
BESKRIVELSE

Funksjonsbeskrivelse belysning

OPPDAGSGIVER
Universitet i Oslo

EMNE
Aula taklys

DATO / REVISJON: 19.01.2025
DOKUMENTKODE: **10270630-01**-RILys-NOT-01



Multiconsult



BESKRIVELSE

OPPDRAAG	10270630-01 Aula taklys	DOKUMENTKODE	10270630-01-RILys-NOT-01
EMNE	Funksjonsbeskrivelse belysning	TILGJENGELIGHET	Åpen -Foreløpig
OPPDRAAGSGIVER	Universitet i Oslo	OPPDRAAGSLEDER	Samir Chelouati
KONTAKTPERSON	Anders Flattun	UTARBEIDET AV	MCO/RMB/AO
KOORDINATER		ANSVARLIG ENHET	RILys
GNR./BNR./SNR.			

SAMMENDRAG

Dokumentet inneholder en oversikt over dagens belysningsløsning og forslag til oppgradert løsning for belysning. All belysning er montert i himling bak plexiglass. Ny belysning skal monteres der eksisterende belysning er, det vil ikke være noen nye montasjeposisjoner for generell allmenbelysning.

Det er ønskelig av UIO å supplere med spot armaturer til å belyse malerier på vertikale overflater, armatur montert rundt ytterkant av taklys-rammen, det er ingen krav til generell belysning skal oppfylles av denne belysningen. Når taklys er slukket, skal spot armaturene belyse malerier på vegg.

Opprinnelig var det takvinduer som ga dagslys inn i aula. I 2011 ble det montert et belysningskonsept med opale plexiglassplater med lysrør montert på panel i ett gridd i himling illustrerte «dagslys». Scenelys er plassert i ytterkant av taklys-rammen. Marmorbystene har ikke eget lys, og skal heller ikke få det nå. Ny belysning på Munchs aulamalerier foreslås i dette dokumentet.

Det utarbeides en oversikt og forslag til løsninger for individuell lysstyring av ulike soner og romtyper.

Innhold

Innhold	3
Definisjoner	3
1 Systemtype: 442 Belysning.....	4
1.1 Dagens situasjon	4
1.2 Lysmåling.....	4
1.3 Belysningskrav.....	5
2 Ny belysning	5
2.1.1 Teknisk sammenligning	5
2.1.2 Armatur vurdering.....	7
2.1.3 Kalkyle.....	8
2.2 Alternativ funksjonsbelysning.....	9
2.2.1 Alternativ 1:	9
2.2.2 Alternativ 2a:	11
2.2.3 Alternativ 2b:	11
2.2.4 Alternativ 3:	13
2.3 Maleri belysning.....	15
3 Lysberegningresultater	17
3.1.1 Alternative 1: Led linear Ledlinjer.....	18
3.1.2 Alternative 2a: Zumtobel Cieluma.....	18
3.1.3 Maleri belysning	20
4 Systemtype: 442 Lysstyring	28
4.1 Innledning og systembeskrivelse	28
4.2 Lysstyring	28
4.3 Sammenligning av lysstyringssystemer.....	29
5 Status og anbefalinger.....	30
6 Vedlegg.....	30

Definisjoner

Konservering: Luxtimer/år – Gjenstand/objekts lysømfintlighet (maksnivå), deretter reguleres lysnivå basert på eksponeringstimer/år.

Belysningsstyrke=belysningsstyrken som faller på en flate, måles i lm/m², betegnelse lux.

TM-30: en mer detaljert metode for å evaluere fargegjengivelsen til en lyskilde, og gir mer presise og omfattende målinger enn den tradisjonelle CRI-indeksen.

CRI/Ra: CRI (Color Rendering Index) er en måleenhet som viser hvor godt en lyskilde gjengir farger sammenlignet med naturlig lys. Skalaen går fra 0 til 100, der 100 betyr perfekt fargegjengivelse.

DMX-system – Digital Multiplex lysstyringssystem

DALI-system – Digital Addressable Lighting Interface lysstyringssystem

Crestron – Styresystem

1 Systemtype: 442 Belysning

1.1 Dagens situasjon

Eksisterende belysningsanlegg er basert på DMX (scenelyset) og DALI-styring (selve taklyset).

Dagens belysning er:

-T5 Lysrør 3x 49W montert på paneler, de ligger bak en plexiglassramme (dobbel plexiglass med en film imellom, mangler produkt spesifikasjoner). Armaturene styres med DALI.

-Plexiglasset ble montert i 2011, det er to plater med en film imellom. Platene er limt sammen og vi vet ikke hva filmen inni gjør(diffusere/asymmetrisk?). Det er også uvisst om de to platene er doble grunnet stabilitet eller tilgjengelighet på markedet, at en for eksempel valgte 2x2mm plater istedenfor 4mm plater.

- Scenelys langs rammen i ytterkant. Armaturene styres med DMX. Eksisterende belysning kan brukes videre, men det er behov for justeringer av hvordan lyset kastes, og tydeligere scenarioinstrukser. Dette notatet tar ikke for seg scenelys, det antas at antall og plassering videreføres/sees på spesielt, senere.

Når det er TV-overføringer, endres rommet ved at blant annet mikrofoner senkes ned fra tak og TV-team har også med seg egen belysning.

Vi har fått følgende overordnede informasjon fra NRK:

- kamera kan settes opp i fargetemp. 3200 K (kunstlys), 4500 K eller 5600K(dagslys)
- Alle lyskilder blir da justert mht denne hvitbalansen, derfor gunstig med justerbar mulighet i lampene. Enten varm/kaldhvit eller RGBW justerings mulighet for å kunne justere alle kilder til samme fargetemperatur, sånn at kamera oppfatter hvitt likt i alle lyskilder.
- hvitbalanse på 4500 K er ofte bruks som en gylden middelvei for å få best resultat billedmessig av ansikter/personer og farge-nyanser i interiør/dekor/bilder.
- Utfordring: krav konservator (foretrakk LED på vegglys, i etterkant flere krav ift. UV osv)
- I Aulaen benytter NRK taklys som grunnlys, men må ha eget lys for å belyse ansikter osv.

1.2 Lysmåling

Det ble utført en enkel lysmåling under befaring 28.10.25,

Lysmåling:

Taklys 40-50% neddimmet:

Gulv: 55lx

0,8m :60lx

Taklys 100% av programert maks. Som er ca. 90% av armatur maks.

Gulv 204lx

0,8m: 235lx

Taklys 100%, vertikal måling

Vegg h. 2,40m, 130lx

Vegg h.1meter, 119lx

Lysmålingene viste bla. at det er en del lys på malerier i dag fra lys bak plexiglass.

1.3 Belysningskrav

Krav til funksjonsbelysning er valgt utfra 1B Lyskultur (basert på NS-EN 12464-1:2021), Vedlegg A, tab. 44.3 Læringsmiljø-Undervisningsbygninger "Deltakelse på forelesning i sitteområder i auditorium og forelesningssaler "

Em lux required^a, 200lux
UniformitetU₀: 0,6
Em,z lux U₀ ≥ 0,10: 75lux
Em,vegg lux U₀ ≥ 0,10: 75lux
Em,tak lux U₀ ≥ 0,10: 50lux

Lys på maleriene

Egne krav fra konservator: max 80 lux på malerier, se egen rapport fra konservator.

- Maks lyseksponering: 80 lux på maleriene (vertikal flate)
- Maks lysbudget: 1200 luxtimer/år

2 Ny belysning

Lysrør fases ut av markedet, det må skiftes til annen lyskilde nå, LED-lyskilder markedsledende idag.

2.1.1 Teknisk sammenligning

Belysnings alternativ			
Alternative 1		Alternative 2a, 2b	
LED Linear XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00		Zumtobel Cieluma TNW med duk.	
Fordeler	Ulemper	Fordeler	Ulemper
			Ny installasjon
En til en utskifting i allerede eksisterende installasjon.	3stk lysarmaturer per kasse a 1447,5 mm. = ca. 480stk Antall verifiseres på byggeplass.	1 stk panel 1.450 x 0.450 m. pr kasse= ca. 160stk Antall verifiseres på byggeplass.	Dette er en ny armatur, plasseres i eksisterende installasjon.
	Blendingsresultater er høyere enn anbefalt, Ugr >22 (fra beregning)	God blendingskontroll, Lavere Ugr > 14 (i beregning)	
	Armatur kan komme til å syns gjennom plexiglass (prøvelyssetting)	Armatur har uniform avdekning	
Lydmessig/akustikkmessig vil ikke denne løsningen ha noen innvirkning forutsatt at de ikke har vært problemer med eksisterende løsning		Duken på LED kassen er designet til ikke å minimere innvirkning på akustikk.	
CRI revideres etter ønsket spenn i fargetemperatur 3000K – 5000K	Lyslinjer -Standard white Ra> 95, 3000K -Tunable white TNW Ra> 90, 2700K -6500K	LED panel -Standard white Ra> 97, 3000K -Tunable white TNW Ra> 95, 2500K – 6500K	

		(fargjengivelse iht krav konservator)	
Enkel installasjon i eksisterende hengslede lemmer, 6 skuer.	Mer kompleks installasjon?	Enklere installasjon?	Dyrere armature pr. panel
	Høyere luminanser enn alt. 2	Lavere luminanser enn alt 1	
Installert effekt justeres etter spenn i ønsket fargetemperatur.	Høyere installert effekt	Lavere installert effekt	

Andre alternativ:

Alternativ 3	
Bridgelux Vesta Lyslinjer	
Fordeler	Ulemper
Gjenbruk og bærekraft	
En til en utskifting i allerede eksisterende installasjon. Leveres med påmontert driver og 3 LED striper. Kobles til eksisterende Wagoplug med tilsvarende hurtigkobling. Løsning gjenbruker eksisterende kabling og hengslede lemmer slik at det blir minimalt med utskiftningsarbeid og sanering av utstyr.	3stk rør per kasse a 1447,5 mm. = ca. 480stk Antall verifiseres på byggeplass.
	Blendingsresultater er høyere enn anbefalt, Ugr >22 (fra beregning)
Frihet til å plassere LED striper optimalt på montasjeplate i forhold til avstand fra opal avdekning. Dersom test viser at det blir striper vil montasjekit kunne utstyres med et difuserende sjikt mellom LED striper og opal avdekning.	Armatur kan komme til å syns gjennom plexiglass (løsning krever prøvelyssetting)
Lydmessig vil ikke denne løsningen ha noen innvirkning forutsatt at de ikke har vært problemer med eksisterende løsning	
CRI revideres etter ønsket spenn i fargetemperatur 3000K – 5000K	Lyslinjer -Standard white Ra> 95, 3000K -Tunable white TNW Ra> 90, 2700K -6500K
Enkel installasjon i eksisterende hengslede lemmer, 6 skuer.	Mer kompleks installasjon før montasje på stedet?
	Høyere luminanser enn alt. 2
Installert effekt justeres etter spenn i ønsket fargetemperatur.	Høyere installert effekt

2.1.2 Armatur vurdering

Alternativ:	1	2		3
		a	b	
	LED Linear XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00	Zumtobel	Zumtobel	Bridgelux Vesta
Armatur type	Led linear	LED panel - Cieluma med duk	LED panel -Cieluma uten duk	Lyslinjer
Dimensjoner	Standard	Spesial	Spesial	Spesial
Lyskilde	Lyslinjer -Standard white Ra> 98, 3000K -Tunable white TNW Ra> 98, 2700k -5000k	LED panel -Standard white Ra> 97, 3000K -Tunable white TNW Ra> 95, 2500K – 6500K	LED panel -Standard white Ra> 97, 3000K -Tunable white TNW Ra> 95, 2500K – 6500K	Lyslinjer -Standard white Ra> 98, 3000K -Tunable white TNW Ra> 98, 2700k -5000k
Styring	DALI2	DALI2 Alterative: Dali DT8, Wireless cntr. Bluetooth casambi, DMX	DALI2 Alterative: Dali DT8, Wireless cntr. Bluetooth casambi, DMX	DALI2
Ugr	UGR < 22	UGR < 19	UGR < 19	UGR < 22
CRI - TM30-15	CRI 95 - TM30-15	CRI 95 - TM30-15	CRI 95 - TM30- 15	CRI 95 - TM30-15
Lystekniske data 3000k.	1stk.(vi må ha 3 stk. i ett panel) 1443 mm. Armaturlysstrøm 1237 lm Driftsvirkningsgrad 100.1 % Kontakteffekt 21.0 W Lysutbytte 58.9 lm / W	1stk.=1 panel 450x1500mm Armaturlysstrøm 1750 lm Driftsvirkningsgrad 100.0 % Kontakteffekt 30.0 W Lysutbytte 58.3 lm / W	Dukene hindrer normalt 30-40% av lyset, må testes hos zumtobel.	1stk.(vi må ha 3 stk. i ett panel) 1443 mm. Armaturlysstrøm 1237 lm Driftsvirkningsgrad 100.1 % Kontakteffekt 21.0 W Lysutbytte 58.9 lm / W

Praktisk tolkning:

- **RGBTW:** Mest fleksibelt og enklest å lage «alle» effekter, men krever flest univers med 66 og dermed mer styrings-hardware og flere datalinjer. Fra rack/skap.
- **TW:** God visuell effekt med variabelt hvitt, moderat univers-behov (27). halverer datalinjene, men krever fortsatt datarack.
- **Statisk hvit:** Rimeligst på hardware (14 universer) og minst variasjon. Få datalinjer ut fra rack og krever liten plass i skapet. Vil trolig være ønskelig med rack uansett.

