



LUND UNIVERSITY

Flimmer – en teknisk översikt

Lindén, Johannes; Dam-Hansen, Carsten

2022

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Lindén, J., & Dam-Hansen, C. (2022). *Flimmer – en teknisk översikt*.

Total number of authors:
2

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



Flimmer

– en teknisk översikt

JOHANNES LINDÉN | LTH, LUNDS UNIVERSITET

CARSTEN DAM-HANSEN | DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET



Innehåll

Introduktion.....	3
Vad är flimmer?	4
Varför uppstår TLM?	6
Hur mäter man TLM?	6
Varför är detta viktigt?	7
Några klargöranden	8
Slutord	11

Introduktion

Flimmer kan vara irriterande, men framför allt kan det ha en negativ effekt på människors hälsa, orsaka irritation, huvudvärk, ögonsträngning och migrän. I och med införandet av LED-lampor har flimmer åter blivit ett problem. Förutom det onödiga lidande flimmer orsakar hos individer, skapar de negativa konsekvenserna ett hinder för bred och snabb anpassning av den nya LED-tekniken och därmed också ett hinder för potentiella energibesparingar.

EU:s nya ekodesignförfordningar trädde i kraft i september 2021. Dessa inkluderar för första gången gränsvärden för flimmer, vilket skapar ett akut behov av att sprida kunskap om flimmer och hur man mäter det.

Vad är flimmer?

I vardagligt tal används oftast ordet flimmer för att beskriva något som en lampa, eller ljuset från en lampa, *gör*, nämligen att den hastigt blinkar eller fluktuerar i intensitet. Så som ordet flimmer är definierat rent vetenskapligt är detta faktiskt inkorrekt. Flimra är inget en lampa *gör*. Flimmer är något *man ser*. Vad *lampan gör*, är att den ger upphov till *temporal ljusmodulation*, eller TLM (Temporal Light Modulation), dvs ljus som varierar/modulerar med tiden.

TLM kan ge upphov till flera olika observerbara effekter, varav flimmer är ett. Tre effekter är definierade:

1. Flimmer

Om du ser att ljusintensiteten från en lampa varierar – då ser du *flimmer*. Men detta gäller bara om du inte rör dina ögon och inte heller ljuskällan rör sig. Detta innebär att flimmer bara går att se så länge modulationsfrekvensen är under ungefär 90 Hz. Över 90 Hz, kan våra ögon inte längre se variationer i tiden.

2. Stroboskopiska effekter

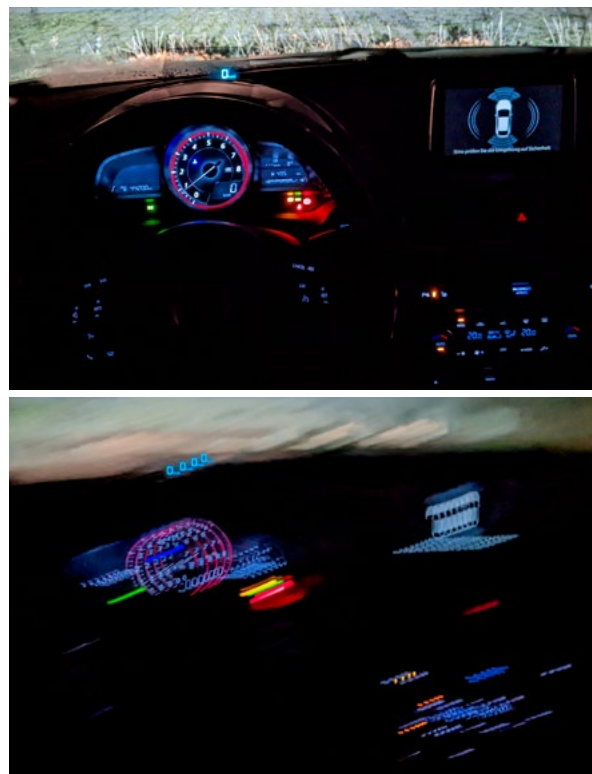
Men om det är rörelse inblandat, t.ex. att ljuskällan rör sig eller om någonting rör sig i ljuset (som en hand eller en penna) och man ser mönster, då kallas detta *stroboskopiska effekter*, se figur 1.



