

DEL C2 FUNKSJONSBESKRIVELSE

Utskifting av belysningsanlegg til LED-belysning med DALI-2 og KNX-basert lysstyring

Totalentreprise NS 8407

Revisjon A

Dokumenthistorikk

22.10.2026 Rev. A – Sluttbearbeidet konkurransegrunnlag.

Hovedkapitteloversikt

1. [Orientering og entrepriseomfang](#)
2. [Felles krav og totalentreprenørens ansvar](#)
3. [Prosjektering og myndighetskrav](#)
4. [Elektroinstallasjoner og kabling](#)
5. [Belysningsanlegg](#)
6. [Lysstyring – KNX/DALI-2](#)
7. [Nødlys](#)
8. [Integrasjoner, SD og energimåling](#)
9. [Utførelse og gjennomføring](#)
10. [Testing, prøvedrift og overtakelse](#)
11. [Dokumentasjon, FDV og opplæring](#)

KAPITTEL 1 – Orientering og entrepriseomfang

1.1 Orientering

Prosjektet omfatter prosjektering, levering, montering, programmering, testing og idriftsettelse av et komplett LED-belysningsanlegg ved Halden videregående skole. Anlegget skal baseres på DALI-2 og integreres med eksisterende KNX- og SD-anlegg. Eksisterende funksjoner skal opprettholdes gjennom gjennomføringsperioden. Eksisterende LED-belysning i gymsalen skal kartlegges og videreføres i samsvar med punkt 1.2.3 og 6.10.

Det skal benyttes komponenter og utstyr fra anerkjente leverandører med som sikrer god tilgang til reservedeler og utstyr for senere komplettering.

1.2 Entrepriseomfang

1.2.1 Omfang

Entreprisen omfatter et komplett og funksjonsdyktig LED-belysningsanlegg med DALI-2-basert armaturstyring, KNX-basert romstyring, sensorer, nødllys, energimåling, SD-integrasjon, nødvendig kabling og tilhørende bygningsmessige arbeider. Leveransen inkluderer prosjektering, montering, programmering, testing, dokumentasjon, opplæring og idriftsettelse samt alle øvrige ytelser som er nødvendige for å oppfylle kontraktsdokumentenes funksjonskrav. Eksisterende lysarmaturer, styringskomponenter og kabelanlegg som betjener belysningsanlegget, skal demonteres i sin helhet, med unntak av komponenter og kabelanlegg som denne funksjonsbeskrivelsen uttrykkelig angir skal beholdes eller gjenbrukes. Nyere LED-armaturer skal demonteres med tanke på gjenbruk og lagres på plass anvist av byggherren.

Bygg-D er ikke i bruk og videre bruk er under utredning. Innvendig belysning og funksjonalitet beholdes slik som det er. Nød og ledelys skiftes ut slik at det oppfyller alle krav som beskrevet.

1.2.2 Kartlegging av eksisterende anlegg

Før prosjektering skal entreprenøren gjennomføre kartlegging av eksisterende belysningsanlegg, KNX-anlegg, fordelinger, føringsveier, SD-integrasjon, nødlysanlegg, gymsalens eksisterende LED-belysning og nettverk for integrasjon mot SD. Kartleggingen skal dokumenteres og benyttes som grunnlag for prosjektering og videreføring av eksisterende funksjonalitet. Anbudsbefaring vil bli gjennomført.

1.2.3 Gymsal

Eksisterende LED-armaturer i gymsalen skal beholdes og videreføres. Eksisterende relebasert lysstyring skal integreres mot nytt KNX-anlegg, og lyset skal betjenes fra brytere på dagens plassering. Krav til integrasjon og betjening fremgår også av punkt 6.10.

1.2.4 Utebelysning

Eksisterende utvendige armaturer skal skiftes ut med nye armaturer av tilsvarende type og funksjon. Dette omfatter blant annet mastarmaturer, veggarmaturer og pullertarmaturer. Alle nye armaturer skal tilhøre samme produkt- eller designserie fra samme produsent, slik at anlegget fremstår med et enhetlig og helhetlig designuttrykk. Armaturene skal ha lik formgivning,

materialbruk, farge og visuell identitet, samtidig som de oppfyller krav til belysningsnivå, energieffektivitet og levetid.

Utvendig belysning skal utføres med LED-lyskilder med fargetemperatur 3000 K eller lavere. For å redusere lysforurensning og påvirkning på naturmiljøet skal det benyttes varmhvitt lys med begrenset innhold av blå bølglengder.

Alle armaturer skal velges i samråd med byggherren og være gjenstand for byggherrens godkjenning. Det forutsettes at det leveres armaturer av anerkjent fabrikat med høy teknisk kvalitet, lang forventet levetid og et designmessig uttrykk som er tilpasset byggets arkitektur. Byggherren forventer en gjennomgående høy standard med hensyn til både estetikk, materialkvalitet og utførelse.

Armaturene styres i dag over releer fra SD og styringen beholdes, eksisterende kabelanlegg og master gjenbrukes.

Armaturene skal tilfredsstillende alle relevante krav som er spesifisert i de forskjellige kapitlene.

1.2.5 Bygningsmessige arbeider

Totalentreprenøren skal i tilbudet medta og prise alle nødvendige arbeider, fag og ytelser som av kontraktsdokumentene, samt forhold som med rimelighet kunne vært avdekket ved tilbudsbehandling og kartlegging. Totalentreprenøren har ansvar for å identifisere, koordinere og inkludere alle berørte fag som er nødvendige for en komplett, funksjonsdyktig og ferdigstilt leveranse, også der arbeidene ikke er særskilt beskrevet. Dette omfatter blant annet hulltaking, branntetting, tilpasning, demontering og reetablering av himlinger, komplettering av føringsveier, overflatearbeider, merking og øvrige bygningsmessige eller tekniske hjelpearbeider. Alle slike arbeider, og kostnader skal inngå i kontraktsytelsen og være inkludert i tilbudssummen. Endringer bestilt skriftlig av byggherren og uforutsette fysiske forhold håndteres etter kontraktens regler.