2.1.3 Kalkyle

Kostnaden styres av hvor avansert programmeringen skal være, ikke kun selve lysfargen. RGBTW gir flest muligheter, Tunable White (varmhvit–kaldhvit) er en god mellomting, og statisk hvit er rimeligst og enklest, har best CRI og levetid. Alle alternativene kan være veldig enkle eller utrolig komplekse. Når det er sagt så består RGBTW av flest pixler og da vil det naturligvis kunne gjøres mest kompleks.

	3000 kelvin stk	Tunable White stk
Alt.1) LED Linear XOOline SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00. 3 stk. LED striper + DALI2 driver. 3stk rør per kasse a 1443 mm. = 483stk rør komplett med drivere og hurtigkobling		
Alt. 2a) Cieluma med duk: armaturer stk. 450x1500 mm. =161stk.		
Alt. 2b) Cieluma uten duk: armaturer stk. 450x1500 mm. =161stk.		
Alt.3) Bridgelux Vesta. 1 stk. erstatnings Kit bestående av montasje plate med 3 stk. LED striper + DALI2 driver for tilkobling med 5 polet hurtigkobling. Monteres om en enhet på eksisterende hengslede lemmer. 3stk rør per kasse a 1443 mm. = 483stk rør komplett med drivere og hurtigkobling		
Maleri belysning, Erco Parscan med stag 1 meter		

Netto/nettopriser på selve armaturene.
Lysstyring og programmering kommer i tillegg (avhengig av kompleksitet), samt montasje med stillaser etc. dette vil prises av installatør.
Eks. mva, miljøgebyr og fraktsonetillegg.

Plexon Plexiglass, opale plater 44%.
459 plater a 545x545mm
(30års garanti), montasje og stillas er ikke inkludert.

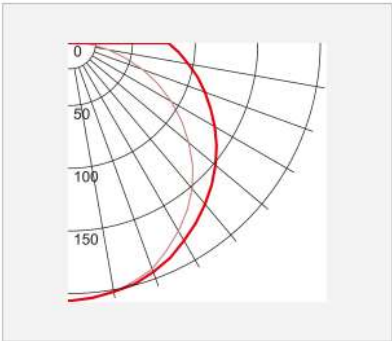
Det er uvisst hvilket produkt som i dag er montert i aula.
Leverandør Plexon viser til produkt plexiglas WH14 for backlighting, white, med 30års levetid (Egenvekt på plexiglass -materiale er 1,2, plexiglassplate på 60x60 veier 2,16kg. (0,6x0,6= 0,36kvadrat x 5mm tykkelse x1,2). Ettersom vi ikke har teknisk informasjon fra platene som er i taket i dag, vurderes det å skifte til helt nye. Eventuelt kan det utføres en tilstandsvurdering med forventet gjenværende levetid på dagens plexiglassplater.

Det er ikke ett alternativ å ikke ha plexiglass, den estetiske opplevelsen av rommet skal videreføres.

2.2 Alternativ funksjonsbelysning

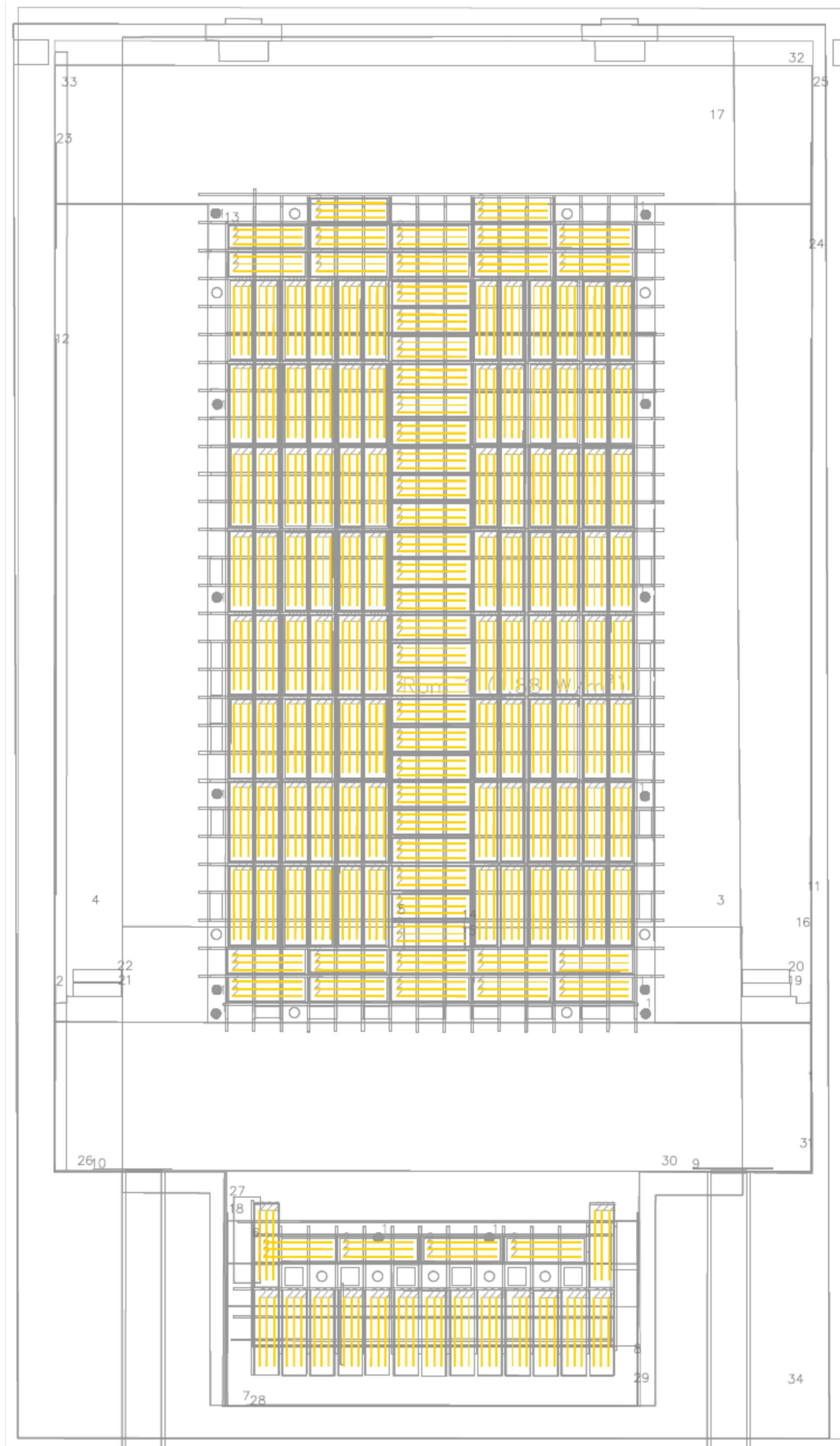
2.2.1 Alternativ 1:

- Taklys generell belysning: LED Linear XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00, Hvert panel har 3 lyslinjer. (antall lyslinjer ca. 480 stk).

Round cover 	1510 mm L min = 510.0 mm L max = 2,010 mm
	OR Round cover, opal ✓ CL Low square cover, clear ✓ 
Device output 100% (Full power) 100% (Full power) 100% (Full power) 100% (Full power) 100% (Full power) Device category LED Linear LED Linear Device LED Type LED LED LED	Static White ✓ Tunable White ✓ RGB ✓ RGBW ✓

Armaturliste (Bygning 1, Etasje 2)								
Indeks	Produsent	Artikkelnavn	Artikkelnummer	Bestykning	Lysstrøm	Forminskningsfaktor	Kontakteffekt	Antall
2	LED Linear	XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00	1438	1x type of lamps	1236 lm	0.80	21 W	483

Armatør plassering:

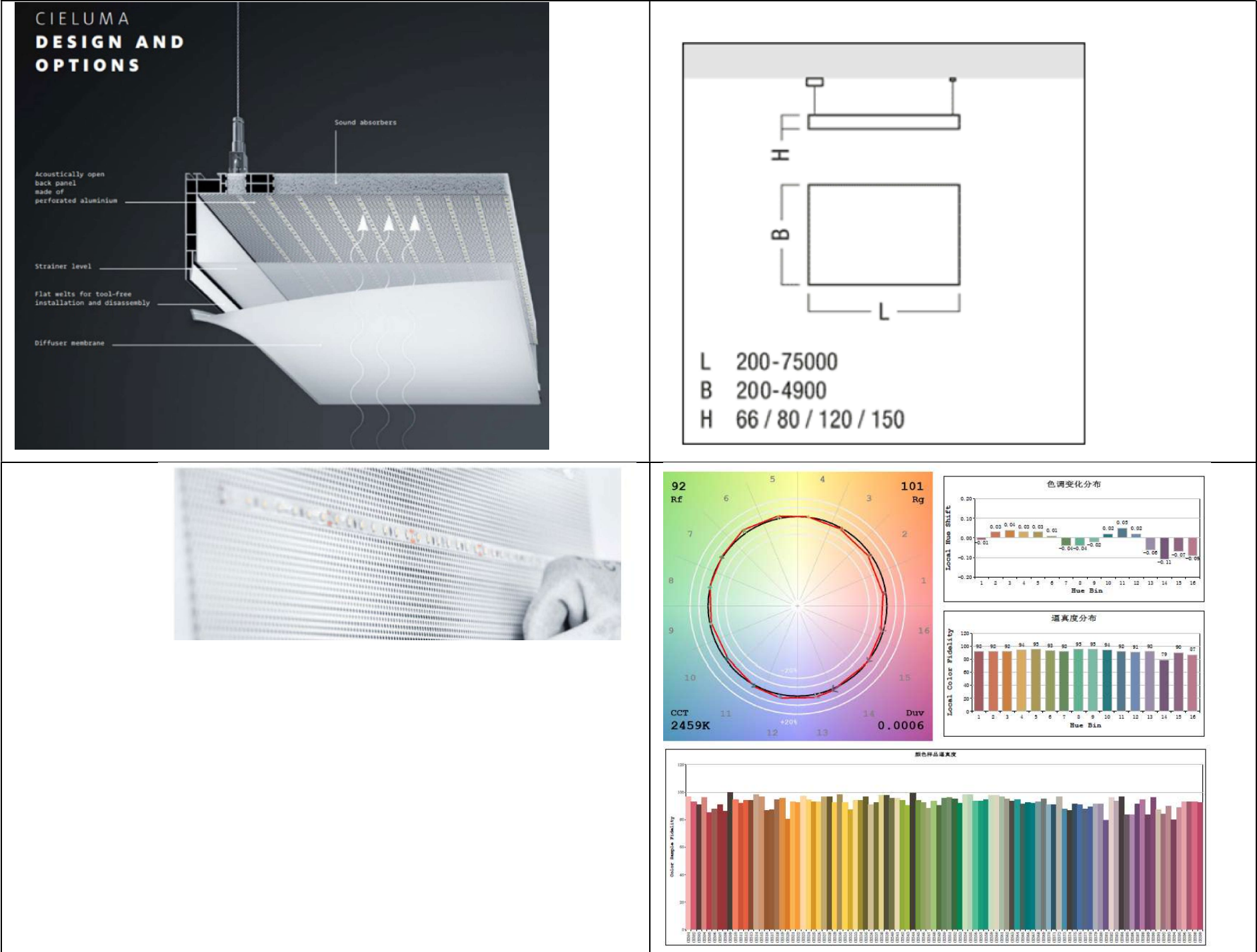


Dwg tegning fra Dialux: Led linear XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00 TNW, Hvert panel har 3 lyslinjer. (antall lyslinjer ca. 483 stk) .

