

Funksjonsbeskrivelse AV-utstyr for undervisning og møterom



FUNKSJONSBEKRIVELSE AV-UTSTYR FOR UNDERVISNINGS- OG MØTEROM

UFS nr.:	116
Versjon:	3.0
Status:	Godkjent
Dato:	01.06.2017
Titel:	Funksjonsbeskrivelse AV-utstyr for undervisnings- og møterom
Arbeidsgruppe:	AV
Forfatter:	Bård Støfringsdal, COWI AS
Ansvarlig:	UNINETT
Kategori:	Anbefaling

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 og projektorløsninger	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	21
5.1 Belysning	21
5.2 Krav til nettverksinfrastruktur	27
5.3 Andre elektrotekniske installasjoner	28
5.4 Brannsikring	31
5.5 Akustikk	31
5.6 Ventilasjon	32
5.7 Dagslys	32
5.8 Universell utforming	32
6 Plassering av presentasjonsutstyr	33
6.1 Undervisningsbord og talerstoler	33
6.2 Plassering av sentralutstyr	34
DEL III PROSJEKTERINGSGRUNNLAG AV-UTSTYR	36
7 Infrastruktur og signaloverføring	36
7.1 Integreerte signaloverføringssystemer	36
7.2 IP-basert lyd- og bildedistribusjon i samtrafikk med øvrig datatrafikk	38
7.3 BYOD (Bring Your Own Device)	39
8 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	39
8.1 Hvordan senke brukerterskelen for foreleser	40
8.2 Fullverdig fjernundervisningsløsning basert på videokonferansekodek	41
8.3 Opptak/strømming av forelesninger	41
8.4 Delte ressurser	43
8.5 Videoopptaksstudio	43
9 Videomøter	44
9.1 Møterom med tradisjonelle videokonferansesystemer	44
9.2 PC-baserte videomøteløsninger	44
9.3 Støtte for flere samtidige fjerne parter	45
10 Lydanlegg	45

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

10.1 Høytalerløsninger	45
10.2 Mikrofonløsninger	48
10.3 Sentralutstyr for lyd	49
10.4 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	50
10.5 Videokonferanse	50
10.6 Løsninger for hørselshemmede	51
10.7 Støtte for kulturinnslag	53
11 Bildeanlegg	53
11.1 Signalformater og konvertering	54
11.2 Presentasjonsutstyr	55
11.3 Videoprojektorer	56
11.4 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	58
11.5 Videokonferanse	61
11.6 Blending	62
12 Styresystem	62
12.1 Brukergrensesnitt	62
12.2 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger	63
12.3 Driftsstøtte	64
12.4 Fjernstøtte/assistert avvikling	66
12.5 Videokonferanse	67
12.6 Styling av belysning	67
12.7 Styrte 230V-kurser	68
12.8 Fleksible romløsninger	68
13 Tyverisikring	68
DEL IV SYSTEMBESKRIVELSE	69
14 Større auditorier (over ca 60 plasser)	70
14.1 Basisinstallasjon	70
14.2 Tillegg	75
15 Mindre auditorier (opp til ca 60 plasser)	76
15.1 Basisinstallasjon	76
15.2 Tillegg	76
16 Seminarrom og klasserom	76
16.1 Basisinstallasjon	76
16.2 Tillegg	77
17 Enkle møterom og grupperom	78
18 Standard møterom og grupperom	78
18.1 Basisinstallasjon	78
18.2 Tillegg	79
19 Møterom for videokonferanse	79
19.1 Basisinstallasjon	79
19.2 Tillegg	80
DEL V INTEGRASJON OG GRENSESNIITT	81
20 Element som ikke inngår i AV-entreprisen	81
20.1 Møbler	81
20.2 Blending	81
20.3 PC-utstyr	82
21 Grensesnitt mot andre entreprenører	82
21.1 230V sprednett	82
21.2 Nettverksuttak	82
21.3 Allmennlys	82
21.4 Føringsveger	82
21.5 Golvbokser	83
21.6 Kommunikasjon	83

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

21.7 Brannalarmanlegg	83
21.8 Styresystem	83
DEL VISJEKKLISTE.....	84
DEL VII REFERANSER	86

INTRODUKSJON



UNINETT har i samarbeid med representanter fra Norske universiteter og høyskoler, samt rådgivingselskapet COWI utarbeidet fagspesifikasjoner (UFS) som gir funksjonsbeskrivelser for anbefalte løsninger for AV-utstyr i universitets- og høyskolesektoren. De omforente løsningene er basert på erfaringer fra denne 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 tilfredsstillende de ulike funksjonene ut fra anbefalte løsninger gitt i de ulike UFS-ene. Dersom det ikke er utarbeidet forslag til løsninger som tilfredsstillende 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.
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

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 2.0 som ble publisert 10.06.2013. Oppdateringene omfatter endringer som følge av teknologisk utvikling, endringer som følge av nytt regelverk/retningslinjer samt oppdateringer basert nye erfaringer/innspill.

Innholdet i den tidligere UFS 120 *Driftsstøttesystem og overføring av lyd og bilde* er nå innarbeidet i UFS 116, og UFS 120 er derfor utgått.

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 ivaretatt 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, og behovet vurderes som reelt. Løsninger med skinnemonteerte 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/lerret på en av kortveggene dersom romform og utforming av møtetablet 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. 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.

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 og projektorløsninger

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.

Valg av oppløsning for projektorer, 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.

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 bildeklarhet 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

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. 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.

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. 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.

Alternativt kan man benytte kubeløsninger bestående av flere flatskjermer med tynn ramme som er montert sammen. Størrelse for bildeflaten bestemmes ut fra bildehøyde, basert på anbefalinger i Tabell 1. Vertikal oppløsning bør være 1200 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 flere og flere 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.

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

4.2.3 Støtte for filmvisning

Dette er ofte ønskelig med støtte for filmvisning i auditorier. Det bør i så fall benyttes én sentrert visningsflate. Filmer utgitt på Blu-ray produseres normalt i formater som spenner mellom 16:9 og 2,35:1, som er standardformatet for kinofilm. Filmbildet bør alltid fylle hele høyden på visningsflaten, uavhengig av format.

Om man kun benytter én projektor, bør visningsflaten være i format 2,35:1 med høyde gitt av Tabell 1. God bildestørrelse oppnås med høyde oppgitt for WUXGA-projektorer ($H = D_{\text{maks}} \times 0,23$.) Projektoren må ha programmerbar motorzoom og linse samt plassering som gjør det mulig å justere bildebredde mellom bredde gitt av Tabell 1 og bredden på visningsflaten. Zoomnivå tilpasses filmformatet slik at bildet alltid fyller hele høyden på visningsflaten. Dette betyr at linsen må ha en variasjon i zoomnivå på minimum en faktor 1,5. (Såkalt anamorf linse anbefales ikke.)

Dersom man benytter to sidestilte projektorer med kantoverlapping, justeres bildestørrelse gjennom skalering av bildekilden slik at filmbildet alltid fyller hele høyden på visningsflaten. Dette vil være den mest fleksible løsningen med hensyn på å både kunne vise film med egnet bildestørrelse og to samtidige bildekilder ved vanlig undervisning.

4.3 Visningsløsninger for møte- og grupperom

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

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen bør man vurdere å benytte projektor i rom som har behov for skjermer større enn 75". Alternativt kan man benytte kubeløsninger bestående av flere flatskjermer med tynn ramme som er montert sammen.

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, men merk at man må redusere maksimal betrakningsavstand med en faktor to for å kunne utnytte den høye oppløsningen, sammenlignet med anbefalinger for 1080p-oppløsning i Tabell 1.

Enkle møterom kan utrustes med manuelt lerret, men det anbefales motoriserte lerret i standard møterom med styresystem.

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.

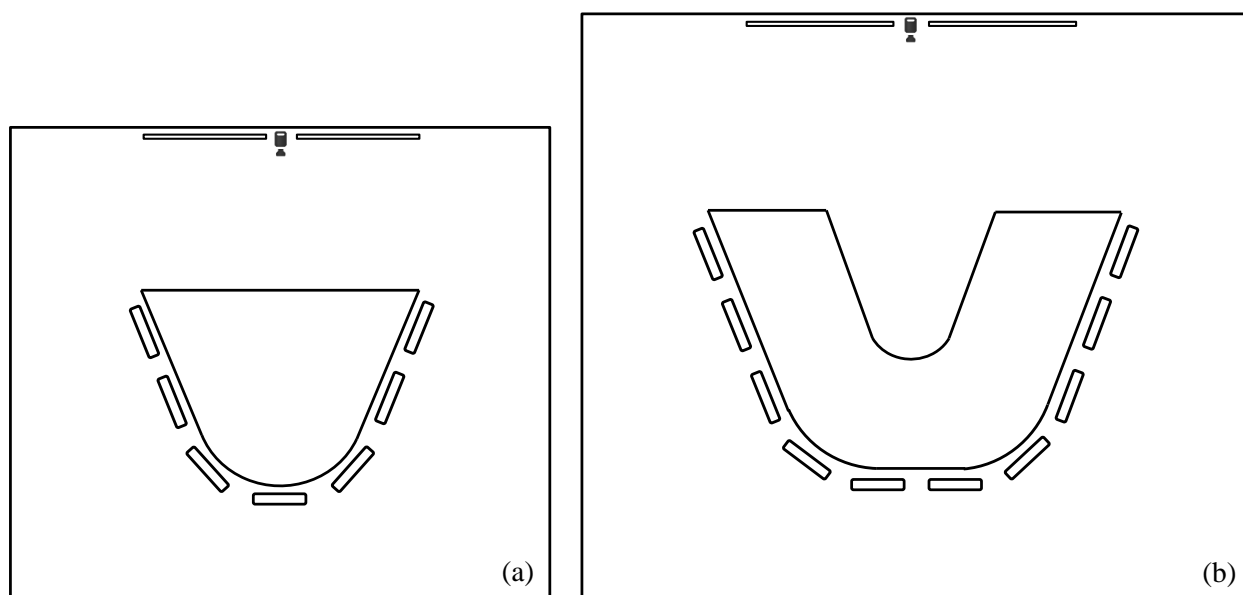
Et overordnet mål ved utforming av møtebord i møterom for videokonferanse er å sørge for at alle møtedeltakerne skal kunne dekkes av ett videokamera, og at avstand til kamera er så lik som mulig for alle møtedeltakerne. Dette sikrer best mulig fokus uten å måtte justere kameraet under et videomøte.

Dette innebærer følgende:

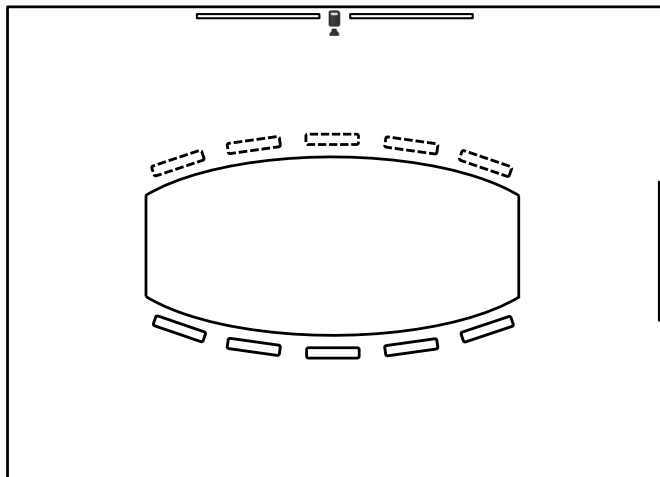
1. Man bør begrense antall plasser i rommet. Ideelt sett bør ikke et videomøte ha mer enn 6-7 personer på hver lokasjon. Maksimalt antall for å kunne oppnå akseptabel funksjonalitet er normalt ca. 10 personer.
2. Møtebordet bør utformes med en v-form med avrundet senterpunkt eller som en bue, se eksempler 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/lerret og projektor 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 både 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 bakgrunns Gardiner 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

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

prioritere 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.

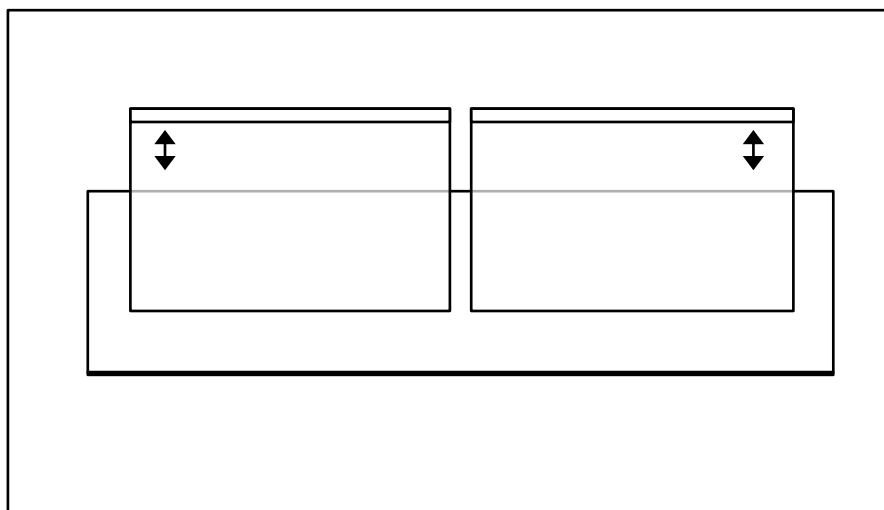
4.6.1 Plassering av visningsflater og lerret

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.

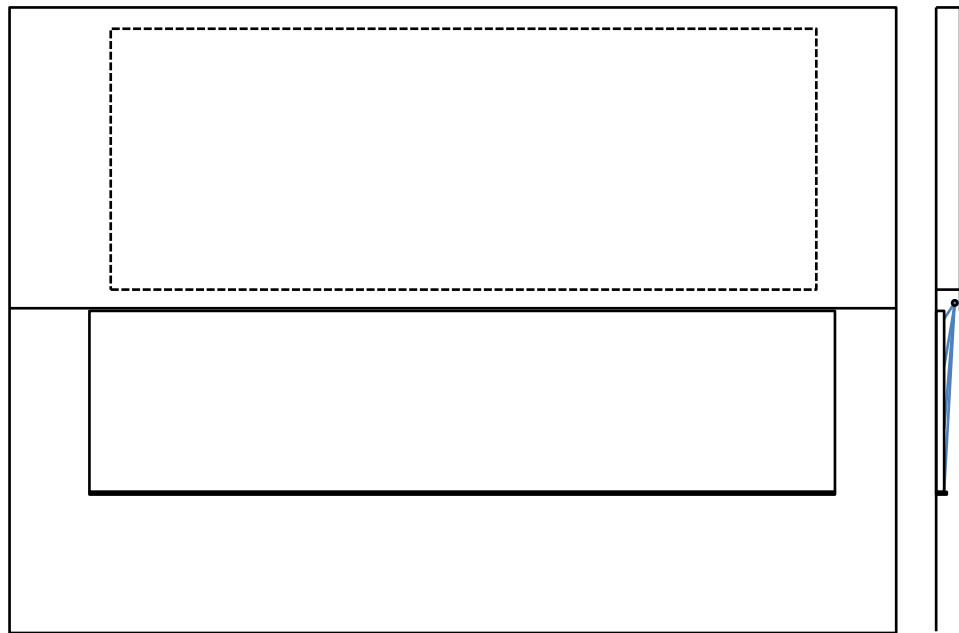
I møterom er utfordringen primært å plassere både tavle (whiteboard) og flatskjerm/lerret slik at alle i rommet får gode siktforhold, uten å plassere tavle og flatskjerm/lerret på forskjellige vegger. Riktig utforming og plassering av møtebord er også vesentlig for å oppnå gode siktforhold.