1.2.6 Skole i drift

Krav til planlegging og gjennomføring mens skolen er i drift, herunder arbeidstider, logistikk, varsling, sikkerhet og koordinering, fremgår samlet av punkt 9.12. Alle nødvendige tiltak og kostnader for å oppfylle disse kravene skal inngå i entreprisen.

KAPITTEL 2 – Felles krav og totalentreprenørens ansvar

2.1 Kontraktsform

Entreprisen gjennomføres som totalentreprise etter NS 8407. Totalentreprenøren har det samlede kontraktsansvaret for leveransen og for koordinering av rådgivere, leverandører og underentreprenører.

2.2 Funksjonsansvar

Totalentreprenøren har det samlede ansvaret for prosjektering, koordinering og levering av et komplett anlegg som oppfyller kontraktsdokumentenes krav til funksjon, kapasitet, driftssikkerhet og integrasjon. Ansvarer omfatter også ytelser fra rådgivere, leverandører og underentreprenører samt koordinering mot byggherren, skolens driftspersonell, SD-leverandør og øvrige entreprenører.

2.3 Eksisterende KNX-anlegg

Eksisterende KNX-anlegg skal videreføres. Ved oppstart av prosjekteringen vil eksisterende ETS-fil bli overlevert av byggherren. Entreprenøren skal gjennomføre statuskontroll av eksisterende funksjoner og dokumentere disse i en overtakelsesprotokoll. Eksisterende funksjonalitet skal opprettholdes gjennom hele byggeperioden og verifiseres før overtakelse.

2.4 Integrasjon mot SD-anlegg og andre tekniske systemer

Entreprenøren har ansvar for alle grensesnitt mot eksisterende SD-anlegg. Nødvendig underlag, BACnet-objekter, punktlister, funksjonsbeskrivelser og dokumentasjon skal oversendes byggherrens SD-leverandør i god tid før integrasjon og testing.

Anlegget skal også integreres mot brannvarslingsanlegg og andre tekniske systemer som har integrasjon mot lysstyring og belysning.

Det skal gjennomføres en Fullskala test før overlevering, og entreprenør må inkludere dette i tilbudet samt oppfølging slik at alle kriterier og integrasjoner er oppfylt.

KAPITTEL 3 – Prosjektering og myndighetskrav

3.1 Generelt

Prosjektering, levering, utførelse, testing og dokumentasjon skal tilfredsstillende gjeldende lover, forskrifter, normer og standarder som gjelder på kontrakts- og utførelsestidspunktet. Dersom kravene i denne funksjonsbeskrivelsen stiller strengere krav enn refererte standarder eller veiledninger, skal kravene i funksjonsbeskrivelsen legges til grunn. Entreprenøren plikter å holde seg orientert om relevante regelverksendringer gjennom kontraktsperioden.

3.2 Lover og forskrifter

Anlegget skal minimum tilfredsstillende kravene i Plan- og bygningsloven, TEK17, FEL, FSE, Arbeidsmiljøloven, Byggherreforskriften, Forskrift om brannforebygging og øvrige relevante offentlige krav og myndighetsbestemmelser.

3.3 Standarder

Prosjektering, utførelse, kontroll og dokumentasjon skal minimum gjennomføres i samsvar med NS 8407, NEK 400:2026, IEC 62386 (DALI-2), NS-EN 12464-1:2021, NS-EN 1838:2024, NEK-EN 50171:2024, EN 60598-2-22, NS 11001, og ANSI/ASHRAE Standard 135 (BACnet). Ved motstrid mellom standarder skal løsningen som gir høyest kvalitet, sikkerhet og funksjonalitet legges til grunn.

3.4 Universell utforming

Belysningsanlegget skal prosjekteres med hensyn til universell utforming. Det skal legges vekt på god orienterbarhet, tilstrekkelig kontrastvirkning, begrensning av blending, likeverdig bruk for personer med nedsatt synsevne og gode lysforhold i kommunikasjonsarealer og rømningsveier.

Prosjektering og utførelse skal være i henhold til gjeldende utgaver av relevante publikasjoner fra Lyskultur, herunder Publikasjon 20 Lys i læringsmiljø og Publikasjon 12 Kontorbelysning der disse er relevante for prosjektet.

3.5 Oppdatering av himlingsplaner

Vedlagte DWG-himlingsplaner fra 2019 skal benyttes som tilgjengelig underlag, men kan ikke legges til grunn som komplett eller ajourført dokumentasjon. Totalentreprenøren skal kontrollere planene mot eksisterende forhold og øvrig kontraktsgrunnlag samt oppdatere dem i nødvendig omfang.

Oppdateringen skal omfatte plassering og koordinering av belysningsarmaturer, nødlis, sensorer, betjeningsutstyr og øvrige tekniske installasjoner som påvirker himlingen. Planene skal koordineres mot blant annet ventilasjon, sprinkler, brannalarm, AV-utstyr, himlingstyper og bygningsmessige forhold.

Totalentreprenøren har ansvar for oppmåling, kontroll, tverrfaglig koordinering, prosjektering og nødvendige avklaringer. Avvik mellom DWG-underlaget og eksisterende forhold skal innarbeides uten at dette reduserer totalentreprenørens funksjons- eller prosjekteringsansvar.

Oppdaterte arbeidstegninger skal forelegges byggherren før utførelse. Endelige planer skal leveres som «som bygget»-dokumentasjon i DWG- og PDF-format som del av FDV-leveransen.