2.2.2 Alternativ 2a:

Oppgradere T5 lysrør 3x 49 W lysrørene pr. panel/luke med ett panel

- Taklys generell belysning: Zumtobel Cieluma TNW med duk.

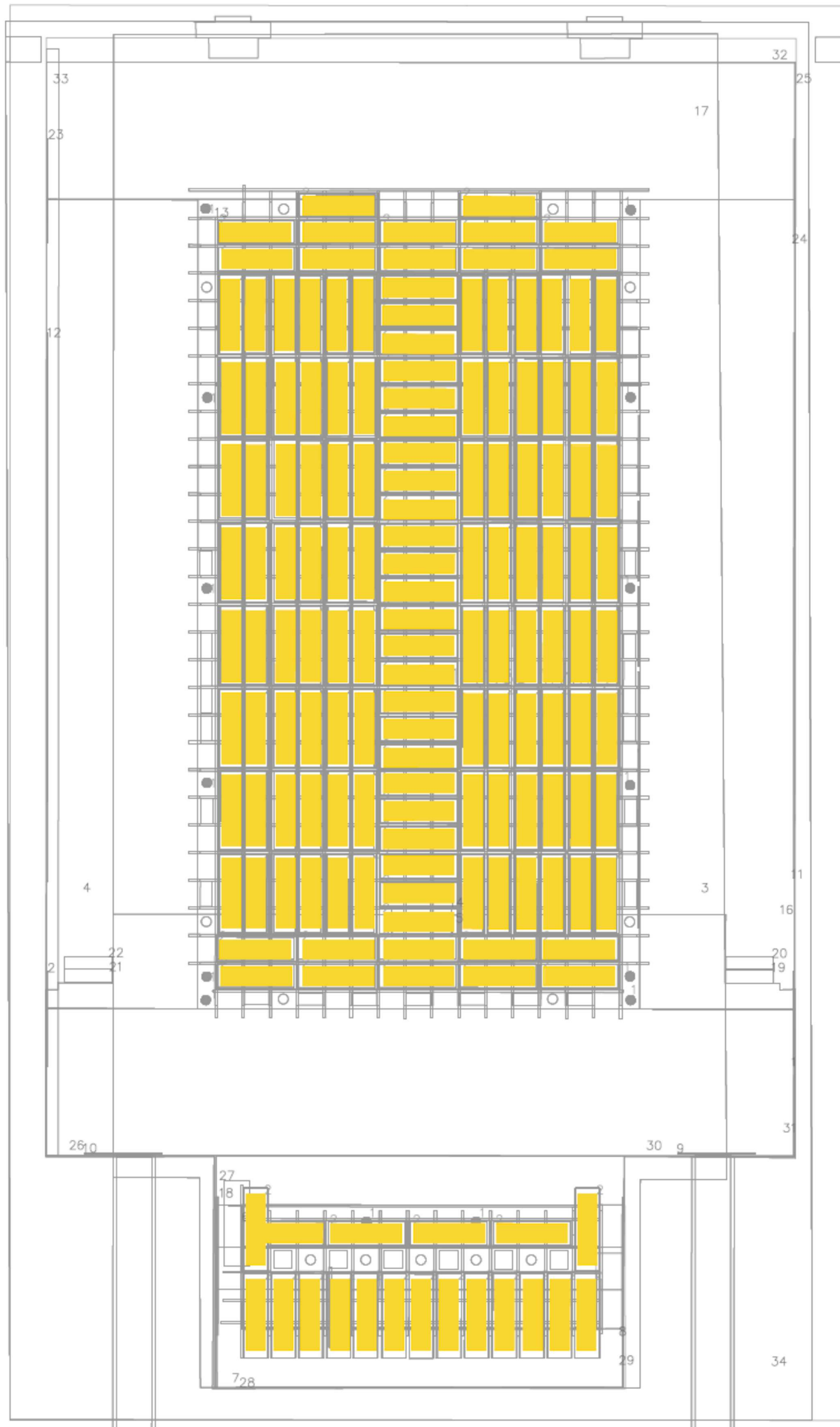


Indeks	Produsent	Artikkelnavn	Artikkelnummer	Bestykning	Lysstrøm	Formingskningsfaktor	Kontakteffekt	Antall
2	ZUMTOBEL	CMCV IP20 1750-925-65 MSP+ B1DL LDE 9016	AT28636	1x LED	1750 lm	0.80	30 W	161

2.2.3 Alternativ 2b:

- Erstatt lysrør med ny lysarmatur (ett panel) som armatur Zumtobel Cieluma TNW uten duk.

Armaturløsning alternativ 2a og 2b:

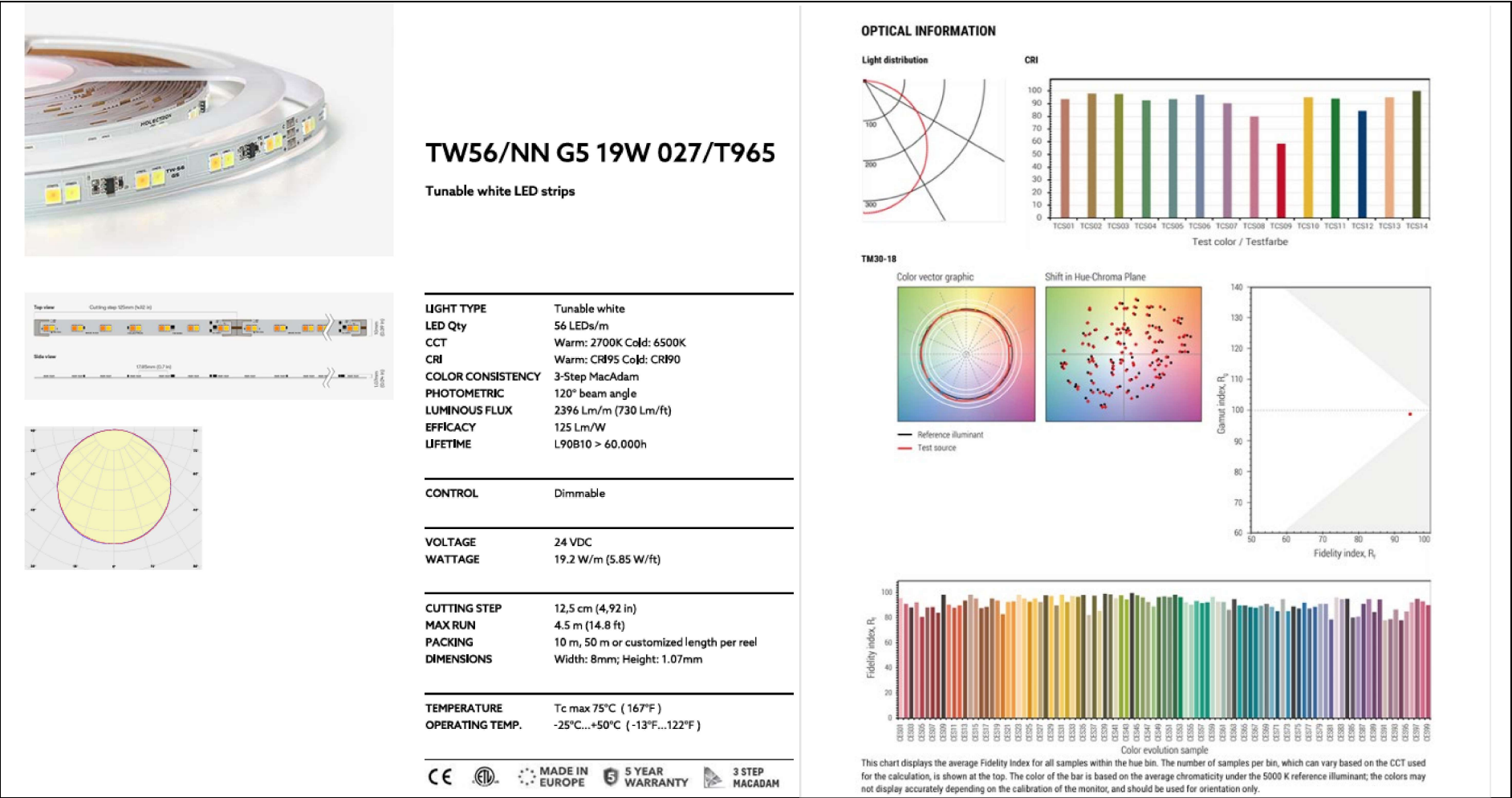


Dwg tegning fra Dialux : Zumtobel Cieluma TNW 1.500 x 0.450 meter, CMCV IP20 1750-925-65 MSP+ B1DL LDE 9016 (antall paneler ca. 161 stk.) .

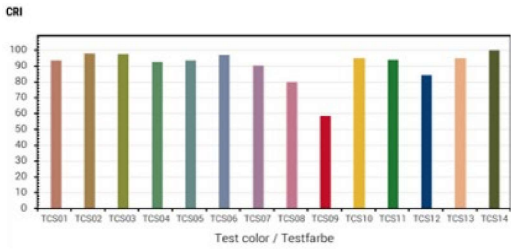
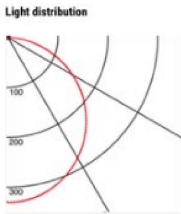
2.2.4 Alternativ 3:

Oppgradere T5 lysrør 3x 49 W lysrørene pr. panel/luke med erstatningrør i LED.

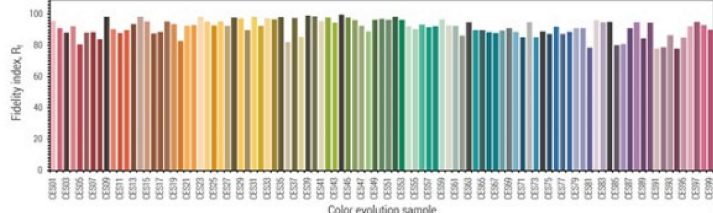
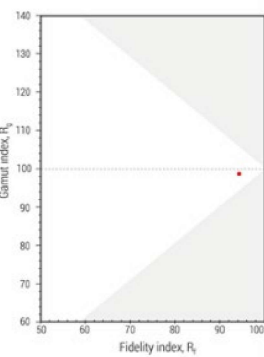
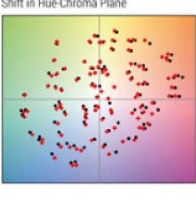
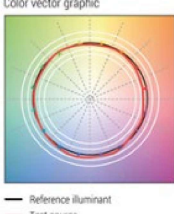
- Da lysleverandør Bridgelux Vesta ikke hadde lysberegningsfil, ble det i beregning benyttet LEDLinear XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00. Alternativ 1 men vil medføre ekstra montasjekostnader, da alternativ 3/Atelier Lyktan lager en aluplate med 3 lysrør og driver påmontert, slik at hele panelet festes med 6 skruer. LEDLinear vil kreve montasje av 3 rør pr. panel samt påkobling driver og plugg på stedet. Samtidig er lysberegning utført med LEDLinear(alternativ 1), dersom det viser seg at Atelier Lyktan (eller andre lysleverandører) ikke oppfyller lystekninske krav, vil vi ikke se det før leverandør har laget en lysberegningsfil.



