkamera.

Anbefalt utrustning i ulike romtyper er beskrevet i del IV Systembeskrivelse. Det meste av presentasjonsutstyret forutsettes kjent, men interaktiv tavleløsning og dokumentkamera er beskrevet under.

11.2.1 Interaktiv tavleløsning

Interaktive tavleløsninger installeres ofte som et supplement til tradisjonelle tavler i undervisningsrom og møterom. Slike tavler er spesielt godt egnet i forbindelse med fjernundervisning.

I mindre rom (med maksimal seeravstand opp til 10 meter) benyttes ofte en **veggmontert interaktiv tavle**. De mest benyttede løsningene er berøringsfølsom skjerm som benyttes i kombinasjon med videoprojektor, eller berøringsfølsom flatskjerm.

Sammen med en PC med tilpasset programvare kan man kontrollere PC-applikasjoner og skrive med en digital penn direkte på tavla, samt lagre og distribuere notater og presentasjoner. Veggmontert interaktiv tavle benyttes vanligvis som erstatning for lerret.

I større undervisningsrom og møterom for videokonferanse, eller i rom der man ønsker samme utrustning som i auditorier, vil **interaktiv PC-skjerm** være et bedre alternativ. Dette er en berøringsfølsom skjerm for bordmontering med interaktiv tavlefunksjonalitet som erstatter skjerm for fast PC i undervisningsbord. Bildet fra skjermen vises også på projektor/LED-skjerm. Denne løsningen sikrer dermed gode siktforhold for alle i undervisningsrommet, og gjør det også lettere for foreleser å notere på tavla samtidig som han/hun er vendt mot studentene. I møterom for videokonferanse gir interaktiv PC-skjerm mulighet for å overføre notater og skisser til fjern part i sanntid, samtidig som man sitter vendt mot kamera og skjerm-løsning.

11.2.2 Dokumentkamera

Dokumentkamera installeres ofte i auditorier/større undervisningsrom og i avanserte møterom. Dette kan benyttes for å vise dokumenter på papir, for å notere/skissere direkte på bilder/dokumenter under presentasjoner, eller for å vise gjenstander (mest aktuelt i auditorier og enkelte typer laber.) Bildet vises via projektor/LED-skjerm eller flatskjerm. I auditorier benyttes normalt en bordmontert modell som plasseres på undervisningsbordet, men i mindre undervisningsrom kan takmonterte modeller være et bedre alternativ, som også frigjør bordplass og gir en renere installasjon.

Dokumentkamera erstatter tradisjonell overheadprojektor.

11.3 Videoprojektorer

Valg av oppløsning og visningsløsning for projektorer (én eller to projektorer) er beskrevet i kapittel 4.2.

I auditorier og seminarrom anbefales projektorer basert på laser som lyskilde i stedet for konvensjonelle lamper. Disse gir betydelig lengre serviceintervaller samt lavere energiforbruk, og har også høyere kontrastnivå samt raskere oppstart- og avslagstider.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Det tas ikke stilling til hvor vidt man bør benytte LCD- eller DLP-projektører, begge teknologier har sine fordeler og ulemper. LCD-projektører har generelt noe lavere oppgitt kontrastforhold enn DLP-projektører, men ved typiske lysnivåer i undervisning- og møterom har dette ingen praktisk betydning. For høykvalitets projektører med høy lysytelse benyttes ofte 3DLP-teknologi.

11.3.1 Anbefalt lysytelse

Lysytelse for projektører avhenger av bildestørrelse samt lysforhold. Anbefalinger for lysytelse er gitt i Tabell 2. Se kapittel 4.2.1 for valg av dimensjonering av bildebredde.

Tabell 2. Anbefalte lysytelse i lumen for projektører som funksjon av risiko for strølys på lerretet og bildebredde (B) i meter

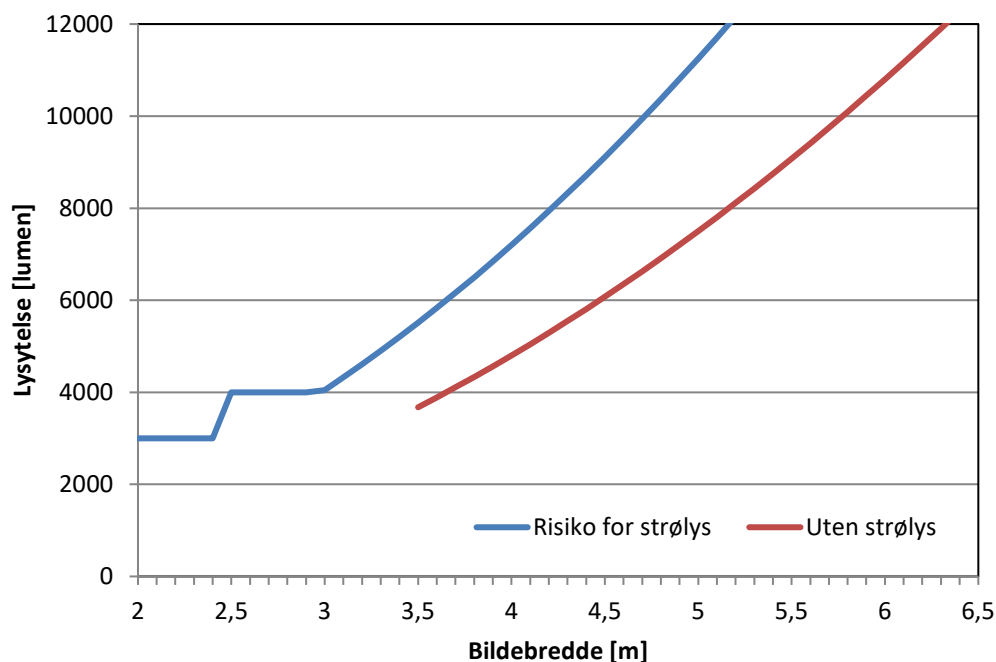
	Små møte- og gruppe-rom ($B < 2,5$ m)	Mellomstore møte- og grupperom ($2,5 \text{ m} \leq B < 3$ m)	Større rom
Risiko for strølys på lerretet	3.000	4.000	$B^2 \times 450$
Uten strølys på lerretet	-	-	$B^2 \times 300$

Alle krav til lysytelse gjelder både fargelysstyrke (Color Light Output) og hvitt lys. Hvis du skal anskaffe en DLP prosjektør må du opp i lysstyrke for å sikre god fargegjengivelse.

I større rom kan normalt lysytelsesverdier for rom uten strølys på lerretet benyttes, med mindre det er spesielle forhold som tilsier at man bør øke lysstyrken. I møte- og grupperom er det ofte mindre kontrollerte lysforhold. Dette er det tatt høyde for i anbefalingene i Tabell 2.

Se også anbefalinger i kapittel 5.1 Belysningsløsninger for å kontrollere strølys mot visningsflater.

Anbefalingene i Tabell 2 er også illustrert i Figur 21:



Figur 21. Anbefalte lysytelse for projektorer som funksjon av risiko for strølys på lerretet og bildebredde (B) i meter

Med hensyn på service og drift anbefales det å begrense antall ulike projektormodeller. Ved utforming av tilbudsgrunnlag kan man liste opp bildebredde og strølysforhold for alle rom, og be tilbydere tilby et sett projektormodeller (maksimalt 4-6) som tilfredsstiller minstekrav til lysytelse i alle rom.

11.3.2 Spesielle krav

Dersom det stilles spesielle krav til bildekvalitet og korrekt fargegjengivelse, for eksempel i forbindelse med medisinsk utstyr (visning av røntgenbilder etc.), petroleumsteknologi, mekanikk/simulering, arkitektur/design eller biologi, må krav til projektor vurderes spesielt: Dette gjelder både lysytelse, oppløsning, fargegjengivelse og krav til innganger. Slike anvendelser krever også et spesielt fokus på gode belysningsløsninger. Merk at det for bruk sammen med medisinsk utstyr kan være aktuelt å benytte projektorer med støtte for DICOM (se <http://dicom.nema.org/>.)

11.4 LED-skjermer

I flere rom, vil det på utgivelsestidspunkt for denne revisjonen, være fornuftig å se på om LED-skjermer kan erstatte videoprojektorer. Prisen på LED-skjermer har gått vesentlig ned de siste årene og varmeavkast og kvalitet på skjermene har blitt vesentlig forbedret. Å montere en LED-skjerm setter noen høyere krav til bygningskonstruksjoner, ventilasjon ol. en man har vært vant med å tenke på ved montasje av projektor og lerrets-løsninger. I underkapitlene som følger vil vi belyse hva man må vurdere når man skal investere i LED-skjermer.