3.6 Dokumentasjon av samsvar

Entreprenøren skal dokumentere samsvar med kravene i dette kapitlet. Samsvarsdokumentasjonen skal inngå i den samlede FDV-leveransen som er spesifisert i kapittel 11.

3.7 Avvik fra standarder

Eventuelle avvik fra standarder, preaksepterte løsninger eller etablert praksis skal beskrives skriftlig, risiko- og konsekvensvurderes, dokumenteres og godkjennes av byggherren før utførelse. Manglende godkjenning fritar ikke entreprenøren for funksjonsansvaret.

3.8 Prioritet mellom dokumenter

Ved motstrid mellom kontraktsdokumenter gjelder følgende prioritetsrekkefølge: 1. Signert kontrakt. 2. Særlige kontraktsbestemmelser. 3. Denne funksjonsbeskrivelsen. 4. ØFK Tekniske krav – D44 Lys. 5. Tegninger og skjemaer. 6. Entreprenørens tilbud. 7. Refererte standarder og veiledninger. Prioritetsrekkefølgen gjelder når krav ikke kan oppfylles samtidig. D44 Lys gjelder i tillegg som minstekrav for forhold som ikke er særskilt regulert i dokumenter med høyere prioritet. Et strengere krav i et dokument med lavere prioritet gjelder ikke automatisk dersom det strider mot et høyere prioritert dokument. Avvik, motstrid eller uklarheter skal avklares skriftlig med byggherren før tilbudsfristen.

KAPITTEL 4 – Elektroinstallasjoner og kabling

4.1 Generelt

Utførelsen skal planlegges og gjennomføres slik at anlegget får høy driftssikkerhet, god tilgjengelighet for vedlikehold og lang levetid. Installasjonene skal fremstå ryddige, robuste og tilpasset skolemiljø med høy bruk og belastning.

4.2 Føringsveier og kabelføring

Kabelføringer og forlegninger skal utføres skjult der dette er praktisk mulig. Eksisterende røranlegg og føringsveier skal gjenbrukes der dette er hensiktsmessig. Nye føringsveier skal utføres som komplette systemløsninger med nødvendige fabrikklagde bend, T-stykker, hjørner og avslutninger.

4.3 Kabling til armaturer

Kabling til armaturer skal så langt som mulig utføres med prefabrikkerte kablingssystemer. Kablingssystemet skal inkludere både kraftforsyning og DALI-bus i samme system. Løsningen skal bidra til enkel montasje, utskifting og fremtidige endringer. Eksisterende kabelanlegg skal skiftes ut i sin helhet og skal ikke gjenbrukes uten skriftlig avtale med byggherren. Eksisterende kabelanlegg skal rives av entreprenøren og inkluderes i tilbudet.

4.4 KNX- og DALI-installasjoner

Kabling og komponentplassering for KNX og DALI skal utføres slik at anlegget er oversiktlig, servicevennlig og lett å utvide. Alle DALI-gatewayer, reléaktuatorer og øvrige aktuatorer skal plasseres i etablerte fordelinger. Komponenter skal merkes entydig og samsvare med levert dokumentasjon.

KAPITTEL 5 – Belysningsanlegg

5.1 Generelt

Belysningsanlegget skal prosjekteres og utføres som et energieffektivt, driftssikkert og fleksibelt anlegg tilpasset skolens undervisningsvirksomhet. Anlegget skal gi gode visuelle forhold for elever, ansatte og besøkende. Løsningen skal være uavhengig av fast møblering og tåle fremtidige endringer i rombruk uten vesentlige ombygginger.

Belysningsanlegget skal prosjekteres og dimensjoneres med hensyn til en lystilbakegang på minimum 20 %. Dette innebærer at armaturvalg, antall armaturer og lysberegninger skal ta høyde for reduksjon i lysytelse som følge av aldring av lyskilder, armaturer og tilsmussing over tid. Krav til belysningsnivå og jevnhet skal være oppfylt ved anleggets vedlikeholdsfaktor (MF), slik at de prosjekterte lysnivåene fortsatt tilfredsstiller gjeldende krav etter en forventet lystilbakegang på 20 %. Ved overlevering skal entreprenøren dokumentere at belysningsanlegget er dimensjonert i henhold til disse forutsetningene.

Produktinformasjon på valgte lysarmaturer skal fremlegges for gjennomgang og godkjenning for BH i god tid før bestilling.

5.2 Lyskvalitet

Entreprenøren skal utføre nødvendige lysberegninger som grunnlag for prosjektering og dokumentasjon. Belysningen skal være jevnt fordelt og dimensjoneres slik at krav til belysningsstyrke, uniformitet og blendingskontroll opprettholdes ved normale endringer i møblering og innredning.

5.3 Belysningsnivåer

Undervisningsrom, bibliotek, kontorer og tilsvarende arealer skal prosjekteres for en opprettholdt gjennomsnittlig belysningsstyrke på 500 lux på relevant arbeidsplan. Beregningsflate, randsoner, reflektansverdier og vedlikeholdsfaktor skal dokumenteres i lysberegningene og være i samsvar med NS-EN 12464-1:2021 og prosjektets faktiske overflater. Tavler, whiteboard og undervisningsflater skal ha opprettholdt gjennomsnittlig belysningsstyrke på minimum 500 lux og uniformitet U_o på minimum 0,80.

5.4 Armaturer

LED-armaturene skal oppfylle prosjekterte krav til belysningsstyrke, uniformitet og blendingskontroll og ha systemeffektivitet på minimum 130 lm/W, levetid på minimum L80/B10 100 000 timer, MacAdam 3 eller bedre og fargegjengivelse på minimum CRI/Ra 80. Generelle undervisningsarealer skal prosjekteres med 3000 K. UGR skal ikke overstige 19 i undervisningsrom og grupperom. Reservedeler og compatible komponenter skal være tilgjengelige i minimum 10 år.