OPTICAL INFORMATION



TM30-18

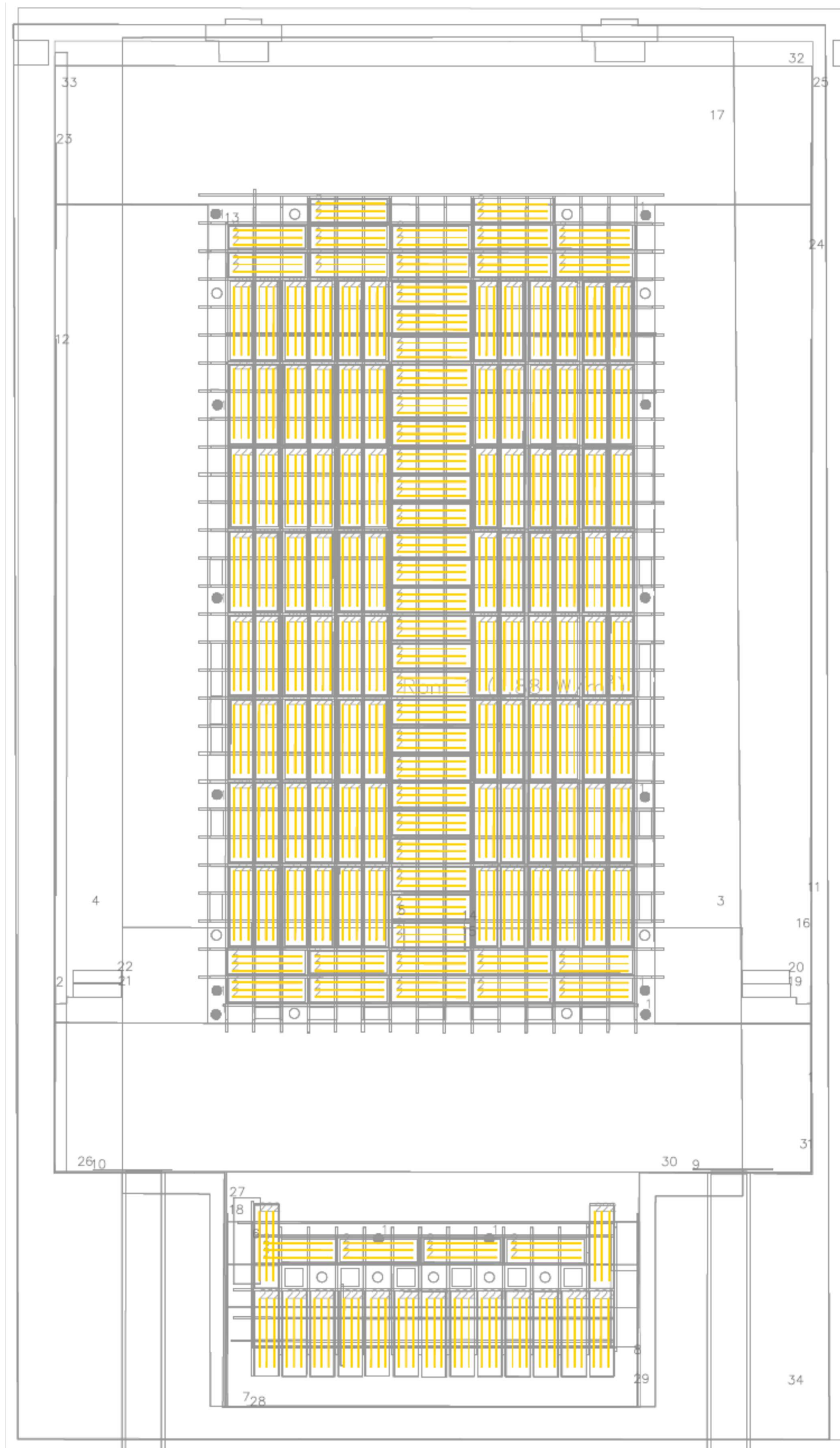


This chart displays the average Fidelity Index for all samples within the hue bin. The number of samples per bin, which can vary based on the CCT used for the calculation, is shown at the top. The color of the bar is based on the average chromaticity under the 5000 K reference illuminant; the colors may not display accurately depending on the calibration of the monitor, and should be used for orientation only.

Armaturliste (Bygning 1, Etasje 2)								
Indeka	Produsent	Artikkelnavn	Artikkelnummer	Bestykning	Lysstrøm	FormInskningsfaktor	Kontakteffekt	Antall
2	LED Linear	XOOLINE SOL HD 15 W930 1443 S OR LSMOC00	1438	1x type of lamps	1236 lm	0.80	21 W	483

Dette kapittelet omhandler alternativ 3, men for å illustrere armaturplassering, er det vist alternativ 1.

Armaturl plassering:



Dwg tegning fra Dialux: Hvert panel har 3 lyslinjer. (antall lyslinjer ca. 483 stk) .

2.3 Maleri belysning

Dette er ett nytt designelement, når taklys er slukket, skal dette lyset belyse malerier på vegg. Konsept som er valgt for dette er jevn belysning av veggflater, uniform vertikal vegg-vasking. Dette vil skape ideelle forhold for objektiv oppfatning av kunstverket. Veggflater belyses homogent med en jevn fordeling av lysstyrke. Dette gir den ideelle, nøytrale bakgrunnen for å oppleve malerier; kunstverket og rommet er likeverdige når det gjelder perseptuelt hierarki. Utstillingsrommet fremstår oversiktlig og klart, og oppnår en følelse av dybde.

Vertikal veggvask er ideell til storskala kunstverk; ved å reflektere lys over veggene og fordele det jevnt gjennom rommet gis en objektiv opplevelse av kunst.

Atmosfærisk veggvask forsterker romfølelsen og høyden, fremhever arkitektoniske trekk og støtter romlig orientering.

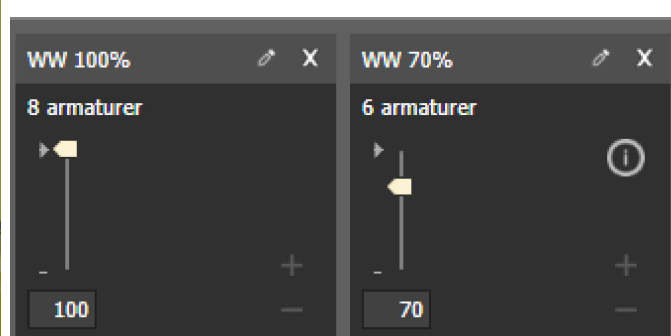
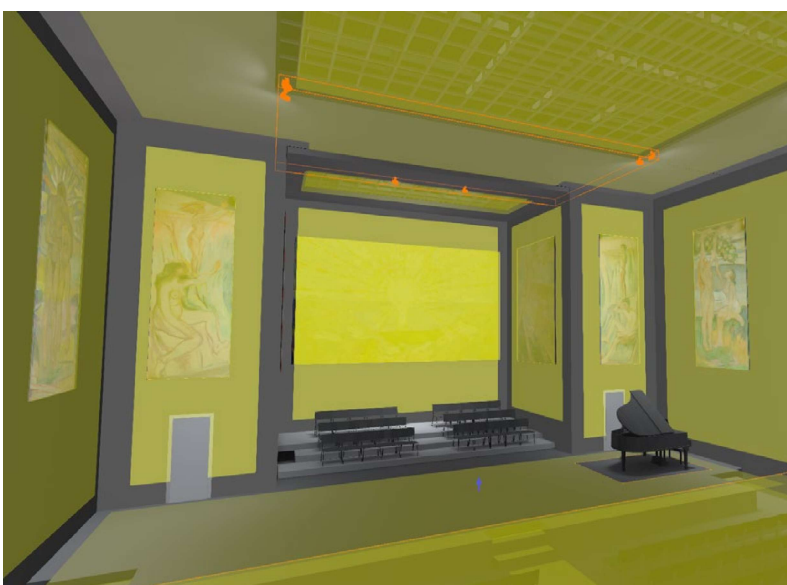
Spot armaturen monteres med en spesielt tilpasset lengre stag enn på produktbilde under, armaturen skal ha høy gjengivelse av farge CRI 97, TM30, 3000K.

Denne belysningen kan legges inn som en scene i lysstyringsprogrammeringen, det er ingen krav i generell belysning som skal oppfylles av denne belysningen, det kan sees på som en tilleggseffekt til funksjonslyset ved arrangementer. I en utstillingssituasjon vil dette være hoved belysningen da maleri er i fokus.

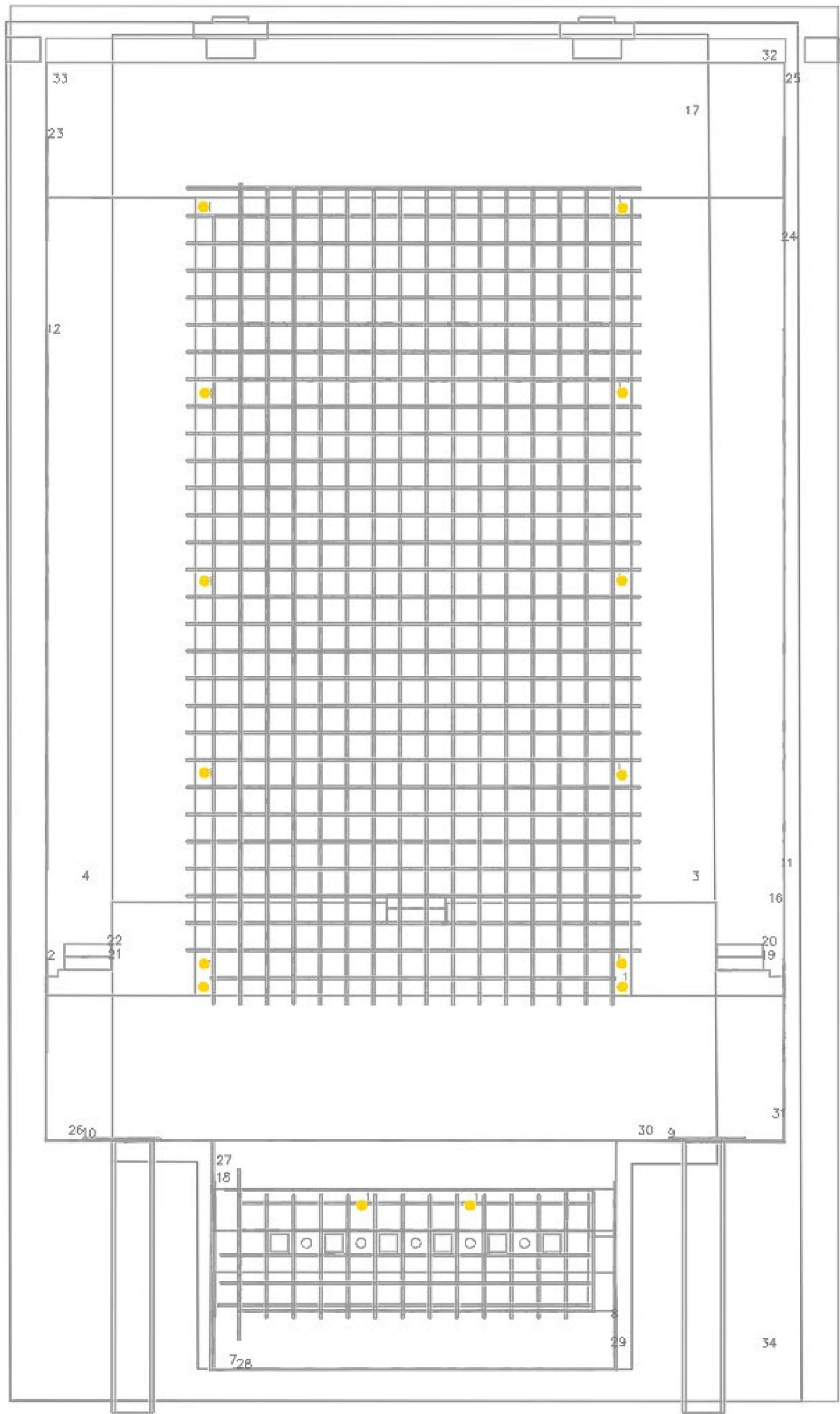


Eksempel på armatur: Erco spot armatur med både wall washer og bredstrålende optikk til å belyse vertikale overflater.

