

Et regneark til beregning af luminans af vejtavler

Kai Sørensen, 29. april 2015

Forord

Regnearket erstatter det regneark, der er omtalt i notatet "Et regneark til beregning af luminans af vejtavler" af 27. november 2014. Ændringerne består dels i indførelse af en ny lysfordeling for nærlyset af forlygter og dels i forbedringer af regnearkets funktioner og betjening.

Regnearkets betjening (ind- og uddata) omtales i afsnit 1, forudsætninger for de beregnede tavleluminanser omtales i afsnit 2, mens selve beregningerne gennemgås kort i afsnit 3. Bilag A indeholder et eksempel på brug af regnearket.

Note: Regnearket forventes betjent fra arket "Betjening", hvor lysfordelingen er låst og sænket med $0,5^\circ$ som omtalt i afsnit 2. Den, som er interesseret i andre muligheder, kan dog ændre på betingelserne i arket "Avanceret".

1. Regnearkets betjening

Regnearkets betjening findes i et ark kaldt "Betjening", som er vist i figur 3.

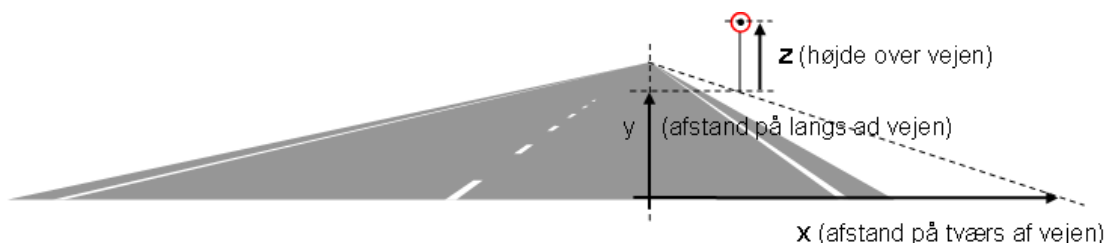
Inddata angår:

- valg af lille eller stort køretøj (angiv 1 eller 2),
- placeringen af et punkt på en vejtavle på tværs i forhold til køretøjets midte og i højden over kørebanen,
- vejtavlens drejning.

Køretøjernes dimensioner angives i afsnit 2. Placeringen på tværs er positiv til højre og negativ til venstre, og er kaldt placering til højre.

De to mål for punktets placering indgår som x og z koordinater i et (x, y, z) koordinatsystem, hvor y er afstanden regnet fra køretøjets lygter og fremefter. Afstanden omfattes at en fast serie på 30, 40 ... 200 m. Koordinatsystemet er vist i figur 1.

