

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	2
2	Generelt	2
3	Lysarmaturer / lyskilder.....	3
4	Lysstyring	3
5	Lysberegninger	4
6	Kontrollmålinger	4
7	Belysningskrav for trening og kamper uten TV	5
7.1	Krav til belysning for trening på lavt nivå og skoleidrett.....	5
7.2	Krav til belysning for trening på høyt nivå og kamper på mellomnivå uten TV	5
7.3	Krav til belysning for trening på toppnivå og kamper på nasjonalt nivå uten TV	6
8	Belysningskrav for kamper med TV-overføring på nasjonalt nivå.....	6
8.1	Krav til vertikale belysningsstyrker mot banens fire hovedretninger	6
8.2	Krav til horisontal belysningsstyrke	6
8.3	Krav til fargegjengivelse	6
8.4	Krav til blendingsbegrensning for kameraposisjon	6
8.5	Krav til belysning av tilskuerområder	7
8.6	Krav til maksimalt flimmer ved bruk av Super- og Ultra slow motion	7
8.7	Endringer i forhold til tidligere krav	7
8.8	Skyggefri is	8
8.9	Refleksfri is.....	8
8.10	Belysning av publikumsområder.....	8
9	Relevante symboler og enheter.....	8

1 Innledning

God belysning er en avgjørende del av en moderne ishockeyarena. Den påvirker ikke bare spillernes prestasjoner og sikkerhet, men også publikumsopplevelsen – både for de som er til stede i hallen og de som følger kampen via TV. Når man spiller ishockey på toppnivå, er kravene til lys høye fordi sporten er rask og detaljene små.

Spillere, dommere, tilskuere og TV-seere må alle kunne følge puckens bevegelser og spillernes handlinger uten å bli hemmet av dårlig sikt, skygger eller blending.

I tillegg stiller TV-produksjon særlige krav. Kameraene trenger jevn og riktig lys for å kunne formidle kampens intensitet og detaljer tydelig. Dette krever nøye planlegging og høy kvalitet på både lyskilder og styringssystem. Målet er å skape en arena der både spill og formidling skjer på best mulig vis, uansett om det er trening, en viktig seriekamp eller en direktesendt landskamp.

Videre beskrives de tekniske kravene til belysningen i detalj. Dette inkluderer hvilke typer lysarmaturer som skal brukes, hvordan lysstyrken skal fordeles over isflaten, og hvordan man unngår blending og flimrer – spesielt viktig ved TV-overføringer. Det redegjøres også for hvordan lysanlegget skal prosjekteres, kontrolleres og vedlikeholdes over tid. Selv om innholdet er teknisk, handler det i bunn og grunn om å sikre at ishockey kan spilles og oppleves med høy kvalitet, uansett nivå og formål.

2 Generelt

Belysningskravene er laget med hensyn til vanlige behov for trening og kamper, samt for kamper med TV-overføring på nasjonalt nivå. For kamper med TV-overføring på internasjonalt nivå, EM og VM, må belysningskravene avklares spesielt med Norges Ishockeyforbund og produsentselskapet med rettighetene til TV-produksjonene.

Dette dokumentet inneholder Norges Ishockeyforbunds krav til arenabelysning for trening, ordinære kamper og TV-overføring.

Krav til belysning er delvis i henhold til NS-EN 12193:2018.

Nøddlys og ledesystemer skal følge myndighetskrav, herunder NS-EN 1838 og/eller NS 3926.

3 Lysarmaturer / lyskilder

Det ønskes benyttet belysningsmateriell med lave overflateluminanser, slik at ubehagsblending reduseres til et minimum ved synsretninger over horisontalplanet. Eksempelvis armaturer med mikropriamatisk avskjerming eller liknende. Armaturer med direkte innsyn til linser eller LED's bør unngås hvis mulig.

Armaturene skal være i ballsikker utførelse i henhold til DIN 57 710/13. Armaturene skal være fast montert til konstruksjoner eller på kabelstige/kabelkanaler. Pendeloppheng eller wireoppheng tillates ikke.

Armaturene skal kunne styres via DALI eller DMX.

Av hensyn til flimmer skal armaturene ikke dimmes under konkurranser.

Dersom dimming er aktuelt i andre forbindelser, må det sikres at kravene til maksimalt flimmer er overholdt under konkurranser med TV-produksjon.

Levetid på LED skal minimum tilfredsstillende L80B10 > 100000 timer @TA 25°C.

Drivere skal ha maksimalt utfall < 10% @ 100000 timer.

Lyskildenes korrelerte fargetemperatur skal ligge mellom 3000K og 6000K forutsatt at det ikke er dagslysinnslipp i arenaen. Dersom det er dagslysinnslipp i arenaen, skal lyskildenes korrelerte fargetemperatur ligge mellom 5000K og 6000K.

