

VURDERING AV GRENSEVERDI – UGR I LYSBEREGNINGER FOR TUNNELER

BETRAKTNING

INNHold

1	Konklusjon	1
2	Oppgaveformulering	1
3	Grunnlag for vurdering av grenseverdi	2
4	Kort sammenstilling av resultater	3

1 Konklusjon

Fastsetting av grenseverdi for UGR er meget vanskelig, da det er stor usikkerhet vedr. armaturenes faktiske lysende areal, og kjøretøyenes skjerming av de nærmeste armaturene i tunnelene.

Det anbefales at man i en fremtidig studie evaluerer den subjektive opplevelsen av blinding hos et relevant utvalg personer, i etablerte tunnelanlegg. Disse betraktningene må deretter evalueres mot lysberegninger utført med de parametere som er tilstede i tunnelanleggene som vurderes.

Denne korte studien gir likevel inntrykk av at det forekommer en slags grenseverdi ved UGR 35. Dette tallet bør kvalitetssikres av en studie som beskrevet ovenfor.

2 Oppgaveformulering

COWI AS er bedt om å vurdere om det finnes en fornuftig grenseverdi for UGR som kan settes i forbindelse med ubehagsblending fra belyningsanlegg med LED i tunneler, fortrinnsvis i forbindelse med belysning i indre sone/nattlys.

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
Axxxxxx	1				
VERSJON	UTGIVELSES DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1	13.09.2017		TKNI	TKNI	TKNI

3 Grunnlag for vurdering av grenseverdi

COWI AS har i forbindelse med denne vurderingen utført et stort antall lysberegninger med produkter fra en rekke leverandører, og med store forskjeller mht. armaturenes lysfordelinger.

Lysberegningene ble utført i siste gjeldende versjon av beregningsprogrammet ReluxDesktop (v. 2017.1.11.0).

Det ble etablert en beregningsmodell som en 300m lang tunnel med profil som standard T9,5 (SVV).



Fig. 1 – Visualisering av beregningsmodell

Kjørebanelens refleksjonsegenskaper ble satt til r-tabell CIE C2. Øvrige flaters reflektans ble satt til følgende:

- **Tunneltak – diffus 5%**
- **Tunnelvegger (opp til 3m) – diffus 5, 10, 20, 40 og 60%**
(Alle disse situasjonene ble beregnet)
- **Banketter – diffus 20%**
- **Fjern tunnelmunning – 0%**

Forskjellige reflektanser på tunnelvegger ble simulert for å se hvor stor innvirkning dette ville ha på resultatene.

Lysberegninger av synsnedsettende blending (TI %) ble foretatt med både faste og bevegelige observatørposisjoner i ReluxDesktops tunnelmodul.

UGR ble beregnet ved å konvertere beregningene utført i tunnelmodulen, til ordinære lysberegninger av tunnelene som romobjekter.

Vi har valgt å samle armaturtypene i tre kategorier:

- A -Armaturer med lave luminanser og store lysende arealer (lysrørarmaturer)
- B - Armaturer med høye luminanser og med relativt store homogene lysende arealer
- C - Armaturer med høye luminanser og med små/ lite homogene lysende arealer

Beregnete verdier fra disse tre kategoriene ble analysert for å finne eventuelle typiske mønstre blant resultatene.

4 Kort sammenstilling av resultater

Vi har valgt å forenkle beregningsresultatene ved å vise resultatene for tre representative armaturtyper innenfor de tre kategoriene.

Basert på beregningsdataene har vi foreløpig følgende antakelser:

- Armaturer med lave luminanser og store lysende arealer gir åpenbart lavest synsnedsettende blending og tilsvarende lav UGR

Dette skyldes i hovedsak at de maksimale lysintensitetsverdiene er relativt lave, kombinert med store lysende arealer.

- Armaturer med høye luminanser og med relativt store homogene lysende arealer viser gjerne lav synsnedsettende blending, men gir høye UGR-verdier

Vi antar at dette skyldes at de maksimale lysintensitetsverdiene for disse armaturene gjennomgående synes å være lavere enn for armaturer med små lysende arealer.