Figur 1: Illustration av stroboskopiska effekter.
Foto: J.Rydeman

3. Phantom array effects

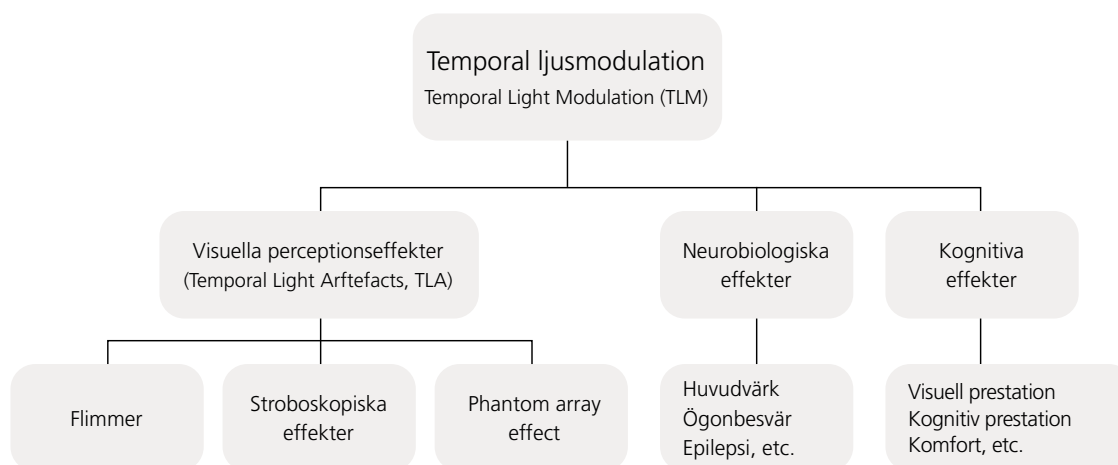
Och slutligen finns det en tredje effekt, som uppstår vid ögonrörelser. Om du ser mönster under det korta ögonblick du rör på ögonen, då ser du *Phantom arrays*, se figur 2.



Figur 2: Illustration av phantom arrays. Foto: J.Ledig

Både stroboskopiska effekter och phantom array effects är synliga vid mycket högre frekvenser än 90 Hz. Stroboskopiska effekter är synliga vid frekvenser upp till 2000 Hz och phantom array effects vid frekvenser så höga som 11 000 Hz.

Alla dessa tre effekter – flimmer, stroboskopiska effekter och phantom array effects – är exempel på temporala ljusartefakter, eller TLAs (Temporal Light Artefacts), som orsakas av temporal ljusmodulation, se figur 3.