Den korrelerte fargetemperaturen skal være den samme for alle lyskasterne i anlegget.

Endelig valg av lyskildenes / armaturenes korrelerte fargetemperatur må avklares med oppdragsgiver eller TV-produsent.

4 Lysstyring

Det skal etableres styresystem som kommuniserer med armaturene via DALI eller DMX.

Styresystemet skal ivareta vanlige funksjoner som av-/på og trinnstyring, men skal også gi muligheter for at anleggets driftspersonell skal kunne fjernstyre belysningen. Det bør også legges opp til kalenderfunksjon dersom byggherre ønsker dette.

Det kan også være aktuelt å seksjonere belysningen for fleksibel bruk dersom anlegget skal benyttes til arrangementer som messer, konserter og liknende. Det kan være at belysning for denne typen arrangementer bør etableres som et eget scenario med egne belysningskrav uavhengig av arenabelysningen for TV.

Det anbefales å ta kontakt med kompetente belysningsrådgivere med ekspertise innenfor denne typen belysningsanlegg.

5 Lysberegninger

Lysberegninger skal foretas ved bruk av anerkjent programvare. Utskrift av lysberegninger samt kildefiler skal leveres for kontroll hos byggherre og Norges Ishockeyforbund før kontrahering av leverandør. Byggherre plikter å levere nødvendige underlag for lysberegninger:

- Relevante tegningsunderlag i 2D samt 3D dersom slike foreligger
- Plassering og størrelse på bane
- Plassering av hovedkamera med koordinatangivelse i forhold til spilleflatens senterpunkt

Dersom entrepriseformen er slik at ovennevnte informasjon kun finnes hos utbygger/entreprenør, må denne sikre at belyningsprosjekterende gis ovennevnte informasjon.

Lysberegningene skal foretas med følgende parametere:

- **Beregningsfeltets størrelse skal være mellom 26 m x 60 m og 30 m x 60 m**
Faktisk banestørrelse i det enkelte anlegg skal oppgis av byggherre.
- **Det skal benyttes beregningsraster i henhold til NS-EN 12193:2018**
- **Beregningspunkter for horisontal belyningsstyrke skal ligge på spilleflatens nivå**
- **Beregningspunkter for vertikale belyningsstyrker skal være 1,5m over spilleflaten**
Lysreflektans for isflaten skal settes til 70% ved beregning av vertikale belyningsstyrker.
- **Beregningspunkter for blending (R_{UG} / R_G) skal dekke 360 grader rundt hvert beregningspunkt, med maksimalt 1° oppløsning i horisontalplanet**
NB! For blendingsberegninger skal det antas at refleksjon fra spilleflate kun er 20%.
- **Lysberegningene skal ta hensyn til interrefleksjoner fra isflaten og vant**
NB! Det anbefales å sette øvrige elementer som sorte flater (0% reflektans), grunnet beregningsprogrammenes usikkerheter i store rom.
- **Fysiske konstruksjoner og utstyr som kan ha innvirkning på beregningsresultatene, må modelleres i lysberegningene**
- **Vedlikeholdsfaktor skal beregnes og dokumenteres i henhold til CIE 97:2005 basert på 25 års levetid for anlegget**
Arenabelysningen antas å ha en driftstid på ca. 2000 timer per år for trening, og ca. 300 timer per år for kamper. Reell driftstider bør innhentes fra byggherre. RMF og LMF skal settes til henholdsvis 0,90 og 0,95.

6 Kontrollmålinger

Lysanleggene skal kontrollmåles av tredjepart før overlevering til byggherre.

Lysanleggene skal også kontrolleres av tredjepart på oppfordring fra Norges Ishockeyforbund før viktige mesterskap, eller ved mistanke om avvik fra belyningskravene.

Alle relevante parametere (belysningsstyrker, flimmer og fargegjengivelse) skal måles.

Måleprotokoll skal inneholde følgende:

1. Arenaens navn
2. Dato og tidspunkt for målingene
3. Lysanleggets driftstid på måletidspunktet
4. Driftsspenning
5. Omgivelsestemperatur
6. Romflatenes reflektanser
7. Måleinstrument (type, serienummer og datert kalibreringssertifikat (ikke eldre enn to år))
8. Plassering og posisjon for eventuelle armaturer som ikke lyser under målingene

Måleinstrumentet skal minimum tilfredsstille CIE klasse 2 (CIE 231) / DIN 5032-7, klasse B.