- Armaturer med høye luminanser og med små/ lite homogene lysende arealer gir både høy synsnedsettende blending og til dels ekstremt høye UGR-verdier

Det kan se ut til at det generelt opptrer mer «ekstreme» lysfordelinger, med høye maksimalintensiteter innenfor denne gruppen armaturer, noe som gir høye verdier både mht. synsnedsettende- og ubehagsblending.

Vi har forenklet resultatene noe, og viser hovedtrekkene i beregningsgrunnlaget med eksempler på tre typiske armaturer fra de forskjellige kategoriene:

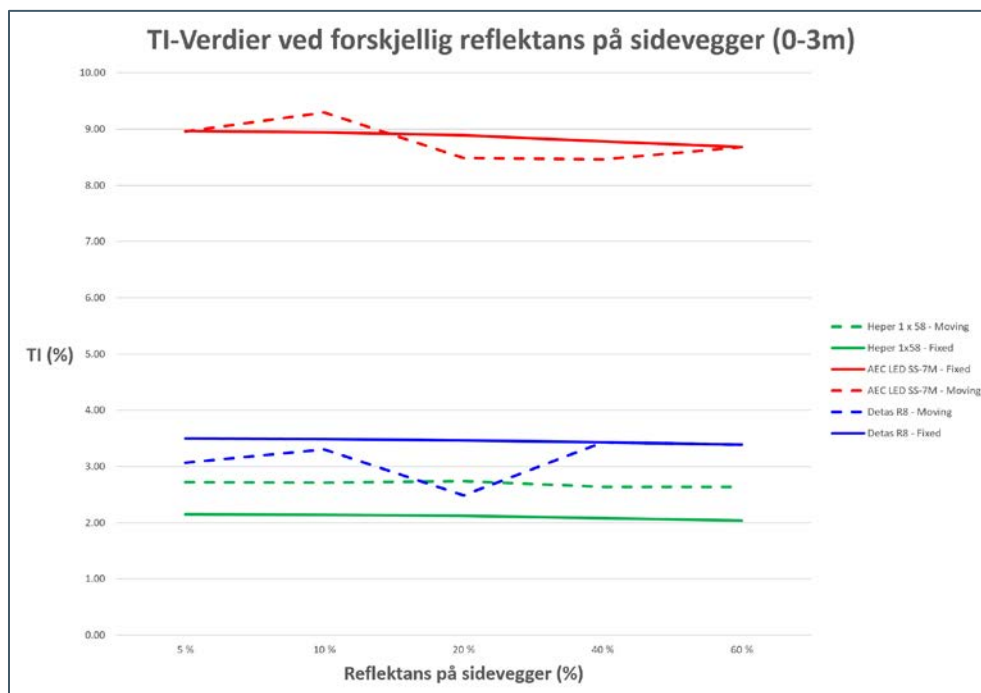


Fig. 2 – TI-verdier fra representative armaturkategorier ved forskjellige reflektanser for tunnelveggene

I utgangspunktet skulle TI-verdiene vært de samme uansett reflektans på tunnelveggene, men vi har valgt å korrigere armaturgeometriene noe som en naturlig følge av økt reflektans (færre armaturer / lengre armaturavstander ved høyere reflektanser fra sidevegg). Endringene i armaturlayout og tilhørende endringer i resultater er uten praktisk betydning.

Resultatene for armaturkategoriene A og B kan vise tilnærmet like (og lave) verdier for synsnedsettende blending. Armaturer i kategori C gir høy synsnedsettende blending, men fremdeles med god margin til grenseverdi $TI < 15\%$ i henhold til CIE 88.

Det er selvfølgelig en del spredning innenfor de armaturkategoriene, men tendensen er rimelig klar.

Det er også en viss usikkerhet som må tillegges beregningsmodellen, da denne nødvendigvis ikke klarer å finne ekstremverdiene i armaturenes lysfordelinger.