11.4.1 Lysstyrke på LED-skjermen

For å være sikker på at man ikke kjøper en LED-skjerm med for mye lys, bør man i eksisterende rom måle hvor mye lys det er i rommet i en normal driftssituasjon. Skal man for eksempel ha LED-skjerm i ett rom som har vindu på tre av fire vegger må man kjøpe en LED-skjerm som har høyere lysstyrke enn i ett rom som har lite eller ingen vidusflater. Dimming av LED-skjerm vil man helst unngå, da man begrenser lysrommet som kommer ut av skjermene. Det betyr at skjermen begrenser antall steg fra hvit til sort. Innsynsvinkel på dagens LED-skjermer er sjelden ett problem, men det er viktig å påse at skjermen har teknologi som benytter flipped chip, mcob eller lignende diode teknologi.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

11.4.2 Kontrast:

God kontrast ønsker man å forsøke å optimalisere. For å få til dette bør man forsøke å begrense reflekterende lys inn på skjermen, samt å se etter skjerm med så matt og sort overflate som mulig. Det er ønskelig med å ha mindre lysstyrke og bedre sortnivå på skjermen enn for høy lysstyrke.

11.4.3 Strømstyring av LED-skjerm

Hvor mye strøm LED-skjermen bruker i standbymodus vil kunne påvirke om man må finne en løsning for å skru skjermen helt av når den ikke er i bruk. Dette vil forlenge levetid på skjermen, samt redusere strømforbruket. Dette kan gjøres med PDU løsning eller kontaktorstyring hvis LED-skjermen ikke har innebygd løsning for å bli helt avskrudd.

11.4.4 Pixelpitch

Pixelpitch betyr hvor stor avstand det er mellom pixlene på LED-skjermen. Hvilken pixelpitch man skal velge på LED-skjermen avhenger av flere faktorer. Noen av disse er:

- betrakningsavstand
- hvilken oppløsning skal det være på bildet

Som en tommelfinger regel kan man si at minimums betrakningsavstand er 2x pixelpitch. Så hvis du har en skjerm med 1,5mm pixelpitch bør nærmeste tilskuer være ca. 3 meter unna skjermen.

11.4.5 Coating

Coating er ett beskyttende lag man legger utenpå LED modulene som beskytter LED diodene på LED modulene mot støt og slag noe som er positivt ved montasje og drift. Coating bør vurderes for skjermer som monteres slik at publikum kan komme borti LED panelene på skjermen. Merk at hvis man velger skjerm med coating må man være klar over at hvis en modul må sendes inn for reparasjon må modulen sendes til Kina for reparasjon, da de eneste fabrikkene som kan fjerne og legge på coating befinner seg der.

11.4.6 Temperatur/varmeavkast

Varmeavkast fra LED-skjermen bør være så lavt som mulig. LED-skjermer med ny teknologi har som regel mindre varmeavkast enn LED-skjermer med eldre teknologi. Spesielt i eksisterende bygningsmasse er dette viktig å ta hensyn til da men vil ha større begrensning til tilgjengelig kjøling enn man vil kunne få til i nye bygg.

Ved anskaffelse vil det være fornuftig å sette krav til lysstyrke og antall watt pr. m² på skjermen i stedet for LED-chip type ol.

11.4.7 Montering

Tenk over på hvor rett veggen skjermen skal monteres på er. Husk godt med spikerslag. Be om krav til dokumentasjon på toleranse på veggslatthet fra LED-skjerm produsent. Det anbefales å sette krav til målbar flatthet på ferdig levert LED-skjerm. Maks - min millimeter avvik med laser fra topp til bunn. F.eks. det skal monteres en LED-skjerm som er 5 x 3 meter. Hvis krav er satt til 0,1mm skjevhet pr 1m² vil skjermen kunne være 0.5mm skjev i lengderetning og 0,3mm skjev i høyderetning. Det anbefales å beskrive tilstanden til veggen LED-skjermen skal henge på i eksisterende bygg, eventuelt kall inn til befaring for tilbyderne i det/de aktuelle rommene for anskaffelsen.

11.4.8 Tilkobling/bildeprossesering

For å få satt opp LED-skjerm med riktig oppløsning og format må skjermen tilkobles en LED-kontroller. LED-kontrolleren har ofte flere tilkoblingsmuligheter, muligheter for å legge bilde i bilde, flere videolag som kan legger oppå hverandre og lignende funksjonalitet. Noen ting å tenke på er:

- Hvilken type innganger LED-kontrolleren har? (USB-C, HDMI, HD-SDI osv.)
- Hvilken bildeprossesering har LED-kontrolleren?
- Hvilket signal skal gå inn i skjermen?
- Hvor mange samtidige signaler har man behov for?

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Det er også viktig å beskrive signalhåndteringen på inngangssiden av LED-kontrolleren når man skal ha LED-skjerm som har oppløsning utover standard oppløsninger.

11.4.9 Drift

Drift av en LED skjerm er ikke som drift av en vanlig skjerm, men at mer som livsløpet for en bil som trenger å bytte deler av og til. Service **MÅ** gjøres igjennom levetiden til LED-skjermen. Be leverandør om en plan for oppfølging og spesifiser hvem som har ansvar for reservedelslageret til skjermen ved anskaffelse. Det er viktig med 3-6% reserve moduler til LED-skjermen. Be om reparasjon av moduler som blir ødelagt underveis i levetiden. Vurder strekt å signere serviceavtale med leverandør.

11.5 Blending

Det anbefales normalt å montere motorisert blendingssystem styrt fra AV-anlegget i alle auditorier som har dagslysinnslipp, og i alle andre undervisningsrom som benyttes for fjernundervisning eller opp-tak/strømming av forelesninger. Merk at behovet for blending i undervisningsrom som ikke utrustes for fjernundervisning må vurderes på basis av orientering (himmelretning) og utforming av vinduer. Møte-rom for videokonferanse bør også ha blendingssystem eller solavskjermingsløsninger som gir mulighet for å kontrollere dagslysinnfallet. Motoriserte blendingssystemer skal styres via styresystemet for AV-anlegget.

Blending løses normalt med lystett gardin på rull som løper i U-profiler på begge sider av lysåpning. Vær obs på at dette forutsetter innvendig vinduskarm, slik at vinduer ikke bør monteres i flukt med innervegg. Alternativt må det benyttes lystette gardiner på skinner, men dette vil normalt gi noe lysinnslipp under og på sidene av gardinene. Vær oppmerksom på at åpningsbare vinduer bør unngås der det er behov for blending, fordi eventuelle åpne vinduer og vridere kan komme i konflikt med eller ødelegge blendingsgardiner.

I andre rom med videoprojektor eller flatskjerm må det sikres at gardinløsninger eller solavskjerming (for eksempel utvendige persiennner) gir tilstrekkelig kontroll på dagslysinnslipp i rommet. For bygg med klimastyrt solavskjerming må denne kunne overstyres manuelt i hvert rom for å ivareta dette kravet.

For prisgrunnlag må blendingsbehovet i hvert av de aktuelle rommene oppgis i tilbudsforespørselen, enten i beskrivelsen eller i form av tegningsunderlag.

12 STYRESYSTEM

Alle rom, med unntak av enkle møterom, anbefales utrustet med styresystem. I avanserte rom skal styresystemet styre alle rommets funksjoner, inkludert lyd- og bildeanlegg, belysning og blending. I enklere rom forutsettes kun selve AV-anlegget styrt fra styresystemet. Belysning anbefales styrt via eget styresystem for å forenkle og redusere kostnadene for AV-anleggets styresystem. Se for øvrig kapittel 5.1 Belysning.

Anbefalte løsninger for de ulike romtypene er gitt i del IV Systembeskrivelse. Se for øvrig detaljerte krav til funksjonalitet i UFS 119.

Integrasjon mot brannalarmanlegg er beskrevet i kapittel 21.7.

12.1 Brukergrensesnitt

Hovedprinsippet er å etablere så enkle og intuitive brukergrensesnitt som mulig, der utforming og plassering av styrepanel tilpasses de ulike rommenes funksjonalitet.

I avanserte rom anbefales styrepanel basert på berøringsskjerm, mens det i enklere rom kan benyttes knappepanel. Knappepanel er normalt tilstrekkelig når man kun skal styre kildevalg, volum og enkel belysning, mens berøringspanel anbefales når man vil kunne styre avspillingsutsyr og i rom som utrustes for fjernundervisning/videokonferanse. Berøringspanel gir også mulighet for avansert funksjonalitet/innstillinger som er skjult for vanlige brukere.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I enkle rom kan det også være aktuelt å kutte ut manuell styring av på/av og kildevalg. Dette forutsetter at systemløsningen støtter automatisk deteksjon av tilkoblet kilde, kildeprioritet samt automatisk på- og avslag av skjerm/projektor. I utgangspunktet kreves likevel mulighet for manuell volumkontroll. Det må gjøres en vurdering i hvert enkelt tilfelle av hvor vidt velger å kutte styrepanel helt i enkle rom.