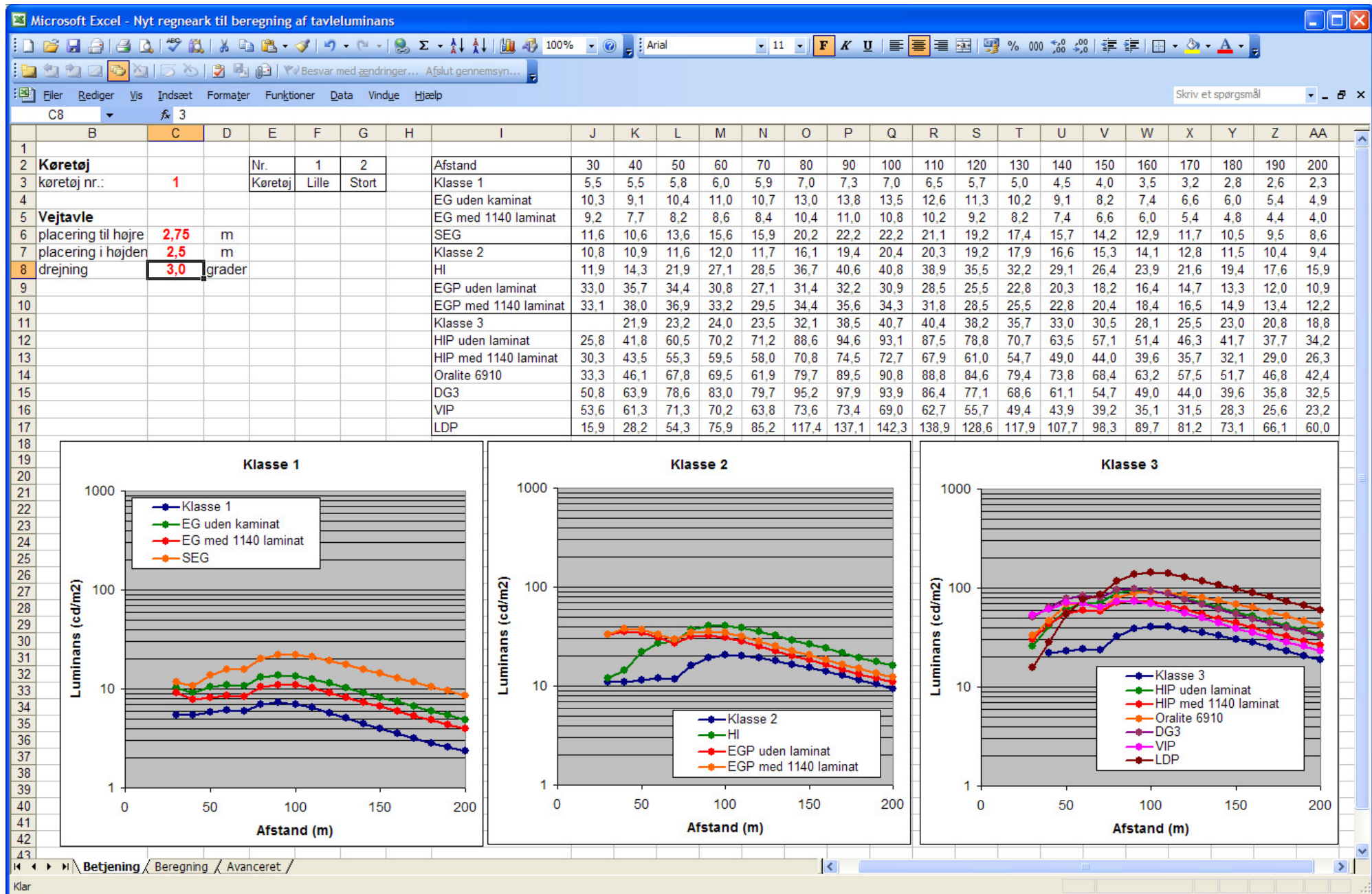
Vejtavlens drejning er illustreret i figur 2. Vejtavler placeret til højre har normalt en positiv drejning.



Figur 1: Koordinatsystem til angivelse af en vejtavlens placering.



Figur 2: Positivt fortegn for drejning af vejtavlen.



Figur 1: Regnearkets betjening.

Der bør kun skrives i de med rødt mærkede felter til inddata. Der bør ikke skrives i arket "Beregning".

Uddata omfatter en tabel over tavleluminanser, som har værdier for de forskellige afstande og i øvrigt er opdelt i tre blokke for henholdsvis klasse 1, klasse 2 og klasse 3. Med klasser menes tænkte refleksfolier, som netop opfylder de minimumkrav, der findes i notatet "Forslag til nordiske krav til retrorefleksion af retroreflekterende vejtavlematerialer" af 17. marts 2014. I hver blok er der desuden tavleluminanser for refleksfolier, der kan placeres i den pågældende klasse. Tabellen ses i figur 3.

Når en situation er uden for det område, der dækkes af tabellen for en klasse eller et refleksfolie, er den tilsvarende celle i tabellen tom.

Tavleluminanserne gælder for hvide dele af vejtavler. Luminanser af andre signalfarver er noget lavere, typisk som angivet i tabel 2 i det ovennævnte notat.

Yderligere uddata er tre diagrammer for klasserne 1, 2 og 3. Hvert diagram viser tavleluminansens variation med afstanden for den pågældende klasse og de refleksfolier, der hører til i klassen. De tre diagrammer ses i figur 3.

Note: Arket "Avanceret" giver adgang til denne betjening, hvor der kan vælges andre lysfordelinger og indstillinger. Valgene træder kun i kraft, hvis der skrives **ja** ud for "udfør". I nedenstående tabel svarer valgene til standard. NMF lysfordelingerne fremgår af notatet "Lysfordelinger af forlygter på køretøjer" af 16. februar 2015. CEN 1997 er den lysfordeling, der blev brugt i den tidligere udgave af regnearket. Aygo er undertegnedes egen lille bil.