Kvalitets- og materialkrav: Alle armaturer, drivere, sensorer og styringskomponenter skal være CE-merket, dokumentert for tiltenkt bruk og levert med produktdatablad, samsvarserklæring og tredjepartsverifiserte ytelsesdata der relevant standard finnes. Armaturhus og bærende deler skal bestå av korrosjonsbestandige, bestandige og resirkulerbare materialer tilpasset aktuelt miljø. Armaturene skal være konstruert for demontering uten destruktive inngrep, og utskiftbare komponenter, herunder LED-modul, driver, optikk og tilkoblingskomponenter, skal

kunne skiftes separat med ordinært håndverktøy. Entreprenøren skal før bestilling dokumentere oppfyllelse av kravene.

Miljøskadelige stoffer: Produkter og materialer som inngår i leveransen, skal ikke inneholde stoffer på REACH-kandidatlisten i konsentrasjoner over 0,1 vektprosent, med mindre byggherren på forhånd har gitt skriftlig godkjenning etter dokumentert vurdering av at likeverdig alternativ ikke finnes. Produktene skal oppfylle gjeldende RoHS-krav og være uten tilsatt kvikksølv, bly, kadmium, seksverdig krom, PBB og PBDE utover tillatte grenseverdier. Halogenerte flammehemmere og ftalater klassifisert som reproduksjonsskadelige skal ikke være tilsatt. Entreprenøren skal før bestilling levere signert stoffdeklarasjon, dokumentasjon på REACH- og RoHS-samsvar samt SCIP-nummer for produkter der dette er påkrevd.

Dokumentert materialinnhold: For armaturhus og andre metalleder skal samlet andel resirkulert råvare være minimum 30 vektprosent, beregnet for produktet og dokumentert ved EPD, produsenterklæring eller tilsvarende verifiserbar dokumentasjon. Plastdeler med masse over 25 gram skal være materialmerket etter relevant ISO-standard. Materialer skal kunne separeres i rene fraksjoner ved endt levetid.

5.5 Robusthet og vedlikehold

Armaturer i elevarealer skal være robuste og egnet for skolemiljø. IK08 skal legges til grunn i undervisnings- og grupperom. IK10 skal legges til grunn i gymsal, fellesarealer, utendørs og andre utsatte områder.

5.6 Montering

Armaturer skal i størst mulig grad monteres innfelt i himling. Dersom innfelt montasje ikke er mulig i eksisterende himling, kan utenpåliggende montering tett mot himling aksepteres. Armaturplassering skal koordineres mot øvrige tekniske installasjoner slik at funksjon, service grad, levetid osv. ikke forringes.

5.7 Universell utforming

Krav til universell utforming fremgår av punkt 3.4. Belysningsanlegget skal særlig bidra til god orienterbarhet og visuell komfort for alle brukere.

5.8 Krav til vedlikehold og renhold

Åpne armaturer og armaturer med støvsamlende utførelse skal unngås. Raster og blendingsskjermer skal kunne demonteres for rengjøring og vedlikehold.

5.9 Krav til armaturutskifting

Løsningen skal utformes slik at driftspersonell enkelt kan identifisere, adressere og erstatte armaturer. Prosedyre skal beskrives i FDV.

Omprogrammering – «blinke ut armaturer» – skal kunne utføres med ulisensiert programvare, fortrinnsvis via innebygd webserver i DALI-2-gateway. Funksjonen skal kunne benyttes av driftstekniker eller serviceelektriker, og prosedyren skal inngå i FDV-dokumentasjonen. DALI-2-gateway skal kobles til byggherrens tekniske nett via Ethernet. Byggherren tildeler IP-adresser. Driftsmeldinger og status skal overføres til SD-anlegget. For fordelinger uten eksisterende nettverkstilknytning skal entreprenøren etablere komplett permanent Ethernet-forbindelse

frem til hvert gatewaypunkt, inkludert nødvendig kabling, terminering, merking, testing og dokumentasjon. Aktivt nettverksutstyr og konfigurering av byggherrens nettverk inngår ikke, med mindre dette bestilles særskilt.

5.10 Krav til lysberegninger og dokumentasjon

Lysberegninger skal dokumentere belysningsstyrke, uniformitet, blendingskontroll, effektbehov og energiytelse.

5.11 Power over Ethernet (PoE)

PoE skal ikke benyttes til å drive lysarmaturer. Ved bruk av POE på andre komponenter må dette avklares skriftlig med BH

5.12 Betjeningsutstyr.

Betjeningsutstyr skal være intuitivt og enkelt å bruke. Betjeningsutstyr i rom av samme type skal ha lik utforming, funksjon og merkestruktur. Ved hver inngang til rommet skal det monteres trykknapper, og funksjonen skal fremgå tydelig med tekst eller symboler.

KAPITTEL 6 – Lysstyring – KNX/DALI-2

6.1 Generelt

Lysstyringsanlegget skal være basert på åpne, standardiserte og fremtidsrettede systemer. KNX skal benyttes som overordnet romstyringssystem og DALI-2 skal benyttes som armaturprotokoll.

Det vektlegges at anlegget må være fremtidsrettet og klargjort for endringer og oppdateringer som kan forventes på en skole. Det er forventet at man fokuserer på datasikkerhet og BH forventer at man har fokus på slike momenter ved prosjektering og at man f.eks benytter KNX Secure funksjonalitet på anlegget

6.2 Systemarkitektur

Styringssystemet skal være desentralisert. Det skal ikke benyttes sentral logisk styreenhet eller PLS. All kommunikasjon skal være kablet og batteridrevne styringskomponenter tillates ikke. Alle styrende komponenter som releer og gatewayer skal plasseres i fordelinger og ikke plasseres ute i anlegget.

