



TEKNISKA SPECIFIKATIONER FÖR INOMHUSBELYSNING

SKOLOR

Inledning

Denna tekniska specifikation är utarbetad för användning i projektet "Lighting Metropolis – Green Economy". Målet är att inom det konkreta användningsområdet säkra kommunerna en energieffektiv belysning i hög kvalitet.

Denna tekniska specifikation gäller för användning i skolor och andra undervisningslokaler, krav ställs på olika rumstyper: kommunikationsytor, undervisningslokaler, kontor, allmänna ytor, matsal, kök, omklädningsrum och server/kopiering. Den tekniska specifikationen skall användas tillsammans med vägledningen för etablering av inomhusbelysning, samt en samling faktablad som är disponerat med krav på 7 olika kvalitetsparametrar, samt krav till hälsoljus.

1. Generella krav

Enligt Boverkets byggregler (BBR) avsnitt 6:321 Belysning. Där anges att belysning som är anpassad till byggnadens användning ska kunna ordnas i alla utrymmen.

Utförs i överensstämmelse med;

- SS-EN 12464-1 Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 1: Arbetsplatser inomhus
- SS/EN 12193:2018: Ljus och belysning – Sportbelysning

Belysningen skall delas upp i zoner med möjlighet för användning efter dagsljusförhållanden och aktivitet. Det kan dock göras avsteg från kravet i mindre arbetsrum. Kraven gäller också vid utbyte av armaturer.

I EU direktivet Ekodesign så finns det minimikrav på energiprestanda hos produkter och förbjuder de mest energi- och resurskrävande produkterna på EU-marknaden.

Enligt BBR (Boverket, 2017 effektkrav). Så ställs krav på nya byggnader, och det gäller bl.a. maximalt installerad effekt.

För LED-ljuskällor och LED-armaturer är följande Ecodesign-förordning gällande:

[Kommissionens förordning \(EU\) nr. 1194/2012 af 12. december 2012](#)

I genomförandet av Europa-Parlamentets och Rådets direktiv 2009/125/EF så angivs krav för miljövänlig design av riktningbestämda ljuskällor, LED-ljuskällor och tillhörande komponenter.

Denna Eco design-förordning kommer bli ersatt av en reviderad ECO-designförordning. Som förväntas bli gällande 1 september 2021.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om ljus och belysning:

- Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2)

I arbetsmiljöverkets grundkrav på belysning står det bl. a.:

- Vid planeringen av belysningen är det bra om man kan definiera vad som är arbetsplatsen. Vid koncentrerat skrivbordsarbete behöver exempelvis inte hela kontorsrummet uppnå belysningsstyrkan 1 500 lux. Det räcker att ha den belysningsstyrkan där arbetet sker, d.v.s. på arbetsbordet.
- Kommunikationsytor mellan arbetsplatserna behöver oftast mindre ljus än själva arbetsplatsen, men skillnaderna får inte vara för stora. Förhållandet mellan belysningsstyrkan inom arbetsplatsen och den lägsta belysningsstyrkan i lokalen bör inte vara mer än 20:1.
- Fördelning av ljushet, luminansfördelningen vid arbetsplatsen och inom rummet har stor betydelse för seendet och hur rummet upplevs. Luminansförhållandena bör vara cirka 5:3:1 mellan synobjekt, närmaste omgivning och yttre synfält.
- För en god visuell komfort i kontorslokaler bör medelluminansen på rummets väggytor inte vara lägre än 30 cd/m² vilket kan översättas till att medelbelysningsstyrkan på rummets väggytor bör vara minst 150 lux vid ljusa väggar.
- I kontorslokaler där det förekommer bildskärmsarbete ska belysningen även vara anpassad till detta vilket ofta innebär en begränsning av armaturluminanserna. Ljus från armaturer och fönster ska inte blända och inte ge störande reflexer exempelvis i bildskärmar, slöja bildskärmen eller ge störande skuggor.

Funktionsprovning

Det ska utföras erforderliga egenkontroller och funktionsprovningar så att belysningsanläggningar som tas i drift fungerar som de ska.