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

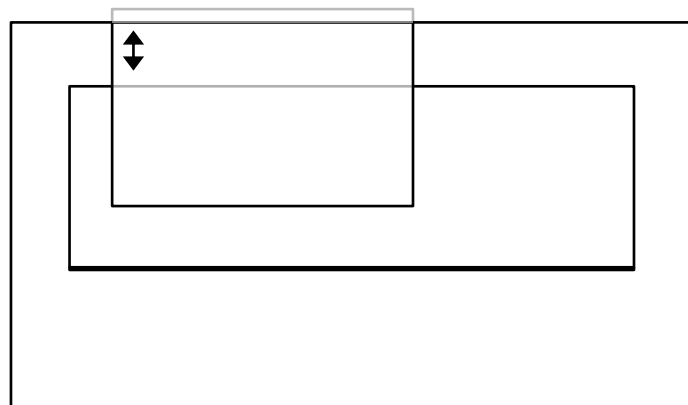


Figur 3. Eksempel på utforming av presentasjonsvegg. Større auditorium med motoriserte lerret montert foran tavle.

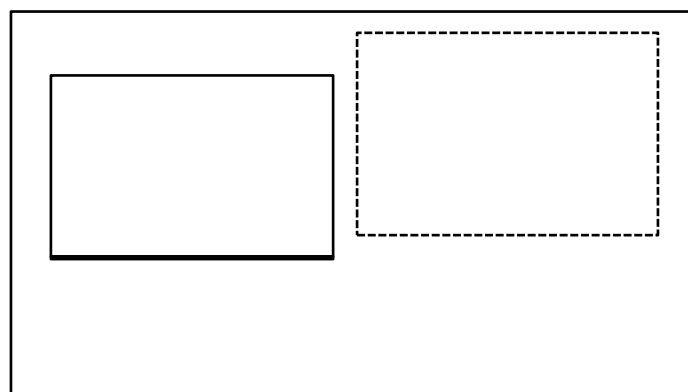
FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT



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



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.
- **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 gulv.

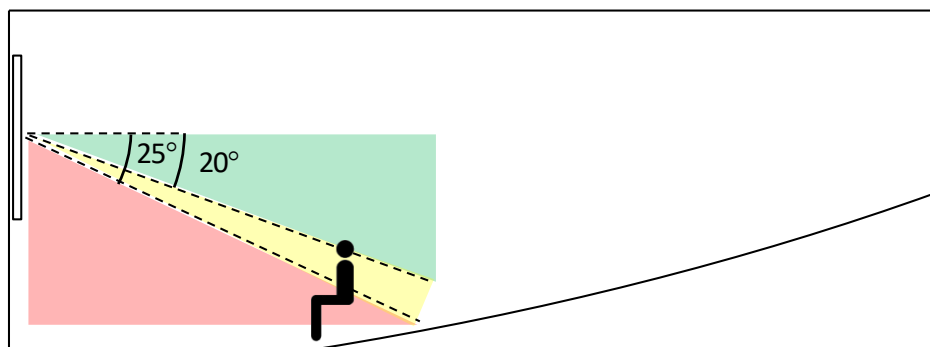
Med unntak av løsninger der visningsflater plasseres over tavle, bør visningsflatene generelt plasseres så lavt som mulig, samtidig som alle i rommet ser hele projektorbildet/skjermen.

4.6.3 Plassering av tilhørere

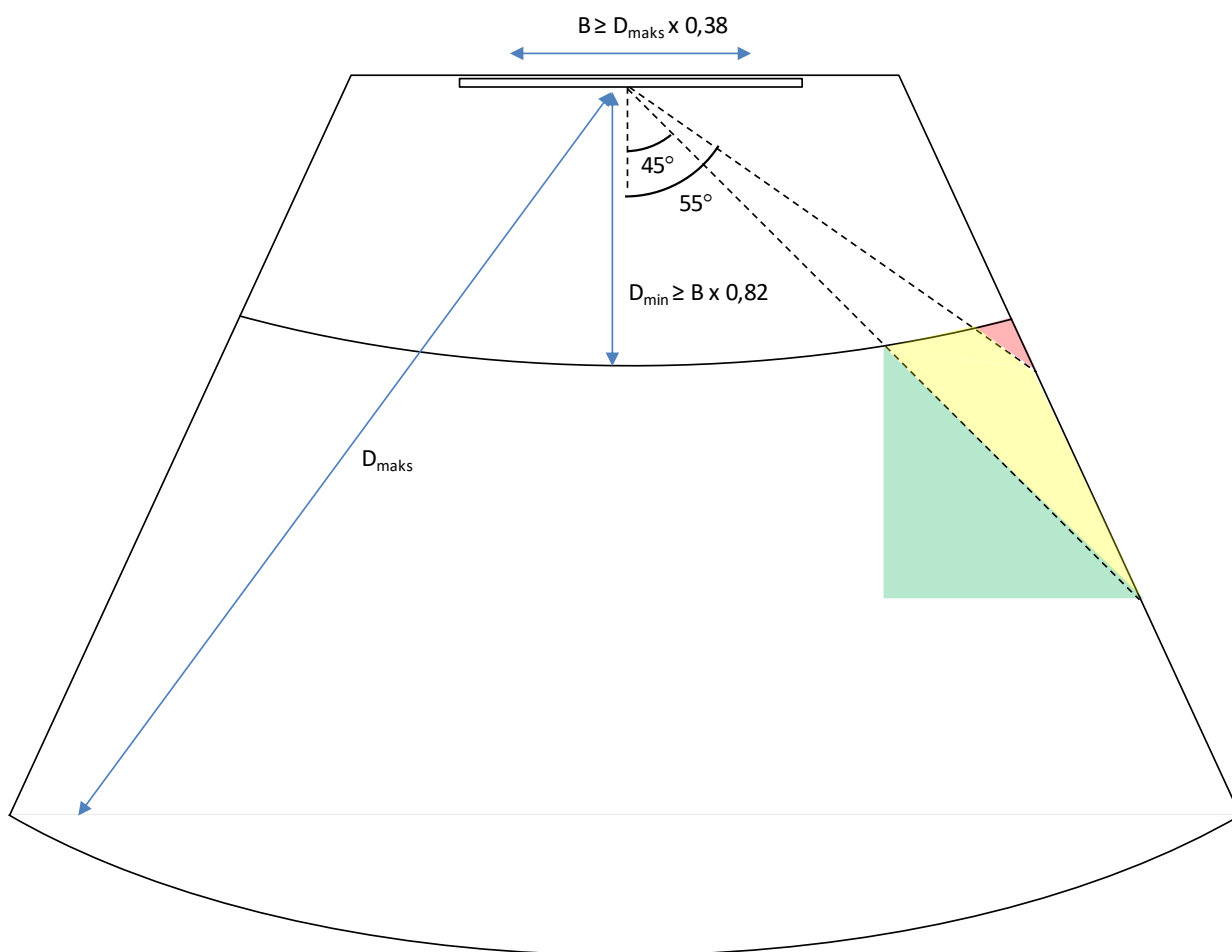
Avstand til og bredde på første tilhørerrad bestemmes av størrelse, monteringshøyde og horisontal plassering av visningsflate. I undervisningsrom plasseres ofte første stolrad for nær presentasjonsvegg for å få plass til ønsket antall plasser. Dette er spesielt et problem i seminarrom/klasserom med flatt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

- **Anbefalt maksimal vertikal betraktningvinkel 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 betraktningvinkel økes til 25 grader, som for eksempelet over tilsvarer minste seeravstand lik 2,4 m.
- **Anbefalt maksimal horisontal betraktningvinkel 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 betraktningvinkel økes til 55 grader.
- **Minste seeravstand** kan finnes fra Tabell 1.

Ovenstående retningslinjer er illustrert i Figur 7 - 8.



Figur 7. Maksimal vertikal betraktningvinkel.



Figur 8. Maksimal horisontal betraktningvinkel og minste betraktningstavstand. 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, som monteres på lettvegger. Alternativt må man kontrollere at slikt utstyr kan innfestes med ønsket plassering via stendere i vegg. For flatskjermer bør det i så tilfelle benyttes veggbraketter med mulighet for sideforskyvning av vegginnfesting. Med tanke på framtidige oppgraderinger er en lettvegg med forsterket platekledning for hele presentasjonsveggen å foretrekke.

4.7 Utforming av amfi

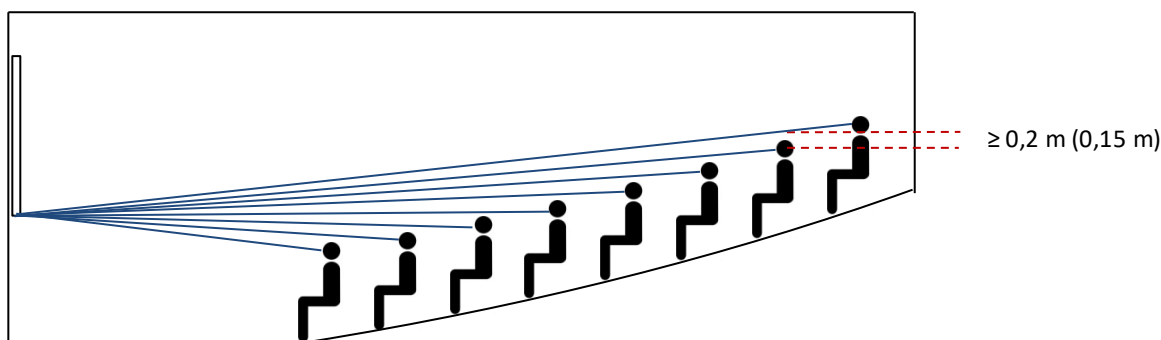
For rom med skrått amfi er nødvendig takhøyde normalt bestemt av krav til fri høyde på bakerste rad, men for rom med flatt golv er nødvendig takhøyde ofte bestemt av størrelse og plassering for visningsflate/lerret, se kapittel 4.2.1.

Romhøyde bør generelt være minimum 2,7 m ihht Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven med tilhørende veiledning (VTEK10) **Error! Reference source not found.**, men det aksepteres normalt noe lavere takhøyde bakerst i amfi. Fri høyde bør uansett ikke være under 2,2 m på bakerste rad. I tillegg må det tas hensyn til at man ikke skal kunne komme foran projeksjonsstrålen dersom projektor er montert i teknisk rom i bakkant av amfiet.

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:

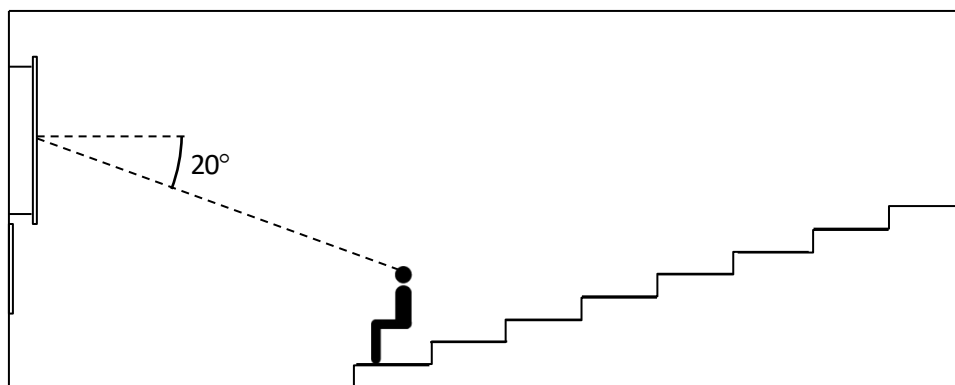
1. De som sitter på de bakerste radene vil oppleves å sitte unaturlig høyt oppe.
2. Det blir vanskelig å oppnå en god projektorplassering. Projektorer bør ideelt plasseres i høyde med overkant visningsflate, samtidig som de ikke må forstyrre siktforholdene fra bakerste rad.

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 betraktningvinkel. 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.

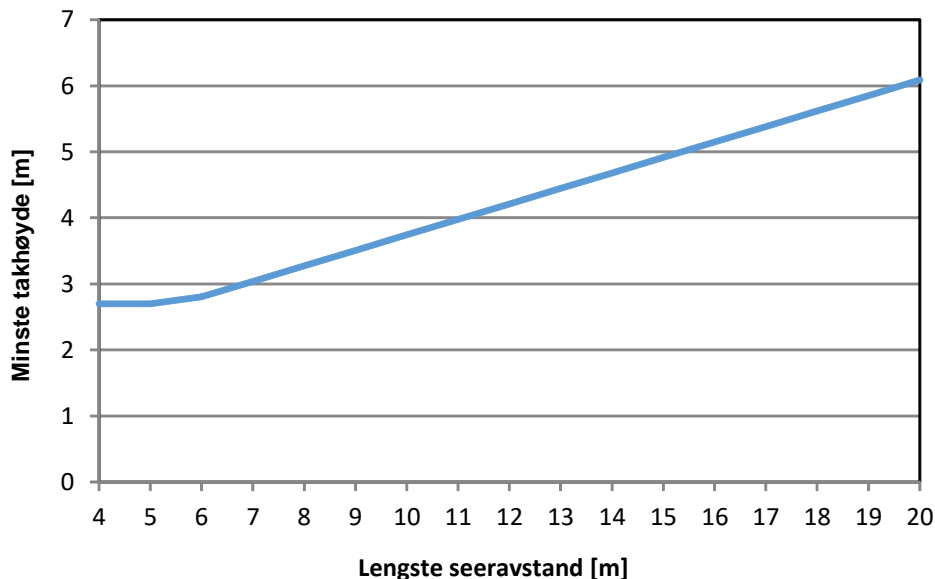
Radavstand for stoler med klappsete bør være minimum 1 m, men verdier ned mot 0,9 m kan aksepteres ved ombygginger eller andre spesielle begrensninger. Dersom man benytter faste stoler må radavstanden økes til 1,2 m.

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 der det ikke er mulig å plassere projektorer i et eget teknisk rom i bakkant av amfiet (se kapittel 6.2 Plassering av sentralutstyr), 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 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 UNINETT

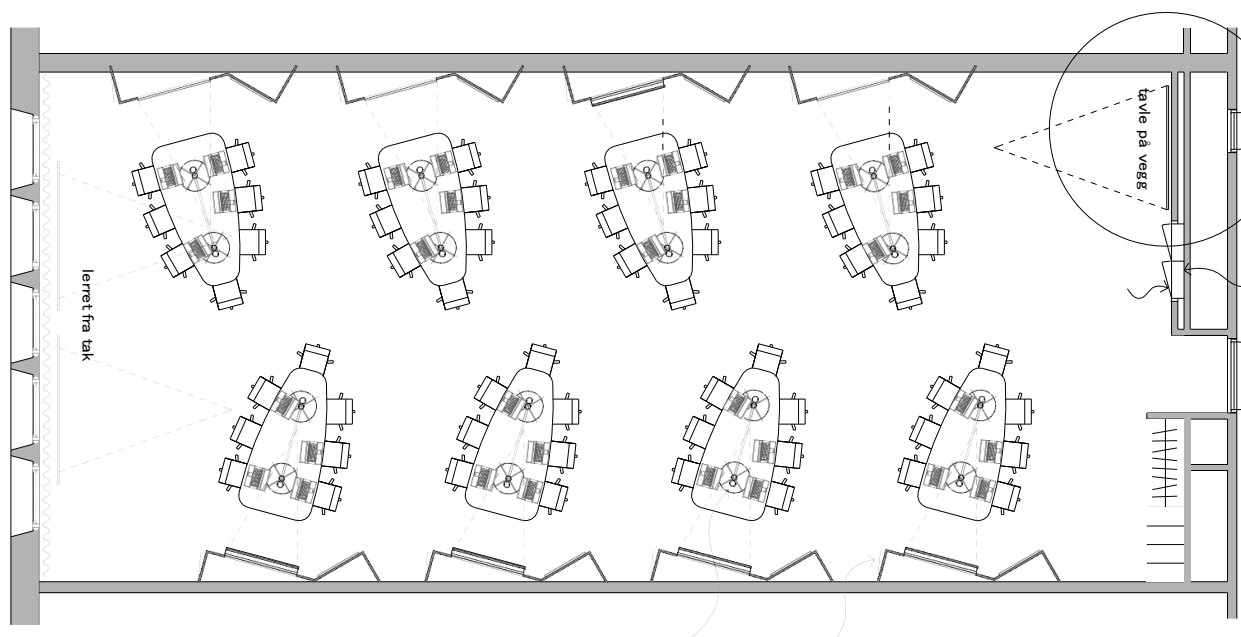
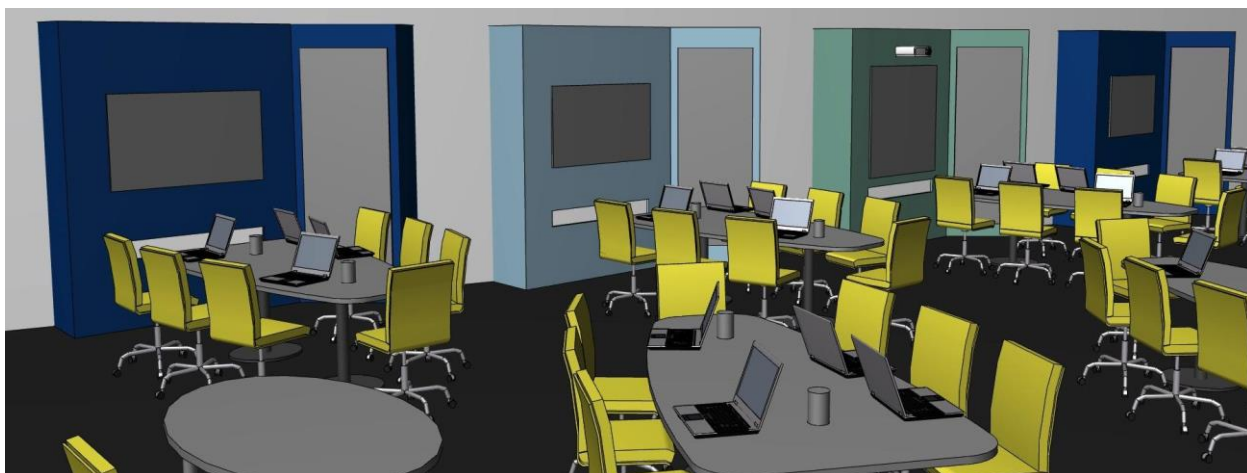
For store rom med flatt golv vil det være krevende å sikre gode siktforhold for alle. Dersom takhøyden tillater det, kan det være fornuftig å heve golvet ved presentasjonsveggen. Eventuelt kan heving av de bakerste stolradene vurderes. Krav til universell utforming (adkomst) må likevel ivaretas.