Belysning oppfyller konservator krav dersom 6 av spotene dimmes ned til 70%,
Se bildet under, armaturene som er markert med oransje farge må dimmes ned.



Armatur plassering:



Armaturliste (Bygning 1, Etasje 1)								
Indeks	Produsent	Artikkelnavn	Artikkelnummer	Bestykning	Lysstrøm	Forminskningsfaktor	Kontakteffekt	Antall
1	ERCO	Parcan Lens wallwasher 1xLED 48.3W warm white	25916000	1x LED	3790 lm	0.80	55 W	14

3 Lysberegningsresultater

Det er utført lysberegning av de ulike alternativene.
Beregningene er utført med et opalisert glass der antatt transmisjon er 44%.
Beregning forutsetter at plexiglass skiftes ut. Vi vet ikke transmisjonsgrad på dagens plexiglass.

Det er benyttet standard refleksjonsfaktorer i beregning på tak, vegg og gulv: 70,50, 20%.

Lysberegning er en teoretisk metode, vi anbefaler prøvelyssetting i tillegg.

Alle lysberegningsresultat for alternativ 1, 2 og 3 her er vist med 100% lys i midten og langs ytterkant samt hele sceneområdet er dimmet ned til 80%. Dimming ble utfør til å prosjekter iht. anbefalinger fra konservator som har satt som grense ikke høyere luminanser enn 80 lux på maleriene.

Takhøyden fra gulv til plexiglass er: 9,600meter.
Høyde på installasjon over plexiglass 0,36 meter, det ble målt opp på befaring 31.10.2025.
Det ble utført en 3Dscanning av aulaen samt loft.(09.01.2026) Målingene viser ett avvik fra UiOs tegninger, og lysberegning er nå tilpasset nye mål.

Lysberegning viser at ved å prosjektere allmenbelysnings til 200 lux på alle alternativer, oppnås ikke kravene til tak iht Lyskultur. Kravet i tak er 50lux med uniformitet $\geq 0,10$.

Taklyset med Plexon Plexiglass, opale plater 44% lys transmisjon i 5mm XT WN071.
Vedlikeholdsfaktor i lysberegning er 0.80. Refleksjongarder som standard 70,50,20%.

Krav 1B Lyskultur- tab. 44.3		Lysriss A 100%		Lysriss B 100% men 2 kasser langs veggene dimmes ned 20%	
		CIELUMA/alt 2	Ledlinear/alt 1	CIELUMA/alt.2	Ledlinear/alt.1
Em lux required ^a ,	200lux	213lux	334lux	188lux	292 lux
UniformitetU ₀ :	0,6	0,48	0,53	0,46	0,51
Em,z lux U ₀ $\geq 0,10$	75lux				
Em,vegg lux U ₀ $\geq 0,10$	75lux	Midlere 68,4lux	Midlere 129lux	Midlere 62,3lux	Midlere 113lux
Em,tak lux U ₀ $\geq 0,10$	50lux	22,6lux	45,6lux	22,3lux	38,4 lux
Ugr	>19	>13,3	>19,6	>13,8	>19,3
Maleri lys konservator	80lux	Midlere 95,8 lux	Midlere 221 lux	Midlere 81,1 lux	Midlere 194 lux

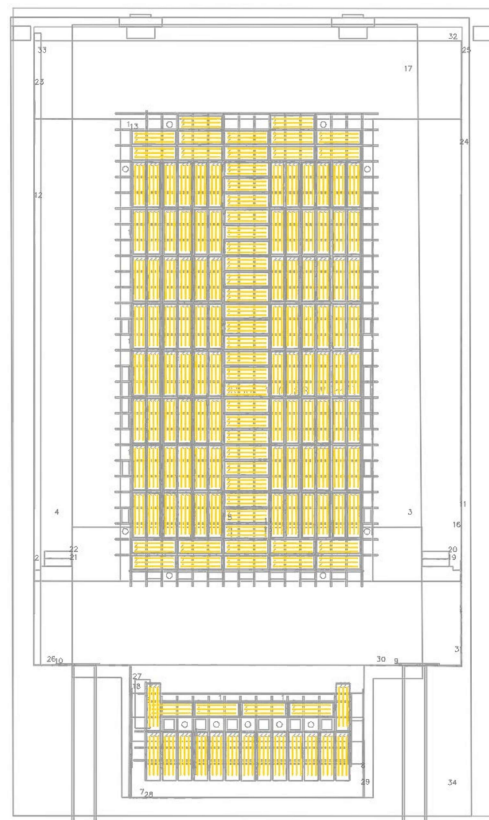
Lysberegning viser at vi må dimme ned lysarmaturene nærmeste vegg, altså lysriss B.
Beregningsresultater viser at alternativ 2 og lysriss B er løsningen som er nærmest å oppfylle krav i tak samt i romm samtidig. Men det ligger litt under anbefalt krav fra lyskultur.
I lysberegning gjør alternativ 1 at malerier får for mye lys.

3.1.1 Alternative 1: Led linear Ledlinjer

LYSBEREGNINGRESULTATER LYSRISS: 100% (2 kasser mot ytterkant 20%)

Lysriss A

Ledlinear (3 stk lyslinjer) Lysriss 100%



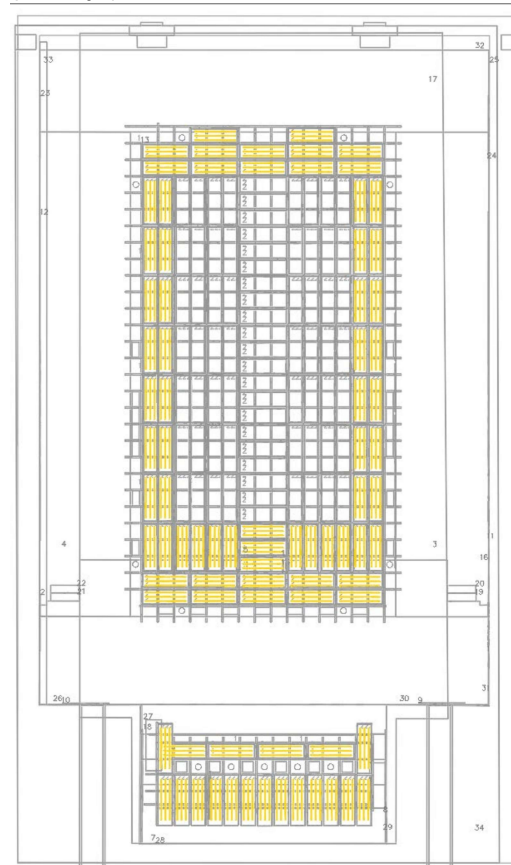
Generelt belysning				
		334 lx	0.53	
		19.6		

Beregningsflater:

		Vegg maleri Alma Mater	
		221 lx	0.73
		Vegg maleri Génier i lysflommen	
		130 lx	0.67
		Vegg maleri Historien	
		215 lx	0.74
		Vegg maleri Høstende kvinne	
		141 lx	0.69
		Vegg maleri Kilden	
		140 lx	0.67
		Vegg maleri Kjemi	
		137 lx	0.68
		Vegg maleri Kvinner vendt mot solen	
		119 lx	0.62
		Vegg maleri Menn vendt mot solen	
		120 lx	0.60
		Vegg maleri Solen	
		127 lx	0.87
		Vegg maleri Våknende menn i lysflommen	
		127 lx	0.70
		Vegg maleri Nye stråler	
		140 lx	0.66

Lysriss B

Ledlinear Lysriss (3 stk lyslinjer). Grå panel til 100%, ytterkanter (oransje) dimmet ned til 20%.



Generelt belysning				
		292 lx	0.51	
		19.3		

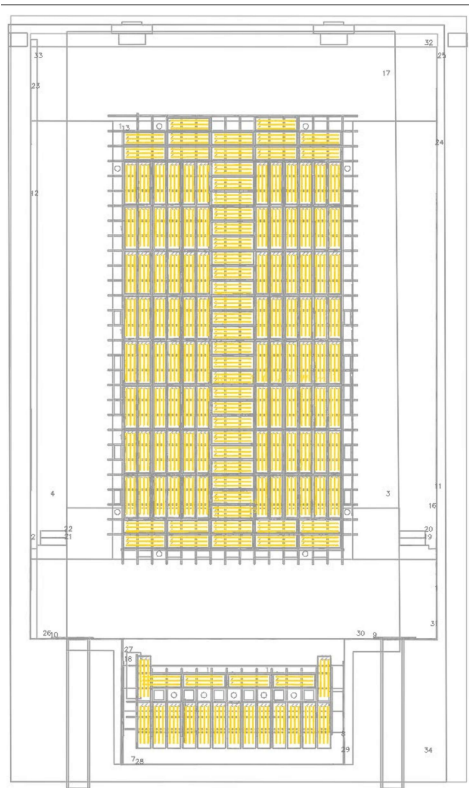
Beregningsflater:

	Vegg maleri Alma Mater		
		194 lx	0.71
		92.3 lx	0.71
		187 lx	0.73
		120 lx	0.69
		119 lx	0.68
		117 lx	0.68
		102 lx	0.63
		103 lx	0.61
		95.9 lx	0.75
		92.2 lx	0.72
		119 lx	0.66

3.1.2 Alternative 2a: Zumtobel Cieluma

Lysriss A

Zumtobel Cieluma Lysriss 100%



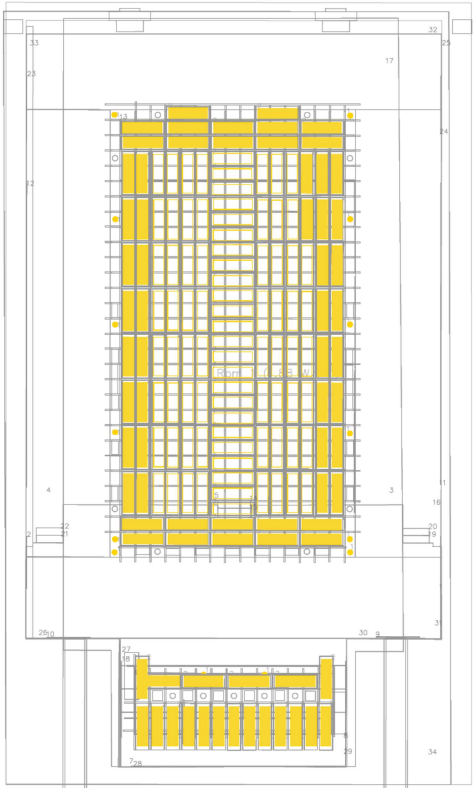
Generelt belysning			
	213 lx	0.48	
	14.3		

Beregningsflater:

Vegg maleri Alma Mater			
	89.0 lx	0.69	
Vegg maleri Génier i lysflommen			
	65.4 lx	0.75	
Vegg maleri Historien			
	88.2 lx	0.66	
Vegg maleri Høstende kvinne			
	59.7 lx	0.61	
Vegg maleri Kilden			
	58.5 lx	0.58	
Vegg maleri Kjemi			
	57.7 lx	0.58	
Vegg maleri Kvinner vendt mot solen			
	50.6 lx	0.54	
Vegg maleri Menn vendt mot solen			
	49.5 lx	0.58	
Vegg maleri Solen			
	68.6 lx	0.81	
Vegg maleri Våkneende menn i lysflommen			
	63.2 lx	0.77	
Vegg maleri Nye stråler			
	59.8 lx	0.62	

Lysriss B

Zumtobel Cieluma Lysriss, Hvitt panel til 100%, ytterkanter (gul) dimmet ned til 20%.