Elinstallationer

För elinstallationer gäller krav på behörighet, dimensionering, utförande och säkerhet enligt Elsäkerhetsverket och Svensk Elstandard. (BBR avsnitt 6:321)

2. Tekniska komponentkrav

Det ska ställas krav på armaturer, ljuskällor och ljusstyrningssystem som ingår i belysningsanläggningen

LJUSARMATURER OCH LJUSKÄLLOR

Alla relevanta egenskaper beskrivs i projektets armaturlista, där alla armaturtyper och armaturvarianter är listade i schemaform

Det är härunder listat de egenskaper som normalt vill ingå i en teknisk kravspecifikation för armaturer och ljuskällor. Det ska i varje enskilt projekt bestämmas i vilken omfattning egenskaperna ska användas. – där precis varje armatur ska beskrivas och vilka egenskaper som har en hög prioritet. Alla egenskaper fastläggs av den projekterande i samarbete med beställarens projektledare Det är väsentligt att utvärdera effekten av de olika egenskaperna.

Det ska bestämmas om varje enskild serie av armaturer ska inneha en [ENEC-certificering](#). ("European Norms Electrical Certification ") Det är ett certifieringsavtal som gäller för bl.a. belysningsutrustning, certifieringen är accepterad i hela Europa, vilket betyder att produkten är certifierad av alla nationella certifieringsinstitut i Europa

Armaturer beskrivs med sina:

- Mekaniska egenskaper
- Elektriska egenskaper
- Ljutekniska egenskaper
- Design
- Miljömässiga egenskaper

Det är nedan listat kvalitetsparametrarna som bör ingå i en teknisk kravspecifikation

Mekaniska egenskaper

Krav på följande mekaniska förutsättningar ska beskrivas

1. Material

- a. Armaturhus, plastmaterial (t.ex. PC – polykarbonat), Metalltyp (t.ex. tryckjutet aluminium), ytbehandling, färg, RF-syrefast,UV-beständighet, semitransparent
- b. Avskärmning. Plastmaterial, gitter, härdat glas, opal, mikroprismatisk, asymmetrisk avskärmning, plastmaterial, gitter, härdat glas, opal
- c. Reflektor. Blank, semidiffus, diffus
- d. Pendel, mast, upphängning
- e. Kapslingsklass IPxx (uppifrån, nedifrån) – t. ex. IP21, IP44 eller IP67. Se DS/EN 60529+A1:2002
- f. Vandalklass IKxx – t.ex.. IK10 – hög vandalklass. Rekommenderas i offentliga rum där armaturerna är inom räckvidd och det är risk för vandalism. Se SS/EN 50102-62262:1996
- g. Maximal ytemperatur. ökad omgivningstemperatur, utomhusbruk, inbyggnad i isolering
- h. Maximal vikt
- i. ATEX-områden. Användning av ljusarmaturer och installationer i Ex-klass. T. ex. i områden med damm (som slöjd-lokaler) eller explosiva gaser (som kemi-lokaler).

2. Montering

- a. Inbyggt. Typ av tak, typ av skena. nedsänkt i plan, halvt nedsänkt
- b. Vägghmonterat
- c. Nedpendlat, wire
- d. Serviceförhållanden
- e. Tillkoppling, kvalitet, färg

Elektriska egenskaper

Krav på följande förutsättningar ska beskrivas:

1. Spänning, frekvens, strömförbrukning. DC-drift
2. Skydd mot beröring. Jordning, dubbel-isolering (kl. II)
3. Tillslutning. trådning. kontaktförbindelse
4. Ljusstyrning och drivarenhet. DALI, DALI2, DMX. Drivarenhetens livstid och felfrekvens ska svara till kraven hos LED-ljuskällan

Ljustekniska egenskaper

Kvalitetskrav på de ljustekniska egenskaperna framgår i följande SS/EN-standarder:

- SS/EN 62717:2017
- SS/EN 62722-1:2016
- SS/EN 62722-2-1:2016

Krav på de ljustekniska egenskaperna visa även i dessa faktablad:

- Energieffektivitet
- Färgtemperatur
- Färgåtergivning
- Flimmer
- Styr och reglering
- Bländning
- Hållbarhet och cirkulär ekonomi
- Hälsoljus

Designkrav

Fastställs som utgångspunkt av arkitekt eller ljusdesigner, det ska beskrivas krav på :

- Form
- Ytor
- Material
- Färger

Miljömässiga egenskaper

De miljömässiga egenskaperna omfattar:

1. EMC-krav
Generellt ska armaturer och ljuskällor följa EU's [EMC-direktiv](#). [EMC-direktiv \(Electromagnetic Compatibility \(EMC\) Directive\)](#). Följs direktiven så säkerställer man att elektriskt damm och farliga situationer inte uppstår
Rengöring
Leverantören ska tillhandahålla information om rengöring av armaturen och vilka rengöringsmedel som ska användas, detta kan kompletteras med beställarens eventuella krav.
2. Deponering, WEEE.
armaturer och ljuskällor omfattas av WEE-direktivet (Waste from Electrical and Electronic Equipment), Sverige omfattas av producentansvar d.v.s. leverantörer betalar en viss summa för att få sitt omhändertagande administrerat av ett servicebolag
3. Cradle-to-cradle behandling.