4.9 Fleksible undervisningsrom

Enkelte institusjoner har startet pilotprosjekter med utvikling av nye typer undervisningsrom, der studentene for eksempel kan veksle mellom en tradisjonell forelesningssituasjon, gruppearbeid og presentasjon av gruppearbeid for medstudentene.

Dette stiller andre krav både til utforming av selve rommene og til AV-anleggene enn i tradisjonelle undervisnings- og grupperom. Blant annet er et tradisjonelt amfi lite egnet for denne type 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), samtidig som man har en fullverdig presentasjonsløsning for foreleser/veileder. Det vil også være ønskelig å kunne vise kildemateriale fra hver gruppe på den felles presentasjonsløsningen, samt at det kan være aktuelt å legge opp til at flere grupper skal kunne jobbe på den samme presentasjonen på en gang (flerbrukerstøtte).

Ved utgivelsesdatoen for denne revisjonen er slike fleksible undervisningsrom fremdeles for lite standardiserte til at det er hensiktsmessig å utarbeide detaljerte anbefalinger for utforming. Vi vil i stedet oppfordre institusjonene i sektoren til å dele erfaringer fra arbeidet med denne type rom, slik at vi etter hvert kan utvikle anbefalinger basert på løsninger som har vist seg å fungere godt i praksis. På neste side er det vist et eksempel fra et pilotprosjekt ved NTNU som ble ferdigstilt høsten 2016.



Figur 12. Eksempel på løsning for fleksibelt undervisningsrom.
(Fra NTNU. Illustrasjoner: Eggen Arkitekter AS.)

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 mars 2012, gir anvisninger og råd for planlegging av belysningsanlegg, og forklarer de viktigste begrepene som benyttes. Publikasjonen er en veiledning til, og utfyller den europeiske normen NS-EN 12464:2011 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 belyningsplanleggere/rådgivere med spesiell kompetanse på prosjektering av belyningsløsninger for videokonferanse/videoopptak.

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

5.1.1 Fargegjengivelse og ulike belyningskilder

I dag baseres normalt allmennbelysningen i undervisnings- og møterom på LED-armaturer, eventuelt i en kombinasjon med T5 lysrør og TC kompaktlysrør. Både LED-armaturer og lysrør gir en mindre naturlig fargegjengivelse enn tradisjonelle glødelamper og halogenpærer, men velges ofte på grunn av krav til energieffektivitet og levetid.

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. Vanlige lysrør har Ra-indeks 80. Såkalte fullfargeløysrør har Ra-indeks 90, og glødelamper, inkludert halogenpærer, har Ra-indeks 95-100. 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. Lysrør og 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 kan dempes tilstrekkelig ned uten at det oppstår flimring fra armaturene.

Enkelte institusjoner har også gjort forsøk med belyningsløsninger 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 belyningsløsninger 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 belyningsløsninger i auditorier og avanserte seminarrom, spesielt i rom som utrustes for fjernundervisning eller opptak/strømming av forelesninger. Videoopptak av forelesninger er forventet å bli standardfunksjonalitet i alle auditorier. Belysningsløsningene bør derfor prosjekteres med hensyn på videoopptak/videooverføring, uavhengig av hvor vidt rommet vil få slik funksjonalitet fra dag én.

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

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

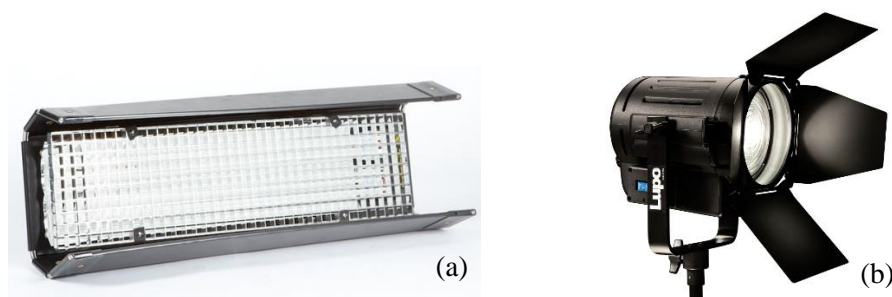
- Lys over podium
- Frontlys og baklys (spisslys) mot foreleser
- Lys over amfi
- Lys mot tavle
- Lys langs vegger
- Trinnbelysning i trapper
- Utgangsmarkeringslys

Alle belysningskurser-/grupper, med unntak av utgangsmarkeringslys, må kunne dempes/reguleres. Fordi belysningsløsningene ofte planlegges og installeres før møbleringsløsninger og AV-anlegg er detaljprosjektet, 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

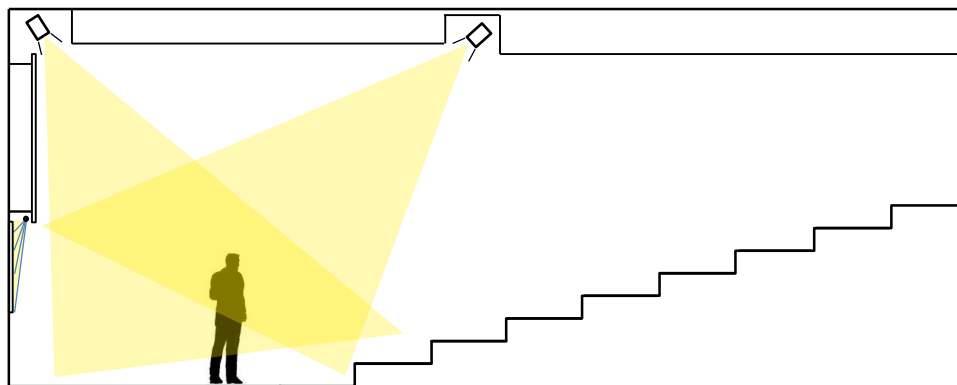
Podiet bør ha en kombinasjon av direkte og indirekte belysning, og en kombinasjon av vertikale og horisontale belysningskomponenter for å unngå sjenerende skygger i ansiktet til foreleser, og for å sikre god gjengivelse av blant annet tavlebilde. Vær også obs på å unngå sjenerende reflekser i whiteboardtavle.

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 benytter teaterlyskastere i auditorier, bør det velges LED-armaturer. Disse er noe dyrere enn tradisjonelle halogenarmaturer, men har betydelige lavere effektbehov og varmeutvikling, samt at man slipper eksterne dimmere fordi dimmerfunksjonen er integrert i sleve armaturen. 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 blanding. 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.



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 lyskastere (såkalte moving heads) kan også være aktuelt i auditorier. Selv om rommet skal utrustes for kulturinnslag, anbefales det å kun basere belysningsløsningene på LED-armaturer. Flere kulturhus har i dag rene LED-baserte løsningen for scenebelysning.

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 lyskastere, 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.

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. Slike 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

videoprojektor og visningsflate/lerret. Merk også at det finnes innfelte armaturer med en stor andel indirekte lys. Høykvalitets armaturer med prismetisk 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

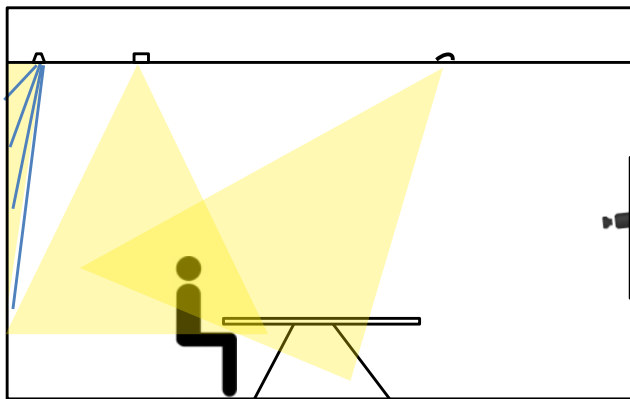
I vanlige møte- og grupperom er det normalt ikke behov for soneinndeling av lys, med unntak av uavhengig demping av armaturer som gir strølys mot lerret. I mindre rom vil normalt mulighet for generell justering av lysnivået i rommet være tilstrekkelig.

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.

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

I T5 lysrør og TC kompaktlysrør ligger demperfunksjonen normalt i hver armatur, men for armaturer med halogenpærer eller LED-armaturer benyttes vanligvis ekstern demper. LED-armaturer har ofte integrert dimmerfunksjonen i driveren.

I dag baseres ofte belsningsløsninger i rom som skal ha avansert lysstyring på styresystemet DALI. 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 belsnings-scenarier. Utganger fra styresentralen for AV-anlegget kobles mot busstrukturen via et eget interface (ballastkontroller), og selve lysstyringen (gruppering av armaturer, demperfunksjoner 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. Merk at ved DALI-styring må 230V-tilførselen til armaturene brytes med et eget relé dersom man skal unngå at armaturene drar strøm også når de er avslått (i standby-modus). 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. Det finnes egne DMX-kontrollere som kobles til styresystemet, slik at DALI og DMX kan kombineres i samme rom, og styres fra ett felles brukergrensesnitt via styresystemet. Teaterlyskastere kan om ønskelig også styres via et eget lysbord.

Brukergravesnitt 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 knappebaserte 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 bevegelsessensorer for å slå på normal belsning når man kommer inn i rommet.
- Scenarier eller gruppering av soner bør benyttes slik at det er enkelt å tilpasse allmennbelisningen til ulike bruk av rommet.
- Alle armaturer bør ha individuell demping. Fordi belisningsløsningene 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. Dette betyr i praksis at man bør benytte DALI 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 strølyls 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. Nøkkelord er kapasitet/båndbredde, Quality of Service (QoS), muticaststrømmer og IGMP Snooping, responstid/forsinkelse. Anbefalte løsninger for nettverksinfrastruktur er beskrevet i øvrige UFS-er, se <https://www.uninett.no/ferdige-ufs>.

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen er HDBaseT det mest brukte formatet for signaldistribusjon mellom de ulike utstyrsenheter. AV over IP forventes likevel å overta for HDBaseT i løpet av de kommende årene, og mange installasjoner som er under planlegging i sektoren vil være basert på AV over IP. Begge disse alternativene benytter standard parkabel for signaloverføring, men hovedforskjellen er at mens HDBaseT er en punkt-til-punkt-basert løsning, der man benytter en sentral matrise/bildevelger for signalarbeid, innebærer AV over IP å encode lyd-, bilde- og styresignaler som standard IP-trafikk som kan rutes over ordinære dataswitcher. Se kapittel 7 for en nærmere gjennomgang av løsninger for signaldistribusjon.

I rom der man ikke planlegger for AV over IP fra dag én, men i stedet baserer seg på HDBaseT som signaloverføringsformat, vil det likevel være hensiktsmessig å bygge opp kablingsstrukturen slik at man kan bygge opp en løsning basert på AV over IP uten å måtte bytte ut eller reterminere kablingsinfrastrukturen. Anbefalt løsning er å gi den sentrale AV-matrisen samme plassering som en fremtidig kantswitch, slik at man kan patche direkte i AV-matrisen. Dersom man vil benytte det strukturerte sprednettet for overføring HDBaseT-signaler anbefales det å velge kabeltype blant de som er anbefalt brukt for HDBaseT, se <http://hdbaset.org/hdbaset-recommended-cables/>. På denne listen finnes også kabler beregnet for 10 Gb/s infrastruktur.

I rom der man planlegger for AV over IP bør det strukturerte datanettet dimensjoneres for 10 Gb/s ut fra kantswitcher og 40 Gb/s i kjerneswitcher. Dette vil gi mulighet for å overføre høyoppløst materiale (inntil 4K/UHD@30fps) ved bruk av tapsfrie komprimeringsalgoritmer med nelisjerbar tidsforsinkelse. 1 Gb/s nett vil også kunne benyttes for IP-basert overføring av AV-signaler, men da må det benyttes komprimeringsalgoritmer (f.eks. H.264 eller JPEG 2000) 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 latenstid 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) og AV over IP. Dette forenkler adressering og oppsett av ruting i de enkelte delanleggene. 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.

Se for øvrig omtale av AVB/TSN (Time-Sensitive Networking) i kapittel 7.2.1.

5.2.1 Nettverkstilkobling for AV-utstyr

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

- Styresentral/styrepanel med integrert styresentral
- Videokonferansekodek
- Eventuelle enkodere/dekodere for ekstern overføring via datanettet
- Fast PC
- Bærbar PC
- Projektor
- Flatskjerm
- Set-top-boks for IPTV
- Sentral bildeprocessor
- DSP for lyd
- Trådløse mikrofonmottakere

Det kan være formålstjenlig i større AV-rack å ha en internswitch for å minke antall punkter til spredenetten. En annen fordel med dette er at man kan direkte feilsøke på utstyr i rom via en switch.

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 Uninets arbeid med trådløse nett under <https://openwiki.uninett.no/gigacampus:wlan>.

5.3 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.

5.3.1 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.

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 for el-uttak.

5.3.2 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 en separat 230V-kurs ført direkte fra el-fordeling (16A C-karakteristikk).
- Alle motorer (lerret og blending) skal ha en felles kurs ført direkte fra el-fordeling (16A C-karakteristikk), som ikke benyttes for øvrig utstyr.
- Øvrig AV-utstyr i rack og undervisningsbord skal ha en egen kurs ført direkte fra el-fordeling (16A B-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)
- Blending (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.

5.3.3 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 løsninger 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 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. 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 dyrere og mer 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 frontlukk 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 hulldekkeelementer. Et vellykket resultat krever nøyaktig planlegging og god koordinering mellom ulike fag.

I rom med mye utstyr er det også 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 gulv. 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:

- Avanserte auditorier/seminarrom: Mellom hver brønn og sentralt utstyrs punkt 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 utstyrs punkt 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 mm pluss 1 x 50 mm) rør.
- Enklere klasse-, gruppe- og møterom: Mellom hver brønn og sentralt utstyrs punkt 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- og DVI-kabler, 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.