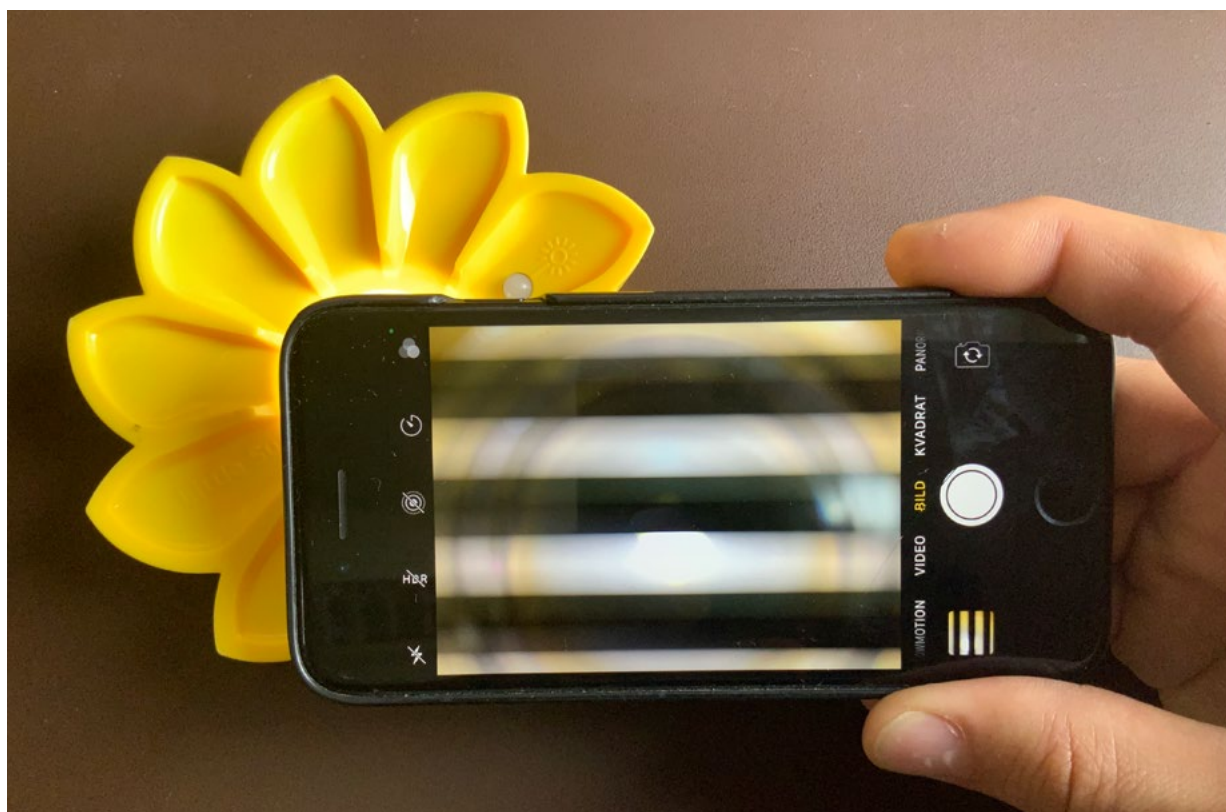
Figur 3: Översikt över olika effekter till följd av temporal ljusmodulation (TLM)

Dessa tre ljusartefakter är per definition visuella effekter. Men det har också visats att TLM kan ge upphov till icke-visuella effekter, så som huvudvärk, migrän och ögonbesvär. Det kan också påverka kognitiv prestation och läshastighet. Dessutom har man sett att barn och överkänsliga personer påverkas mer än andra.

Dessa neurologiska och kognitiva effekter är antagligen *allvarigare* än de visuella temporala ljusartefakterna, då de personer som påverkas av dem inte alltid nödvändigtvis inser eller förstår att det just är *ljuset* som är orsaken till problemen.

Förutom dessa effekter på människor, kan TLM också påverka djur, t.ex. höns, samt bildkvaliteten i samband med fotografering och videoupptagning. Vid användning av kameror på telefoner och datorer kan rullande randmönster uppstå på skärmen, se figur 4. Dessa kameror kan därför användas för att påvisa TLM.

» **Flimra är inget en lampas gör**
– det är något du *ser*



Figur 4: Artefakter vid videoupptagning av ljuskälla med TLM

Varför uppstår TLM?

När det gäller LED-tekniken är det viktigt att påpeka att det är aldrig ljusdioden i sig själv som orsakar modulationen. Det är alltid den drivande elektroniken som avgör. Eftersom vi har 230 volts växelspanning i vägguttagen, måste denna transformeras ner till lägre spänning och till likström och modulationen uppstår pga. undermåliga elektriska komponenter. Det kan vara en utmaning att få plats med all elektronik i en E14-sockel, men det är definitivt möjligt. Det finns gott om LED-lampor på marknaden som inte modulerar alls.

Men för producenten kan det ibland vara billigare att exkludera viktiga komponenter som skulle eliminera modulation och flimmer.

Faktum är att även den gamla glödlampan också modulerade till en viss grad. Men LED (som ju står för Light Emitting Diode), alltså en ljusemitterande diod, är en diod, en likriktare. Den vill bara ha ström åt ett håll, d.v.s. likström. Och en konstant likström ger totalt modulationsfritt ljus.

Hur mäter man TLM?

Sedan en längre tid tillbaka har man kunnat karaktärisera TLM t.ex. med måtten Percent Flicker (även kallat Modulation Depth) och Flicker Index. Dessa mått utvecklades då ljuskällor modulerade enbart vid den dubbla nätspänningsfrekvensen 100 Hz (t.ex. lysrör och glödljus). De tar alltså inte hänsyn till frekvensen och är därmed olämpliga för mätning på ljuskällor som modulerar vid andra frekvenser.