LJUSSTYRNINGSSYSTEM

Det skall i varje rumstyp utföras ljusstyrningssystem, som genom en optimal behovsstyrning säkrar en minimal elförbrukning, ljuskomfort och kundnöjdhet.

Drivarenhetens livslängd och felfrekvens ska svara mot kraven på LED-ljuskällan. Ljusstyrningslösningen ska vara tillägnad en given rumstyp.

Det bör användas ljusstyrningssystem baserat på användning av tillgänglig mjukvara och protokoll.

Ljusstyrningsenheter ska placeras optimalt i förhållande till varje lokals utformning, dagsljus, zonindelning och användning i enlighet med leverantörens anvisningar.

Belysningsanläggningen ska delas in i ljusstyrningszoner efter lokalens inredning och användning. I lokaler med dagsljusstillgång ska belysningsanläggningen vara uppdelad i passande zoner efter rådande dagsljusförhållande. Det bör projekteras med användning av controller med en passande överkapacitet, så det kan utökas med fler sensorer.

Det ska bestämmas i vilka lokaltyper ljusstyrningen ska kopplas upp mot BMS/CTS och skall utföras med central tidsstyrning i enskilda zoner. I mindre icke-arbetsrum, eller omklädningsrum, allmänna utrymmen m.m. bör ljusstyrningen etableras som autonomt system

Det ska bestämmas rutiner för entreprenörens överlämnande av drift- och underhållsinstruktioner till driftorganisationen, skall innehålla t.ex. produktblad och manualer på komponenter och kompletta injusteringsrapporter med slutliga testvärden på alla parametrar.

Krav på entreprenörens åtagande i förbindelse med processer för provning och driftsättning ska beskrivas

Ljusstyrningssystemen ska innan brukstagnation injusteras och köras in. Injusteringen av ljusstyrningen ska utföras i 2 steg: En förhandsinjustering innan leverans av anläggningen, och en slutlig injustering efter att lokalen är möblerad och taget i bruk.

Entreprenören ska tillhandahålla en användarmanual som grundar sig på tidigare erlagt underlag från projektering och beställarens önskningskrav. Det är viktigt att manualen är lättförstådd för den slutliga användaren, vägledningen ska:

- Vara lättläst
- Beskriva det lokala systemets komponenter
- Beskriva de automatiska funktionerna
- Förklara användarens möjligheter för styrning
- Innehålla kontaktuppgifter till teknisk sakkunnig

Användarmanualen får gärna utformas med bilder och ritningar – Det främjar budskapet! Användarmanualen bör formuleras på ett tidigt stadie, gärna samtidigt med att styrningens funktionsbeskrivning utformas.

Detta kan sedan användas som ett underlag till den slutliga användarmanualen.

Användarmanualen och den tekniska vägledningen ska betraktas som två utgåvor av samma budskap – skrivet till två olika målgrupper. Användarmanualen till verksamheten och den tekniska vägledningen till driftspersonalen. Den tekniska vägledningen ska ingå i den samlade dokumentationen för drift- och underhåll.

3. Specifika appliceringskrav

Det bör väljas differentierade belysningslösningar med fokus på belysning av vertikala ytor och goda bländningsförhållanden. Det ska vara fokus på en hög robusthet för de enskilda komponenterna. Vid val av belysningslösningar ska flertalet scenarier tänkas igenom. T ex. kvällsundervisning.

Det skall undersökas om det i skolans **korridorer, omklädningsrum, klassrum, kontor, allmänna utrymmen och matsalar** ska etableras hälsoljus, utfört som dynamisk belysning med Kelvin-change.

Vid placering av närvarodetektorer ska det vara fokus på full detektering av höjd, så även barn detekteras bl.a.

Rumstyp Kommunikation

Belysningen ska vara så pass beständig att det inte uppträder mörka områden, En blandning av diffust ljus och nedåtriktat ljus skapar en god rumsuppfattning, ansiktsgenkänning och skarpa kontraster i t.ex. trappsteg eller nivåförändringar

Ljusdetekteringen utförs som rörelsedetektering med automatiskt tänd vid detektering och vid en fast lux-nivå", och automatiskt släck vid ett fastlagt tidsintervall utan detektering.