Styring via applikasjoner på nettbrett/smarttelefon er tilgjengelig for de fleste styresystemer. Dette er gode løsninger for å supplere det primære styrepanelet i rommet med et ekstra trådløst panel for assistert avvikling, eller for tilgang til avansert funksjonalitet. På grunn av krav til robusthet og tilgjengelighet anbefales likevel ikke slike løsninger benyttet som det eneste styrepanelet i rommet.

Det er krevende å utforme gode brukergrensesnitt, spesielt i avanserte rom. De forskjellige universitetene og høyskolene har ulike etablerte standarder, og det anses ikke som realistisk å foreslå en standard for utforming som alle vil ønske å benytte. Det er derfor valgt å i stedet presentere noen overordnede prinsipper for hvordan brukergrensesnittene bør utformes:

1. Ha fokus på **oversiktlig**het. De mest sentrale funksjonene bør være tilgjengelige i hovedskjerm-bildet.
2. Det bør være stor grad av **gjenkjennbarhet** mellom rom med ulik funksjonalitet og utrustning, og mellom ulike rom innenfor samme undervisningsinstitusjon.
3. Hva som skjer når foreleser trykker på en knapp må være **forutsigbart**. Dette betyr at man bør være forsiktig med å inkludere mange funksjoner i en og samme knapp, for eksempel kildevalg, justering av belysning, blanding og lærerstyrt respons, uten at det er klart for foreleser hvilken respons han/hun kan forvente. Samtidig vil slik funksjonsstyrt respons forenkle brukergrensesnittet og redusere antall knapper og undermenyer.
4. **Reduser** antall **undermenyer**. Det er viktig at man ikke kan gå seg vill i menystrukturen. Arkfær bør også unngås. Knapper for navigasjon i menystrukturen og eventuell hjelp bør være tilgjengelig på samme plass i alle undermenyer.

Se også kapittel 12.6 Styring av belysning.

12.1.1 Fjernstøtte/assistert avvikling

Hovedpoenget med fjernstøtte eller assistert avvikling er å kunne hjelpe foreleser og brukere av møte-/grupperom ved behov for assistanse, uten å måtte gå til det aktuelle rommet. Dette gjelder både ved eventuelle feil på utstyret, usikkerhet rundt betjening, usikkerhet rundt tilkobling av mobilt utstyr etc, eller for å kunne hjelpe til med selve avviklingen av forelesningen. Det siste er spesielt aktuelt ved oppsett og eventuelt styring av fjernundervisning og opptak/distribusjon av forelesninger. Dersom det finnes driftspersonell i organisasjonen med kapasitet og kompetanse til å bistå ved oppsett og gjennomføring av fjernundervisningssesjoner, vil dette både kunne senke brukerterskelen for foreleser, og forbedre opplevelsen både for lokale studenter og de som følger forelesningen fra andre lokasjoner eller via opptak.

En god løsning er å benytte en bærbar PC med berøringsskjerm (tablet PC) eller et nettbrett, slik at betjeningen ligner den man har på et vanlig styrepanel med berøringsskjerm. Selve programvaren følger ofte med som en del av styresystemene, og er typisk integrert med system for fjernovervåking, men utvikling av brukergrensesnittet for hver enkelt romtype krever likevel en del tilleggsprogrammering.

For å kunne dra full nytte av muligheten for fjernstyring er det vesentlig å kunne se hva som til enhver tid foregår i rommet. Dette kan for eksempel løses ved å montere et styrbart IP-kamera i hvert rom, som dekker området ved presentasjonsveggen. IP-kameraer kan også leveres med innebygd mikrofon for lydoverføring, men denne har begrenset kvalitet og kan kun benyttes for enkel funksjonskontroll/informasjon, og ikke for justering av lydanlegget.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I tillegg er det behov for å kunne kommunisere med foreleser. Mange styresystemer har integrerte løsninger for toveiskommunikasjon med foreleser via mikrofon og høyttaler integrert i styrepanelet, men ofte vil også mobiltelefon være en akseptabel løsning, forutsatt at styrepanelet er tydelig merket med nummer til driftsoperatør.

Ovenstående funksjonalitet kan erstatte tradisjonelle regirom i bakre del av auditorier. Dersom man benytter en bærbar PC med berøringsskjerm for fjernstyring, som foreslått over, vil man også kunne benytte denne som et ekstra styrepanel lokalt i rommet ved spesielle arrangementer som krever lokal assistert avvikling (paneldebatter etc.)

Merk at man av hensyn til personvern er forpliktet til å orientere alle i rom der det gjøres videoopptak/videooverføring. Dette kan for eksempel gjøres ved hjelp oppslag i og utenfor rommet. Tiltak for å ivareta personvern må følge eventuelle sentrale bestemmelser for hver enkelt institusjon.

12.2 Styring av belysning

Prinsippløsninger for belysning i ulike romtyper er beskrevet i kapittel 5.1.

I auditorier bør alle lyskurser/-grupper kunne styres individuelt via AV-anlegget, men det er normalt ikke ønskelig at foreleser skal ha tilgang til avanserte innstillinger. Det anbefales i stedet å etablere noen forhåndsprogrammerte scenarier som er tilpasset ulike undervisningssituasjoner/funksjoner for auditoriet.

Ved hver inngang monteres en impulsbryter som aktiverer styresystemet for normal belysning i rommet. Alternativt kan det benyttes bevegelsesdetektorer som registrerer når noen kommer inn i rommet, eller enkle knappepaneller (maks. 6 knapper) for valg av ulike belysningsscenarier, samt av/på.

I møterom for videokonferanse bør hver belysningstype (lys forfra mot personer og møtebord, generelt lys over/bak personer og lys mot vegger) kunne reguleres individuelt. Det bør i tillegg programmeres ferdige scenarier for ulik bruk av rommet.

Se for øvrig anbefalinger for lysstyring i rom der belysning ikke styres via AV-anlegget gitt i kapittel 5.1.6.

12.3 Styrte 230V-kurser

Det er behov for å kunne styre en del 230V-kurser fra AV-anlegget. I auditorier og avanserte seminarrom/klasserom anbefales det å planlegge el-installasjonene med følgende styrte kurser:

- Lerret (én reléutgang pr. motor)
- Blending (én reléutgang pr. himmelretning)

Merk at det på grunn av oppstartstid, minne for innstillinger etc. vil være ugunstig å bryte strømtilførselen for enkelte utstyrsenheter. Det vil derfor være opp til AV-leverandøren å vurdere hvor styrte kurser bør benyttes.

I enklere seminarrom/klasserom og møterom forutsettes det ingen styrte 230V-kurser, med unntak av eventuelle motoriserte lerret.

Se for øvrig kapittel 5.3.2 Dimensjonering og gruppering av 230V-kurser, og forslag til grensesnitt i kapittel 21.1.

12.4 Fleksible romløsninger

Funksjonalitet for styresystemet i seminarrom med fleksibel romløsning er beskrevet i kapittel 11.2 Tillegg F.

13 TYVERISIKRING

Behovet for tyverisikring av AV-utstyr må vurderes individuelt, basert på bl.a. risikovurdering/tidligere erfaringer med tyverifrekvens, skallsikring og adgangskontroll/tilgang til rom, drifts- og eierstruktur og muligheter for integrasjon mot andre elektroniske tyverisikringssystemer i bygget.

Det vil ofte være en avveining mellom investeringsbehov knyttet til tyverisikring, kostnader ved erstatning av tapt utstyr og servicetilgang. Fysisk sikring må uansett utføres slik at det ikke er til vesentlig hinder ved vedlikehold av utstyret.

Mange erfarer likevel at driftsstans og feilmeldinger/frustrasjon blant brukere er det største problemet med tyveri av AV-utstyr.

Følgende sikringsmetoder kan være aktuelle:

- Fysisk sikring ved hjelp av projektorkasse, låsbare skap eller wire.
- Syremerking.
- Alarmfunksjon knyttet til systemer for overvåkning av utstyrsstatus (f.eks. projektorer)
- Alarm tilkoblet utstyr, merking på dører.

I tillegg kommer generell byggsikring, som skallsikring, adgangskontroll på romnivå, ITV-system (overvåkingskamera), kobling av låssystem mot bevegelsessensorer etc.