6.3 KNX-anlegg

Eksisterende KNX-anlegg skal videreføres. Hver KNX-buslinje skal ved ferdigstilling ha minst 12 ledige deltakeradresser og skal samtidig ikke belastes med mer enn 80 % av kapasiteten på 64 deltakere. Det strengeste av disse to kravene skal legges til grunn. Dersom eksisterende buslinje ikke har tilstrekkelig kapasitet, skal entreprenøren etablere ny linje med alle nødvendige komponenter og sammenkoblinger.

Entreprenøren skal kable og idriftsette nye buslinjer slik at de kommuniserer med SD-anlegget. Valg av løsning og topologi skal avklares med byggherren i prosjekteringsfasen. Entreprenøren skal begrense belastningen på KNX-bussen slik at anlegget gir rask respons. For lokale bryterkommandoer, registrert bevegelse og aktivering av lysscene skal tiden fra telegrammet mottas på KNX-bussen til relevant utgangskommando sendes, ikke overstige 200 ms. Målemetode og resultater skal dokumenteres i testprotokollen.

6.4 DALI-2-anlegg

Alle armaturer skal styres via DALI-2. Hver DALI-linje skal maksimalt prosjekteres med 50 armaturer eller forkoblinger. De resterende 14 adressene skal holdes i reserve for fremtidig ombygging og supplering. DALI-gateway skal monteres i samme fordeling som belysningskursene.

6.5 Sensorer og betjening

Tilstedeværelsessensorer skal tilpasses rommenes utforming og gi fullgod dekning. Krav til plassering, utforming og funksjon for betjeningsutstyr fremgår av punkt 5.12.

6.6 Avstilling og energisparing

Det skal benyttes tottrinns avstilling der lys først dimmes ned før full avstilling. Normal forsinkelse mellom neddimming og avslått lys skal være ca. 2 minutter.

Det skal forberedes sentralfunksjon for avstilling av lys og overgang til nattlys ved aktivering av innbruddsalarm. Dette gjøres ved at nødvendig programmering og komponenter leveres og kabling til innbruddsalarm sentral legges klart for mulig innkobling.

6.7 Trafikk på KNX-bus

Sykliske telegrammer skal begrenses til et minimum. Komponenter skal primært sende telegram ved statusendring.

Belastningen fra datatrafikk på KNX-bussen skal ikke overstige 50 % under normal drift eller ved dimensjonerende samtidig aktivitet. Entreprenøren skal dokumentere dette med måling eller beregning etter en på forhånd avtalt metode, og dokumentasjonen skal inngå i testprotokollen.

6.8 Styringsprinsipper for romtyper

Lysstyringen skal tilpasses romtype og bruk. Undervisningsrom, grupperom, auditorier, verksteder og større fellesarealer skal ha manuell aktivering, lokal dimming og automatisk utkobling ved manglende tilstedeværelse. Undervisningsrom og verksteder skal ha minst to styrbare soner; auditorier skal ha scenestyring.

Korridorer skal dimmes til 20 % uten aktivitet og fungere som nattlys utenfor ordinær driftstid. WC, lager og sekundære rom skal styres automatisk med ca. 15 minutters forsinkelse, mens tekniske rom skal ha lokal allpolet bryter og automatisk utkobling etter ca. 30 minutter.

Endelig soneinndeling, tidsforsinkelser og scenarier skal fastsettes i prosjekteringen og dokumenteres før idriftsettelse.

6.9 Romvise særkrav

Undervisningsrom og grupperom skal ha separat styring av tavle-/presentasjonssone og øvrig rombelysning. Auditorier skal ha programmerbare scenarier for undervisning, presentasjon, filmvisning, pauser og rengjøring.

Verksteder og laboratorier skal ha sonedeling tilpasset arbeidsområder og sikker bruk.

Korridorer og fellesarealer skal grunnbelysning og nattlys opprettholdes slik at orientering og sikkerhet ivaretas.

Sensorplassering, dekningsområder, tidsforsinkelser, dimmenivåer og scenarier skal dokumenteres i romfunksjonsbeskrivelser og godkjennes av byggherren før programmering.

6.10 Gymsal

Eksisterende LED-armaturer i gymsalen skal beholdes. Dagens inndeling i lysgrupper styrt av kontaktorer skal videreføres. Nytt KNX-anlegg skal integreres med eksisterende lysstyring, for eksempel ved bruk av KNX-reléaktuator. Styring skal være tilgjengelig fra brytere på dagens plassering.

6.11 Bygg-D

Det legges frem KNX-busslinje og to nettvekspunkter i hver underfordeling/etasjefordeler slik at fremtidig KNX og Dali-2 bus-linjer er forberedt for kommunikasjon mot SD, og sentralstyring.

KAPITTEL 7 – Nødllys

7.0 Forord

Anlegget skal prosjekteres og bygges med tilstrekkelig reservekapasitet og fleksibilitet for å muliggjøre fremtidige ombygginger, funksjonsutvidelser og teknologiske oppgraderinger uten behov for utskifting av sentrale systemkomponenter.

7.1 Generelt

Det skal leveres et komplett, sentralisert, kablet og adresserbart nødlysanlegg med automatisk testing og overvåkning, minimum 20 % reservekapasitet og integrasjon mot SD via BACnet/IP. Anlegget skal prosjekteres etter byggets brannkonsept og NS-EN 1838:2024, NEK-EN 50171:2024, EN 60598-2-22 og NEK 400:2026. Feil på batterier, lyskilder, ladekretser og kommunikasjon skal registreres og være enkelt identifiserbare for driftspersonell via systemets eget display eller SD-anlegget. Bruk av trådløs kommunikasjon tillates ikke.