Eftersom problem med flimmer och ljusmodulation kan uppstå vid alla möjliga olika frekvenser när det handlar om LED-ljuskällor, har det gjorts en del forskning på hur man kan mäta och kvantifiera effekterna av TLM på mer rättvisande sätt.

För tillfället finns det två mätstandarder: short-term flicker indicator med symbolen P_{st}^{LM} för flimmer (upp t.o.m. 90 Hz) och Stroboscopic effect Visibility

Measure (förkortat SVM) med symbolen M_{VS} för stroboskopiska effekter (upp t.o.m. 2000 Hz).

Båda måtten är designade så att ett mätvärde på 1 betyder att effekterna är synliga i 50% av fallen, för en standardobservatör.

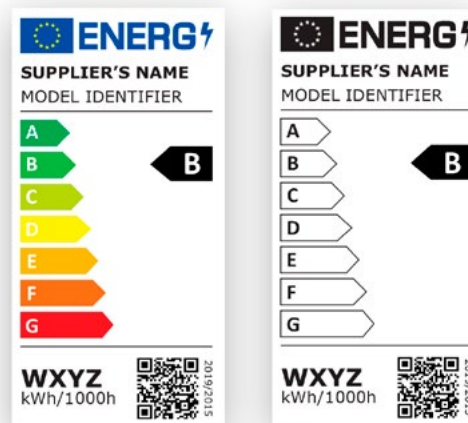
Tyvärr finns det ännu inget mått för Phantom array effects. Men vad värre är, är att det heller inte finns några mått för de allvarligaste effekterna – de neurologiska och kognitiva effekterna. Det är dessa effekter som borde ligga till grund för vilka gränsvärden som borde gälla för modulation för allmänbelysning. Men här behövs mer forskning.

Varför är detta viktigt?

Lyckligtvis har EU enats om gränsvärden för flimmer och stroboskopiska effekter i de uppdaterade eco-designdirektiven, med resultatet att från september 2021 får P_{st}^{LM} inte överskrida ett värde på 1, och stroboscopic effect visibility measure (SVM) får inte överskrida 0,9 – vilket skärps till 0,4 år 2024. Dessa värden gäller vid "full load", dvs i odimrat läge. Observera att dessa gränsvärden gäller för belysningsprodukter som säljs på EU:s marknad, men att det kan vara lämpligt med olika gränsvärden för olika användningsområden. T.ex. kan man tänka sig lägre gränsvärden för skolor och sjukhus, jämfört med lagerlokaler.

I och med införandet av dessa nya gränsvärden skapas ett akut behov av att sprida kunskap om TLM och hur man mäter det.

Effekterna som uppstår i en mobilkamera (se figur 4) kan användas för att ge en fingervisning om en ljuskälla flimrar. Viktigt då är att kameran hålls så nära in på ljuskällan som möjligt. Om inga randmönster då uppstår på skärmen är det rätt säkert att lampan inte flimrar. Dock är detta inget säkert sätt att "mäta" flimmer på. Det kan uppstå randmönster även om lampan inte ger upphov till flimmer. Men man kan använda mobilkameran på ett annat sätt när man ska köpa LED-lampor. I samband med de uppdaterade ekodesigndirektiven införde EU en ny energimärkning och denna etikett innehåller en QR-kod, se figur 5. Om denna kod skannas med mobilkameran leds man till EPREL-databasen (European Registry for Energy Labelling), där ytterligare information om produkten finns, t.ex. värden för "Flicker metric" och "Stroboscopic effect metric" – P_{st}^{LM} respektive SVM. Det bör dock noteras att informationen i EPREL-databasen inte är helt tillförlitlig i dagsläget. Många ljuskällor anger värdet 0, eller värdet 1 för P_{st}^{LM} och 0,4 för SVM, dvs exakt på gränsvärdet. Det är högst osannolikt att dessa faktiskt är mätresultatet.