For frittstående undervisningsbord, talerstoler eller møtebord der golvbrønn eller røroppstikk i gulv ikke er aktuelt, anbefales kabler ført over gulv 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.

5.4 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 (VTEK10) **Error! Reference source not found..**
- 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.

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

5.5 Akustikk

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

Funksjonskrav for akustiske forhold i bygninger er gitt teknisk forskrift tilhørende veiledning (VTEK10) [4]. Tallfestede grenseverdier er gitt i Norsk standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper, der grenseverdier for klasse C anses som tilstrekkelige for å oppfylle forskriften.

I Statsbyggs prosjekteringsanvisning PA 5551 Romakustikk og elektroakustiske anlegg er det vist eksempler på hvordan man kan sikre gode forhold for formidling av tale i auditorier [5]. Se også SINTEF Byggforskserien, spesielt detaljblad 527.304 Lydregulering i rom med tilhørere og 727.304 Forbedring av lydforhold i undervisningslokaler.

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 Høytalerløsninger, kapittel 4.2 Visningsflater og projektorløsninger og kapittel 4.6 Siktforhold og utforming av presentasjonsvegg.

Tilleggskrav for rom for fjernundervisning eller videokonferanse

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 NS8175:2012, 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.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

- Absorbenter må monteres både i himling og på vegger. Harde parallelle veggoverflater bør unngås. For å sikre flat etterklangstid må ulike absorbenttyper 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 direktelyden fra den som snakker enn ved bruk av tradisjonelle videokonferansesystem.

Se forøvrig kapittel 10.5.

I **auditorier og seminarrom** må følgende forhold vektlegges:

- 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. (NB: Dette gjelder kun for rom som karakteriseres som "Større undervisningsrom/auditorium" i NS8175:2012.)
- Absorbenter og eventuelle lydspredende elementer må plasseres slik at man unngår refleksjoner fra bakvegg og flutterekko mellom sidevegger ved podium/foreleserposisjon. Reflekterende overflater i himling og på sidevegger må understøtte god taleoppfattelse mellom foreleser og tilhørere.

5.6 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.

5.7 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 (TEK10).

I veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) [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.

5.8 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 i kraft: NS 11001-1:2009 Universell utforming av byggverk - Del 1: Arbeids- og publikumsbygninger. Universell utforming har også fått sterkt fokus i gjeldende byggt teknisk forskrift TEK10 med tilhørende veiledning. Statens byggt tekniske

etat (BE) og Husbanken har utarbeidet en veiledning om universell utforming av byggverk og uteområder [9].

I forbindelse med AV-anlegg utløses ofte krav om løsninger tilpasset hørselshemmede. Se kapittel 10.6.

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 5.3.2.

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 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 oppskalering av blant annet bildematiser og styresystem. 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.

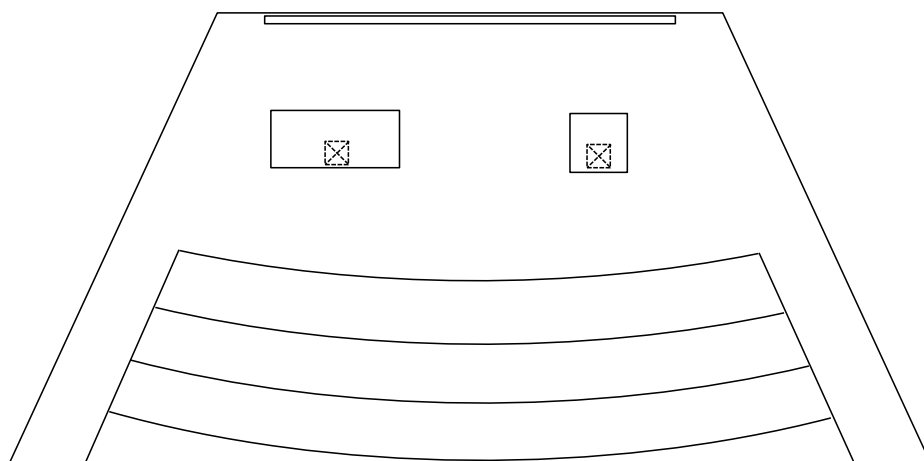
FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 støttemonitor i talerstolen som speiler det som vises på presentasjonsveggen. Dette gjør det enklere for opponenten 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.

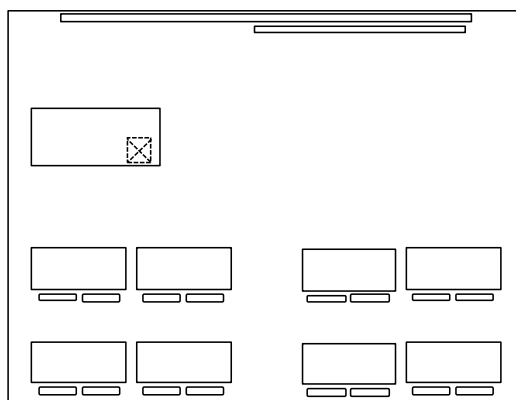
Anbefalte løsninger for støttemonitører i forbindelse med fjernundervisning er beskrevet i kapittel 11.4.1. Det er forutsatt at alle bildekilder skal kunne rutes til monitor/interaktiv PC-skjerm i undervisningsbord (se UFS 119 kapittel 5.2). Denne skjermen kan dermed også benyttes for å speile det som vises på presentasjonsveggen, forutsatt at brukergrensesnittet til styresystemet legger til rette for dette.

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 15 og 16.



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, videokonferansekodetek og styresentral.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Fast PC kan også plasseres i utstyrskab dersom man ivaretar behov for tilgang til USB-tilkoblinger og eventuell DVD-/blu-ray-spiller, for eksempel ved hjelp av eksterne enheter og forlengere. 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 utstyrskab. 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. Behov for assistert avvikling og driftsstøtte kan enten løses lokalt i rommet eller ved hjelp av fjernstyring og fjernovervåking av AV-anleggene via datanettet. Se kapittel 12.4. I større auditorier vil det likevel være gunstig å etablere et eget projeksjonsrom for å redusere støy fra projektorer og gi enklere servicetilgang. Sentralutstyr kan også plasseres i dette rommet, om det er hensiktsmessig med tanke på kabling. Merk at projeksjonsrommet bør ha relativt god lydisolasjon mot selve auditoriet. Benytt antirefleksbehandlet optisk planglass, tykkelse minimum 8 mm, for projeksjonsvindu. (Dette er samme type glass som benyttes for kinosaler.)

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 Integreerte signaloverføringssystemer

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

7.1.1 HDBaseT

HDBaseT (se <http://www.hdbaset.org/>) er ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen etablert som en de facto standard for denne type løsninger, og har de senere årene vært benyttet i de fleste større AV-installasjoner. 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 driftsstabilitet. Flatskjermer og projektorer vil i prinsippet også kunne leveres med integrert HDBaseT-mottaker, slik at man slipper ekstern dekode.

Det fleste aktuelle integreerte 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. Sentrale prosesseringsenheter kommer typisk i både faste og modulære varianter, med ekstra inn- og utganger for HDMI, lyd etc. Noen sentralenheter leveres også med integrert styresystem samt eventuelt integrert lyd-prosessor (DSP). Ved bruk av et separat styresystem kommuniserer vanligvis styresentralen og sentralenheten for signaloverføring via nettverket. Dette betyr at selve styresentralen trenger færre utganger enn ved tradisjonelle systemløsninger.

Merk at HDBaseT er et punkt-til-punkt-basert system, som medfører at signalruting må gjøres i en sentral prosessor. Denne prosessoren erstatter bildematriksen i tradisjonelle løsninger.

Integreerte signaloverføringsløsninger anbefales i alle rom med høy kompleksitet eller lange kabelstrek, dvs. i alle auditorier, større seminarrom, større møterom osv. Dette gir mulighet for løsninger med færre bokser, kabler og tilkoblingspunkt enn tradisjonelle systemdesign. Erfaringsmessig leverer de veletablerte fabrikantene også systemer med høy robusthet og bildekvalitet.

Generelt er det krevende å få oversikt over alle alternative løsninger, og selve systemdesignet må typisk også tilpasses valgt fabrikat og serie. Det anbefales derfor å utarbeide systembeskrivelser som beskriver funksjonskravene til systemet, og la selve systemdesignet være åpent for tilbyder å spesifisere. Eksempel på systemskjema for et avansert auditorium med integrert signaloverføring er vist i kapittel 14.

Se for øvrig UFS 119 kapittel 5.2.1.

7.1.2 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 stedet for en sentral prosessor/matrise. I motsetning til HDBaseT, som er en punkt-til-punkt-basert løsning, benyttes altså 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.

For å være et fullverdig alternativ til HDBaseT, kreves neglisjerbar tidsforsinkelse og perseptuelt tapsfri overføring av høyoppløste signaler (inntil 4K@60fps). I praksis innebærer det bruk proprietære komprimeringsformater designet for lav forsinkelse. De ulike fabrikantene har løst dette på ulike måter, og generelt vil ikke enheter fra ulike fabrikanter kunne snakke med hverandre.

Anbefalinger for nettverksinfrastruktur er gitt i kapittel 5.2.

De viktigste fordelene ved bruk AV over IP-løsninger i stedet for HDBaseT i undervisningsrom er:

- Svært skalerbart
- Ingen begrensninger med faste antall inn- og utganger i sentrale prosessorer
- Ingen begrensning på maksimal lengde mellom sender og mottaker
- Ligger til rette for å dele felles ressurser som videokonferansekodeker, opptaks-/strømmingsenheter etc. mellom ulike rom
- Lett å vedlikeholde for IT-personell
- Alle enheter i samme nett kan se hverandre
- Broadcast – en enkoder kan sende til ubegrenset antall dekodere
- Campus-grade switcher er svært stabile

De viktigste ulempene er:

- Færre ulike systemer/fabrikat på markedet enn for HDBaseT
- Krever høyere kapasitet for nettverksinfrastrukturen dersom man ønsker neglisjerbar latenstid
- Lite uttestet i UH-sektoren
- Mange systemer støtter kun HDMI som bildeformat. Dette krever eksterne konvertere til/fra HDMI om man for eksempel ønsker å overføre HD-SDI videosignaler.
- Løsninger fra forskjellige produsenter snakker i liten grad med hverandre

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen finnes det kun et fåtall fullverdige installasjoner ved norske universitet og høyskoler som baserer seg på AV over IP, men det forventes at slike løsninger likevel vil være et svært aktuelt alternativ til HDBaseT i nye installasjoner i auditorier og andre avanserte undervisningsrom. I løpet av de kommende årene forventes AV over IP å overta for HDBaseT i denne type rom, og i en overgangsfase kan det være fornuftig å be om pris både HDBaseT- og AV over IP-baserte løsninger, der AV over IP prises som opsjon. Slik kan man få et godt grunnlag for å vurdere hvilken løsning som vil være mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle. Benytt også muligheten for å innhente oppdaterte erfaringer fra andre institusjoner.

Det finnes også AV over IP-løsninger som baserer seg på standardiserte komprimeringsalgoritmer som H.264, H.265 og JPEG2000. Slike løsninger krever betydelig lavere båndbredde enn løsninger med lavkomprimerte løsninger, men har til gjengjeld lengre tidsforsinkelse og potensielt synlige komprimeringsfeil (avhengig av valgt bitrate, oppløsning og visningsløsning). Denne type løsninger vil

være best egnet for distribusjon av video over nettverk der man har begrenset kapasitet (1 Gb/s) eller ikke har full kontroll over belastning fra øvrig trafikk, samt til mottakere som forventes å benytte standard software- eller hardwaredekodere. Løsninger som baserer seg på 1 Gb/s infrastruktur kan likevel være et fullgodt alternativ til HDBaseT dersom løsningene er gjennomarbeidet med tanke valg av utstyrskomponenter, komprimeringsrater, kontroll på øvrig datatrafikk og identifikasjon av hvor det er kritisk med lav forsinkelse (f.eks. fjernundervisning og live-visning av kamerabilde.) Noen leverandører har også AV over IP-løsninger beregnet for 1 Gb/s infrastruktur som er basert på proprietære komprimeringsalgoritmer. Selv om slike systemer potensielt kan gi noe lavere tidsforsinkelse enn systemer basert på f.eks. H.264, anbefales det i utgangspunktet å velge løsninger basert på standardiserte komprimeringsalgoritmer på grunn av bedre interoperabilitet med andre systemer og enklere integrasjon mot standard software-dekodere.

Merk også at det også skjer en rask utvikling av IP-baserte distribusjonsløsninger innenfor kringkasting og profesjonell videoproduksjon. Dette segmentet er mest relevant for høykvalitets videoproduksjonsstudioer og live flerkameraproduksjon (se kapittel 8.5), men kan også være aktuelt for faste opptaksløsninger i undervisningsrom, spesielt der man baserer seg på å dele opptaks/strømmingsenheter mellom flere rom (se kapittel 8.4). Et eksempel på en interessant løsning for UH-sektoren er NDI, en åpen standard for IP-basert videoproduksjon. Se <http://newtek.com/ndi>.

7.2 IP-basert lyd- og bildedistribusjon i samtrafikk med øvrig datatrafikk

Dersom man benytter standarder med høye komprimeringsrater som H.264, H.265 og JPEG2000, vil en høykvalitets bildestrøm typisk ha et båndbreddebehov på 10-80 MB/s, avhengig av bl.a. valgt komprimeringsalgoritme, oppløsning og antall bilder per sekund. Med dagens kapasitet i campusnettene er dette båndbreddebehovet i seg selv ikke noe problem, men dersom man skal ha et stort antall samtidige strømmer i tilnærmet transparent kvalitet, vil båndbreddebehovet bli betydelig. Et sentralt punkt er at denne type trafikk er sensitiv for pakketap, jitter og nettverksmetning, noe som gir utfordringer med hensyn på robusthet, spesielt dersom det ikke benyttes dedikerte fysiske nett.

7.2.1 Time-Sensitive Networking (TSN)/Audio Video Bridging (AVB)

IEEE har et pågående arbeid for å utvikle standarder som skal kunne sikre en robust overføring og lyd og bilde med profesjonell kvalitet innenfor rammene av IEEE 802-baserte datanett. Standardene skal sikre robust og presis håndtering av klokkepulser, sikre at tilstrekkelig båndbredde for en bestemt mediestrøm kan allokeres i alle nettverkselement i signalkjeden og definere kø- og videresendingsregler som sikrer at den aktuelle mediestrømmen vil komme frem til mottakeren innenfor en gitt maksimal tidsforsinkelse.

Første serie av standarder ble publisert i perioden 2011-2013 under paraplyen Audio Video Bridging (AVB). Senere er betegnelsen endret til Time-Sensitive Networking (TSN), og det nyeste standardene, som publiseres i perioden 2016-2017, følger denne betegnelsen. TSN er altså en videreføring av AVB.

TSN/AVB skal gjøre det mulig å overføre lyd- og bildestrømmer over standard nettverksforbindelser i samtrafikk med andre data. Innenfor et subnet der alle komponenter støtter AVB-standardene vil man kunne oppnå robust overføring med forutsigbar kvalitet og forsinkelse uavhengig av øvrig trafikk på det aktuelle subnettet. Disse egenskapene gjør at AVB kanskje kan være løsningen mange har ventet på for robust distribusjon av lyd- og bildesignaler. På sikt blir det kanskje også et attraktivt alternativ for signaloverføring mellom de ulike lyd- og bildeenheter lokalt i hvert undervisningsrom.

Det er ennå for tidlig å si om og når et tilstrekkelig utvalg av utstyr som støtter AVB-standardene vil være kommersielt tilgjengelig, men et positivt aspekt er at mange tunge kommersielle aktører, som tidligere ikke har hatt noe offisielt samarbeid, har dannet et forum for implementering og utbredelse av AVB; Avnu. (Se <http://www.avnu.org/>.) Forumet inkluderer både nettverksaktører og prolyd- og AV-leverandører. På Avnus hjemmesider finnes det blant annet noen white papers med relativt lettilgjengelige presentasjoner av teknologi og bruksområder.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen er det et svært begrenset antall nettverksprodukter som støtter AVB/TSN, og standardene brukes i all hovedsak kun til distribusjon av lyd, som et alternativ til Dante. AV over IP-løsninger (der man også overfører bilde) baseres foreløpig på standard nettverksprodukter, der man fokuserer på høy båndbredde og å unngå samtrafikk med andre data i stedet for å forsøke å styre og prioritere lyd- og bildetrafikken.