Nødlyssentralen skal ved ferdigstilling ha minimum 30 % ledig kapasitet for fremtidige utvidelser. Hver linje ut fra sentralen dimensjoneres med 30% reserve kapasitet. Batteribackup skal dimensjoneres for minimum 60 minutters autonomitid ved 100 % belastning eller lengere hvis brannkonsept har strengere krav. Reservekapasitet og autonomitid skal dokumenteres ved overlevering.

Automatisk funksjons- og varighetstest skal gjennomføres med intervaller i samsvar med regelverket, logges i sentralen og overføres til SD-anlegget. Testrapporter skal angi tidspunkt, varighet, resultat, feil og korrigerende tiltak. Hver linje ut fra sentralen dimensjoneres med 20% reserve kapasitet

7.2 Armaturkrav

Det skal benyttes LED-armaturer med dokumentert levetid på minimum L80B10 100000 timer. Armaturer skal tilpasses miljø og belastning i de arealene de monteres i. Armaturer i undervisningsrom og grupperom skal minimum tilfredsstille IK08. Armaturer i fellesarealer, gymsal og andre utsatte områder skal minimum tilfredsstille IK10. Utvendige armaturer skal minimum tilfredsstille IP54 og IK10.

7.3 Ledelys og rømningsbelysning

Ledelys skal leveres som egne armaturer og skal ikke integreres i den generelle belysningen. Armaturene skal være tilpasset innfelt montasje der forholdene ligger til rette for dette. Der innfelt montasje ikke er mulig kan utenpåliggende armaturer benyttes. Ledelys skal prosjekteres i samsvar med byggets brannkonsept og gjeldende standarder.

7.4 Høyrisikoområder

Verksteder, naturfagrom, kjøkken og øvrige rom med forhøyet risiko skal vurderes spesielt og utføres som høyrisikoområder der dette kreves av brannstrategi eller risikovurdering. Endelig omfang skal avklares med byggherre og bruker i prosjekteringsfasen.

7.5 Brannalarm og sikkerhetsfunksjoner

Nødlýsanlegget skal aktiveres ved brannalarm. Entreprenøren har ansvar for integrasjon mot tilstøtende systemer, herunder brannalarmanlegg, sikkerhetsinstallasjoner og SD-anlegg. Samvirket skal dokumenteres og testes før overtakelse. Ved trip av sikringsavgang til belysning skal anlegget aktiveres i aktuell sone. Hvis anlegget krever UPS forsyning for å ivareta sikkerhet må entreprenør inkludere dette i tilbudet.

7.6 Dokumentasjon og FDV

Entreprenøren skal levere komplett dokumentasjon for nødlýsanlegget inkludert adresseringsoversikter, kursoversikter, sentraldokumentasjon, BACnet-punktlister, testprotokoller og vedlikeholdsprosedyrer.

KAPITTEL 8 – Integrasjoner, SD og energimåling

8.1 SD-integrasjon

KNX-, DALI- og nødlýsanlegg skal integreres mot SD-anlegget via BACnet/IP. Relevante driftstilstander, alarmer, energimålinger, statusverdier og betjeningsfunksjoner skal overføres, dokumenteres i punktlister og testes i samarbeid med byggherrens SD-leverandør. All belysning skal energimåles, og energidata skal overføres til SD- og EOS-system.

KAPITTEL 9 – Utførelse og gjennomføring

9.1 Generelt

Utførelsen skal planlegges og gjennomføres slik at anlegget får høy driftssikkerhet, god tilgjengelighet for vedlikehold og lang levetid. Installasjonene skal fremstå ryddige, robuste og tilpasset skolemiljø med høy bruk og belastning.

9.5 Koordinering mot øvrige tekniske fag

Entreprenøren skal koordinere armaturplassering og installasjoner mot ventilasjon, sprinkleranlegg, himlinger, bygningsmessige installasjoner, AV-utstyr og øvrige tekniske fag. Armaturer skal ikke plasseres slik at de hindrer drift eller vedlikehold av andre installasjoner.

9.6 Himlinger og brannkrav

Innfelte armaturer skal ikke redusere himlingens brannmotstand eller øvrige tekniske egenskaper. Nødvendige tiltak for å opprettholde brannklassifisering skal inngå i entreprisen.

9.7 Branntetting

Alle gjennomføringer i brannskillende konstruksjoner skal branntettes med dokumenterte og godkjente produkter. Branntetting skal dokumenteres og inngå i FDV-leveransen.

9.8 Robust utførelse i skolemiljø

Produkter i elevarealer skal være robuste og beskyttet mot utilsiktet skade og hærverk. Trykknapper og betjeningsutstyr skal monteres slik at demontering krever bruk av verktøy.

9.9 Merking

Alle fordelinger, kurser, kabler, komponenter, armaturgrupper, KNX-komponenter, DALI-gatewayer, sensorer og tilhørende systemer skal merkes etter byggherrens gjeldende TFM-system. KNX-utstyr skal i tillegg merkes med KNX-adresse. Merkingen skal være entydig, varig og samsvare med tegninger, skjemaer, adresselister, SD-anlegg og FDV-dokumentasjon. Entreprenøren skal avklare TFM-struktur og løpenummer med byggherren før produksjon og montering av merking.

9.10 Kvalitetskontroll

Entreprenøren skal gjennomføre nødvendig egenkontroll under utførelsen. Eventuelle avvik skal registreres, korrigeres og dokumenteres før idriftsettelse og overtakelse.

9.11 Avfallshåndtering

Entreprenøren skal sørge for innsamling, sortering, håndtering, transport og levering av alt avfall som oppstår i forbindelse med arbeidene. Alt avfall skal håndteres i henhold til gjeldende lover og forskrifter og leveres til godkjent mottak. Entreprenøren er ansvarlig for at avfall håndteres på en miljømessig forsvarlig måte, inkludert eventuell kildesortering og håndtering av farlig avfall.