Figur 5: Exempel på EU:s nya energimärkning för ljuskällor

En stor anledning till att det fokuseras mer på flimmer och TLM är de icke-visuella effekter som nämnts ovan så som huvudvärk, migrän, ögonbesvär samt påverkan på t.ex. kognitiv prestation och läshastighet. Att TLM ger upphov till både visuella och icke-visuella effekter är oomtvistat. Den stora ännu obesvarade frågan är hur stor betydelse de *icke-visuella* effekterna har jämfört med de visuella. Att testa de visuella effekterna är relativt lätt, men det är svårare med de icke-visuella. Från den forskning som gjorts verkar det dock som att betydelsen av TLM för dessa effekter är stor för en undergrupp av individer i befolkningen, som är mer känsliga än andra för visuell stress. Hurdana är effekterna av TLM på denna undergrupp? Vilka effekter har olika TLM-förhållanden på de fysiologiska, beteendemässiga och hälsomässiga områdena? Hur stor roll spelar andra parametrar utöver frekvensen på flimret för effekterna? Dessa frågor bör ligga till grund för framtida forskning kring TLM och människors välbefinnande. Till dess vore det klokt att låta försiktighetsprincipen gälla.

Några klargöranden

I och med EU:s uppdaterade designdirektiv ställs som sagt för första gången krav på ljuskällor som säljs på EU:s marknad: SVM får inte vara högre än 0,9 (0,4 från år 2024) och P_{st}^{LM} får inte vara högre än 1. Det är producenternas ansvar att dessa krav uppfylls, och det offentliga kan å sin sida kräva detta. Som alltid i sådana här sammanhang krävs standarder, klara definitioner och en konsekvent terminologi för att alla ska vara på det klara med vad som diskuteras.

I fallen SVM och P_{st}^{LM} finns de två dokumenten IEC TR 63158 respektive IEC TR 61547, utgivna av International Electrotechnical Commission (IEC). Framförallt när det gäller den rapport som hanterar flimmer och P_{st}^{LM} , IEC TR 61547, finns det en del detaljer som är värda att klargöra.

Till att börja med kan det vara på plats att upprepa att flimmer är definierat som något perceptuellt, dvs något subjektivt, och att detta alltså inte överensstämmer med hur ordet flimmer används till vardags. Men med det sagt kan det vara värt att påpeka att måttet P_{st}^{LM} på det sättet det är beskrivet i IEC TR 61547 är ämnat åt att mäta flimmer *objektivt*. Hur kan man objektivt mäta något subjektivt? Utan att gå in i en semantisk eller filosofisk diskussion, låt oss bara notera att denna situation inte skiljer sig markant från hur vi behandlar mätning av ljus i allmänhet. Ljus kan också definieras som något subjektivt, något som ger intryck. Ändå är det fortfarande möjligt att mäta ljus objektivt med till exempel en ljusmätare. Precis som mätning av elektromagnetisk strålning kan undersökas med hänsyn till det mänskliga ögats känslighet, kan ljusintensitetsfluktuationer undersökas med en flimmermätare som ger ett resultatvärde.

Nästa detalj som behöver klargöras är att det mått som presenteras i IEC 61547 heter P_{st} , inte P_{st}^{LM} . För att reda ut detta behöver vi titta lite på bakgrunden till IEC 61547 och måttet på flimmer.

Den ljusflimmermätare som beskrivs i IEC 61547 (i fortsättningen kallad **IEC-ljusflimmermätare**) utvecklades som en konsekvens av LED-lampans införande, och baserades på en tidigare flimmermätare (som vi fortsättningsvis kallar **IEC-flimmermätare**). IEC-flimmermätaren kom till på den tid då glödlampan var den vanligaste ljuskällan, och syftet med denna mätare var att se till fluktuationerna på nätspänningen var av tillräckligt god kvalitet så att inte glödlamporna gav upphov till flimmer. Med IEC-flimmermätaren registreras nätspänningen (inte ljusfluktuationerna), och utifrån detta *simuleras* hur synbart flimret från en 60 W glödlampa skulle ha varit om den hade kopplats på den registrerade nätspänningen. Måttet som gavs av IEC-flimmermätaren var short-term flicker indicator, P_{st} . IEC-flimmermätaren och P_{st} är alltså baserade på glödlampan. Detta var rimligt på den tiden, eftersom glödlampan var den vanligaste ljuskällan, och det därför fanns ett nästan direkt samband mellan fluktuationer på nätspänningen och fluktuationer på ljuset. Med detta i åtanke skulle man kunna säga att P_{st} är ett mått på nätspänningskvalitet uttryckt i flimret från en 60 W glödlampa.