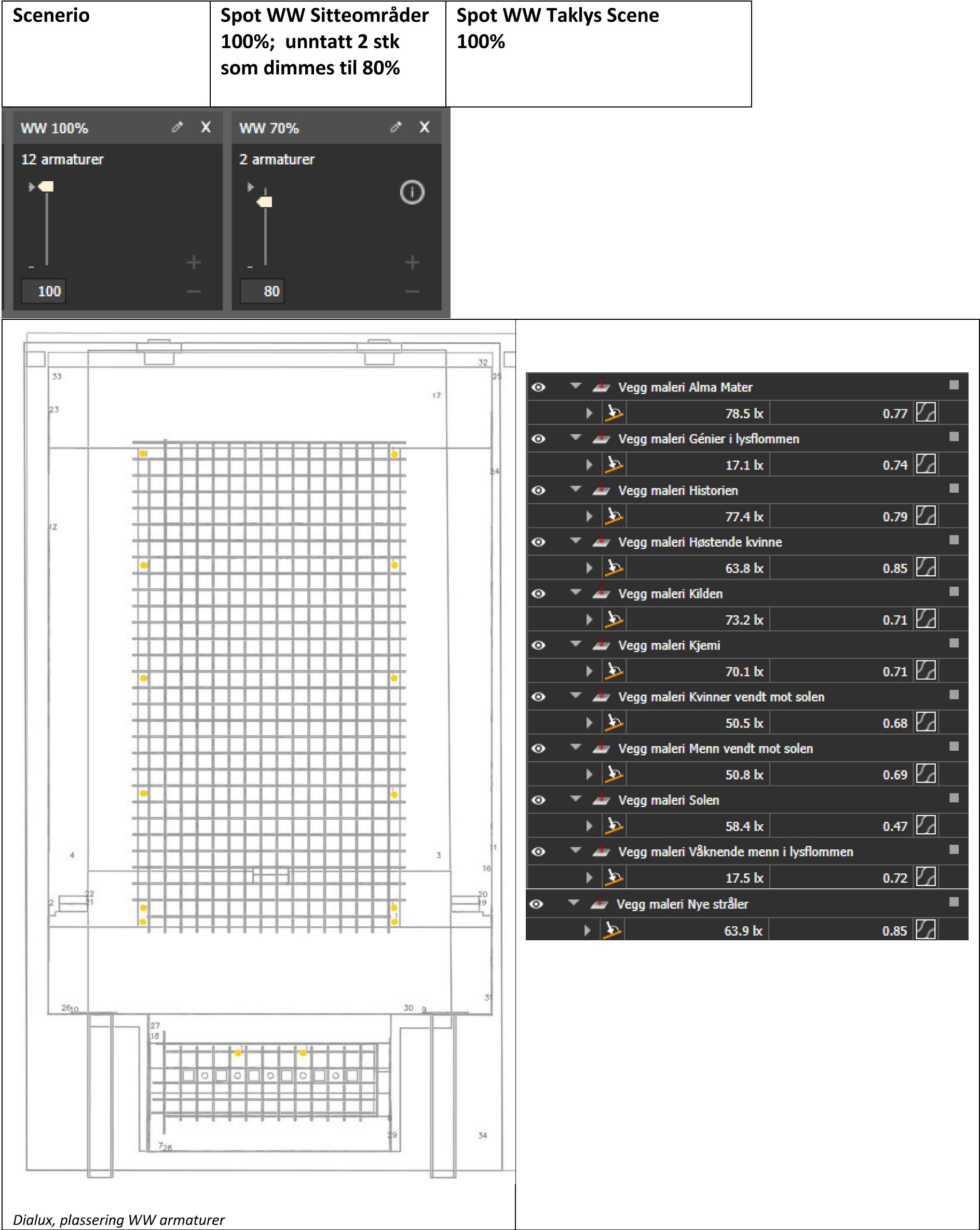
Generelt belysning			
	188 lx	0.46	
	13.8		

Beregningsflater:

Vegg maleri Alma Mater			
	78.5 lx	0.68	
Vegg maleri Génier i lysflommen			
	62.5 lx	0.84	
Vegg maleri Historien			
	77.8 lx	0.66	
Vegg maleri Høstende kvinne			
	62.9 lx	0.74	
Vegg maleri Kilden			
	49.2 lx	0.60	
Vegg maleri Kjemi			
	48.5 lx	0.60	
Vegg maleri Kvinner vendt mot solen			
	71.6 lx	0.57	
Vegg maleri Menn vendt mot solen			
	71.1 lx	0.59	
Vegg maleri Solen			
	97.7 lx	0.63	
Vegg maleri Våkneende menn i lysflommen			
	61.0 lx	0.84	
Vegg maleri Nye stråler			
	63.9 lx	0.73	

3.1.3 Maleri belysning

Beregningsresultater spot WW armaturer til å belyse malerier på vertikale overflater uten bakgrunnslys.



Dialux visualisering av plassering Erco spot armaturer med wall washer optikk til å belyse vertikale overflater.

LYSBEREGNINGSRESULTATER LYSSRISS: Spot WW armaturer til å belyse malerier på vertikale overflater uten bakgrunnslys.

Vegg maleri Kjemi: Midlere belysningsstyrke 70.1 lux Uniformitet 0,71



Vegg maleri Historien: Midlere belysningsstyrke 77.4 lux Uniformitet 0,79



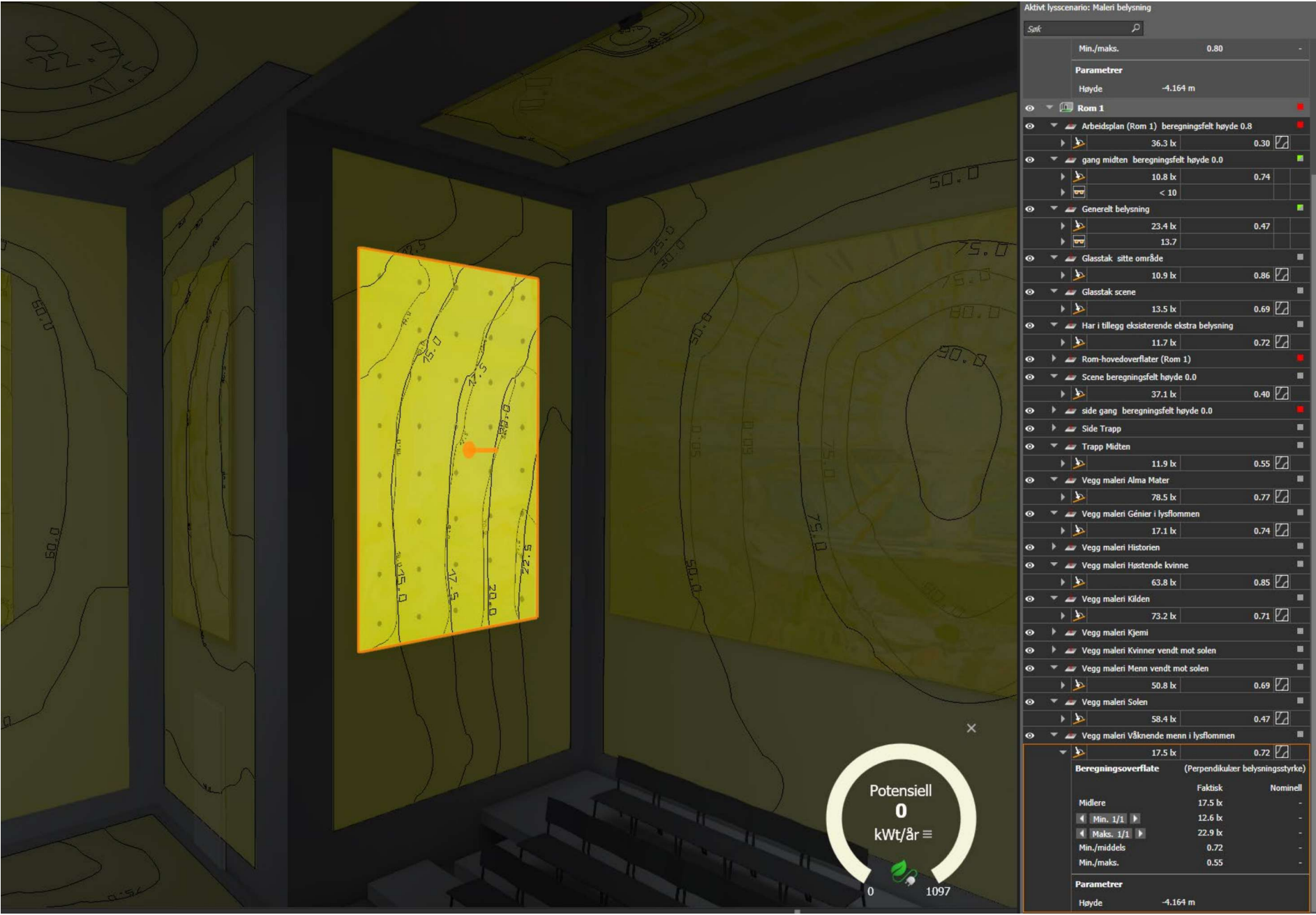
Vegg maleri Nye stråler: Midlere belysningsstyrke 63,9 lux Uniformitet 0,85



Vegg maleri Kvinner vendt mot solen: Midlere belysningsstyrke 50,5 lux Uniformitet 0,68 Vegg



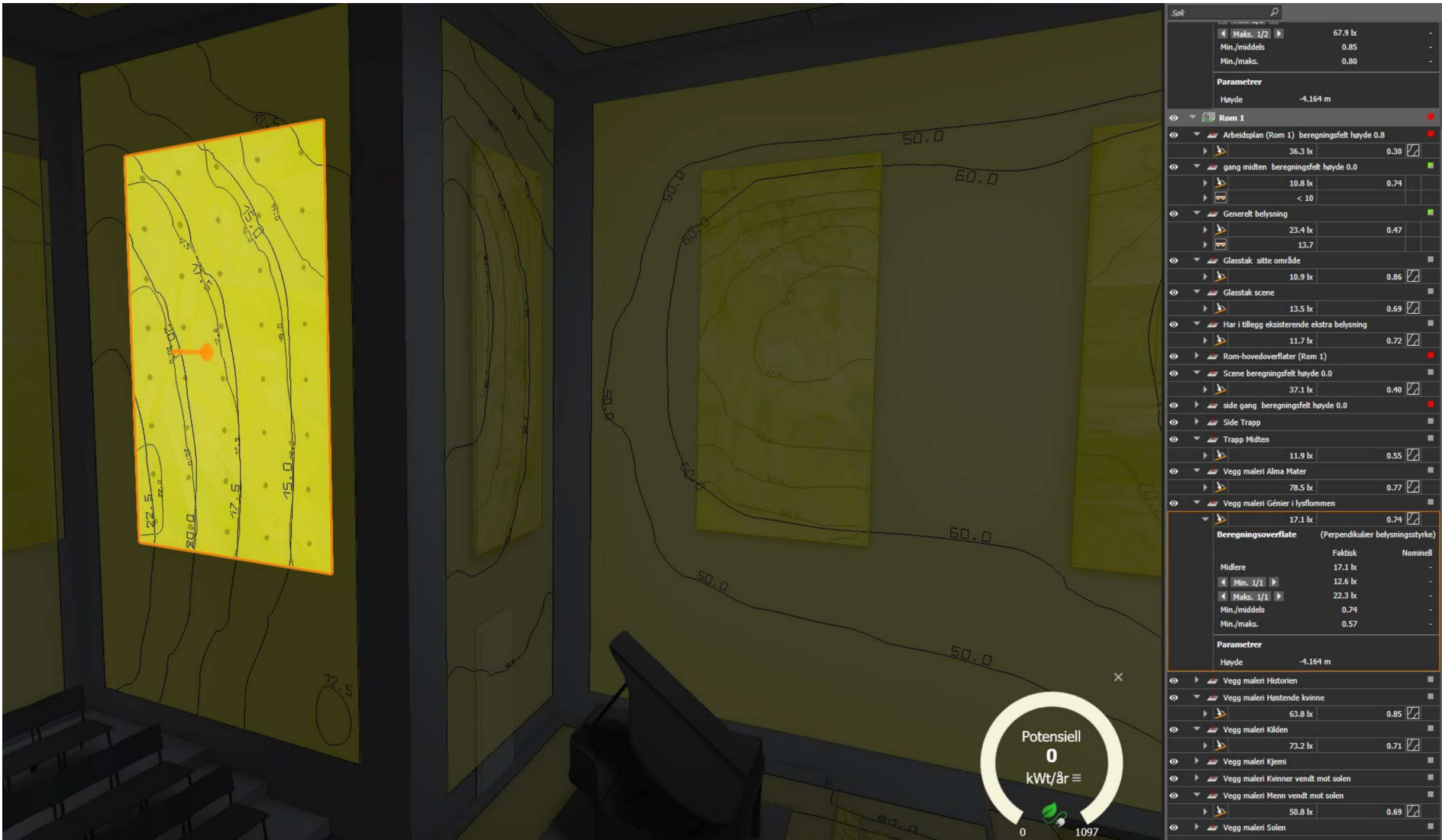
Vegg maleri Våkneende menn i lysflommen: Midlere belysningsstyrke 17,5 lux Uniformitet 0,72