Utförs belysningen med dämpbara armaturer ska ljusstyrningen utföras med "korridorfunktion". Efter en bestämd tid utan detektering så dämpas ljuset till en låg nivå, om det därefter inte detekteras på en bestämd tid så släcks ljuset helt

Rumstyp Undervisning

Det ska vara fokus på följande kvalitetsparametrar: aktivitetsbaserade belysningsscenarier, belysning som underlättar formen av undervisning, hög belysningskomfort, differentierad belysning, belysning av vertikala ytor och intuitiv använt ljusstyrningssystem. Belysningslösningen ska kunna användas i flera olika möbleringar och bordsplaceringar.

Vid val av tavelarmatur så ska det säkerställas en lösning som inte skapar bländningsproblem och samtidigt säkrar en belysning av hela tavlan. Belysningen ska utföras differentierat så att det säkerställs goda förutsättningar vid undervisning och användning av projektor/smartboard

Ljusstyrningssystemet ska utföras med belysningsscenarier, som både omfattar en standard-styrning med dagsljusreglering, och särskilda scenarion med flera lösningar, t. ex. projektor-undervisning. Ljusstyrningssystemet ska vara med manuell ljusständning och automatisk släck efter en bestämd tid utan detektering.

Rumstyp Kontor

Arbetsområden bör belysas med en blandning av allmän belysning och skrivbordslampor. Belysningen ska omfatta element av belysning på vertikala ytor och bokhyllor etc. Den allmänna belysningen ska disponeras efter en god regelmässighet. Belysningen ska projekteras efter SS/EN 12464-1 För den allmänna belysningen rekommenderas det att lösningar innehåller både direkt och indirekt belysning, generellt bör man undgå LED-paneler

I arbetsrum ska ljusstyrningen utföras med manuell tändning och automatisk släckning efter ett tidsintervall utan detektering. I större rum delas belysningen upp i zoner, med inbördes styrning där belysningen dimmas ned när det inte är aktivitet. Ljusstyrningen ska vara med möjlighet för manuellt ingripande och överstyrning, med reset-funktion efter en period utan detektering.

Rumstyp allmänna ytor

Det kan vara fördelaktigt att installera två eller fler oberoende belysningssystem, t. ex. en anläggning till gemensamhetslokaler, en till teater och musik och andra uppträdande. Allmänbelysningen ska kunna dämpas och man kan använda olika belysningsstyrkor under presentationer, samtal runt bordet och i raster.

Ljusstyrningen ska utföras med scenarier efter rummets användning och möblering, inkl. scenario för rengöring. Betjäningspanel ska placeras så de endast är tillgängliga för personalen

Rumstyp Matsal

Det bör installeras en justerbar och flexibel takbelysning med god färgåtergivning i olika belysningsstyrkor och för olika belysningsscenarion i t ex. lunchpauser, lunchmöten, utbildningstillfällen, festligheter och rengöring. Så vitt det används pendellösningar är det en fördel om pendeln kan demonteras. Användning av horisontell belysning med låg styrka tillsammans med vertikal belysning samt bordslampor eller nerpendlad belysning skapar en god atmosfär. Konst på väggarna bör belysas med specialiserade armaturer. I buffé-områden rekommenderas en hög belysningsstyrka, så man kan se maten ordentligt. Hög färgåtergivning säkrar att maten uppfattas korrekt och skapar mervärde.

Ljusstyrningen ska utföras med scenariostyrning efter rummets användning och möblering, inklusive scenario för rengöring. Betjäningspanel ska placeras så de endast är tillgängligt för personalen.

Rumstyp Kök

Belysningen ska vara hygienisk, planförsänkt i modultak när det är möjligt. Belysningen ska disponeras så det uppnås en jämn belysning på korridorssytor, beredningsytor och på hyllor. Det ska vara fokus på placering av armaturer vid arbetsplatser längs väggar, så det inte uppstår skuggor. Vid arbetsbord under överskåp bör det utökas med ljusarmaturer under överskåp.

I större kök som industrikök utförs belysningen med manuell tändning, i mindre kök som mottagningskök kan det utföras med närvarostyrning och automatiskt tänd/släck

Rumstyp Omlädnings/toalett

Det ska vara en jämn belysning i alla omlädningsrum, utan skuggor vid tvättställ, WC och speglar. Vid speglar ska det vara en belysning som säkerställer en god vertikal belysning framför spegeln. Vid användning av downlights ska det användas armaturer med goda avbländande egenskaper. I våtrum ska det användas armaturer med täthetsklass min. IP44.