Det faktum att IEC-flimmermätaren registrerar nätspänningen men ger ett mått på ljusflimmer har lett till delade åsikter om vad P_{st} faktiskt är ett mått på: spänning eller ljus? I el-sammanhang ses P_{st} ofta som ett mått på nätspänningsfluktuationer, medan det i ljussammanhang ses som ett mått på ljusflimmer. Svaret är att P_{st} är ett mått på ljusflimmer, inget annat. Men för att få ett värde på ljusflimret måste spänningsfluktuationerna registreras.

Med detta följer en intressant iakttagelse: vad du "mäter" eller registrerar (i det här fallet spänningen), är inte nödvändigtvis det du får ett "mått" på (ljusflimret). Men detta är faktiskt fallet i många andra situationer när någonting mäts, t.ex. temperatur.

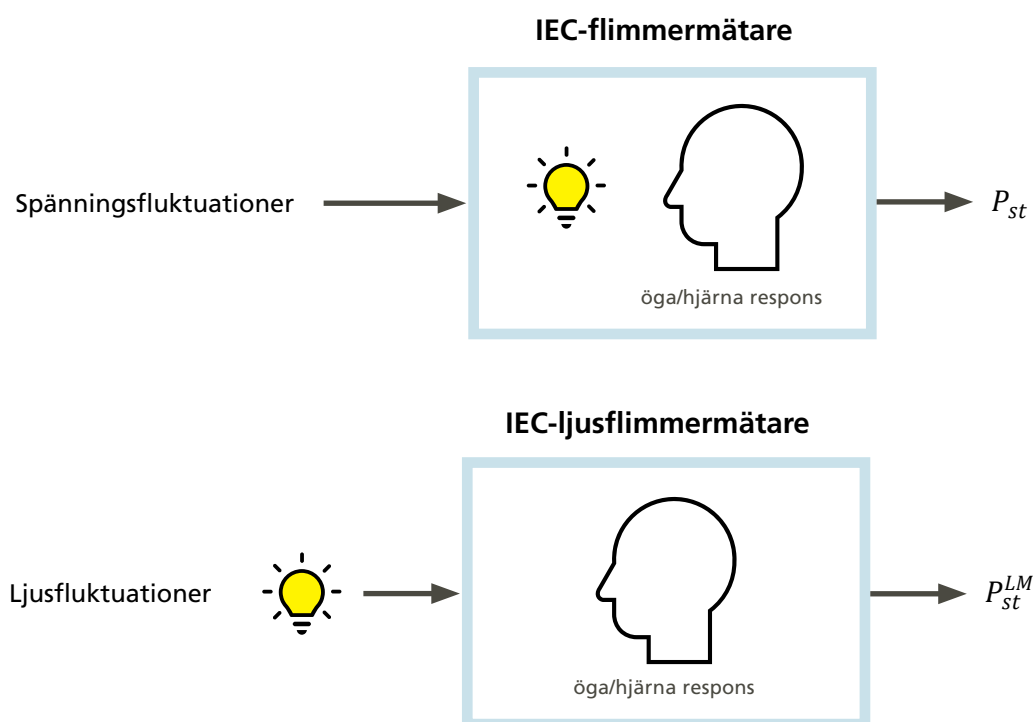
Temperatur kan mätas på flera sätt, t.ex. med en sprittermometer eller med en elektrisk sensor (s.k. termoelement). I det ena fallet registrerar volymförändring, och i det andra spänning. Tillvägagångssätten för att mäta skiljer sig, men det slutgiltiga måttet är i båda fallen temperatur.

När sedan LED-lampan introducerades fanns det inte längre någon direkt länk mellan spänningsfluktuationer och ljusfluktuationer. Således utvecklades en flimmermätare som registrerade ljusfluktuationerna direkt, oavsett ljuskälla eller nätspänningsfluktuationer – IEC-ljusflimmermätaren. För att klargöra vilken typ av mätare som används i mättningsförfarandet introducerades en till symbol för short-term flicker

indicator i IEC 61547: P_{st}^{LM} , där LM står för "Light Measurement".