SYSTEMBESKRIVELSE

IV

Her gis en overordnet beskrivelse av AV-anleggene. Formålet er å gi en oversikt over funksjonalitet og utforming av løsninger. I tillegg bør denne delen brukes som underlag i brukerprosessen for å vurdere i hvilken grad det er behov for avansert funksjonalitet i de ulike romtypene.

Denne delen av dokumentet er utformet som en mal for utforming av systembeskrivelser i forbindelse med anskaffelser og planlegging av løsninger. For å lette utarbeidelse av et utvetydig konkurransegrunnlag er det valgt skal-form, selv om beskrivelsene angir anbefalte løsninger som selvsagt må tilpasses behov og brukerønsker i hvert enkelt prosjekt. Tekst i *kursiv* angir kommentarer eller punkter som må tilpasses hver enkelt installasjon, og som derfor må beskrives ut fra valgt løsning.

Systembeskrivelsen skal beskrive **hva** rommet skal kunne brukes til, **hvordan** rommet skal utformes, og **hvilket presentasjonsutstyr** rommet skal ha. Beskrivelsen skal gi brukerne en helhetlig oversikt over funksjonalitet og utforming av løsninger. I tillegg skal den, sammen med tegningsunderlag og tekniske og funksjonelle systemkrav, gi tilbydere/leverandører en oversikt over hva som skal leveres, og hvordan løsningene skal utformes og integreres.

Del II og III gir et grunnlag for utforming av løsninger og valg av funksjonalitet. Det anbefales å få en oversikt over innholdet i del II og III før man starter planleggingen i hvert rom. For øvrig er det henvist til ulike kapitler i del III under beskrivelser for de ulike delanleggene for hver romtype.

For hver romtype beskrives en basisinstallasjon pluss aktuell tilleggsfunksjonalitet. **Basisinstallasjon** beskriver anbefalt minimumsutrustning for de ulike romtypene. **Tillegg** beskriver aktuell tilleggsfunksjonalitet tilpasset ulike bruksområder. Behovet for slik funksjonalitet bør avklares i innledende brukerprosess.

Anskaffelsesprosess

Det er avgjørende at institusjonen selv innehar tilstrekkelig kompetanse, eller om nødvendig innhenter ekstern bistand, til å gjennomføre alle faser av anskaffelsesprosessen på en god måte. Dette er vesentlig både med tanke på brukertilfredshet, driftssikkerhet og totaløkonomi.

Anskaffelsesprosessen kan deles inn i følgende hoveddeler:

1. Innledende behovsanalyse og brukeravklaringer
2. Tilpasning av systemløsninger og utarbeiding av teknisk beskrivelse
3. Utarbeiding av komplett konkurransegrunnlag, samt gjennomføring av anbudsprosess/minikonkurranse, inkludert evaluering og kontrahering
4. Koordinering mot og produksjon av underlag for andre rådgivere/entreprenører (primært arkitekt, interiør- og elektroentreprenør)
5. Planlegging og oppfølging av fremdrift, samt oppfølging og avklaringer i installasjonsfasen
6. Sluttkontroll og avslutning av entreprisen

Anskaffelser gjort som avrop på rammeavtale (vanligvis ved gjennomføring av minikonkurranse) forenkler selve anbudsprosessen, men behovet for kompetanse og oppfølging fra oppdragsgivers side - gjennom hele anskaffelsesprosessen - er like stort som ved en tradisjonell åpen anbudskonkurranse. Spesielt ved nybygg eller større ombygginger er det behov for tett oppfølging og avklaringer opp mot øvrige aktører i byggeprosjektet (arkitekt og rådgivende ingeniører). Dette er spesielt kritisk i den tidlige prosjekteringsfasen, der viktige føringer for romutforming osv. blir lagt uten at AV-leverandøren er på plass.

14 STØRRE AUDITORIER (OVER CA 60 PLASSER)

14.1 Basisinstallasjon

Auditoriet utrustes som et moderne elektronisk klasserom med fleksible presentasjonsløsninger.

Undervisningsbord og talerstol

På podiet etableres et mobilt undervisningsbord der AV-leverandøren skal plassere alt utstyr som foreleser normalt har behov for å nå:

- Styrepanel basert på berøringsfølsom skjerm
- Interaktiv PC-skjerm (skal også benyttes som skjerm for PC- og videobilde)
- Stasjonær PC (montert under bordplaten)
- PC-tastatur og mus (eventuelt trådløst)
- Plass og tilkoblingsmulighet for bærbar PC
- Dokumentkamera
- tilkobling for ekstern lydkilde
- Kablet svanehalsmikrofon

Løse utstyrselementer som skal plasseres under bordplata skal så langt det er hensiktsmessig bygges inn i undervisningsbordet. Styrepanel og øvrig utrustning på bordet gis løs plassering for at det skal være ukomplisert å gjøre endringer.

Det skal leveres en talerstol til auditoriet. Tilsvarende utstyr som listet ovenfor, plasseres ikke i talerstolen, men kablet svanehalsmikrofon og tilkobling for bærbar PC samt styrepanel skal inngå.

Talerstolen skal kunne flyttes og kobles til på *to/tre* ulike steder via golvuttak (*tilpasses antall golvbrønner*), men undervisningsbordet skal kun kunne kobles til i en av golvbrønnene. Undervisningsbord og talerstol skal kunne benyttes samtidig. *Behov for full fleksibilitet for golvbrønner må vurderes, se kapittel 6.1.*

Behovet for talerstol må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Det kan også vurderes å medta støtteskjerm i talerstol dersom auditoriet benyttes til disputaser. Se anbefalinger i kapittel 6.1.

Anbefalt plassering av sentralutstyr er gitt i kapittel 6.2. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Lydanlegg

Rommet skal høyttaleranlegg for både tale og programlyd. *Anbefalte høyttalerløsninger er gitt i kapittel 10.1.1. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.* Lydanlegget skal bygges opp rundt en integrert digital signalprosessor (DSP). Denne skal ivareta all nødvendig prosessering, miksing, ruting og volumkontroll for både tale og programlyd.

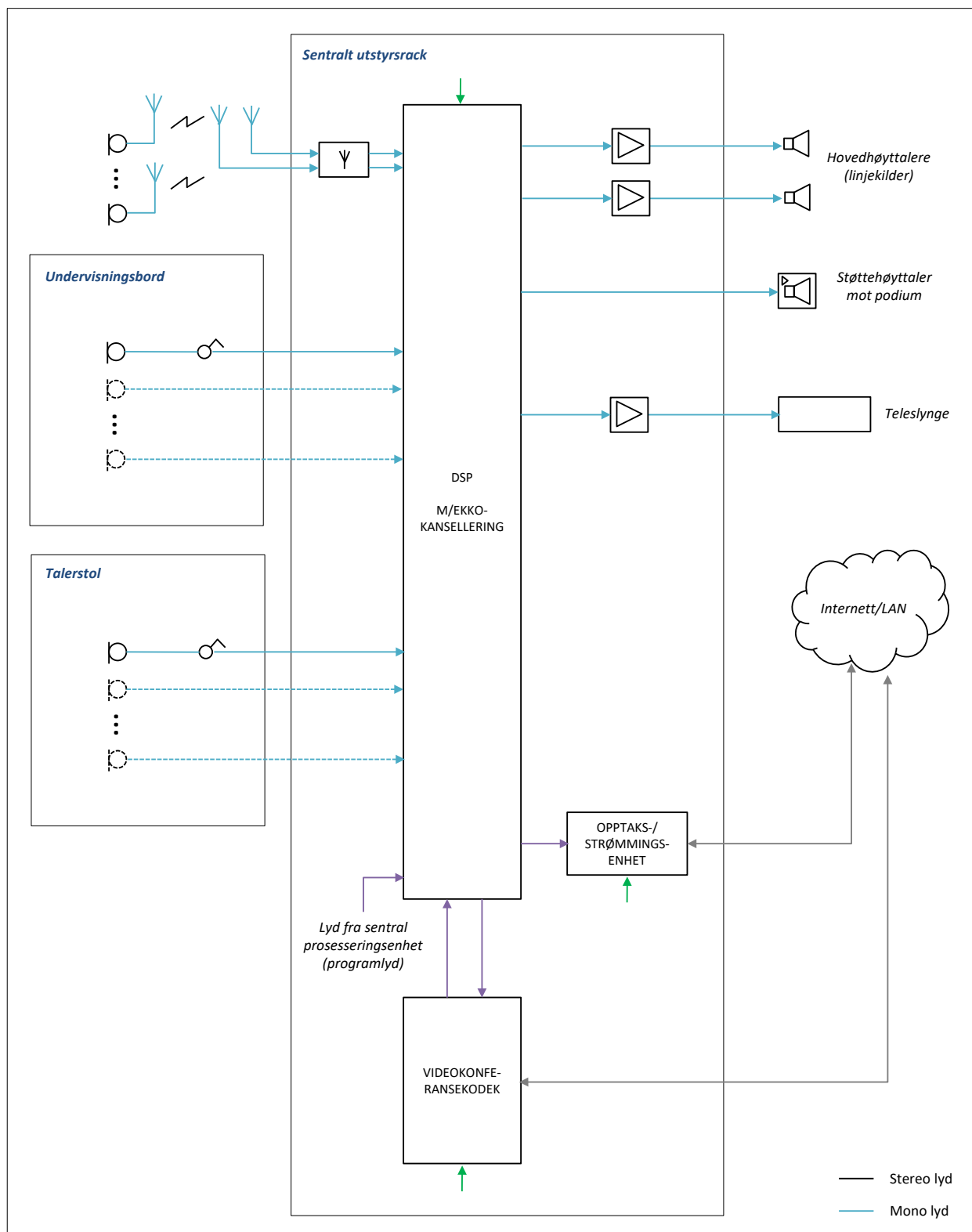
Auditoriet utstyres med *tre/fire* komplette trådløse mikrofonkanaler (*tilpasses reelt behov*). Det skal leveres *to/tre* trådløse hodebøylemikrofoner og én trådløs håndholdt mikrofon (*tilpasses reelt behov*).