I praksis vil det være avvik grunnet produksjonstoleranser for armaturer, fotometri og lyskilder, samt montasjetekniske avvik. Det tillates derfor avvik $\leq 10\%$ for de gjennomsnittlige belyningsstyrkeverdiene. Det tillates ikke at jevnheter, gradienter, flimmer eller fargegjengivelse er under kravnivå.

7 Belysningskrav for trening og kamper uten TV

Følgende belyningskrav gjelder for vanlige belyningsanlegg til trening og konkurranser uten TV:

7.1 Krav til belysning for trening på lavt nivå og skoleidrett

Eh	U2h	U1h	Rg	Ra	Qa
300 lx	0,70	0,35	40	70*	60*

7.2 Krav til belysning for trening på høyt nivå og kamper på mellomnivå uten TV

Eh	U2h	U1h	Rg	Ra	Qa
500 lx	0,70	0,35	40	70*	60*

7.3 Krav til belysning for trening på toppnivå og kamper på nasjonalt nivå uten TV

Eh	U2h	U1h	Rg	Ra	Qa
750 lx	0,70	0,35	35	80	80

**Dersom det er sannsynlig at lysanlegget skal oppgraderes til å tilfredsstille belysning for TV eller også benyttes under TV-produksjon, må armaturenes fargegjengivelsesegenskaper tilfredsstille kravene for TV-produksjoner.*

8 Belysningskrav for kamper med TV-overføring på nasjonalt nivå

Følgende belysningskrav gjelder for belysningsanlegg for TV-produksjon:

8.1 Krav til vertikale belysningsstyrker mot banens fire hovedretninger

EV kamera - min	Ev min	U2V (Evmin/Evmid)	Gradient max
600 lx	600 lx	0,70	5% / 1m
Beregningsplan er 1,5m over isflate			

8.2 Krav til horisontal belysningsstyrke

Eh mid / Ev mid	U2h (Ehmin/Ehmid)	U1h (Ehmin/Ehmid)	Gradient max
0,5 – 2,0	0,70	0,50	5% / 1m
Beregningsplan er på isflate			

8.3 Krav til fargegjengivelse

Ra	Qa
> 80	> 80
Det tillattes maksimalt 10 mired forskjell mellom de enkelte armaturenes korrelerte fargetemperatur og den angitte verdien for belysningsanlegget.	

8.4 Krav til blendingsbegrensning for kameraposisjon

R _G max (Skal benyttes ved montasjehøyde over 10m)	R _{UG} max (Skal benyttes ved montasjehøyde under 10m)
< 35	< 30
Vinkel mellom armaturenes maksimalutstråling (Imax) og loddlinjen skal være ≤ 70°.	
Armaturer skal tilstrebes å ikke vinkles i retning mot kamera.	

8.5 Krav til belysning av tilskuerområder

EV tribune – mid / EV kamera - mid
0,1 – 0,25
Tribunebelysningen skal anordnes slik at den kan styres separat, slik at man kan få til en mer dramatisk effekt ved å ha mørke tribuner og kun belysning på spilleflaten.
Den gjennomsnittlige vertikale belysningsstyrken for tilskuerområdene, skal regnes som gjennomsnittet av den vertikale belysningsstyrken ut mot spilleflaten 1,5m over de 12 første seteradene.
Belysning i tilskuerområder skal dog ikke være lavere enn 10 lx for sitteplasser og 20 lx for trinn eller ramper.

8.6 Krav til maksimalt flimmer ved bruk av Super- og Ultra slow motion

FF _{Max}
< 1%
$FF = \frac{Eh_{max} - Eh_{min}}{Eh_{max} + Eh_{min}} * 100$
Kravene til maksimalt flimmer gjelder både på spilleflate og i tilskuerområder (tribuner).

8.7 Endringer i forhold til tidligere krav

Tidligere belysningskrav hadde et oppgitt gjennomsnittskrav til vertikale belysningsstyrker >1200 lx, med jevnheter 0,5 – 0,7. Jevnhetskravet var upresist formulert og ikke konkret.

Det var ikke angitt hvordan vertikale belysningsstyrker skulle beregnes. Dette er angitt i nye krav.

En jevnhet 0,5 (minste belysningsstyrke dividert med gjennomsnittlig belysningsstyrke), betyr at laveste belysningsstyrke kunne være 600 lx.

Laveste belysningsstyrke i tidligere krav er dermed identisk med de nye kravene. Jevnheten er nå satt til 0,70, hvilket betyr at det vil være mindre variasjoner i belysningsstyrken i forhold til tidligere. Dersom man opererer med laveste belysningsstyrke 600 lx, kan ikke gjennomsnittsverdien være høyere enn i underkant av 860 lx.