Alltså, IEC-flimmermätaren registrerar nätspänning och det resulterande måttet betecknas P_{st} , medan IEC-ljusflimmermätaren registrerar ljusintensitetsvariationer och det resulterande måttet betecknas P_{st}^{LM} . Se illustration i figur 6.

I ett försök att "undvika missförstånd" introducerades ytterligare en symbol i IEC 61547: P_{st}^V , där V indikerar att det är spänning (voltage) som registreras, alltså att IEC-flimmermätaren används. Med andra ord P_{st}^V är exakt samma sak som P_{st} .



Figur 6: Två versioner av flimmermätare, med olika input, men med samma resulterande mått.

En förklaring till oklarheterna kan möjligtvis vara att rapporten har kommit till i skärningspunkten mellan två discipliner – el och ljus.

Det hela underlättas inte av den inkonsekventa terminologin i de rapporter som berör ämnet. Bara i IEC 61547 har P_{st} , short-term flicker indicator, en mängd olika namn: *short-term flicker severity*, *short-term flicker value*, *intrinsic flicker*, *intrinsic flicker performance of lighting*, *intrinsic flicker performance of a light source*, *flicker severity value*, *flicker performance*, *flicker metric*, och *short-term flicker metric*.

Det framgår ur rapporten att LM som sagt står för Light Measurement, samt att st står för short-term. Men det är lite anmärkningsvärt att det inte framgår vad P står för. Under detta arbetets gång verkar det dock mest rimligt att P skulle stå för "Perceptibility", men det har även framkommit ett flertal förslag: Planning levels, Pegel (nivå på tyska), Papillotement (flimmar på franska) eller till och med Paracetamol (eftersom mer flimmar orsakar mer huvudvärk).

I tabellen nedan sammanfattas, med lite noteringar, den viktigaste informationen om TLM-mått som omnämns i denna text.

Storhet / fenomen	Namn på mått	Symbol
Flimmar	Short-term flicker indicator*	P_{st}^{**}
Stroboskopisk effekt	Stroboscopic effect visibility measure (SVM)	M_{VS}^{***}

* I el-sammanhang kan termen "short-term flicker severity" förekomma.

** För tydlighet kan symbolen P_{st}^{LM} användas för att indikera att IEC-ljusflimmarvärdet använts (dvs att ljuset detekterades) eller symbolen P_{st}^V för att indikera att IEC-flimmarvärdet använts (dvs att spänningen detekterades).

*** SVM används som en förkortning på Stroboscopic effect Visibility Measure, men även, felaktigt, som dess symbol.

Slutord

Denna text har kommit till som ett resultat av projektet Flicker Explained, som är ett samarbete mellan Lunds Universitet och Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Projektet har stöttats av Energimyndigheten, genom EELYS-projektet "Flicker Explained", projektnr. P2021-00030.

Projektet har även producerat två andra skrifter:

- Flicker explained: interpretation of the Technical Report IEC 61547, som är en detaljerad genomgång av den tekniska rapporten IEC 61547, innehållande förklaringar och förslag på ändringar.
- Flicker Explained - Guide to IEC 61547 for the lighting Industry, som är en kortfattad version av den första och tänkt att tjäna som handledning till intresserade inom belysningsindustrin. Tillgänglig på engelska, svenska och danska.

Alla skrifter producerade inom projektet Flicker Explained finns tillgängliga via www.design.lth.se/ljuslaboratoriet.

KONTAKT



Johannes Lindén, Forskningsingenjör
Designvetenskaper, Lunds tekniska högskola
johannes.linden@design.lth.se

*Denna skrift har tagits fram i ett
samarbete mellan Lunds tekniska
högskola (LTH) och Danmarks
Tekniske Universitet (DTU), med
stöd av Energimyndigheten.*



Carsten Dam-Hansen, Universitetslektor
DTU Electro, Danmarks Tekniske Universitet
cadh@dtu.dk

ISBN

978-91-8039-530-4 (tryckt)

978-91-8039-531-1 (digital version)

www.design.lth.se