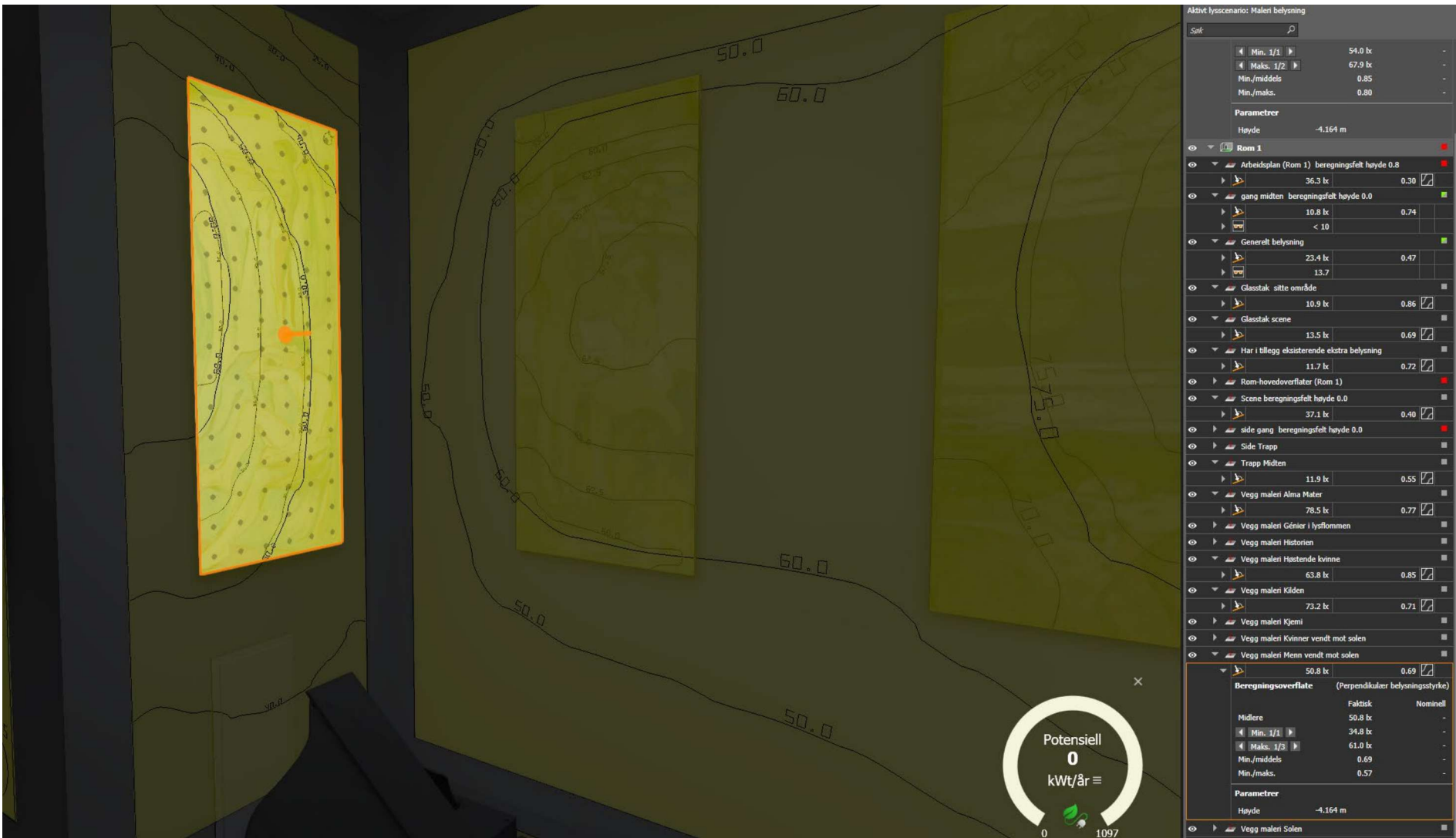
Vegg maleri Solen: Midlere belysningsstyrke 58,4 lux Uniformitet 0,47



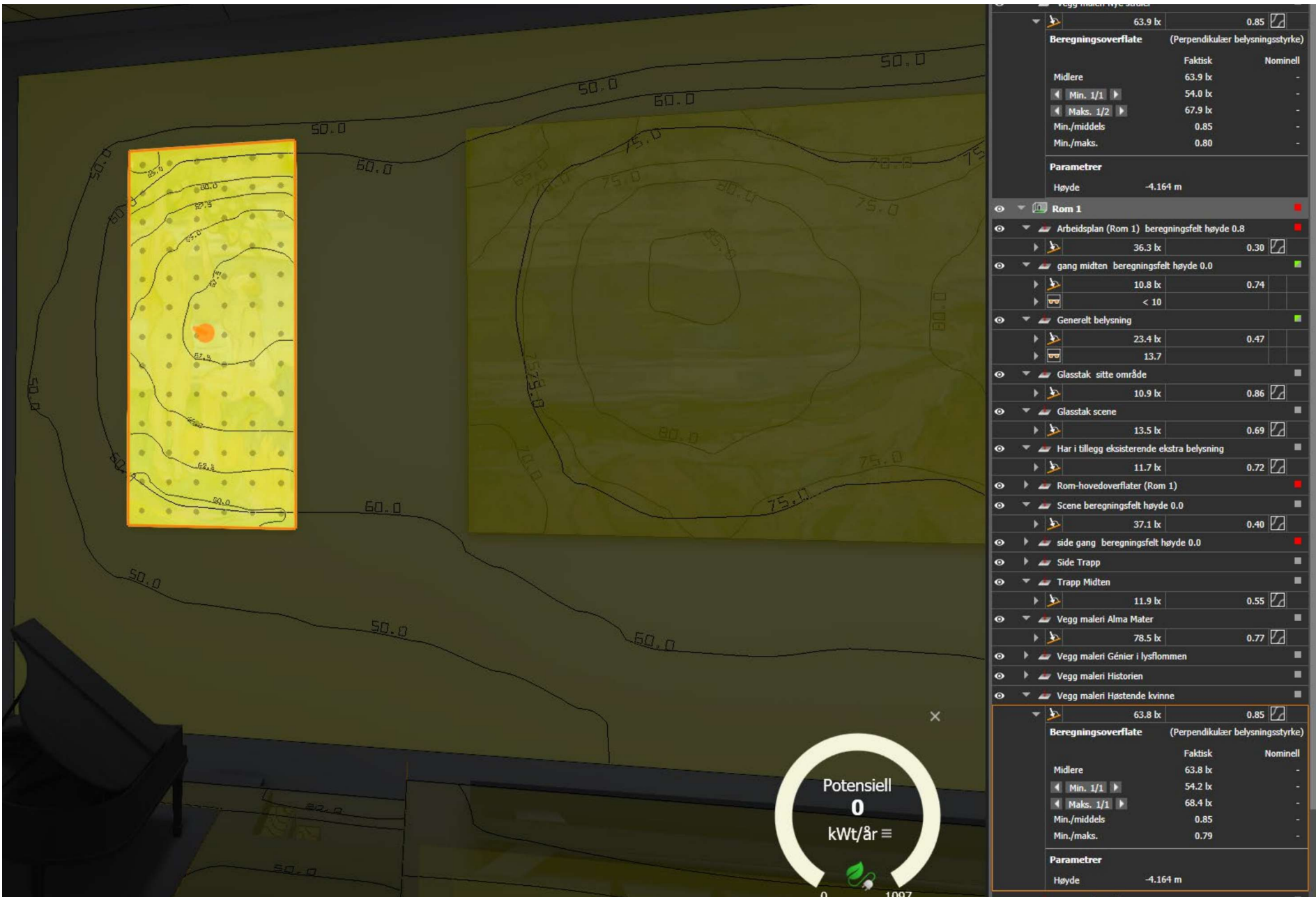
Vegg maleri Génier i lysflommen: Midlere belysningsstyrke 17,1 lux Uniformitet 0,74



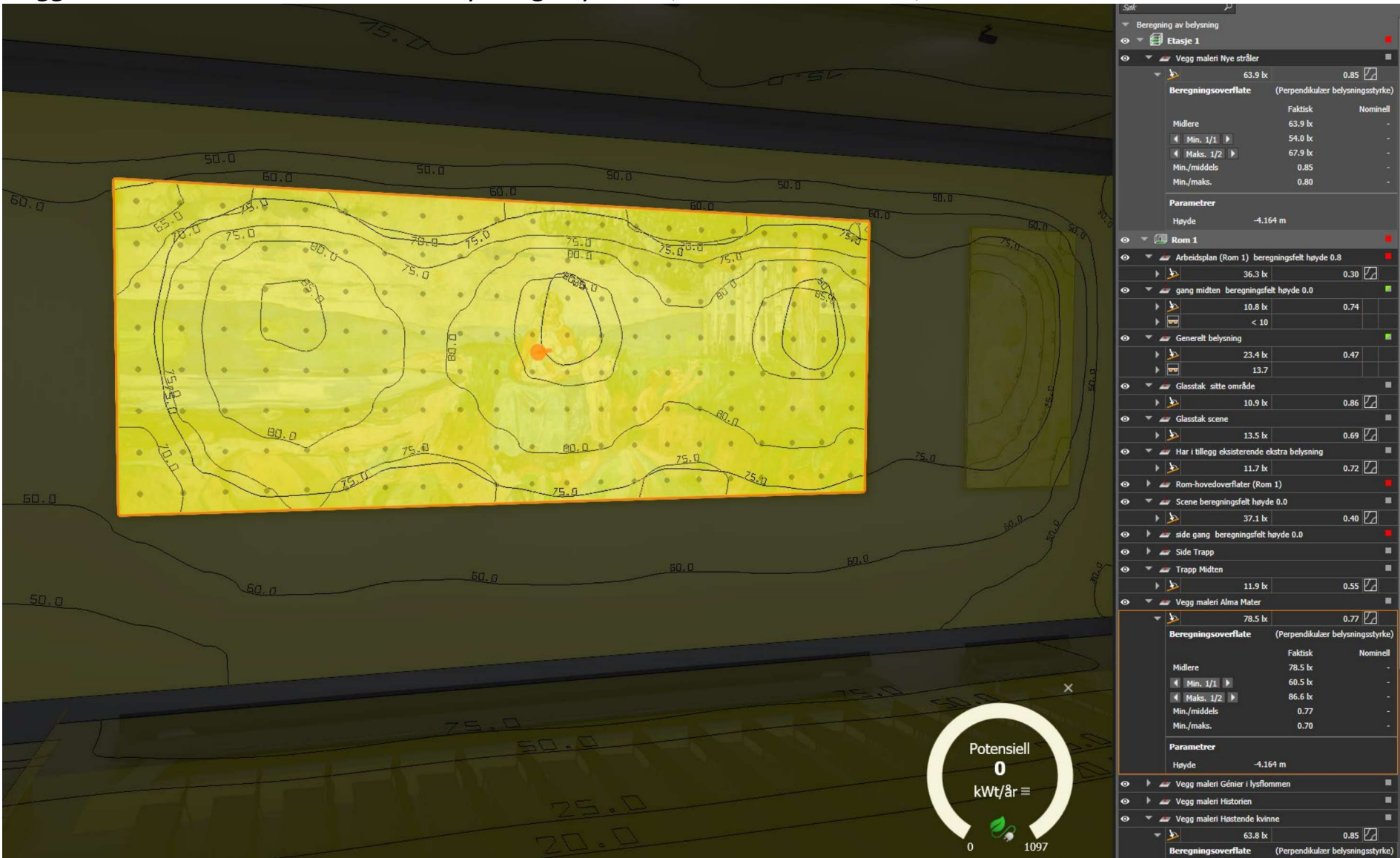
Vegg maleri Menn vendt mot solen: Midlere belysningsstyrke 50,8 lux Uniformitet 0,69