For ordens skyld – det er minimumsnivået som er kritisk for TV-produsentene – ikke gjennomsnittsnivået. I praksis betyr det nye kravet, at laveste belysningsstyrker sannsynligvis vil være høyere enn tidligere, og at jevnheten vil være betydelig forbedret.

Det er også stilt krav til maksimalt tillatte variasjoner i belysningsstyrken over gitte avstander (gradienter), hvilket ytterligere er et parameter som sikrer en forbedret jevnhet.

Krav til lysets fargegjengivelse er betydelig skjerpet, og det er også tatt inn krav til fargegjengivelse spesielt for TV-kameraer (TLCl – Qa).

8.8 Skyggefri is

Det er et uttalt ønske fra TV-produsentene om at det ikke skal være skygger på isflaten forårsaket av eksempelvis mediakuber og vant. Man må derfor plassere belysningsmateriellet slik at skygger fra resultatkuben unngås.

Belysningskravene for TV tilsier at en stor del av belysningsmateriellet må plasseres utenfor banen, og skygger fra vantene kan man ikke unngå fullstendig.

Ved å velge mange armaturer med lavere lysytelse spredt utover et større område, er det mulig å tvære ut skyggene fra vantene, men dette gir betydelig økte kostnader i forhold til å benytte færre armaturer med høyere lysytelse (eksempelvis lyskastere). Leverandøren skal dokumentere skygger fra vant så langt det er mulig.

8.9 Refleksfri is

Det er ikke mulig å unngå refleks fra belysningsmateriellet når isflaten er nyvannet, men forstyrrende refleks kan reduseres ved å velge mange armaturer med lavere lysytelse spredt utover et større område. Dette gir betydelig økte kostnader i forhold til å benytte færre armaturer med høyere lysytelse (eksempelvis lyskastere).

Leverandøren skal dokumentere refleks i isflaten mot relevante kameraposisjoner.

8.10 Belysning av publikumsområder

TV-produsentene har forskjellige ønsker når det gjelder belysning av publikumsområdene. Noen produsenter ønsker mye lys på publikum, mens andre ønsker mer konsentrert lys på spilleflaten og mindre lys på tribuner.

Lysanleggene for TV må i sin natur plasseres delvis over publikumsarealene, og vesentlig svakere lysnivå i publikumsområdene i forhold til på spilleflatene kan være en utfordring å få til.

Lyset i publikumsområdene skal uansett kunne styres separat fra selve arenabelysningen i størst mulig grad, slik at dette eksempelvis kan reguleres ned når det er lite publikum. TV-produsentene ønsker ikke å filme tomme tribuner.

9 Relevante symboler og enheter

Symbol	Navn	Enhet
$E_{h\min}$	Minste horisontale belysningsstyrke	lx

E_{h mid}	Midlere horisontale belysningsstyrke	lx
E_{h max}	Største horisontale belysningsstyrke	lx
E_{v min}	Minste vertikale belysningsstyrke	lx
E_{v mid}	Midlere vertikale belysningsstyrke	lx
E_{v max}	Største vertikale belysningsstyrke	lx
E_{v kamera - min}	Minste vertikale belysningsstyrke mot hovedkamera	lx
E_{v kamera - mid}	Midlere vertikale belysningsstyrke mot hovedkamera	lx
E_{v kamera - max}	Største vertikale belysningsstyrke mot hovedkamera	lx
E_{v tribune - min}	Minste vertikale belysningsstyrke for tilskuerområdet (tribune)	lx
E_{v tribune - mid}	Midlere vertikale belysningsstyrke for tilskuerområdet (tribune)	lx
E_{v tribune - max}	Største vertikale belysningsstyrke for tilskuerområdet (tribune)	lx
U1h	Forholdet minste / største horisontale belysningsstyrke ($E_{\min} / E_{\max}$)	-
U2h	Forholdet minste / midlere horisontale belysningsstyrke ($E_{\min} / E_{\text{mid}}$)	-
U1v	Forholdet minste / største vertikale belysningsstyrke ($E_{v\min} / E_{v\max}$)	-
U2v	Forholdet minste / midlere vertikale belysningsstyrke ($E_{v\min} / E_{v\text{mid}}$)	-
Gradient_{max}	Største tillatte endring i belysningsstyrke over en avstand på 1m	%
FF_{Max}	Største tillatte flimmerfaktor	%
T_{cp}	Korrelert fargetemperatur	K
Mired	Resiproke mikrokkelvin ($10^6/T_{cp}$)	-
R_a	Fargegjengivelsesindeks (CRI)	-
Q_a	Television Lighting Consistency Index (TLCI)	-
R_G	Glare Rating	-
R_{UG}	Unified Glare Rating	-