For et mer detaljert underlag om TSN/AVB anbefales det å gå inn på https://en.wikipedia.org/wiki/Time-Sensitive_Networking, samt på IEEE-arbeidsgruppens hjemmesider <http://www.ieee802.org/1/pages/tsn.html>.

7.3 BYOD (Bring Your Own Device)

Mens det tradisjonelt primært har vært tilrettelagt for fysisk tilkobling av bærbar PC eller mobil lydkilde til AV-anleggene, er det i dag svært aktuelt 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.

Dette er spesielt aktuelt i møterom, grupperom og fleksible undervisningsrom, men kan også være aktuelt som et supplement i ordinære undervisningsrom/auditorier.

Merk at det av hensyn til driftsstabilitet anbefales å medta minimum en tradisjonell HDMI- og minijack-tilkobling i alle rom, men trådløse tilkoblingsløsninger vil i mange tilfeller kunne erstatte ekstra tilkoblinger for bærbar PC, samt gi brukerne økt fleksibilitet i forhold til plassering og flerbrukertilkobling (det at flere brukere kan navigere og markere/kommentere i én og samme presentasjon.)

Det finnes etter hvert flere gode løsninger for trådløs tilkobling av presentasjonsutstyr på markedet, men det anbefales å velge løsninger som er uttestede og har vist seg å være stabile over tid.

Noen løsninger baserer seg på bruk av en løs sender som tilkobles USB-porten på PC-en i kombinasjon med dedikerte apper for nettbrett/smarttelefon, mens andre er rene trådløse løsninger. USB-baserte sendere vil for enkelte operativsystem fjerne behovet for å installere egen programvare for sending, men i mange tilfeller er det nødvendig å installere dedikerte apper eller programvare, uavhengig av om benytter en separat dongel eller sender via WLAN.

Selv om noen løsninger baserer seg på egne trådløse aksesspunkt, anbefales det av hensyn til radioplanlegging og risiko for interferens å bruke byggets WLAN infrastruktur. Dette må hensyntas ved planlegging av trådløstnett for studenter, ansatte og gjester. Ved en større utrulling av løsning for trådløs tilkobling, må man vurdere blant annet kapasitetsutfordringer i nettet, stabilitet og varierende tidsforsinkelse, både hensyn på valg av overføringsløsning og skalering og oppgradering av nettverksinfrastrukturen. Vanligvis øker tidsforsinkelsen og man kan oppleve utforsigbare signalutfall når antallet samtidige brukere nærmer seg kapasiteten i nettet.

Det må også vurderes hvordan brukerne enkelt skal kunne identifisere aktuell mottaker (skjerm eller projektor) dersom mange enheter er tilkoblet samme VLAN. Dette vil være en forutsetning for at løsningen skal oppleves brukervennlig både for studenter og ansatte. Ideelt sett bør synlighet for mottakere begrenses til de som er i umiddelbar nærhet (helst samme rom) som brukeren, men dette er vanskelig å implementere i praksis. Det finnes løsninger som benytter ultralyd til identifisering av nære enheter og sentral server/skyløsning, men dette fordrer imidlertid at bruker har konto på systemet og har installert dedikert programvare. Det må også vurderes i hvilken grad man skal benytte passordbeskyttelse for å hindre utilsiktet tilkobling til mottakere i andre (eller samme) rom.

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.

Merk at dersom man baserer signaloverføringen internt i rommet på AV over IP, blir det også enklere å overføre signaler ut av rommet, for eksempel overføring til felles opptakere/strømmingsenheter plassert i et teknisk rom. Se nærmere beskrivelse i kapittel 8.4.

Det er valgt å skille mellom begrepene fjernundervisning og videokonferanser i UFS-ene, selv om begge funksjonene tradisjonelt bygges opp rundt en videokonferansekodek.

Fjernundervisning benyttes for systemer 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 (databilde/dokumentkamera etc.). Både direkteoverføring (strømming) og overføring til en server som lagrer og katalogiserer opptakene for senere avspilling bør støttes, men de ulike institusjonene i sektoren har gjort forskjellige valg når det gjelder bruk av kun opptak, kun direkteoverføring eller en kombinasjon av begge deler. 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.

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 fjernundervisningssesjoner.
- 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, støttemonitorer 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

Dette er den tradisjonelle fjernundervisningsløsningen, og inkluderer følgende komponenter:

- Kamera mot foreleser
- Kamera mot sal
- Mikrofonløsning for foreleser og eventuelt sal
- Videokonferansekodek
- Støttemonitorer 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.

8.2.2 Støtte for flere samtidige fjerne parter

Støtte for flerparts-konferanser kan enten løses ved hjelp av innebygget funksjonalitet i videokonferansekodek eller ved hjelp av konferansebro-tjenester. Se kapittel 9.3.

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. I tillegg er det aktuelt å legge ut podkaster av forelesninger for direkte nedlasting, eller for distribusjon via abonnements-tjenester.

En viktig egenskap for å oppnå gode brukeropplevelser er å kunne distribuere medieinnhold i ulike kvaliteter tilpasset terminalens egenskap. Ideelt sett bør hver forelesning være tilgjengelig i et utvalg

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

formater og kvaliteter som gir optimal kvalitet på alt fra smarttelefoner med små skjermer og begrenset båndbredde, til PC-er og større skjermer med rask nettverksforbindelse, uten at brukeren selv må stilling til hvilken kvalitet som er best egnet for hans terminal og båndbredde.

Anbefalte tekniske og funksjonelle systemkrav for strømmingsløsninger er gitt i UFS 119 kapittel 5.17. Disse er basert på at det skal kunne overføres både lyd, videobilde og en presentasjon (i utgangspunktet stillbilder), og der brukeren har mulighet for fleksibelt oppsett av videobilde og presentasjon. Det forutsettes også at strømmingssesjoner både skal kunne overføres i sanntid, og lagres og indekseres for senere avspilling.

Merk at løsninger for redigering, indeksering, lagring og distribusjon av forelesninger ikke dekkes av dette dokumentet. UNINETT tilbyr i dag en felles tjeneste for lagring, transkoding og distribusjon av forelesningsopptak.

Følgende egenskaper viktige for å oppnå god kvalitet og en brukervennlig løsning som ikke krever unødvendig tid for redigering og oppsett:

- Gode algoritmer for deteksjon av når et bilde endres i presentasjonen
- Intelligent håndtering av video i presentasjoner
- Gode støtte for håndtering av metadata, fortrinnsvis også ved hjelp av automatisk tekstgjenkjenning i presentasjoner.
- Fleksible muligheter for forhåndsprogrammering av oppsett og start/stopp av strømmingssesjoner
- Fleksible muligheter for organisering, søkbarhet og strukturering av opptak av sesjoner.

Andelen forelesninger der det enten blir gjort opptak eller strømmet øker raskt. Derfor blir brukervennlige løsninger som både er lett å sette opp for foreleser, krever lite administrasjon/redigering og som samtidig gir en god brukeropplevelse for studentene vesentlig.

Sentrale utfordringer er å sikre:

- God integrasjon mot øvrig AV-utstyr og styresystemet i de enkelte undervisningsrommene. Ideelt sett bør foreleser kun behøve å trykke "start" og "stopp" for opptak og distribusjon av forelesninger.
- Gunstig kameraplassering, samt gjennomtenkt design av forelesningsplass og presentasjonsløsninger, slik at man i så stor grad som mulig unngår å måtte justere kameraet manuelt.
- Gjennomtenkt systemdesign med hensyn på plassering og eventuell sambruk av opptaks/strømmingsenheter.

Et overordnet mål for opptak/strømming av forelesninger bør være å automatisere så mye som mulig av prosessen.

Webmøtetjenester er også et viktig supplement til tradisjonelle fjernundervisningsløsninger og opptak/strømming av forelesninger, spesielt for mindre studentgrupper der graden av interaksjon er høyere enn for tradisjonelle auditoriebaserte forelesninger. Det er et lettilgjengelig og rimelig alternativ for nettbasert undervisning, som gir høy fleksibilitet for både foreleser og studenter, og som understøtter ulike former for interaksjon og tilbakemelding. UNINETT har gjennom eCampus-programmet gjort en omfattende analyse av behov og funksjonskrav for webmøteløsninger, og evaluert ulike tilgjengelige løsninger. UNINETT har også etablert en felles webmøtetjeneste for sektoren, se <https://www.uninett.no/webmøter>.

Norgesuniversitetet har også utgitt en god podkashåndbok, som tar for seg både pedagogiske, tekniske, organisatoriske og juridiske forhold ved kringkasting av forelesninger. Håndboka fokuserer også på materiale som inkluderer video, og er tilgjengelig på <http://norgesuniversitetet.no/podcastboka/>. Man

finner også gode ressurser om opptak av forelesninger ved et nettsøk på "flipped classroom" (omvendt undervisning.)

8.4 Delte ressurser

Det kan være hensiktsmessig å kunne rute lyd- og bildesignaler i flere undervisningsrom til/fra et felles punkt, typisk et sentralt plassert kommunikasjonsrom. Dette gir mulighet for å kunne dele opptaks-/strømmingsenheter og eventuelt videokonferansekodeker mellom flere rom. En slik delt løsning vil kunne gi høyere utnyttelsesgrad for kostbare utstyrsenheter, men må vurderes nøye opp mot investeringer i infrastruktur og økt systemkompleksitet. Det anbefales å velge en skalerbar løsning som kan bygges ut med flere kodeker eller opptaks-/distribusjonsenheter etter hvert.

AV over IP-basert infrastruktur ligger svært godt til rette for denne type sentralisert infrastruktur, som påpekt i kapittel 7.1.2. På grunn av skalerbarheten til AV over IP-løsninger, vil dette normalt bli rimeligere enn å basere seg på HDBaseT når man ønsker å koble sammen mange rom.

Merk også at en slik delt løsning stiller større krav til automatisk lydprosessering som kompenserer for forskjeller i blant annet nivå fra et rom til et annet. Dette må enten løses i DSP i hvert enkelt undervisningsrom, eller ved hjelp av en dedikert lydprosessor (DSP) som sørger for at lydsignalet som går inn opptaks-/distribusjonsenheten får tilnærmet likt nivå uavhengig av taler og mikrofontype. Ideelt bør automatisk nivåprosessering baseres på standarden EBU R128, som benyttes for nivånormalisering i forbindelse med kringkasting, men det krever ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen en dedikert prosessor som har relativt høy kostnad. Inntil nivånormalisering basert på EBU R128 blir implementert i flere standard lydprosessorer, anbefales det derfor å benytte innebygd funksjonalitet i aktuell DSP i rommet slik at man subjektivt oppnår et så stabilt nivå som mulig.

Videokamera monteres fast i hvert rom, og oppsett/styring integreres i styrepanelet i hvert rom.

I situasjoner der bruksfrekvensen for videokonferansekodeker eller opptaks-/strømmingsenheter i de enkelte rom forventes å være høy, anbefales det likevel selvstendige, fullverdige AV-systemer for hvert rom.

8.5 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.

8.5.1 Enkle videostudioer

Mange forelesere gjør videoopptak av forelesninger eller annet undervisningsmaterieell 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.

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.

9 VIDEOMØTER

Anbefalinger for utforming av møterom som skal benyttes for videomøter er gitt i kapittel 4.3, 4.4, 5.1.4 og 5.5. 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 høytaler- 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 langs møtebordet, eller såkalte arraymikrofoner. Slike mikrofoner benytter avansert prosessering for å styre direktivitet, og eventuelt kompensere for ulik avstand til de ulike møtedeltakerne.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Denne type avanserte mikrofonløsninger er relativt ferske i markedet, og det forventes å komme flere og rimeligere løsninger innenfor dette segmentet de kommende årene. 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 Støtte for flere samtidige fjerne parter

Støtte for flerpartskonferanser løses vanligvis ved hjelp av en ekstern konferansebrotjeneste, eventuelt supplert med innebygget funksjonalitet i videokonferansekodek.

Innebygd flerpartsstøtte i kodek gir god kvalitet og høy brukervennlighet, men forutsetter at alle parter benytter tradisjonelle videokonferanseløsninger.

Anerkjente konferansebrotjenester har støtte for såkalt transkoding, som gjør at man kan koble sammen parter på f.eks. videokonferansesystemer, Skype for Business, telefon og nettleserbaserte løsninger (Web-RTC). Disse tjenestene har i praksis tatt over for tradisjonelle MCU-er (flerparts konferanseenheter.)

UNINETT tilbyr en konferansebrotjeneste til sektoren. Alternativt kan slike tjenester leies via AV-leverandør, enten som en ren skybasert løsning eller med helt eller delvis lokalt utplassert infrastruktur.

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.

Det henvises generelt til Statsbygg prosjekteringsanvisning PA 5551 Romakustikk og elektroakustiske anlegg [5]. Dette dokumentet gir anbefalinger både for utforming av rom for å oppnå gode romakustiske forhold, og prinsippløsninger for høyttalersystemer tilpasset rom med ulik form og størrelse.

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 5.5 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.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

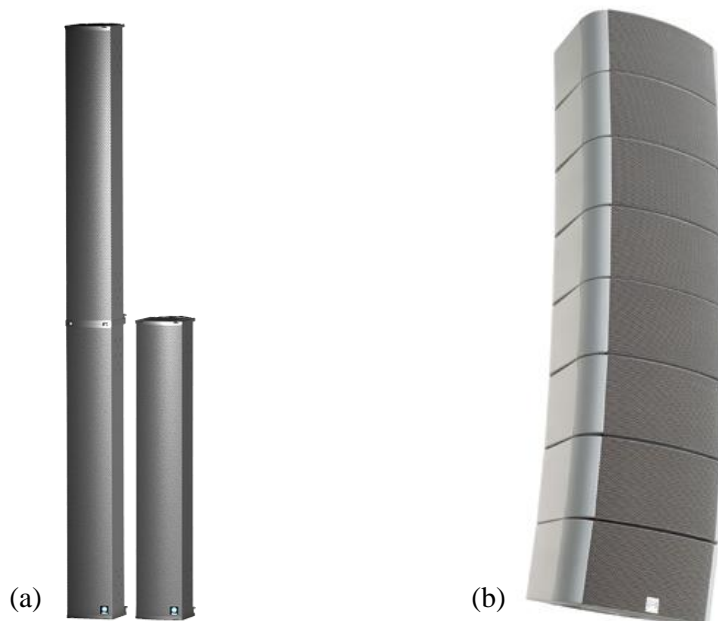
I mellomstore auditorier der avstanden til bakerste rad er begrenset, kan tradisjonelle punktkildehøytalere være godt egnet. Dette forutsetter at det er mulig å oppnå en høytalerplassering som ikke sender for mye direktelyd mot podiet, samtidig som man dekker hele amfiet. Ofte benyttes likevel linjekilder, der flere høytalere benyttes sammen for å oppnå økt direktivitetskontroll. Linjekilder brukes her som et samlebegrep for *søylehøytalere*, der flere høytalerelementer 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 lydtryknivåer for teater, musikkfremføring, filmvisning etc. kan direkte søylehøytalere egne seg godt, normalt i kombinasjon med dedikerte basshøytalere. Søylehøytalere vil ofte gi en mindre visuelt dominerende høytalerløsning enn tradisjonelle høytalerkabinetter, men har vanligvis begrenset bassgjengivelse på grunn av små elementer.

Mange søylehøytalere leveres med innebygde forsterkere og mulighet for digital programmering, slik at man kan styre direktelyden fra høytaleren 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/høytalermodell. Styrbare søylehøytalere vil være dyrere enn modeller med sammenlignbar lyd kvalitet som har fast direktivitet, og valgt løsning bør derfor tilpasses reelt dekningsbehov og ønsket høytalerplassering i det aktuelle rommet.