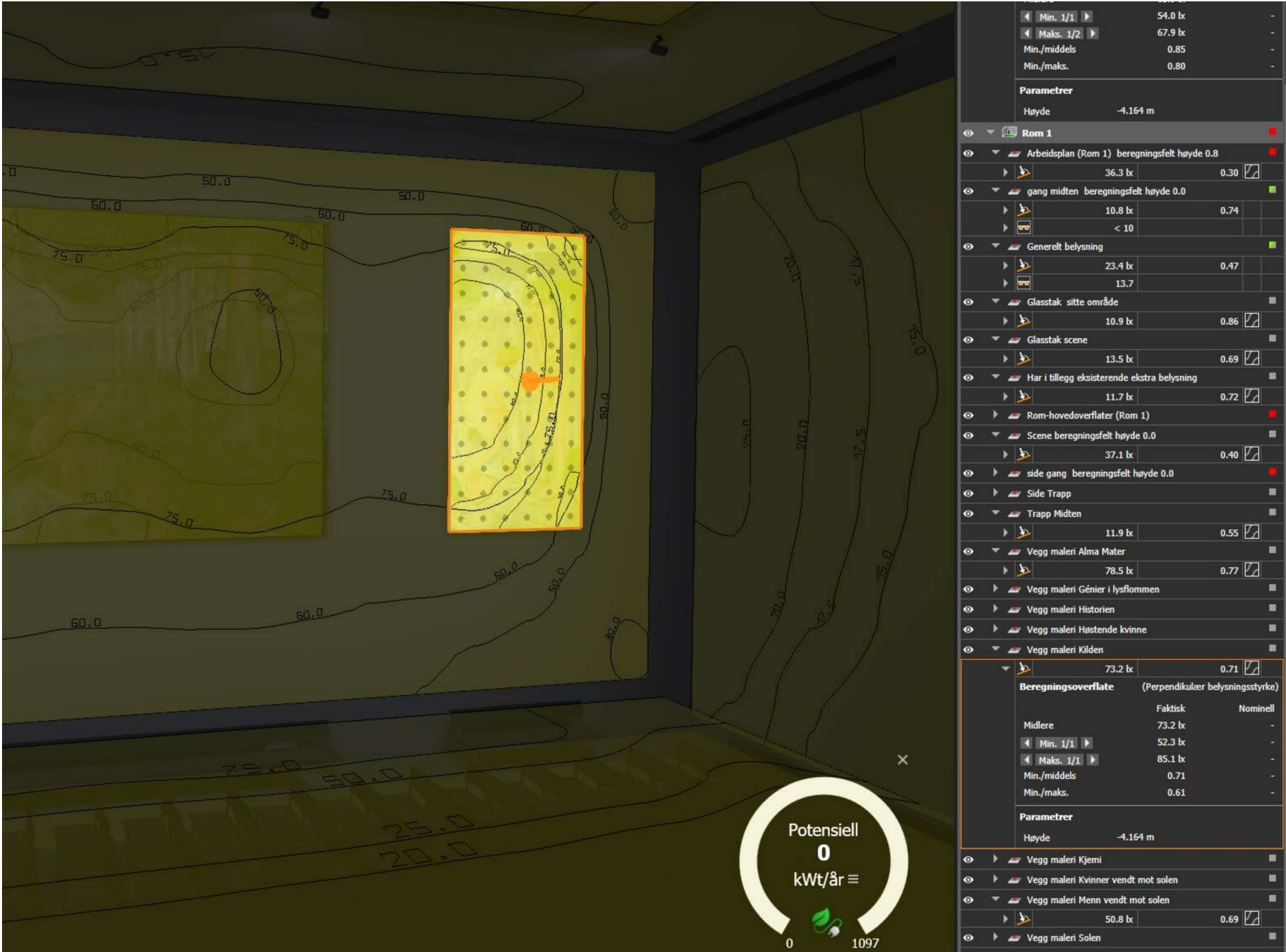
Vegg maleri Høstende kvinne: Midlere belysningsstyrke 63,8 lux Uniformitet 0,85



Vegg maleri Alma Mater: Midlere belysningsstyrke 78,5 lux Uniformitet 0,77



Vegg maleri Kilden: Midlere belysningsstyrke 73,2 lux Uniformitet 0,71



4 Systemtype: 442 Lysstyring

4.1 Innledning og systembeskrivelse

Eksisterende lysstyringsanlegg er basert på DMX og DALI-styring med kommunikasjonsenheter plassert i tavle på loft. Systemet er integrert med Crestron-styresystem for betjening, og brukes til scenestyring og generell belysning.

Ved oppgradering skal armaturer i glasstak byttes, og det vurderes følgende alternativer for lysstyring:

- DALI-2
- DMX
- Casambi Bluetooth

Oppgraderingen av armaturer og lysstyring skal sikre fleksibel scenestyring. Systemet bør være flimmerfritt og benytte drivere med høy kvalitet, da rommet brukes til film- og videoproduksjon. Løsningen bør kunne håndtere forhåndsdefinerte lysscenarioer og gi mulighet for justering av fargetemperaturer innen området 2500 K til 6000 K.

Følgende lysscenarioer ønskes vurdert som del av systemets funksjonalitet:

- Standard belysning: Fast fargetemperatur (3000 K), egnet for generell bruk.
- Justerbar fargetemperatur: Mulighet for å variere mellom 2500 K og 6000 K.
- Dynamisk lysstyring: Flytende lysendringer.
- Uniform vertikal vegg-vasking til å skape ideelle forhold for objektiv oppfatning av kunst
- Vaskelys: Funksjonell belysning som gir gode rengjøringsforhold.

Lysstyringen integreres med det eksisterende Crestron-styresystemet, slik at all betjening skjer via dagens kontrollpanel uten behov for utskifting.

4.2 Lysstyring

Oppdatert lysstyringsanlegg baseres på DALI-2, DMX eller Casambi -kommunikasjon mot alle lysarmaturer i to soner (over publikumsareal og scene). Systemet skal prosjekteres i henhold til minimumskrav angitt i NS 12464-1 og NS 11001-1, samt gjeldende publikasjoner fra Lyskultur.

Systemoppbygning og funksjonelle krav:

- Lysstyringen innpasses med eksisterende Crestron-styresystem.
- Systemet skal støtte 8 forhåndsdefinerte scenarioer med myke overganger.
- Lysstyring i tak: ett og ett felt.
- Benytte driver av høy kvalitet som gir stabilt lys uten flimmer.
- Lys styres av/på via bryter.
- Lysnivå reguleres med konstantregulering eller trinnløst opp/ned via Crestron-styresystem.
- Hver sone bør ha lokal betjening for dimming.
- Lysnivå skal låses i valgt posisjon ved manuell styring, og huskes ved av- og påslag.
- Ingen tilstedeværelsesdetektor eller automatisk styring.
- Ved brann skal brannalarm via SD-anlegg styre alt lys til programmert 100%.
- Dette nivået tilsvarer omtrent 80% av armaturenes fysiske kapasitet, ettersom maks lys er definert som en begrenset, programmert verdi for kunstbevaring.

4.3 Sammenligning av lysstyringssystemer

Egenskap	DALI-2	DMX	Bluetooth Casambi
Primærbruk	Bygningsbelysning med utvidet funksjonalitet Dimmes ned til 1%	Scene-, teater-, konsert- og effektbelysning Dimmes under 1%	Smarte bygg, retrofit, mindre og mellomstore prosjekter. Basert på DALI-2 Dimmes ned til 1%
Fleksibilitet	Høy (soner, grupper og adressering)	Svært høy for dynamikk/farger	Høy – fleksibel gruppering og scenariostyring via app
Kommunikasjon	Kablet	Kablet	Mesh-nettverk, ingen kabling nødvendig
Trådløs støtte	Ikke innebygd - krever tredjepartsløsning	Ja - via trådløse DMX-løsninger (W-DMX, CRMX)	Ja - innebygd trådløs kommunikasjon via Bluetooth mesh
Topologi	Fleksibel (serie/stjerne), multi-master, maks 64 armaturer per linje	Daisy chain, maks 32 armaturer per linje	Mesh-nettverk, ingen kabling nødvendig.
Skalerbarhet	Fra rom til hele bygg	Prosjekter med mange armaturer, show	Fra enkeltrom til mellomstore bygg
Interoperabilitet	Standardisert, leverandøruavhengig	Bransjestandard innen scenelys	Begrenset
Fordeler	Robust, velprøvd, fleksibelt. Støtter toveis kommunikasjon og sensorer.	Dynamiske lyseffekter, rask respons. Enkel programmering.	Trådløs, enkel installasjon og styring via app. God for retrofit og fleksible løsninger
Begrensninger	Lav overføringshastighet, ikke godt egnet for dynamiske kjøringer. Kan forbedres med fading time. Krever noe mer programmering ved oppsett.	Begrensning på 32 enheter per linje. Ikke egnet for generell bygningsbelysning.	Mesh-nettverk krever god dekning. Begrenset presisjon ved fargestyring. Ikke like egnet for store installasjoner.
Nordlys-effekt	DT8 (en utvidelse i DALI-2-standard) muliggjør myke fargeoverganger, men er ikke optimalt	Svært godt egnet – rask og presis fargestyring	Mulig – støtter sekvenser og fargevariasjon, men begrenset kontroll sammenlignet med DMX

5 Status og anbefalinger

DALI-2 anbefales for generell belysningsstyring, da det gir toveis kommunikasjon og er en åpen standard som fungerer på tvers av produsenter.

For dynamiske lyseffekter der lysskift utføres med publikum i salen, er DMX det riktige valget, siden det gir rask og presis kontroll over farger og intensitet. DALI egner seg best til funksjonell og arkitektonisk belysning, mens DMX brukes til scenelys og visuelle effekter.

UiO må avklare internt hvilke lysstyringssystem som velges, og hvilke scenarier som må oppfylles.

For å sikre flimmerfri belysning, anbefales det å benytte drivere med en PWM-frekvens på minst 25 kHz. Flimmer er mest synlig når lyset er dimmet til rundt 50 %, så det anbefales å teste ved dette nivået.

Det anbefales en prøvemontasje og prøvelyssetting av de to ulike alternativene samt malerily (stag innfesting mm).

Det har vært utfordrende å få tak i realister kalkuler, dette må gjennomgås i felleskap med UiO.

Flimmer ved dimming må måles og evalueres før løsning velges og endelig installasjon.

Det anbefales også å invitere for eksempel NRK med kamera for å sammenligne lysnivåer i kamera.

Løsning må presenteres og godkjennes av Riksantikvar (gjelder funksjonsbelysning og maleribelysning).

Vi anbefaler å montere alle alternativene for å se på resultatet. Det er en stor forskjell i kostnad, både selve armatur og montasjeomfanget.

Alternativ 2 er best på kontroll av lysfordeling i beregningen, og kontrollert lys utslippet mot malerier y lysberegning, men selve opplevelsen i rommet må undersøkes med plexiglassplatene. Den estetiske opplevelsen av takkonstruksjonen vil kanskje oppleves helt forskjellig.

Alle prosjektets lysarmaturer er spesial-armaturer. Armaturer for maleribelysning har spesial-stag, alternativ 1 er spesial enten det er LEDlinear eller LEDkit fra leverandør, og Cieluma er et spesialprodukt. Leveringstid på disse produktene er min. 6-8, det er realistisk med nærmere 8-12 uker.

6 Vedlegg

-Vedlegg 1: Rev 01 10270630 Lysberegning alternativ 1.pdf

-Vedlegg2: Rev 01 10270630 Lysberegning alternativ 2.pdf