Billygter

lysfordeling nr.: **1**
 justering opad **-0,5** grader
 udfør ja/nej

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Lysfordeling	Nærlys:				Fjernlys:			Nærlys:
	NMF 25%	NMF 50%	NMF 75%	CEN 1997	NMF 25%	NMF 50%	NMF 75%	Aygo (ks)

2. Forudsætninger for de beregnede tavleluminanser

Beregningerne baseres på:

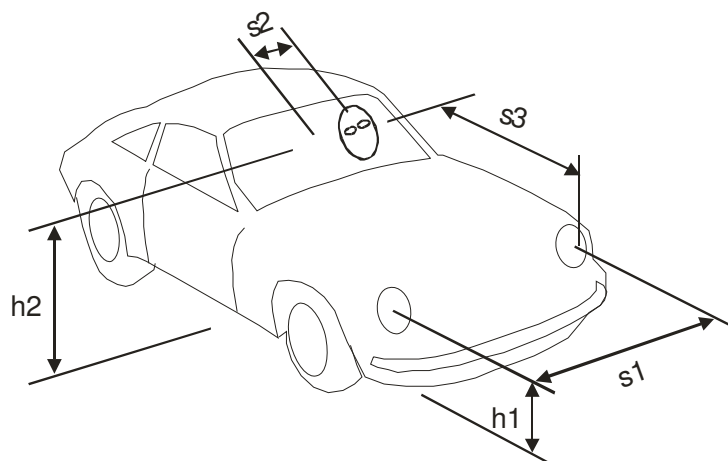
- de mål for et lille og et stort køretøj, der er angivet i tabel 1 og vist i figur 4,
- brug af den lysfordeling for køretøjernes forlygter, som omtales i det nedenstående,
- tabeller for koefficienten for retrorefleksion R_A for et antal refleksfolier.

Tabel 3: Geometri af to køretøjer.

Geometri af:	h1	h2	s1	s2	s3
Lille køretøj	0,65 m	1,20 m	1,00 m	0,30 m	2,00 m
Stort køretøj	0,80 m	2,20 m	1,80 m	0,70 m	0,95 m

h1: billygternes højde over vejen
 h2: førerens øjenhøjde over vejen
 s1: afstanden mellem billygterne
 s3: øjenafstand bag billygterne

Figur 4: Mål til beskrivelse af geometrien af køretøjer.



Notatet "Lysfordelinger af forlygter på køretøjer" af 16. februar 2015 angår måling af lysfordelinger af forlygter på et antal køretøjer og opstiller en middel lysfordeling for både nærlys og fjernlys.

Den anvendte lysfordeling er middel lysfordelingen for nærlys, dog nedproportioneret med en faktor 0,67 for at svare til en 25% fraktil for de 50 indgående forlygter. Med 25% fraktil menes at 25% af forlygterne har lavere lysstyrker i retninger over vandret (og 75% har højere lysstyrker). Denne lysfordeling kan passende kaldes NMF 25%.

Denne lysfordeling benyttes desuden med en drejning nedad på 0,5 svarende til at nærlyset er stillet noget for lavt.

De ovennævnte valg er udtryk for en forsigtig holdning, hvad angår forlygternes belysning af vejtavlerne. Drejningen nedad begrundes desuden i at nærlyset tilsyneladende ofte er stillet for lavt (det gjaldt for en del de køretøjer, der mødte frem til de ovennævnte målinger).

På trods heraf fås der en væsentligt kraftigere belysning af vejtavlerne, end den ældre lysfordeling der blev benyttet i en tidligere udgave af regnearket.

Tabellerne for koefficienten for retrorefleksion R_A for et antal refleksfolier er indsamlet fra en række kilder – hvoraf én er målinger hos DELTA Lys & Optik. Disse data illustrerer ganske givet refleksfoliernes egenskaber, men skal ikke opfattes som nogen absolut sandhed - blandt andet fordi der er en forholdsvis stor variation fra produktion til produktion.

3. Regnearkets beregninger

Alle beregninger sker i arket "Beregning", som også rummer tabeller for retrorefleksion og lysstyrker.