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

I tillegg til svanehalsmikrofoner i talerstol og undervisningsbord, skal det legges til rette for bruk av minst fire trådbundne mikrofoner. De fire ekstra mikrofoninngangene parallellkobles i alle golvbrønnene og i uttakspanel i første opptrinn i amfiet.

Auditoriet skal tilrettelegges for hørselshemmede. Se kapittel 10.4 for anbefalte løsninger.

Et eksempel på systemskjema er vist i Figur 25.



Figur 22. Eksempel på systemskjema i stort auditorium med fjernundervisningsstøtte. Lydanlegg.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Bildeanlegg og styresystem

Anbefalte tavle- og bildevisningsløsninger er gitt i kapittel 4.1 - 4.3 Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Overføring av programlyd-, bilde- og styresignaler skal gjøres ved hjelp av en integrert distribusjons- og prosesseringsløsning basert på AV over IP eller tilsvarende.

Anbefalte løsninger for blandingssystem er gitt i kapittel 11.5. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

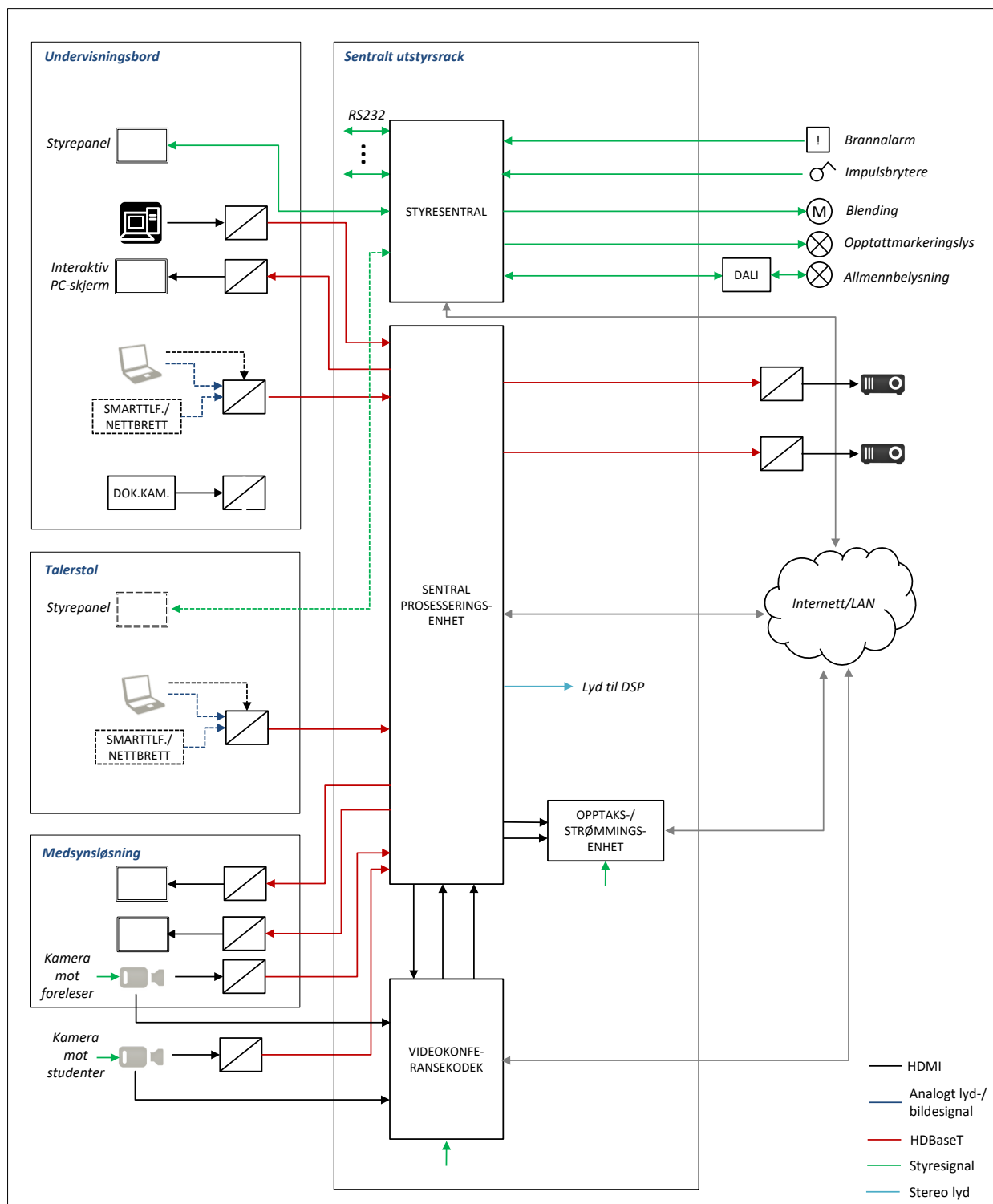
Styresystemet skal styre alle rommets funksjoner, inkludert lyd- og bildeanlegg, belysning, opptattmarkering og blending.

Det legges til rette for enmannsbetjening, men med mulighet for assistert avvikling ved behov. Et system for assistert avvikling/drift/overvåkning av AV-utstyret over IP skal inngå. I tillegg til kablet styrepanel i undervisningsbord, skal det leveres et ekstra trådløst panel for assistert avvikling eller de tilfeller da undervisningsbordet og talerstolen ikke skal brukes. Det trådløse panelet kan baseres på nettbrett med tilpasset programvare.

Ved hver inngang skal det monteres impulsbryter som aktiverer styresystemet for normal belysning i rommet. Opptattmarkeringsarmaturer monteres på utsiden over inngangsdører.

Et eksempel på systemskjema er vist i Figur 26.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT



Figur 23. Eksempel på systemskjema for stort auditorium med fjernundervisningsstøtte. Bildeanlegg og styresystem basert på integrert signaldistribusjonsløsning.

14.2 Tillegg

Følgende utvidelser av AV-anlegget i auditoriet kan være aktuelle:

Tillegg A. Fjernundervisning

Auditoriet skal utrustes for fjernundervisning.

Funksjonene skal innarbeides i de øvrige lyd-, bilde- og styreinstallasjonene. Nedenstående element knyttet direkte til fjernfunksjonene skal inkluderes:

- *Løsninger for foreleserstøtte. Dette skal inkludere visning av innkommende og utsendt bilde, og høyttaler som dekker podiet kun for mottatt lyd fra fjern part. Anbefalte løsninger er gitt i kapittel 10.4 og 11.4.*
- Videokamera med bøy-/svingstativ og motorzoom for gjengivelse av foreleser, med manuell fjernkontroll fra styresystemet. *Se kapittel 11.4.2 for anbefalt plassering.*
- Videokamera som ovenstående for gjengivelse av tilhørere plassert sentralt i frontveggen. Automatisk følgefunksjon skal ikke benyttes. *Se kapittel 11.4.2 for anbefalt plassering.*
- Videokonferansekodek
- Integrert foreleserkontroll innarbeidet i styresystemet.

Spørsmål fra salen skal formidles ved hjelp av en trådløs håndholdt mikrofon, eller ved at foreleser gjentar spørsmålet. *Takhengte arraymikrofoner / kastemikrofon må eventuelt vurderes. Se anbefalinger i kapittel 10.2.*

Tillegg B. Opptak og strømming av forelesninger

Det er svært aktuelt å utruste auditorier med integrert funksjonalitet for opptak og strømming forelesninger.