Merk at en del søylehøytalere kun er beregnet for meldingsvarsling. Det må derfor påses at høytalene 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 søylehøytalere. 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 talehøytalergruppe. (Merk for øvrig at det finnes digitalt styrbare søylehøytalere som også er beregnet for å brukes til konserter etc.)



Figur 18. 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, men dette krever at de romakustiske forholdene blir optimalisert for formidling av tale fra podiet/presentasjonsområdet, se kapittel 5.5 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 utrustet 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 programlydhøytalerne 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

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

I møterom for videokonferanse anbefales det å velge høytalere med høy lyd kvalitet. Kompakte studiomonitorer eller gode koaksialhøytalere optimalisert for gjengivelse av tale er godt egnet i denne type rom.

10.1.4 Støtte for filmvisning

I auditorier med støtte for filmvisning bør lydanlegget oppgraderes til å gjengi flerkanals lyd. Denne funksjonaliteten bør integreres mot høytalerløsning for tale- og stereo programlyd. Følgende løsninger er aktuelle:

- Programlydhøytalere montert på frontvegg benyttes også for venstre/høyre kanal i flerkanals oppsett. Disse kan også suppleres med ekstra basshøytalere. Basshøytalere kan med fordel felles inn i himling, sceneforkant eller presentasjonsvegg dersom dette er praktisk mulig. Man må i så fall være obs på vibrasjoner og lydisolasjon mot tilstøtende rom.
- I rom med sentral talehøytalergruppe benyttes denne også som senterkanal ved filmvisning. Dette innebærer at talehøytalergruppe må tilpasses høytalere for programlyd. Alternativt bør det installeres en egen senterhøytaler.
- Surroundkanaler bør gjengis ved hjelp av egne kabinetthøytalere montert på sidevegger og bakvegg i amfiet. Surroundhøytalere kan eventuelt felles inn i veggabsorbenter for en mindre synlig installasjon.

Om rommet har fast visningsflate kan man også benytte perforert/mikroperforert lerret og montere programlydhøytalere / frontkanaler for filmvisning bak lerretet. Dette er aktuelt i auditorier med spesielt fokus på filmvisning, men krever et spesielt fokus på å redusere akustisk tilbakekobling via talemikrofoner.

10.1.5 Aktive kontra passive høytalere

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

Det er både fordeler og ulemper med aktive høytalere, og det anbefales å ikke la dette være førende for hvilken høytalermodell 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 programlydhøytalere i mindre undervisningsrom samt møte-/grupperom.

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 svanehalmsmikrofoner 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.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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.

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen, er det mer og mer vanlig å installere digitale trådløse mikrofonsystemer i stedet for tradisjonelle analoge systemer. De fleste digitale systemene opererer i samme frekvensområde som de tradisjonelle analoge systemene (500-900 MHz), og det anbefales å benytte digitale systemer i dette frekvensområdet i de tilfeller det er mulig. Det finnes også systemer som benytter DECT-båndet (1,9 GHz) og 2,4 GHz. Digitale mikrofonsystemer som opererer i 2.4 GHz-båndet anbefales ikke på grunn av høy risiko for interferens med øvrig trafikk på campus. I situasjoner der det er spesielle utfordringer med å finne tilstrekkelig antall ledige kanaler i frekvensområdet under 900 MHz, kan man derimot vurdere akseptert bruk av DECT-baserte systemer (1.9 GHz-båndet.)

Digitale trådløse systemer innfører en liten ekstra tidsforsinkelse i signalkjeden, men dette er i praksis ikke relevant for de bruksområder som dekkes av UFS 116. (Derimot kan det være utfordrende ved bruk av såkalt in-ear monitoring.) 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 fleksibilt 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 mikrofoninnganger
- Ekkokansellering for fjernundervisning/videokonferanser (kan også løses i videokonferansekodek)
- Frekvensutjevner
- Delefilter for eventuelle basshøytalere
- Individuell tidsforsinkelse for ulike høyttalerkurser/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.

Merk at selv om både HDBaseT- og AV over IP-løsninger også benyttes for å overføre lydsignaler, er det kun programlyd som følger bilde som er naturlig å rute som en del denne infrastrukturen. Normalt rutes valgt programlydkilde til en stereoingang på lydprosessen, og utover dette bygges infrastruktur for lyd (for eksempel basert på Dante) opp separat fra øvrig infrastruktur for bilde, programlyd og styring.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

For flerkanalslyd i forbindelse med filmvisning anbefales det å benytte en Blu-ray-spiller med innebygd surround-dekoder av god kvalitet. Alternativt kan man benytte en dedikert surroundprosessor. Se for øvrig kapittel 14.2 Tillegg E. Støtte for filmvisning.

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 tilfredsstillende tekniske og funksjonelle systemkrav gitt i UFS 119.

10.4 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 talelydhøyttalerne 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 5.5 Akustikk.

For rene opptaks-/distribusjonsløsninger er det sentrale å sikre best mulig mikrofonopptak av foreleser. Det innebærer at romakustiske forhold, mikrofonløsning og akustisk tilbakekobling fra høyttalere til mikrofon må håndteres på samme måte som for fullverdige fjernundervisningsløsninger, men ekkokansellering og støtte for gjengivelse av fjern part utgår.

10.5 Videokonferanse

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 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, direkte miniaturmikrofoner. Mikrofoner vinkles mot tilhørere, slik at hver mikrofon dekker inntil fire personer. Mikrofonene bør henge så lavt som mulig, samtidig som de helst bør være utenfor kameraets normale dekningsområde. I praksis er ofte ideell monteringshøyde rundt 1,8 m. I større rom vil det være nødvendig å øke antall mikrofoner. Ulempen med takhengte mikrofoner er at de krever god kontroll på romakustiske forhold i

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

rommet, og kan måtte plasseres så lavt at de dekkes av videokameraet for å fange opp direktelyden godt nok.

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.

Et tredje alternativ er såkalte arraymikrofoner, der digital prosessering (såkalt beam forming) blir brukt for å tilpasse dekningsområdet til flere mikrofonkapsler bygd sammen i én mikrofonenhet. Kostnaden pr enhet er relativt høy, men enklere installasjon og redusert behov for ekstern prosessering kan likevel gjøre slike løsninger aktuelle sammenlignet med tradisjonelle hengemikrofoner, spesielt i større rom. 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 19. Eksempel på styrbare arraymikrofoner for videomøter.

Dekningsområdet for arraymikrofoner varierer fra modell til modell, og dersom man ønsker en løsning basert på arraymikrofoner bør det stilles krav til at tilbyder dokumenterer at tilbudt systemløsning har tilfredsstillende dekning for det aktuelle rommet.

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.

10.6 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 (VTEK10) [10]. Se også kapittel 5.8 Universell utforming og UFS 119 Tekniske og funksjonelle systemkrav kapittel 4.6.

10.6.1 Faste teleslyngeanlegg

Normalt installeres teleslynger, men på grunn av overhøring mellom de ulike slyngene er det ofte 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 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.

10.6.2 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.

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

10.6.4 WLAN-baserte lyttesystem

Det er kommet enkelte systemer på markedet som baserer seg på bruk av enten husets eller et dedikert trådløstnett for distribusjon av talesignaler. 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.

Ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen finnes det kun et fåtall WLAN-baserte løsninger tilgjengelig på markedet, og de fleste er noe mer kostbare enn IR- og FM-baserte systemer. Dette forventes derimot å endre seg fremover, og gjøre WLAN-baserte systemer til et svært aktuelt alternativ der det ikke kan installeres ordinære teleslyngeanlegg. 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). 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 leppesykronisering. 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.

10.6.5 Mobile teleslyngeanlegg

For rom som ikke utstyres med talelydanlegg, kan det monteres passive teleslynger som avsluttes med en kontakt i veggen. Disse slyngene benyttes sammen med en mobil teleslyngeenhet. Dette er en koffert som inneholder trådløs mikrofon og teleslyngeforsterker, og som skal kunne bæres til det aktuelle rommet som har selve slynga fast installert. Ved å koble enheten til slyngeuttaket og 230V, skal systemet være klart til bruk.

Merk at størrelsen på teleslyngeforsterkeren må tilpasses rommets størrelse, og at det derfor kan være vanskelig å sikre riktig bruk og tilstrekkelig fleksibilitet. Det anbefales derfor primært å benytte personlige FM-system dersom det er behov for mobile løsninger for hørselshemmede.

10.7 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 og blanding. 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 HDMI-format, men i mindre systemer der PC/laptop kables direkte til flatskjerm/projektor kan også DisplayPort benyttes. I slike systemer kan ofte projektorens eller flatskjermens innebygde kildevelger benyttes, og man slipper dermed en dedikert bildevelger.

Eventuelle analoge bildekilder konverteres til digitalt format nær kilden, og overføres på HDMI-format. Dette løses normalt ved å benytte integrerte signaloverføringssystemer med enkodere/inngangsenheter som støtter både digitale og analoge tilkoblinger. (Se for øvrig kapittel 7.1.)

I integrerte signaloverføringsløsninger gjøres eventuell skalering normalt på mottakersiden. Generelt rutes programlyd sammen med tilhørende bilde, og prosjekteres 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 monitor/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

HDMI har i dag overtatt som primært digitalt signalformat. DVI er i praksis faset ut i nye installasjoner. Hovedutfordringen med 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 sikreste er å montere strekkavlastning i form av strips eller lignende for alle HDMI-kabler i rack/rackskinner ved hver utstyrsenhet.



Figur 20. Eksempel på låsemekanisme for HDMI-plugger.

Displayport er relativt utbredt på bærbare og stasjonære PC-er. Pluggen ligner på HDMI-pluggen, men har bl.a. to små låsehaker for sikrere innfesting i utstyrsenheter. DisplayPort er ikke kompatibelt med HDMI/DVI, men kilder som er merket med "DP++", såkalt Dual-mode DisplayPort, vil automatisk sende HDMI-format om de kobles til HDMI eller DVI-inngang. (De fleste PC-er har DP++-støtte.) Tilkobling

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

for laptop med DisplayPort-utgang kan derfor gjøres ved hjelp av en enkel overgangskabel/-plugg, selv om primært signalformat i AV-anlegget er HDMI.

For tilkobling av nettbrett og smarttelefoner kan det også være aktuelt å medta overgangskabler fra HDMI til MHL, som er et format som støttes av mange Android-baserte enheter. Det finnes også overganger fra HDMI til Lightning for Apple-produkter.

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.)

11.1.2 Overføring av digitale bildesignaler over lange kabelstrekk

En utfordring med digitale bildeformater som HDMI, DVI og DisplayPort 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 5/6), multi mode (MM) eller single mode (SM) fiber. Det anbefales å basere ekstenderløsninger på HDBaseT (se kapittel 7.1.1.) Internt i rom benyttes normalt parkabel, både på grunn av produktvalg og pris.

(Det finnes også spesialkabler for lengre kabelstrekk over HDMI/DVI, men disse krever spesiell omtanke ved montering, og vil i praksis ha tilnærmet samme totalpris som ekstenderløsninger.)

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, videokonferansekodere, 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.

I rom uten fast PC, der brukernes egne bærbare 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 bærbare PC-er med høy oppløsning for den innebygde skjermen.

11.2 Presentasjonsutstyr

I tillegg til tradisjonelle tavler og flippover, inkluderer presentasjonsutstyr fast/bærbar PC, interaktive tavleløsninger, avspillingsutstyr for lyd og bilde (Blu-ray-spiller, videokamera etc.) 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 berøringfølsom skjerm som benyttes i kombinasjon med videoprojektor, eller berøringfølsom flatskjerm. Alternativt finnes også sensorløsninger som registrerer posisjonen til en spesialpenn på en vanlig whiteboardtavle.

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.

Når man ikke kan benytte berøringfølsomme flatskjermer, anbefales frontprojeksjon basert på kortkast-projektorer som monteres på presentasjonsveggen eller fra himling. Kortkast-projektorer gir mindre skyggeeffekter fra den som skriver på tavlen enn tradisjonelle projektorer. Flatskjerm med overleggsplate anbefales ikke fordi avstanden mellom selve skjermen og overleggsplaten gir feillokalisering for digital penn ved skrått innsyn.

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 berøringfølsom skjerm for bordmontering med interaktiv tavlefunksjonalitet som erstatter monitor for fast PC i undervisningsbord. Bildet fra skjermen vises også på projektor. 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.

For di interaktive tavler normalt krever spesiell programvare, anbefales det å installere fast PC i alle rom med interaktiv tavleløsning. Alternativt finnes også produkter med tilkoblingskabel (USB) med innebygd minnepinne som automatisk starter nødvendig programvare ved tilkobling til PC.

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 labor.) Bildet vises via projektor 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 visingsløsning 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. Selv om laserbaserte projektorer er noe dyrere i innkjøp, gir de betydelige driftsmessige fordeler.

I møte- og grupperom er det ved utgivelsestidspunktet for denne revisjonen fremdeles mest aktuelt med konvensjonelle projektorer, men laserprojektorer forventes å gradvis overta også her.

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

Dersom man velger LCD-projektorer skal man være obs på at disse også har behov for filterskift. Det anbefales å velge modeller med serviceintervall der det er hensiktsmessig å skifte filter samtidig med lampeskift.

11.3.1 Anbefalt lysytelse

Lysytelse for projektorer 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 projektorer som funksjon av risiko for strølys på lerretet og bildebredde (B) i meter

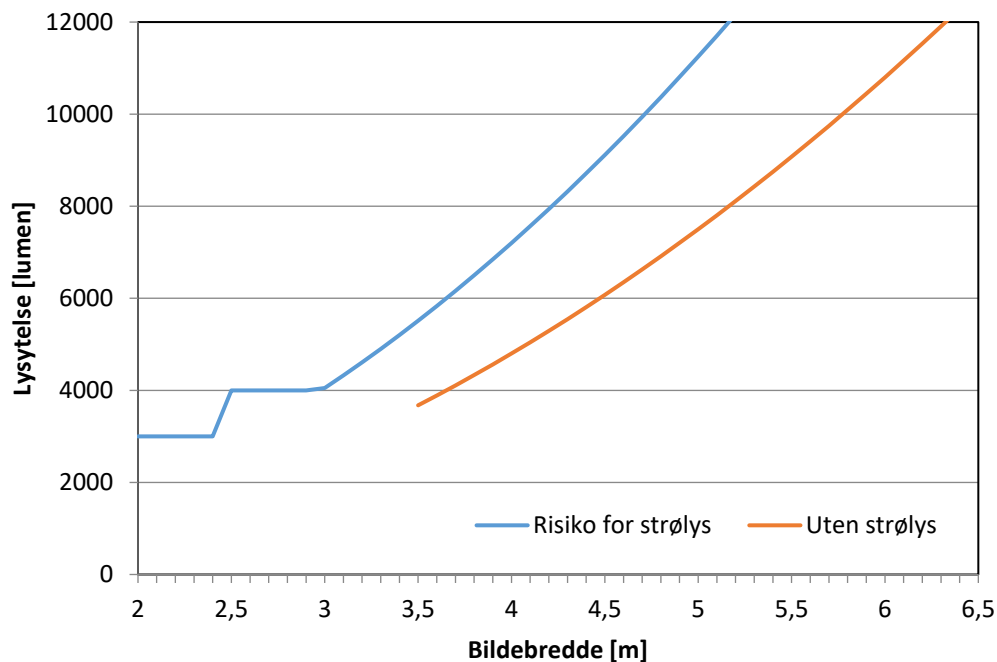
	Små møte- og grupperom (B < 2,5 m)	Mellomstore møte- og grupperom (2,5 m ≤ B < 3 m)	Større rom
Risiko for strølys på lerretet	3.000	4.000	B ² x 450
Uten strølys på lerretet	-	-	B ² x 300

Alle krav til lysytelse gjelder både fargelysstyrke (Color Light Output) og hvitt lys.

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 tilfredsstill 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 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 fleksible, elektroniske presentasjonsløsninger som egner seg for ekstern overføring.
2. Løsninger for forelesers kontakt med fjern part (støttemonitorer) 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.

11.4.1 Støttemonitorer for foreleser

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

Støttemonitorer 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 monitoren 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. Monitor i undervisningsbord kan eventuelt benyttes for å vise utgående bilde.

I mindre auditorier og seminarrom anbefales støttemonitorer 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".