Med de omtalte inddata og forudsætninger beregner regnearket for hver af de to forlygter:

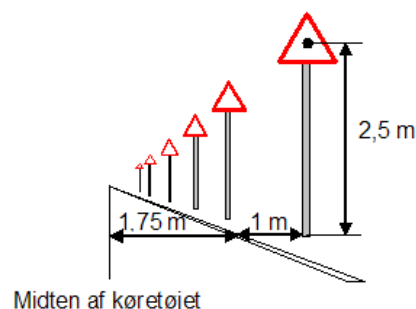
- belyningsafstanden D fra en lygte til vejtavlen,
- de to vinkler H og V for den aktuelle retning fra en lygte til vejtavlen,
- den aktuelle lysstyrke I ved interpolation i en tabel over lysfordelingen
- belyningsstyrken E ved vejtavlen målt vinkelret på belyningsretningen,
- de aktuelle værdier for observations- og indfaldsvinkel
- de aktuelle værdier af retrorefleksionen for hver lygte, hver af de omtalte klasser og refleksfolier, samt for hver af de indgående afstande ved interpolation i tabellerne.

Til slut findes luminansbidraget for hver af lygterne og den samlede luminans som summen af bidragene fra de to lygter. Der er tale om konventionelle beregningsmetoder.

Bilag A: Eksempel på en beregning

Der ønskes beregning af tavleluminans for et punkt på en vejtafle, der er placeret 1 m til højre for højre kantlinje og i en højde på 2,5 m. Vejtaflen er drejet 3° væk fra vejen.

Beregningen ønskes gennemført for en fører af et lille køretøj (en personbil), der kører med køretøjets midte 1,75 m til venstre for højre kantlinje (midt i et kørespor med en bredde på 3,5 m). Situationen er illustreret i figur A.1.



Figur A.1: Situation, hvor der beregnes tavleluminans.

Regnearket startes, arket "Betjening" vælges og de inddata, der er angivet med rødt i figur 3, indtastes.

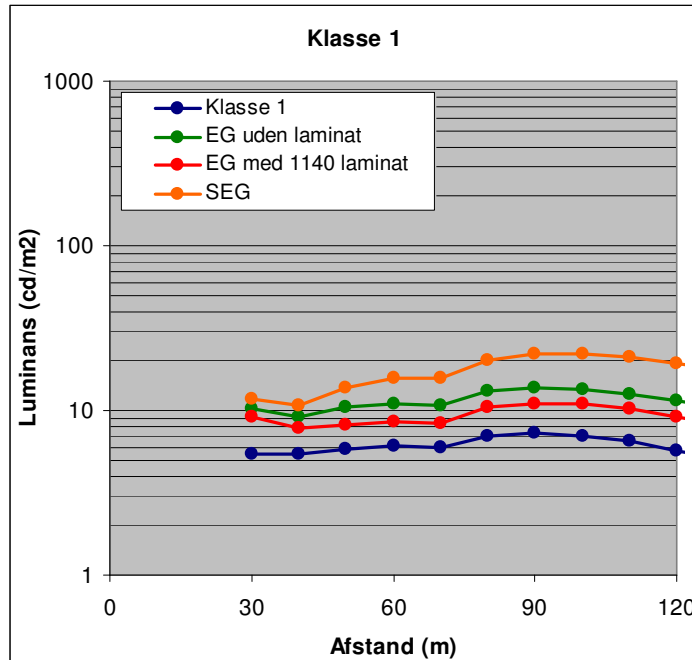
Det antages at refleksfolier i klasse 1 er de mest relevante i dette tilfælde. Af den grund der ses på den øverste blok i tabellen i figur 3, og der lægges vægt på afstande op til kun 120 m. Det relevante udsnit af blokken er vist i tabel A.1

Tabel A.1: Uddata for refleksfolier i klasse 1.

30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
5,5	5,5	5,8	6,0	5,9	7,0	7,3	7,0	6,5	5,7
10,3	9,1	10,4	11,0	10,7	13,0	13,8	13,5	12,6	11,3
9,2	7,7	8,2	8,6	8,4	10,4	11,0	10,8	10,2	9,2
11,6	10,6	13,6	15,6	15,9	20,2	22,2	22,2	21,1	19,2

Desuden kan der ses på regnearkets diagram for klasse 1 folier. Et diagram, der er begrænset til de relevante afstande op til 120 m er vist i figur A.2.

Figur A.2: Luminans af klasse 1 folier.



Det ses at minimum kravene i klasse 1 svarer til en luminans på cirka 6 cd/m² i gennemsnit. Folier i en klasse fører i praksis til en højere luminans. Det traditionelle EG folie uden 1140 laminat sikrer således en luminans på lidt over 10 cd/m² i gennemsnit.