Systemløsning må tilpasses hvor vidt rommet også skal ha tradisjonell fjernundervisningsløsning, som beskrevet i Tillegg A, samt hvor vidt man baserer seg på opptaks-/strømmingsenhet plassert lokalt i hvert rom, eller en sentralisert distribusjonsløsning for lyd og bilde. Se kapittel 8.3 for anbefalte løsninger.

Tillegg C. Støtte for kulturinnslag

Dersom auditoriet skal benyttes for kulturinnslag som mindre konserter, teater etc., må både lydanlegget og podiebelysningen oppgraderes og utvides. Se nærmere beskrivelser i kapittel 5.1.2 og 10.7.

Det anbefales å benytte personer med spesiell kompetanse på lyd- og sceneteknisk utrustning for prosjektering av slike løsninger.



15 MINDRE AUDITORIER (OPP TIL CA 60 PLASSER)

15.1 Basisinstallasjon

Mindre auditorier utrustes som større auditorier, men med følgende endringer:

- *Talerstol utgår.*
- *Det er normalt ikke behov for talelydanlegg, men dette krever at de romakustiske forholdene blir optimalisert for formidling av tale fra podiet. Dersom taleforsterking er nødvendig, kan dette normalt integreres i programlydanlegget. Se kapittel 10.1.2 for anbefalte høyttalerløsninger. For rom uten taleforsterking utgår normalt mikrofoner og tilrettelegging for hørselshemmede.*
- *Det vil på grunn av tilgjengelig bredde på frontveggen ofte kun være aktuelt med én projektor. To projektorer anbefales likevel der rommets utforming tillater det.*

15.2 Tillegg

- *Dersom rommet utstyres for fjernundervisning må løsninger for foreleserstøtte tilpasses rommets utforming. Se anbefalte løsninger i kapittel 10.4 og 11.4.*

16 SEMINARROM OG KLASSEROM

Seminarrom og klasserom kan ha store variasjoner i utstyrsnivå. Basisinstallasjon beskriver en grunnleggende presentasjonsløsning, men aktuelle tillegg omfatter funksjonalitet som tilsvarer et lite auditorium. For slike rom er det svært viktig at bruksområde og behov avklares tidlig i brukerprosessen.

16.1 Basisinstallasjon

Rommet skal utrustes med presentasjonsløsninger for lyd og bilde styrt via et integrert styresystem.

Undervisningsbord

Ved presentasjonsveggen etableres et undervisningsbord der AV-leverandøren skal plassere alt utstyr som foreleser normalt har behov for å nå:

- Knappebasert styrepanel (felles inn i/monteres på bordplate)
- Fast PC (under bordplaten) *En løsning med kun bruk av bærbar PC kan eventuelt vurderes.*
- PC-tastatur og mus (eventuelt trådløst)
- Skjerm for PC- og videobilde
- Plass og tilkoblingsmulighet for bærbar PC
- Tilkobling for ekstern lydkilde

Styrepanel og tilkoblinger for mobilt utstyr kan gjerne kombineres i en enhet.

Løse utstyrselementer som skal plasseres under bordplata skal så langt det er hensiktsmessig bygges inn i undervisningsbordet.

Anbefalte løsninger for plassering og føringsveger for undervisningsbord er gitt i kapittel 6.1. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Anbefalt plassering av sentralutstyr er gitt i kapittel 6.2. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Lydanlegg

Rommet skal ha høyttalerløsning for gjengivelse av programlyd. *Se kapittel 10.1 for anbefalte løsninger.*

Bildeanlegg

Anbefalte tavle- og bildevisningsløsninger er gitt i kapittel 4.1 - 4.3. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Rommet skal ha én videoprojektor. Projektor monteres på brakett fra himling.

Styresystem

Styresystemet skal styre alle AV-anleggets funksjoner. Belysning forutsettes ikke styrt via AV-anlegget.

Opptattmarkeringsarmaturer monteres på utsiden over inngangsdører.

16.2 Tillegg

Følgende tillegg/oppgraderinger kan være aktuelle i seminarrom og klasserom:

Tillegg A. Interaktiv tavle/PC-skjerm

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Slike rom kan med fordel utrustes med interaktiv tavlefunksjonalitet. Anbefalte løsninger er beskrevet i kapittel 11.2.1.

Tillegg B. Dokumentkamera

Dokumentkamera kan være aktuelt for å oppnå mer fleksible presentasjonsløsninger.

Tillegg C. Styrepanel basert på berøringsfølsom skjerm

For å forenkle brukergrensesnittet kan styrepanelet oppgraderes fra knappepanel til berøringsfølsom skjerm. Dette er spesielt aktuelt i rom med avansert funksjonalitet. Se også kapittel 12.1 Brukergrensesnitt.

Dersom berøringsskjerm benyttes, anbefales også lysstyring integrert i AV-anleggets styresystem.

Tillegg D. Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger

Det kan også være aktuelt å benytte klasserom og seminarrom til fjernundervisning og/eller opptak/strømming av forelesninger. Funksjonalitet blir i så tilfelle tilsvarende som i auditorier, se kapittel 14.2 Tillegg A og B. I rom med slik funksjonalitet anbefales det å benytte styresystem basert på berøringsskjerm.

Løsninger for foreleserstøtte tilpasses rommets utforming. Se anbefalte løsninger i kapittel 10.4 og 11.4.

Tillegg E. Fleksibel romløsning

Det er i en del tilfeller ønskelig å kunne benytte seminarrom i en fleksibel romløsning der to eller flere rom kan brukes sammen eller hver for seg.

Slike løsninger må tilpasses spesielt, men følgende prinsipper bør legges til grunn:

- Betjening av AV-anleggene når rommene benyttes hver for seg skal ikke avhenge av hva som skjer i de andre rommene som inngår i den fleksible romkonstellasjonen. Foreleser skal oppleve AV-anlegget i hvert rom som en fullverdig, uavhengig presentasjonsløsning.
- Når rommene benyttes sammen, skal AV-anleggene fungere som ett felles anlegg der delfunksjonene i de enkelte rommene integreres på en enhetlig måte. Fleksibilitet med hensyn på tilkobling av undervisningsbord/talerstol til ulike golvbrønner og ruting av bildekilder til ulike projektorer etc. bør ivaretas på samme måte som i større auditorier.
- Funksjonalitet for lyd-, bilde og styresystem skal endres automatisk etter hvilke rom som benyttes sammen. Dette kan for eksempel løses ved manuelt valg på oppstartsskjerm i styrepanel.

Dette betyr i praksis at lyd- og bildeanleggene i hvert rom må integreres mot et sentralt utstyrspunkt, der alle lyd- og bilde signaler kan rutes til alle utganger. Hvert styrepanel bør også tilkobles en felles styresentral. AV-anlegg i slike rom bør derfor planlegges som et stort anlegg med avansert funksjonalitet.

17 ENKLE MØTEROM OG GRUPPEROM

Enkle møterom skal utrustes med grunnleggende presentasjonsløsning for lyd og bilde.

Tilkobling for bærbar PC etableres i brystningskanal eller i/på vegg.

Anbefalte bildevisningsløsninger er gitt i kapittel 4.1 - 4.3. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning. Flipover og AV-list for papiroppheng kan eventuelt også medtas.

I rom med flatskjerm benyttes høyttalere tilpasset skjermen. I rom med projektor monteres høyttalere på hver side av lerret/visningsflate.

18 STANDARD MØTEROM OG GRUPPEROM

Ved planlegging av standard møterom og grupperom bør det tas høyde for fremtidig oppgradering. Ta med tilkobling for mobilt utstyr og krav til dimensjonering av bildematrikse og styresystem for presentasjonsutstyr som trolig vil bli installert i en senere fase.

18.1 Basisinstallasjon

Standard møterom skal utrustes med presentasjonsløsninger for lyd og bilde styrt via et integrert styresystem.

Alle tilkoblinger for presentasjonsutstyr skal integreres i møtebord. Det skal monteres en nedfelt bordbrønn med tilkobling for bærbar PC og ekstern lydkilde. Det skal også etableres en bordbrønn med minimum 6 el-uttak for bærbar PC. *(Tilpasses reelt behov.) MERK: Ta høyde for store strømforsyninger ved valg av bordbrønner.*

Alle funksjoner forutsettes styrt av et knappebasert styrepanel. Dette anbefales montert innfelt i møtebord, men kan eventuelt felles inn i vegg eller monteres i brystningskanal dersom man ønsker å kunne benytte rommet uten møtebord. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Anbefalt plassering av sentralutstyr er gitt i kapittel 6.2. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Bildeanlegg

Anbefalte bildevisningsløsninger er gitt i kapittel 4.1 - 4.6. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Lydanlegg

Det skal medtas høyttalerløsning for programlyd. I rom med flatskjerm benyttes høyttalere tilpasset skjermen. I rom med projektor monteres høyttalere på hver side av lerret/visningsflate.