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 monitor 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.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT



Figur 22. Eksempel på medsynsløsninger. Skjermer foran første rad (a), på bakvegg (b) og på sidevegg (c).

11.4.2 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 støttemonitorer. 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 zoomomfang. 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.

11.5 Videokonferanse

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.

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.

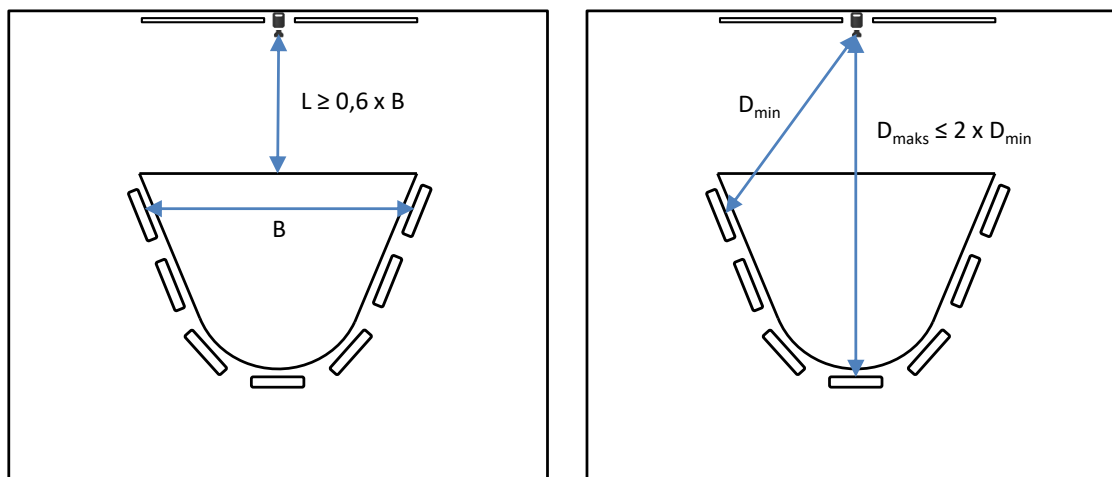
Tekniske og funksjonelle systemkrav til videokonferansekodek, kamera, osv. er beskrevet i UFS 119 kapittel 5.13-5.15.

11.5.1 Monitorløsninger/visningsflater

I møterom for videokonferanse anbefales det å montere to flatskjermer sentrert foran møtebordet. Se kapittel 4.3 Visningsløsninger for møte- og grupperom, samt tabell 1, for anbefalte skjermstørrelser. I større rom må man erstatte skjermene med projektorer og faste visningsflater, eventuelt motorisert lerret. Underkant av skjermer/visningsflater anbefales montert ca. 0,9 m over golv. (Dette forutsetter at alle har fri sikt.)

11.5.2 Videokamera

I møterom for videokonferanse benyttes normalt kun ett videokamera. Dette anbefales plassert sentrert Det er krevende å sikre god gjengivelse av alle i rommet, spesielt i større rom, men dette må løses gjennom utforming av rom, møtebordsløsning og belysning. Som et utgangspunkt kan møtebord plasseres slik at avstand mellom kameralinse og fremkant bord er minimum 0,6 ganger bredden på dekningsområdet for kameraet. For å få god fokusering, dvs. skarpt bilde, for alle møtedeltakerne bør forskjellen i avstand mellom kameralinsen og nærmeste/fjerneste person være så liten som mulig, og helst mindre enn en faktor 2.



Figur 23. Anbefalte avstander til videokamera.

I større rom kan det være nødvendig med et ekstra videokamera for å dekke alle møtedeltakerne, avhengig av romform, antall personer i rommet og utforming av møtebord. De to kameraene vil normalt dekke hver sin halvdel av møtebordoppsettet. Dette er ikke en optimal løsning, fordi alle møtedeltakerne normalt ikke vil sees samtidig av fjern part, og fordi løsningen krever større grad av styring/regi av møteleder.

Det finnes også løsninger som baserer seg på samtidig bruk av flere kamera, der hvert kamera typisk dekker to av møtedeltakerne og gjengis på dedikerte skjermer hos fjern part (såkalt "telepresence"), men slike løsninger anses ikke å være realistiske i UH-sektoren pr. i dag.

For å sikre god gjengivelse av både foreleser og studenter, eller av alle møtedeltakere, er det viktig at belysningsløsningene tilpasses spesielt, se anbefalte løsninger i kapittel 5.1. I tillegg er det viktig at rommet utstyres med løsninger for skjerming av dagslys. Fordi dagslys og kunstbelysning normalt har ulik fargetemperatur, vil man ofte få problemer med videokameraenes automatiske justering av hvitbalanse dersom dagslys slipper inn i rommet.

11.6 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 opptak/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. Møterom 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 innvegg. 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 persiener) 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 avspillingsutstyr (Blu-ray-spiller etc.) og i rom som utrustes for fjernundervisning/videokonferanse. Berøringspanel gir også mulighet for avansert funksjonalitet/innstillinger som er skjult for vanlige brukere.

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, fordi blant annet Macbook ikke støtter justering av lydnivå på HDMI-/Mini Displayport-utgangen uten å installere egen programvare. 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 hovedskjermbildet.
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, blending og lerretsstyring, 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. Arkfaner 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.

12.2 Fjernundervisning og opptak/strømming av forelesninger

Som beskrevet i kapittel 11.1, skal bildeanlegget bygges opp slik at foreleser har full, individuell kontroll på hva som sendes til monitor i undervisningsbord, projektorer og videokonferansekodek eller opptaks-/strømmingsenhet.

Videokonferansekodek og opptaks-/strømmingsenhet skal støtte samtidig overføring av bilde fra ett av videokameraene og en presentasjonskilde (for eksempel PC eller dokumentkamera).

Foreleser skal kunne kontrollere oppsett av og komposisjon for hva som sendes til fjern part eller til opptak. Disse funksjonene anbefales integrert i styresystemet, sammen med kontroll av hva som vises lokalt i rommet.

Det er derfor krevende å lage et brukergrensesnitt som både gir foreleser god fleksibilitet i hva som presenteres på visningsflater i auditoriet, som gir mulighet for en funksjonell komposisjon/veksling mellom kilder for fjernstudenter, og som lar foreleser holde fokus på det han/hun skal presentere.

Følgende prinsipper for utvidelse av styresystemets grensesnitt anbefales:

1. La foreleser i størst mulig grad få konsentrere seg om hva som vises for studentene lokalt i rommet. Overføring til fjernstudenter bør i størst mulig grad følge naturlig av lokalt oppsett. Samtidig er det viktig at fjernstudenter får en fullverdig undervisningssituasjon.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

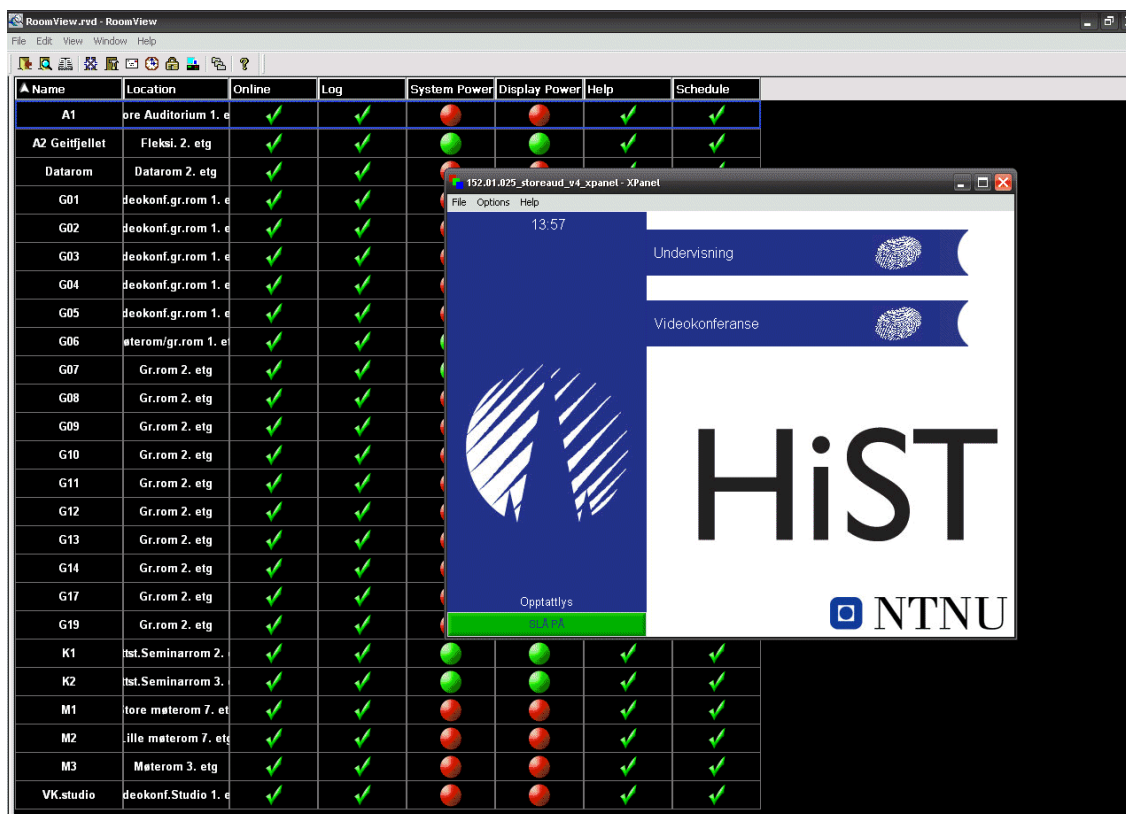
2. Lokale studenter trenger sjelden å se utgående kamerabilde, eller bilde av fjern part. Unntaket er når fjernstudenter stiller spørsmål til foreleser. Lokale studenter bør i minst mulig måte forholde seg til at det også foregår fjernundervisning, og løsningen bør tilpasses slik at de opplever at foreleser har fokus på de som er i rommet.
3. Én projektor bør derfor defineres som hovedprojektor. Bildet som vises på denne projektoren sendes også alltid fjern part. Bilde til eventuell projektor nummer to vil normalt være en ekstra presentasjonskilde som kun vises lokalt i rommet. Denne projektoren benyttes også for bilde av fjern part ved behov.
4. I tillegg mottar fjern part en ekstra videostrøm som viser foreleser og eventuelt tavle, eller studenter ved spørsmål fra salen. Kamera som viser foreleser bør justeres slik at behovet for justering av zoom og orientering under forelesningene reduseres til et minimum. For nødvendig kamerajustering anbefales det å forhåndsprogrammere de mest brukte kameraposisjonene slik at disse enkelt kan velges via styrepanelet.
5. Systemet bør programmeres slik at det kan opprettes kontakt med de mest brukte partnerrommene ved kun ett tastetrykk på styrepanelet.

Støttemonitorer bør normalt følge presentasjonskilde og kamerabilde som sendes til videokonferansekodek eller opptaks-/strømmingsenhet. Når rommet ikke benyttes til fjernundervisning kan støttemonitoren benyttes for å vise samme bilde som vises på presentasjonsvegg. 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.

12.3 Driftsstøtte

Fjernovervåkning av status for AV-anlegg og fjernstyring av styresystem i de enkelte rommene er svært nyttige verktøy for å oppnå en effektiv og robust driftssituasjon. Løsningene leveres normalt som del av styresystemene, og er i de fleste tilfeller proprietære produkter tilpasset fabrikk styresystem. Merk likevel at enkelte fabrikk også støtter overvåkning og fjernstyring av styresystemer fra andre fabrikanter. En del styresystemer støtter også SNMP, noe som gir mulighet for integrasjon med øvrige systemer for nettovervåkning.

I kombinasjon med romovervåkning kan slike løsninger også erstatte tradisjonelle regirom i bakre del av auditorier, og kan dermed gi forbedret brukerstøtte selv om man har begrensede ressurser i driftsorganisasjonen. Merk at dette likevel krever at man har driftspersonell med kapasitet og relevant kompetanse.



Figur 24. Eksempel på skjermbilde fra programvare for driftsstøtte. Oversiktsbilde med driftsstatus for hvert enkelt rom og brukergrensesnitt for fjernstyring av et av rommene.

Det anbefales at alle styresystem i undervisningsrom og møterom leveres med et system for assistert avvikling/drift/overvåkning via datanettet. Se anbefalinger for ulike romtyper i del IV Systembeskrivelse. Tekniske og funksjonelle systemkrav for integrerte styresystem er gitt i UFS 119 kapittel 6.2.

12.3.1 Overvåkning av utstyrsstatus

I moderne undervisningsbygg er det flere ulike systemer for overvåkning og driftsstøtte:

- Byggautomasjon (behovsstyring, fjernstyring og overvåkning av varme, ventilasjon, solavskjerming, belysning etc. basert på sensorer og brytere/betjeningspaneler i de enkelte rom)
- Brannalarm
- Internfjernsyn og adgangskontroll
- Nettovervåkning (SNMP)
- Driftsstøttesystem for AV-utstyr

Disse systemene fungerer normalt uavhengig av hverandre, og det utveksles i liten grad informasjon mellom dem. Dette er hensiktsmessig med tanke på robusthet, kompatibilitet og enkle grensesnitt, selv om det er teknisk mulig å for eksempel utnytte informasjon fra internfjernsyn/adgangskontroll og fra bevegelsessensorer/impulsbrytere for å registrere aktivitet i rom med AV-utstyr.

For å oppnå en robust og brukervennlig løsning for overvåkning av utstyrsstatus er det en fordel om alle komponenter og rom kan håndteres fra et felles grensesnitt. Dette forutsetter både at system for fjernovervåkning støtter alle styresystemer som inngår i installasjonen, og at alle utstyrsenheter som ønskes overvåket har toveiskommunikasjon med styresystemene i de enkelte rom.

Mye AV-utstyr støtter i dag styring via ethernet, men en del komponenter krever fremdeles lokal styring via IR eller RS232 fra en styresentral plassert i hvert rom. Enkelte utstyrskomponenter har

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

nettverkstilkobling for overvåking, oppsett eller overføring av kildemateriale (gjelder typisk videoprojektorer, flatskjermer, videokonferanseutstyr og avanserte lyd- og bildeprosessorer), men dette utnyttes sjelden for generell styring av utstyrskomponentene. Derimot er det relativt vanlig å overvåke status for videoprojektorer via datanettet.

De viktigste enhetene å overvåke er videoprojektorer, på grunn av jevnlig behov for bytte av lamper og eventuelle filter. I tillegg er det gunstig å kunne motta statusinformasjon fra annet sentralutstyr som videokonferansekodeker, lydprosessorer, skalerere, Blu-ray-spillere etc. Dette gjelder spesielt i forbindelse med strømbrudd, der mottak av statusinformasjon ofte er en forutsetning for å etablere robuste resettingsrutiner.

12.3.2 Bruksområder og informasjonsbehov

Utover kontroll med serviceintervaller for projektorer, er det nyttig å kunne motta feilmeldinger fra andre utstyrskomponenter og å se hvilke komponenter som er påslått eller tilkoblet. Dette kan være et nyttig verktøy for å raskt avdekke tyverier eller feil som fører til driftsstans, slik at man kan rette feilen eller om nødvendig booke om planlagt aktivitet, og dermed unngå avbrudd i undervisningen.

I det daglige er likevel statusinformasjon fra de enkelte styresentralene den viktigste informasjonen, for å se hvilke rom er i bruk/påslått. Dette kan både benyttes for ad hoc rombooking, og for å slå av utstyr i rom der brukerne har forlatt rommet uten å slå av utstyret. Det siste forutsetter at man har en måte å detektere om det er noen i rommet, typisk enten via link til signal fra bevegelsessensorer eller ved utplassering av IP-kamera i de enkelte rom.

12.4 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.

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/videoverføring. 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.

12.5 Videokonferanse

Mange videokonferansekoder 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.

12.6 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 knappepaneler (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.

12.7 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:

- PTerret (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.