På forespørsel fra byggherren (BH) skal entreprenøren kunne fremlegge dokumentasjon som viser at avfallet er levert til godkjent mottak. Dokumentasjonen skal minimum omfatte veiesedler, mottakskvitteringer og annen relevant dokumentasjon som bekrefter avfallstype,

mengde og leveringssted. Kostnader knyttet til avfallshåndtering og dokumentasjon skal være inkludert i entreprenørens tilbud.

Ombruk og materialgjenvinning: Før demontering skal entreprenøren kartlegge og registrere alle armaturer, styringskomponenter, kabler, master og øvrige installasjoner med vurdering av ombruk, materialgjenvinning eller avhending. Komponenter som i kontraktsdokumentene er angitt for videreføring eller gjenbruk, skal ombrukes. Nyere LED-armaturer som ikke videreføres i prosjektet, skal demonteres skadefritt, funksjonstestes, merkes og lagres for ombruk etter byggherrens anvisning. Minst 90 vektprosent av øvrig demontert metall, kabel, elektrisk og elektronisk utstyr skal leveres til godkjent materialgjenvinning eller dokumentert forberedelse til ombruk. Energiutnyttelse regnes ikke som materialgjenvinning. Deponering tillates bare når materialgjenvinning ikke er teknisk mulig og skal begrunnes skriftlig. Sluttdokumentasjonen skal angi mengde i kilogram per avfallsfraksjon og disponeringsmåte, med sporbare kvitteringer fra godkjent mottak.

9.12 Gjennomføring i skole i drift

9.12.1 Generelt

Arbeidene skal planlegges etappevis og gjennomføres slik at skolens drift, sikkerhet og tilgjengelighet påvirkes minst mulig. Entreprenøren skal før oppstart utarbeide en samlet gjennomførings- og kommunikasjonsplan som omfatter HMS, arbeidstider, logistikk, sikring av arbeidsområder, varsling, strømvavbrudd, eksamensperioder, kontaktpersoner, møtestruktur, rapportering og avvikshåndtering. Støyende og støvende arbeider skal så langt som mulig utføres utenfor undervisningstid. Planen skal angi berørte områder, konsekvenser og avbøtende tiltak og godkjennes av byggherren før arbeidene starter. Entreprenøren skal ha fast prosjektleder og gjennomføre koordineringsmøter minst hver 14. dag; referat skal distribueres innen tre arbeidsdager.

9.12.2 Varsling, arbeidstider og beslutninger

Ordinære arbeider i undervisningsarealer skal koordineres med skolens ledelse og legges til avtalte tidsrom. Entreprenøren må påregne arbeid utenfor skolens ordinære åpningstid når arealene ikke kan frigjøres i normal arbeidstid. Som prisgrunnlag skal byggherren før tilbudsfristen oppgi skolens åpningstider, kjente eksamensperioder, ferier, planlagte arrangementer og eventuelle begrensninger i tilgangen til arealene. Arbeid utenfor ordinær åpningstid som følger av disse opplysningene og entreprenørens egen gjennomføringsplan, skal være inkludert i tilbudet. Senere begrensninger eller endringer pålagt av byggherren håndteres etter kontraktens regler. Arbeider som medfører støy, støv, sperring av rømningsvei, strømvavbrudd eller bortfall av tekniske funksjoner, skal varsles skriftlig minst fem arbeidsdager før oppstart. Planlagte strømvavbrudd og arbeider som påvirker eksamen eller annen kritisk aktivitet, skal varsles minst ti arbeidsdager før og kan ikke gjennomføres uten skriftlig godkjenning fra byggherren. Varslet skal angi tidspunkt, varighet, berørte områder og funksjoner, konsekvenser, sikkerhetstiltak og plan for normalisering. Akutte forhold skal varsles umiddelbart.

9.12.3 Ansvar, rapportering og brukeroppfølgning

Entreprenørens prosjektleder er ansvarlig for koordinering og varsling. Skolens representant avklarer brukerbehov og kritiske aktiviteter, mens byggherren godkjenner tiltak som påvirker drift, sikkerhet eller fremdrift. Statusrapporten skal minst omfatte utført arbeid, aktiviteter neste periode, avvik, beslutningsbehov og varslede driftskonsekvenser. Avvik som påvirker skoledriften skal registreres, rapporteres fortløpende og lukkes med dokumenterte korrigerende tiltak.

KAPITTEL 10 – Testing, prøvedrift og overtakelse

10.1 Generelt

Entreprenøren skal før oppstart av prøvedrift gjennomføre og dokumentere komplett funksjonstesting og idriftsettelse av belysning, sensorer, KNX, DALI, nødlys, SD-integrasjon og brukergrensesnitt. Alle DALI-linjer og datapunkter mot SD skal testes, og nødlysanleggets overvåkning og alarmhåndtering skal dokumenteres. Anlegget skal deretter gjennomgå minimum 12 måneders prøvedrift. Kontraktsmessig overtakelse gjennomføres etter avsluttet og godkjent prøvedrift, når funksjonskravene er verifisert, alle avvik er lukket, og FDV-dokumentasjon, programmeringsfiler og opplæring er ferdigstilt og godkjent av byggherren.

10.2 Testplan og gjennomføring

Entreprenøren skal senest to uker før oppstart av testing oversende en testplan som angir testgrunnlag, deltakere, ansvar, testrekkefølge, målbare akseptansekriterier og protokollformat. Byggherren og relevante systemleverandører skal gis anledning til å delta. Testprotokollene skal signeres av ansvarlig utførende og angi faktisk resultat mot hvert akseptansekriterium. Funksjoner som ikke består testen, skal korrigeres og testes på nytt før prøvedrift.