Styresystem

Styresystemet skal styre alle AV-anleggets funksjoner. Belysning forutsettes ikke styrt via AV-anlegget.

Opptattmarkeringsarmaturer kan medtas ved behov.

18.2 Tillegg

Følgende tillegg/oppgraderinger kan være aktuelle i standard møterom:

Tillegg A. Tilrettelegging for PC-baserte videomøter

Det vil ofte være aktuelt å tilrettelegge enkle møte- og grupperom for PC-baserte videomøter. Se anbefalinger med for AV-teknisk utrustning og utforming av rom i kapittel 9.2.

Rommet skal tilrettelegges for PC-baserte videomøter. Det skal medtas en løsning med videokonferansebar.

19 MØTEROM FOR VIDEOKONFERANSE

Utforming og møblering av møterom for videokonferanse må tilpasses nøye for å sikre god funksjonalitet og best mulig kommunikasjon med fjern part. Dette inkluderer bl.a. romform, størrelse, belysning, utforming av møtebord, veggoverflater og farger. Møblering og utforming av møtebord må også tilpasses hvor vidt rommet kun skal benyttes for videokonferanser, eller om det også skal benyttes som et tradisjonelt møterom. Se anbefalinger i kapittel 4.4.

19.1 Basisinstallasjon

Møterom for videokonferanse skal utrustes med avanserte presentasjonsløsninger for lyd og bilde styrt via et integrert styresystem.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Alle tilkoblinger for presentasjonsutstyr skal integreres i møtebord. Det skal monteres en nedfelt bordbrønn med tilkobling for bærbar PC. Det skal også etableres en bordbrønn med minimum 6 el-uttak for bærbar PC. *(Tilpasses reelt behov.)*

Alle rommets funksjoner forutsettes styrt av et styrepanel basert på berøringsskjerm for løs plassering på møtebord. Kodek monteres i rack sammen med øvrig sentralutstyr.

Anbefalt plassering av sentralutstyr er gitt i kapittel 6.2. Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

Bildeanlegg

Rommet skal ha to flatskjermer montert sentrert foran møtebordet. *Skjermstørrelse må defineres ut fra anbefalinger i kapittel 4.3. I større rom må man i stedet benytte LED-skjerm eller projektor.* Rommet skal ha ett videokamera montert mellom skjermer/visningsflater.

Lydanlegg

Rommet skal ha høyttalerløsning for gjengivelse av programlyd og talelyd fra fjern part. En aktiv høyttaler monteres på hver side av skjerm-løsningen, eventuelt kan det benyttes to høyttalere tilpasset flatskjermene.

Rommet skal ha en takmontert arraymikrofon. *(Antall tilpasses utforming av og størrelse på møtebord. Alternativt kan det spesifiseres bordmonterte arraymikrofoner, som beskrevet i kapittel 10.5.)*

Styresystem

Styresystemet skal styre alle AV-anleggets funksjoner. Integrert styresystem i videokonferansekodek kan benyttes forutsatt at alle funksjonskrav til styring av AV-anlegget er ivarettatt, også når rommet benyttes som ordinært møterom. Belysning forutsettes ikke styrt via AV-anlegget.

Opptattmarkeringsarmaturer monteres på utsiden over inngangsdører.

19.2 Tillegg

Følgende tillegg/oppgraderinger kan være aktuelle i møterom for videokonferanse:

Tillegg A. Interaktiv PC-skjerm

Møterom for videokonferanse kan med fordel utrustes med interaktiv tavlefunksjonalitet.

En interaktiv PC-skjerm plasseres også på møtebordet.

Rommet skal ha fast PC montert i låsbart skap/rack. *(Tilpasses valgt løsning.)* Trådløst tastatur og mus plasseres på møtebord.

Tillegg B. Whiteboardtavle

Ved videokonferanser anbefales ikke bruk av tradisjonelle tavler.

Dersom rommet også benyttes til vanlige møter (se alternative møtebordsløsninger i kapittel 4.4), kan whiteboardtavle monteres på en av sideveggene. Dersom hele eller deler av tavlen dekkes av videokameraet, bør det monteres manuelle bakgrunnsgardiner som kan trekkes foran tavlen under videokonferanser.

INTEGRASJON OG GRENSESNITT



Både i forbindelse med nybygg og rehabilitering vil AV-entreprisen ha viktige grensesnitt mot andre fag og leveranser. Det er ikke åpenbart hva som bør inkluderes i AV-leveransen.

I de følgende kapitlene er det foreslått avgrensninger av AV-entreprisen og grensesnitt mot andre entreprenører med utgangspunkt i at AV-leverandøren skal ha et totalansvar for helhet og integrasjon av løsningene i de ulike rommene. Samtidig forutsettes det ikke at AV-leverandøren har sterkstrømskompetanse, men 230 V-installasjoner kan eventuelt medtas som en underleveranse hos AV-leverandøren.

Nedenstående forslag er tilpasset nybygg, og må justeres ved rehabilitering/ombygging av eksisterende lokaler.

Merk at det i større prosjekter vil være aktuelt med et eget felles grensesnittdokument for alle entreprenører. Det er i alle tilfeller avgjørende at omforent grensesnittbeskrivelse blir gjort gjeldende for alle entreprenører som har grensesnitt mot AV-entreprisen.

20 ELEMENT SOM IKKE INNGÅR I AV-ENTREPRISEN

Enkelte element i rommene, som har viktige grensesnitt mot AV-anleggene, leveres av andre.

Merk at det forutsettes at alle teleslyngeløsninger og alle tavler og lerret i rom som skal ha AV-utstyr inngår i AV-entreprisen.

20.1 Møbler

Møbelement som skap, konsoller, møtebord, benker og stoler, inngår i innredningsentreprise. Det vil påligge AV-leverandøren å være aktiv for at disse elementene skal bli hensiktsmessig utformet i forhold til god brukerfunksjonalitet og til AV-utstyret som skal inn i dem. Brukerrepresentantene skal involveres ved utforming og tilpassing av møbelement som skal ha integrert AV-utstyr.

Undervisningsbord og talerstoler skal inngå i AV-leveransen

20.2 Blending

Motoriserte blendingssystem i rom som skal ha AV-anlegg, skal generelt inngå i AV-leveransen. Ingen manuelle blendingssystem inngår i AV-leveransen.

Utvendige motoriserte persienner inngår i annen entreprise.

20.3 PC-utstyr

PC-er som skal integreres i AV-anleggene, inkludert skjermer, tastatur og annet naturlig tilbehør, leveres under annen entreprise. Dette inkluderer installasjon og oppsett av nødvendig programvare, lisenser og brukerprofiler.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

Montering, idriftsettelse og integrering i helheten i de ulike rommene, inngår hos AV-leverandør.

Eventuelt kan AV-leverandøren medta PC-er med periferiutstyr, basert på spesifikasjoner fra IT-avdelingen ved høyskolen/universitetet.

21 GRENSESNIITT MOT ANDRE ENTREPRENØRER

21.1 230V spredenett

230V forsyning av AV-anleggene og alt tilhørende kursopplegg ivaretas av elektroentreprenør. Det er imidlertid lagt opp til at det er AV-leverandøren som skal levere og prosjektere koblingsselementene (relé etc.) for 230V for de rommene som skal ha integrert AV-styresystem. Plassering av 230V-elementer skal koordineres med elektroentreprenør. Elektroentreprenøren monterer og kobler 230V-elementene.

El-uttak i golvbrønner kobles til strømmettet av elektroentreprenør, men selve uttakene skal leveres og innfestes i brønnen av AV-leverandøren.

El-uttak i bordbrønner leveres og monteres av AV-leverandør, og tilsluttes el-uttak i golvbrønn via bevegelig ledning og støpsel som leveres og monteres av AV-leverandør.

Distribusjonspanel for el-uttak i rack og undervisningsbord leveres og monteres av AV-leverandøren.

AV-leverandøren skal koordinere direkte med elektroentreprenøren, og sørge for at han får overlevert materiell og arbeidsdokumentasjon i rett tid. Elektroentreprenøren monterer og kobler i elfordeling.

21.2 Nettverksuttak

Leverandør av spredenett (*som oftest elektroentreprenør*) monterer alle nettverksuttak for tilkobling for PC-er og AV-utstyr til datanettet, men i golvbrønner skal selve uttakene leveres og innfestes i brønnen av AV-leverandøren. Merk at leverandør av spredenett skal besørge kabling fram til brønnene, og han skal også terminere nettverkskabling i golvbrønner.