12.8 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 (overvåkningskamera), 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 elektroentreprise)
5. Planlegging og oppfølging av fremdrift, samt oppfølging og avklaringer i installasjonsfasen
6. Sluttkontroll og avslutning av entreprisen

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 monitor for PC- og videobilde)
- Fast PC (under bordplaten)
- PC-tastatur og mus (eventuelt trådløst)
- Plass og tilkoblingsmulighet for bærbar PC
- Dokumentkamera
- Tilkobling ekstern lydkilde
- Kablet svanehalsmikrofon

Det kan også vurderes å medta løsninger for trådløs tilkobling av smarttelefon/nettbrett (BYOD). Se kapittel 7.3.

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 støttemonitor 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.

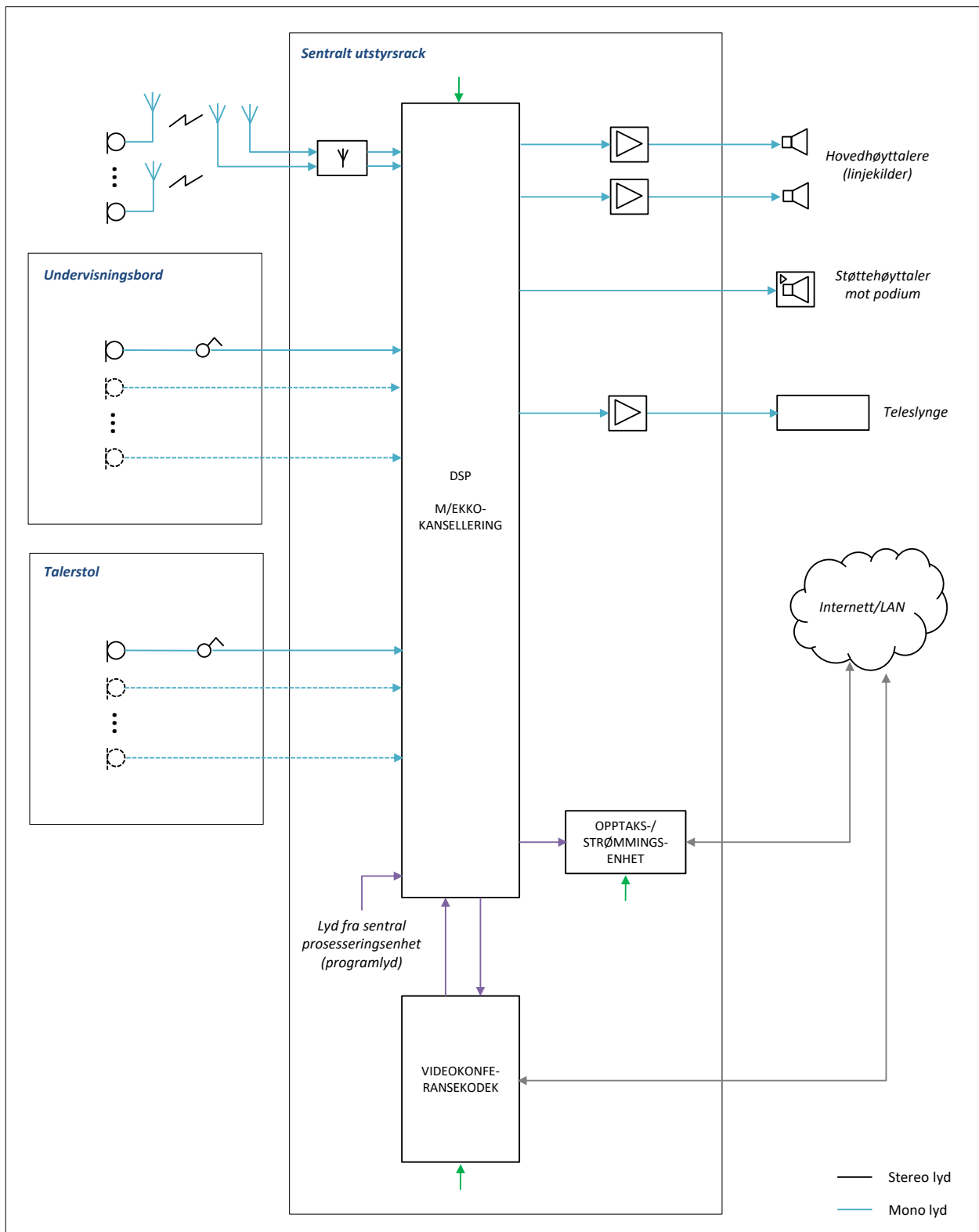
FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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*). 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 10.6 for anbefalte løsninger.

Et eksempel på systemskjema er vist i Figur 25.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT



Figur 25. Eksempel på systemskjema i stort auditorium med fjernundervisningsstøtte. Lydanlegg.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 HDBaseT eller tilsvarende. AV over IP bør vurderes som et alternativ/opsjon til HDBaseT i denne type rom. Se kapittel 7.1.2.

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

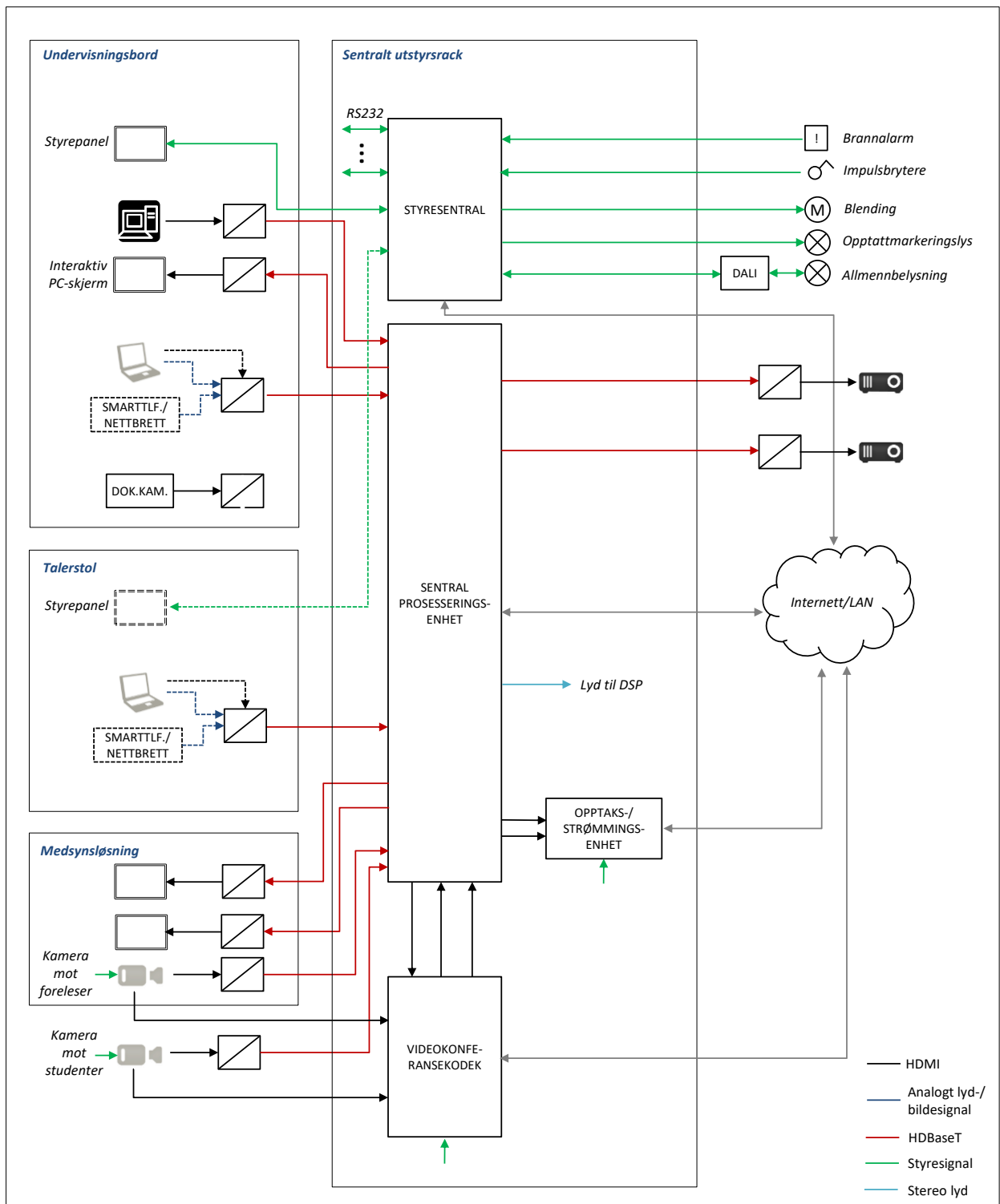
Styresystemet skal styre alle rommets funksjoner, inkludert lyd- og bildeanlegg, belysning, opptattmarkering og blending.

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 UNINETT



Figur 26. 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 bøyy-/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 mikrofoner / 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 assistert avvikling

Alle styresystem i avanserte undervisningsrom skal leveres med et system for assistert avvikling/drift/overvåkning over IP. Se nærmere beskrivelse i kapittel 12.3 - 12.4. Som supplement til dette kan følgende tilleggsfunksjonalitet være aktuell:

Det skal leveres et IP-kamera for observasjon av rommet ved assistert avvikling.

Tillegg D. 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.

Tillegg E. Støtte for filmvisning

Dersom auditoriet skal benyttes for filmvisning må både visningsløsning og høyttalersystem tilpasses dette. Anbefalte visningsløsninger er gitt i kapittel 4.2.3, og anbefalte høyttalerløsninger er gitt i kapittel 10.1.4.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Det bør også medtas en Blu-ray-spiller, som enten monteres integrert i vegg/skap ved podiet, eller eventuelt i tilknytning til projektorrom i bakkant av auditoriet, slik at man ikke er avhengig av undervisningsbordet for å kunne vise film. Det anbefales å benytte en høykvalitets Blu-ray-spiller med innebygd surround-dekoder.

Systembeskrivelsen må tilpasses valgt løsning.

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.*
- *Tillegg D og E er normalt ikke aktuelle.*

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)
- Monitor for PC- og videobilde
- Plass og tilkoblingsmulighet for bærbar PC
- Tilkobling for ekstern lydkilde

Det kan også vurderes å medta løsninger for trådløs tilkobling av smarttelefon/nettbrett (BYOD). Se kapittel 7.3.

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.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

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. Støtte for assistert avvikling/drift/overvåkning

For å forenkle drift/vedlikehold og for å kunne gi bedre brukerstøtte vil det være fornuftig å inkludere funksjonalitet tilsvarende som i auditorier:

Et system for assistert avvikling/drift/overvåkning av AV-utstyret over IP skal inngå.

Som supplement til dette kan følgende tilleggsfunksjonalitet være aktuell:

Det skal leveres et IP-kamera for observasjon av rommet ved assistert avvikling.

Tillegg D. 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 berørings-skjerm benyttes, anbefales også lysstyring integrert i AV-anleggets styresystem.

Tillegg E. 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 berørings-skjerm.

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

Tillegg F. 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 hjelp av sensorer integrert i foldevegger, eller eventuelt 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 bildesignaler 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 bildematrise 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.)*

Alle funksjoner forutsettes styrt av et knappbasert 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. Flipover og AV-list for papiroppheng kan eventuelt også medtas.

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 webkamera og høyttalertelefon for tilkobling til bærbar PC.

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.

Alle tilkoblinger for presentasjonsutstyr skal integreres i møtebord. Det skal monteres en nedfelt bordbrønn med tilkobling for bærbar PC og ekstern lydkilde (MP3-spiller). 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 projektor.* Rommet skal ha ett videokamera montert mellom skjermer/visningsflater.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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 to takhengte mikrofoner. *(Antall tilpasses utforming av og størrelse på møtebord. Alternativt kan det spesifiseres bordmonterte mikrofoner eller arraymikrofoner, som beskrevet i kapittel 10.5.)*

Styresystem

Styresystemet skal styre alle AV-anleggets funksjoner. Integriert styresystem i videokonferansekodetek kan benyttes forutsatt at alle funksjonskrav til styring av AV-anlegget er ivaretatt, 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. Dette forutsetter også installasjon av fast PC.

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 teleslynger og alle tavler og lerret i rom som skal ha AV-utstyr inngår i AV-entreprisen. Om nødvendig av framdriftsmessige hensyn, kan selve slyngekabelen installeres av elektroentreprenør, mens leveranse av teleslyngeforsterker og øvrig integrasjon i AV-anlegget, inkludert idriftsettelse, innjustering og kontrollmåling utføres av AV-leverandør. Skrankeslynger, IR- og FM-anlegg inngår uansett i sin helhet i AV-leveransen.

20.1 Møbler

Møbelement som skap, konsoller, møtebord, benker og stoler, inngår i innredningsentreprisen. 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 entrepris.

20.3 PC-utstyr

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

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 spredenet

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 spredenet (*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 spredenet 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 spredenet, 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 Dali-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.)

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Det vil påligge AV-leverandøren å anwise 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.

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 leveres av AV-leverandøren.

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 datatrafikk 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 brannalarmsiden ved at en utgangsenhet på brannalarmanleggets detektorløyfe, 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.

SJEKKLISTE VI

Følgende sjekklister 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	<input type="checkbox"/>	
2	Kontrollere og vurdere areal, romform og takhøyde	Kapittel 4	<input type="checkbox"/>	
3	Kontrollere utforming av og siktforhold mot presentasjonsvegg	Kapittel 4.6	<input type="checkbox"/>	
4	Vurdere (og eventuelt kontrollere prosjekterte) belysningsløsninger, inkludert styring	Kapittel 5.1	<input type="checkbox"/>	
5	Kontrollere og eventuelt spesifisere krav til antall og plassering av el- og datauttak	Kapittel 5.3.1	<input type="checkbox"/>	
6	Kontrollere og eventuelt spesifisere krav til 230V-kurser	Kapittel 5.3.2	<input type="checkbox"/>	
7	Vurdere (og eventuelt kontrollere prosjekterte) føringsveger	Kapittel 5.3.3	<input type="checkbox"/>	
8	Få oversendt dokumentasjon på prosjekterte romakustiske løsninger	Kapittel 5.5	<input type="checkbox"/>	
9	Vurdere plassering av presentasjonsutstyr, inkludert muligheter for plassering av sentralutstyr i teknisk rom	Kapittel 6	<input type="checkbox"/>	
10	Vurdere behov for talelydanlegg inkludert mikrofonløsninger, og aktuelle høyttalerløsninger	Kapittel 10.1-10.3	<input type="checkbox"/>	
11	Vurdere behov for og aktuelle løsninger for hørselshemmede	Kapittel 10.6	<input type="checkbox"/>	
12	Vurdere plassering av og størrelser for tavler	Kapittel 4.1	<input type="checkbox"/>	
13	Vurdere plassering av, typer og størrelser for visningsflater	Kapittel 4.2	<input type="checkbox"/>	

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

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

REFERANSER VII

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

- [1] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) kapittel 12-7, URL: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/12/ii/12-7/>
- [2] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) kapittel 11, URL: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/11/innledning/>
- [3] Forskrift om brannforebygging, URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-12-17-1710>.
- [4] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) kapittel 13-6 til 13-11, URL: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/13/iv/13-6/>.
- [5] Statsbygg prosjekteringsanvisning PA 5551 Romakustikk og elektroakustiske anlegg, URL: http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/prosjekteringsanvisninger/5_teleAutomatisering/PA_5551_Romakustikk_og_elektroakustiske_anlegg-20151028.pdf.
- [6] Arbeidstilsynets veiledning om klima og luftkvalitet på arbeidsplassen, URL: <http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=79437>.
- [7] Arbeidsplassforskriften, URL: <http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download2.php?tid=237707>.
- [8] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) kapittel 13-12, URL: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/13/v/13-12/>.
- [9] 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>.
- [10] Veiledning til teknisk forskrift (VTEK10) §13-10, URL: <https://dibk.no/byggeregler/tek/3/13/iv/13-10/>.

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

- ◆ Adresse: 7465 Trondheim
- ◆ Sentralbord: +47 73 55 79 00
- ◆ E-post: kontakt@uninett.no
- ◆ Web: www.uninett.no