10.3 Prøvedrift, avvik og overtakelse

Prøvedriften starter først når idriftsettelse og godkjente funksjonstester er gjennomført. Prøvedriftsmøter skal avholdes lokalt på skolen, normalt hver andre uke i oppstartsfasen. Møtehyppigheten kan reduseres når stabil drift er oppnådd, etter avtale med byggherren og brukerne. Entreprenøren skal føre driftslogg med alarmer, feil, avbrudd, brukerhenvendelser og korrigerende tiltak og levere ukentlig statusrapport. Feil som medfører bortfall av en sikkerhetsfunksjon, gjentatt bortfall av en hovedfunksjon eller driftsavbrudd som hindrer normal bruk av berørt område, avbryter prøvedriften. Ny sammenhengende prøvedriftsperiode starter når feilen er rettet og retestet. Byggherren kan skriftlig beslutte at perioden fortsetter dersom feilen dokumentert er avgrenset og ikke påvirker anleggets samlede funksjon eller stabilitet. Overtakelse forutsetter stabil drift, lukkede avvik, godkjente protokoller, komplett FDV, overleverte programmeringsfiler og gjennomført opplæring.

KAPITTEL 11 – Dokumentasjon, FDV og opplæring

11.1 Generelt

Entreprenøren skal levere komplett, oppdatert og norskspråklig FDV-dokumentasjon digitalt i byggherrens anviste FDV- og dokumentforvaltningssystem. Leveransen skal omfatte systembeskrivelser, tegninger, enlinjeskjemaer, kurs- og adresselister, lysberegninger, produktdata, samsvarserklæringer, KNX- og DALI-struktur, BACnet-punktliste, alarmmatriser, testprotokoller, drifts- og vedlikeholdsinstrukser samt fullstendige programmeringsfiler og sikkerhetskopier for alle styringssystemer. Dokumenter skal leveres både i låst PDF-format og i redigerbart originalformat der slikt format finnes. Prosjektspesifikke konfigurasjons-, kilde- og programmeringsfiler, herunder ETS-prosjekt og DALI-/SD-konfigurasjon, skal overleveres uten passord eller leverandørbinding som hindrer byggherrens drift, vedlikehold og videre endring. Nødvendige lisenser for normal drift og gjenoppretting skal inngå i leveransen. Byggherren skal ha full bruks- og disposisjonsrett til det prosjektspesifikke materialet.

Ved alle endringer, ombygginger eller utvidelser i tavler og fordelinger skal tilhørende kursfortegnelser og kursskjema oppdateres slik at disse til enhver tid gjenspeiler anleggets faktiske utførelse. Oppdateringen skal utføres i digitalt format og inngå i anleggets sluttdokumentasjon. Håndskrevne endringer eller rettelser på kursfortegnelser aksepteres ikke. Alle kursskjema skal fremstå oversiktlige, lesbare og oppdaterte ved overlevering

11.2 Krav til Elektro og Tele tegninger

Alle installerte komponenter i elektro- og svakstrømsanleggene skal inntegnes på oppdaterte tegninger. Dette omfatter blant annet brytere, armaturer, detektorer, sentralutstyr og øvrige faste installasjoner som leveres i denne entreprisen.

Tegningene skal oppdateres fortløpende ved endringer og skal ved overlevering vise anleggets faktiske utførelse. Dokumentasjonen skal være tilstrekkelig detaljert til å gi god oversikt over anlegget og kunne benyttes som grunnlag for drift, vedlikehold og fremtidige arbeider. Som bygget-tegninger skal leveres i digitale formater som avtalt med byggherren.

11.3 Levering, kontroll og godkjenning

Entreprenøren skal før oppstart av prøvedrift utarbeide en dokumentleveranseplan med ansvar, filformater og frister. Senest to uker før prøvedrift skal det leveres et kontrollgrunnlag som minst omfatter godkjente system- og funksjonsbeskrivelser, tegninger og skjemaer som er nødvendige for testing, adresselister, BACnet-punktliste, testplaner og foreløpige driftsinstrukser. Senest to uker før overtakelse skal komplett som bygget-dokumentasjon etter punkt 11.1 og 11.2 og dokumentleveranseplanen være levert. Dokumentene skal være kvalitetssikret, revisjonsmerket og samsvare med installert anlegg. Byggherrens kontroll eller godkjenning reduserer ikke entreprenørens ansvar. Merknader skal lukkes og dokumentasjonen leveres på nytt uten ugrunnet opphold.

11.4 Opplæring av driftspersonell

Entreprenøren skal gjennomføre minimum én dags opplæring for driftspersonell og minimum én dags opplæring for systemansvarlige. Opplæringen skal omfatte daglig drift, energiovervåkning,

alarmhåndtering, KNX, DALI-2, SD-integrasjon, scenestyring, programmeringsbackup, systemadministrasjon og enkle endringer i anlegget.

11.5 Dokumentstruktur

Dokumentasjonen etter kapittel 11 skal organiseres logisk og sporbart etter fag og system, navngis konsekvent og revisjonsmerkes. Tegninger skal leveres i redigerbart og låst format med som bygget-status. Dokumentasjonen skal kunne innarbeides direkte i byggherrens dokumentforvaltnings- og FDV-systemer.

11.6 Filstruktur og revisjonshåndtering

Dokumentasjonen skal leveres i en avtalt mappestruktur med entydige filnavn som angir fag, system, dokumenttype, område og revisjon. Alle dokumenter skal ha revisjonsdato og status, og utgåtte revisjoner skal arkiveres uten å kunne forveksles med gjeldende dokumentasjon. Tegninger og skjemaer skal leveres både i redigerbart originalformat og låst PDF-format. En dokumentliste skal vise filnavn, tittel, revisjon, dato, format og godkjenningsstatus.