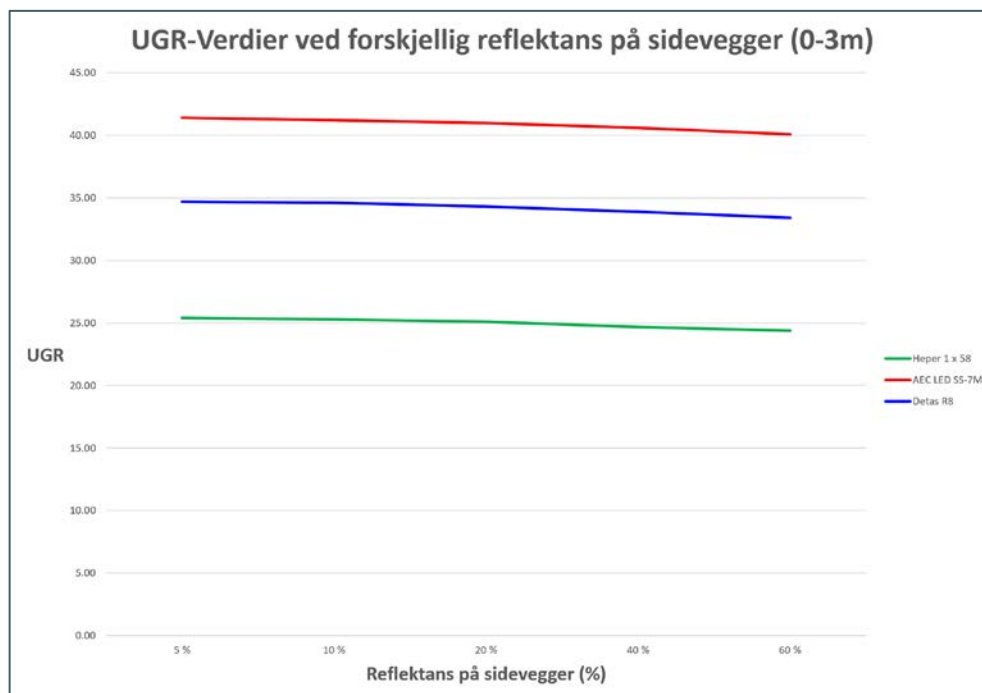


Fig. 3 – UGR-verdier fra representative armaturkategorier ved forskjellige reflektanser for tunnelveggene

UGR-verdiene vil påvirkes av luminansen fra tunnelveggene, men ikke i noen stor grad. Tunnelveggene utgjør en relativt liten andel av synsfeltet sammenliknet med kjørebane/banketter og tunneltak.

Også her har vi valgt å korrigere armaturgeometriene som følge av økt reflektans (færre armaturer / lengre armaturavstander ved høyere reflektanser fra sidevegg). De totale endringene i armaturlayout og reflektans fra sidevegger kan imidlertid ikke sies å ha noen signifikant innvirkning på resultatene.

Det later til at armaturkategori B ligger omtrent midt i mellom armaturkategoriene A og C mht. ubehagsblending.

Som tidligere nevnt er det store usikkerheter mht. hva som kan anses å være armaturenes lysende areal. Dette vil avhenge av den optiske konstruksjonen og avstanden mellom betrakter og armaturene i forhold til om enkelte lysende elementer vil kunne anses å «smelte sammen» til en homogent lysende enhet.

Vi mener likevel at vi ser klare tendenser til at armaturene kan inndeles i kategorier, og at disse vil ha relativt typiske UGR-verdier.

Vi har ikke vurdert hvor stor innvirkning kjøretøyenes tak kan ha på de beregnede verdiene, men vi kan anta at en skjerming av de nærmeste armaturene vil kunne ha en stor innvirkning på resultatene, avhengig av armaturenes maksimale lysintensiteter, og i hvilke vinkler disse vil opptre.

Oslo, 13.09.2017

Tore Krok Nielsen
COWI AS