Det utförs tändning med närvarostyrning och automatiskt tänd/släck. I Toalettgrupper ska ljusstyrningen utföras med master/slave-styrning mellan toalettforum och det enskilda WC-rummet

Rumstyp Server/kopiering

Utförs med jämn belysning disponerat efter möbleringen. I rum med hyllor och skåp ska belysningen disponeras så det säkerställs en god belysning på hyllor och skåpsytor

I kopieringsrum, arkivrum o.d. utförs ljusstyrning med närvarostyrning och automatiskt tänd/släck. I teknikrum utförs manuell tändning.

Rumstyp Sport

Vid val av armatur ska fokus ligga på hållbarhet och säkerhet. Det ska användas armaturer som är testat med "bolltest" (VDE-testen i DIN 57710-del 13.) Armaturplaceringar skall ta hänsyn till bländning i sporter där synfältet ofta är uppåt, (t. ex. basket och volleyboll) SS/EN 12193

Det ska utföras ljusstyrning med scenariostyrning efter sporthallen användning, inkl. scenario för rengöring. Betjäningspanel ska placeras så de är tillgängliga för rummets brukare, så att brukarna har tillgång till utvalda scenarier, t.ex. vid användning av en nyckelbrytare på en betjäningspanel eller kod på en surfplatta, medans personalen har tillgång till alla scenarier (Master-åtkomst). Det rekommenderas att som ett scenario använda tidsstyrning av belysningen, där ljuset släcks på fasta tider utifrån användning av sporthallen

Belysningen i idrottshallen ska ingå i säkerhetsbelysningsanläggningen som "belysning av högriskzoner, så att det i förbindelser med idrotter som gymnastik o.d. säkerställs en tillräcklig nivå av belysning se krav i SS/EN 1838 och SS/EN 12193

4. Referenser

Listan med referenser omfattar referenser tillägnat denna specifikation, samt för faktablad a Energieffektivitet. Referenser för övriga faktablad (kvalitetskrav b – kvalitetskrav g), är noterade på varje faktablad

Denna kravspecifikation

- Boverket (2018). Belysning. <https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ljussolljus/belysning/> Hämtad 2020-01-17.
- SS-EN 12464-1 Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 1: Arbetsplatser inomhus
- Arbetsmiljöverket, Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2)
- SS/EN 15193-1:2017 Byggnaders energieffektivitet – Energikrav till belysning – Del 1: Specifikationer, Modul 9
- SS-EN 50102 Kapslingsklasser för elektrisk materiel - Skydd mot yttre mekanisk påverkan på höljen (IK-beteckning)DS/EN 60529+A1:2002 Kapslingsklasser (IP-kode)
- SS-EN 62717 Belysningsmateriel - Lysdiodmoduler (LED) för allmänna belysningsändamål – Prestandafordringar
- SS-EN 62722-1 Ljusarmatur - Prestanda - Del 1: Allmänna fordringar
- SS-EN 62722-2-1 Prestanda hos ljusarmatur - Del 2-1: Särskilda fordringar på ljusarmatur för LED
- SIS-ISO/CIE TS 22012:2019 Ljus och belysning - Bestämmande av bibehållningsfaktor – Arbetsmetod
- Dansk Center for Lys Branchevejledning [Funktionsafprøvning af belysningsanlæg indendørs](#)
- LMGE Inomhusbelysning Faktablad med kvalitetskrav for rumstyp

Faktablad a Energieffektivitet

- Boverket (2018). Belysning. <https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ljussolljus/belysning/> Hämtad 2020-01-17.
- SS-EN 12464-1 Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 1: Arbetsplatser inomhus
- SS/EN 15193-1:2017 Byggnaders energieffektivitet – Energikrav till belysning – Del 1: Specifikationer, Modul 9
- SS-EN 62717 Belysningsmateriel - Lysdiodmoduler (LED) för allmänna belysningsändamål – Prestandafordringar
- SS-EN 62722-1 Ljusarmatur - Prestanda - Del 1: Allmänna fordringar
- SS-EN 62722-2-1 Prestanda hos ljusarmatur - Del 2-1: Särskilda fordringar på ljusarmatur för LED
- SIS-ISO/CIE TS 22012:2019 Ljus och belysning - Bestämmande av bibehållningsfaktor – Arbetsmetod
- Dansk Center for Lys Branchevejledning: [Beregning af vedligeholdelsesfaktor \(Excel-applikation\)](#)