Nettverksuttak i bordbrønner leveres og monteres av AV-leverandør, og tilsluttes uttak i golvbrønn via bevegelig ledning og plugg som leveres og monteres av AV-leverandør.

AV-leverandøren skal koordinere direkte med leverandør av spredenett, og sørge for at han får overlevert materiell og arbeidsdokumentasjon i rett tid.

21.3 Allmennlys

Belysning i de ulike rommene leveres av elektroentreprenør. Det gjelder både kursopplegg, armaturer og demperutrustning.

AV-leverandøren skal styre lysanleggene i alle rom som skal ha avansert AV-styresystem. Ballastkontroller, inkludert spenningstilførsel til Dali2-busser, inngår i AV-leveransen.

21.4 Føringsveger

Føringsveger besørges generelt av elektroentreprenør. Dette inkluderer veggkanaler, rørføringer til gulvbrønner og hovedrørføringer i faste bygningskonstruksjoner (golv, vegger og tak uten systemhimling.)

Det vil påligge AV-leverandøren å anviser behov til elektroentreprenøren, og kontrollere at de planlagte føringsvegene blir hensiktsmessige i forhold til behovet. AV-leverandøren vil også kunne spesifisere rørføringer for utførelse av elektroentreprenøren.

Senere må supplerende kanaler, rør eller åpen forlegging ivaretas av AV-leverandøren selv.

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

21.5 Golvbokser

I rom som skal ha golvbrønner for tilkobling av AV- og PC-utstyr skal golvbokser, tilpasningsrammer med lokk og føringsveger i golv leveres av elektroentreprenør.

Uttak og montasjerammer i golvbrønner spesifiseres av AV-leverandøren, leveres av elektroleverandør.

Fabrikat og modellbetegnelse for golvbokser bør oppgis i tilbudsgrunnlaget.

21.6 Kommunikasjon

Det er behov for kommunikasjon mellom undervisningsrom internt på campus og mot eksterne parter i forbindelse med fjernundervisning, videokonferanse, overføring av lyd- og bildemateriale osv.

All kommunikasjon baseres på bruk av det generelle datanettet. AV-leverandøren skal kontrollere at planlagte datauttak og nettverksutstyr er tilstrekkelig dimensjonert for å håndtere alle behov for sanntids data-trafikk for lyd og bilde. Dette inkluderer krav til ruting av porter og støtte for spesifikke protokoller.

21.7 Brannalarmanlegg

Ved brannalarm skal AV-anlegg i rom med styresystem automatisk gå til en forhåndsprogrammert modus for å avbryte virksomheten i rommet.

Dette ivaretas fra brannarmsiden ved at en utgangsenhet på brannalarmanleggets detektorsløyfe, montert ved/i AV-rack gir et potensialfritt signal til styresystemet. Det bør benyttes skjermet kabel (PTS, PFSK eller lignende.)

21.8 Styresystem

Impulsbryter montert ved inngangsdør for styring av AV-anlegg leveres av elektroentreprenør. AV-leverandøren leverer kursopplegg og er ansvarlig for integrasjon i styresystemet.

21.9 Andre elektrotekniske installasjoner

Grensesnitt og integrasjon mot elektrotekniske installasjoner krever spesielt fokus og god koordinering. Dette inkluderer føringsveger, 230V strømtilførsel, datanett og belysning.

Dersom elektrotekniske installasjoner og AV-leveranse utføres av ulike leverandører, er det svært viktig å tidlig definere entydige grensesnitt mellom entreprenørene. Se anbefalinger i del V Integrasjon og grensesnitt.

21.9.1 El-uttak

AV-utstyr

Det er ofte behov for konvertere mellom sentralutstyr og flatskjermer, projektorer eller videokonferansekamera. Det anbefales derfor å prosjektere doble el-uttak for alle flatskjermer, projektorer og videokonferansekamera. Ved bruk av LED-skjermer må antall el-uttak fordelt på antall kurser beregnes for hvert enkelt tilfelle da dette varierer etter størrelse og type LED-skjerm.

SJEKKLISTE VI

Følgende sjekkliste anbefales benyttet i forbindelse med prosjekteringsarbeidet for å sikre at sentrale momenter er vurdert og kontrollert.

Enkelte av sjekkpunktene er naturlig å kontrollere samlet for alle rom, men hoveddelen av punktene bør kontrolleres på romnivå.

	Punkt	Referanse	Kontrollert	Dato
1	Definere rommets funksjoner, prioritere bruksområder og diskutere løsninger med brukerne	Kapittel 2	☐	
2	Kontrollere og vurdere areal, romform og takhøyde	Kapittel 4	☐	
3	Kontrollere utforming av og siktforhold mot presentasjonsvegg	Kapittel 4.6	☐	
4	Vurdere (og eventuelt kontrollere prosjekterte) belysningsløsninger, inkludert styring	Kapittel 5.1	☐	
5	Kontrollere og eventuelt spesifisere krav til antall og plassering av el- og datauttak	Kapittel 21.9.1	☐	
6	Kontrollere og eventuelt spesifisere krav til 230V-kurser	Kapittel 5.3.2	☐	
7	Vurdere (og eventuelt kontrollere prosjekterte) føringsveger	Kapittel 5.3.3	☐	
8	Få oversendt dokumentasjon på prosjekterte romakustiske løsninger	Kapittel 5.5	☐	
9	Vurdere plassering av presentasjonsutstyr, inkludert muligheter for plassering av sentralutstyr i teknisk rom	Kapittel 6	☐	
10	Vurdere behov for talelydanlegg inkludert mikrofonløsninger, og aktuelle høyttalerløsninger	Kapittel 10.1-10.3	☐	
11	Vurdere behov for og aktuelle løsninger for hørselshemmede	Kapittel 10.6	☐	
12	Vurdere plassering av og størrelser for tavler	Kapittel 4.1	☐	

FAGSPESIFIKASJON FRA SIKT

13	Vurdere plassering av, typer og størrelser for visningsflater	Kapittel 4.2	☐	
14	Vurdere aktuelt presentasjonsutstyr	Kapittel 11.2	☐	
15	Vurdere behov for og nødvendig funksjonalitet og kompleksitet for styresystem i de enkelte rommene	Kapittel 12	☐	
16	Vurdere behov for felles driftsstøttesystem, og kompetanse og kapasitet til å drifte denne type løsninger	Kapittel 0	☐	
17	Vurdere hvilke rom som skal ha løsninger for fjernundervisning/opptak/strømming/videomøter, og aktuelle løsninger	Kapittel 8 og 9	☐	
18	Kontrollere og eventuelt spesifisere forslag til overflater og fargevalg i rom med videoopptak/-overføring	Kapittel 4.5	☐	
19	Kontrollere og eventuelt spesifisere forslag til utforming av møtebord i møterom for videokonferanse	Kapittel 4.4	☐	
20	Vurdere behov for og aktuelle løsninger for tyverisikring	Kapittel 13	☐	
21	Definere avgrensninger for AV-entreprisen og grensesnitt mot andre entreprenører, og sikre at grensesnitt-beskrivelsen blir gjort gjeldende for alle relevante entreprenører	Kapittel 20 og 21	☐	
22	Gjennomgå og om nødvendig tilpasse tekniske og funksjonelle systemkrav	UFS 119	☐	

REFERANSER

VI

Referanser til **relevante forskrifter og veiledninger** som er fritt tilgjengelig for nedlasting:

- [1] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) kapittel 12-7, URL:
<https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/12/ii/12-7>
- [2] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) kapittel 11, URL:
<https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning>
- [3] Forskrift om brannforebygging, URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-12-17-1710>.
- [4] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) kapittel 13-6 til 13-11, URL:
<https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iv/13-6>
- [5] Arbeidstilsynets veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen, URL:
<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=79437>.
- [6] Arbeidsplassforskriften, URL: <http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=237707>.
- [7] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) kapittel 13-7, URL:
<https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/v/13-7>
- [8] Bygg for alle. Temaveiledning om universell utforming av byggverk og uteområder (Statens bygningstekniske etat og Husbanken, 2004), URL:
<http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/1151/rapporten.pdf>.
- [9] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK17) §13-6(4), URL:
<https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iv/13-6>
- [10] NS 8179:2023 Lydforhold i bygninger – Lydtekniske løsninger for universell utforming
<https://online.standard.no/nb/ns-8179-2023>
- [11] NS 8175:2019 Lydforhold i bygninger – lydklasser for ulike bygningstyper
<https://online.standard.no/nb/ns-8175-2019>

Se for øvrig referanser til annen støttedokumentasjon under de ulike delkapitlene.