

***Raming van de verliezen in een
openbaar verlichtingsnet zonder telling***

Inhoudstafel

1	RAMING VAN DE VERLIEZEN IN EEN OPENBAAR VERLICHTINGSNET ZONDER TELLING	3
2	VERDUIDELIJING VAN DE TABELLEN IN BIJLAGE	7
3	BIJLAGEN 1 EN 2	10

1 Raming van de verliezen in een openbaar verlichtingsnet zonder telling

Inleiding

Er wordt een forfaitaire raming gemaakt van de OV verbruiken zonder telling op basis van volgens het document Synergrid C7/05 "Vermogen van de OV lampen rekening houdend met de eventuele voorschakelapparatuur". De som van het vermogen van de verlichting en van de voorschakelapparatuur wordt het totaal vermogen genoemd. Bij deze raming dienen de verliezen van het net gevoegd te worden, die afhangen van de lengte van de netten en het vermogen van de verlichtingstoestellen.

OV net

De OV netten zijn op verschillende wijzen opgebouwd : twee afzonderlijke geleiders, voeding door een fase van het distributienet met terugvoer door een afzonderlijke geleider, voeding door het distributienet. De vereenvoudigde hypothese van twee geleiders van 16 mm² Al wordt weerhouden.

Lengte van de netten

De gemiddelde lengte van de netten wordt bepaald op basis van volgende hypothesen :

- Het aantal verlichtingspunten N_{OV} is gekend.
- De verlichtingspunten zijn geplaatst om de 40 m en de totale lengte van de netten komt overeen met $40 \cdot N_{OV}$.
- Het aantal cabines in de betrokken gemeente wordt aangeduid met N_{cab} .
- Bij het vertrek aan elke cabine van het distributienet zijn er 4 OV netten.

Zo wordt de gemiddelde lengte L_{gemid} van een net in km :

$$L_{gemid} = \text{totale lengte/aantal netten} = 40N_{OV} / (4 \cdot N_{cab} \cdot 1000) \quad (1)$$

Vermogen van de verlichtingstoestellen en gemiddeld vermogen

Het totaal vermogen V_{totaal} van een verlichtingspunt is vermeld in het document Synergrid C7/05. Het totaal gemiddeld vermogen V_{gemid} OV is de som van de totale vermogens van N_{OV} , gedeeld door N_{OV} .

$$V_{tgemid} \text{ OV} = \frac{\sum V_{totaal} \text{ OV}}{N_{OV}} \quad (2)$$

Verliezen

Het verliespercentage in functie van de gemiddelde lengte en het totaal gemiddeld vermogen wordt gegeven door de formule :

$$\% \text{ Verliezen} = (0,28276 L_{gemid}^2 - 0,01129L_{gemid}) \cdot (V_{tgemid} \text{ OV}) / 0,3 \quad (3)$$

met L_{gemid} uitgedrukt in km en V_{tgemid} OV uitgedrukt in kW

De rechtvaardiging van de formule wordt gegeven in de paragraaf "Rechtvaardiging van de formule (3)".

Toepassingsvoorbeeld

Type	verlichtingsvermogen (a)		totaal vermogen V_{totaal} (b)		aantal verlichtingspunten N_{OV} (c)	gecumuleerd vermogen (d) = (b) x (c)
	W	W	W	W		
HgHP	125	156	2940	458640		
HgHP	400	483	1640	792120		
NaHP	70	92	3050	280600		
		Σ	7630	1531360		P_{tgemid} in kW (e) = $\Sigma (d) / (\Sigma (c) \times 1000)$ 0,201 kW

aantal cabines N_{cab}	130
gemiddelde lengte van een net = $40N_{\text{OV}} / 4 * N_{\text{cab}} * 1000 =$	0,587 km

% Verliezen volgens de formule (3)	
$(0,28276 L_{\text{gemid}}^2 - 0,01129 L_{\text{gemid}}) * (P_{\text{tgemid}} EP) / 0,3 =$	6,073%

Rechtvaardiging van de formule (3)

De structuur van het LS net zoals voorgesteld in het document C10/15 "Raming van de verliezen in distributienetten" wordt ook voor deze benadering weerhouden, namelijk één ader verlengd met twee aftakkingen.

De OV netten kunnen van het lange of het korte type zijn. Het lange type zal hetzelfde zijn als dat vermeld in het document C10/15 voor de 400V netten : de ader is 400 m lang en de aftakkingen hebben een lengte van 130 m. Als daarentegen het net van het korte type is, is het hetzelfde als de 230V netten : in dat geval is de lengte van de ader beperkt tot 200 m en de aftakkingen tot 80 m.

Langs deze netten zijn verlichtingspunten geplaatst om de 40 m.

Het totale vermogen van de lampen is gelegen tussen 25 W en 500 W met een vermogenfactor die een $\cos \varphi$ van 0,85 geeft. Deze factor houdt rekening met de reële toestand van het net waarin bepaalde compensatiecondensatoren stuk zijn.

Daar de werking van OV van het alles of niets type is, zal het uitzicht van het werkingsdiagram (kW - h) rechthoekig zijn. Bijgevolg zijn de verliespercentages in vermogen en in energie dezelfde.

In bijlage 1 werden de verliezen berekend voor verschillende vermogenniveaus. Al de verlichtingstoestellen hebben telkens hetzelfde vermogen. De resultaten worden weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 : verliespercentages in OV netten, bij een uniform totaal vermogen

Uniform totaal vermogen	Type OV netwerk	
	Lange netten	Korte netten
25 W	0,9020 %	0,2949 %
50 W	1,8181 %	0,5911 %
100 W	3,6934 %	1,1874 %
200 W	7,626 %	2,3957 %
300 W	11,821 %	3,6253 %
400 W	16,3022 %	4,8768 %
500 W	21,0989 %	6,1506 %

Het verband tussen het uniforme totale vermogen en de verliezen wordt in de figuren 1 en 2 weergegeven.

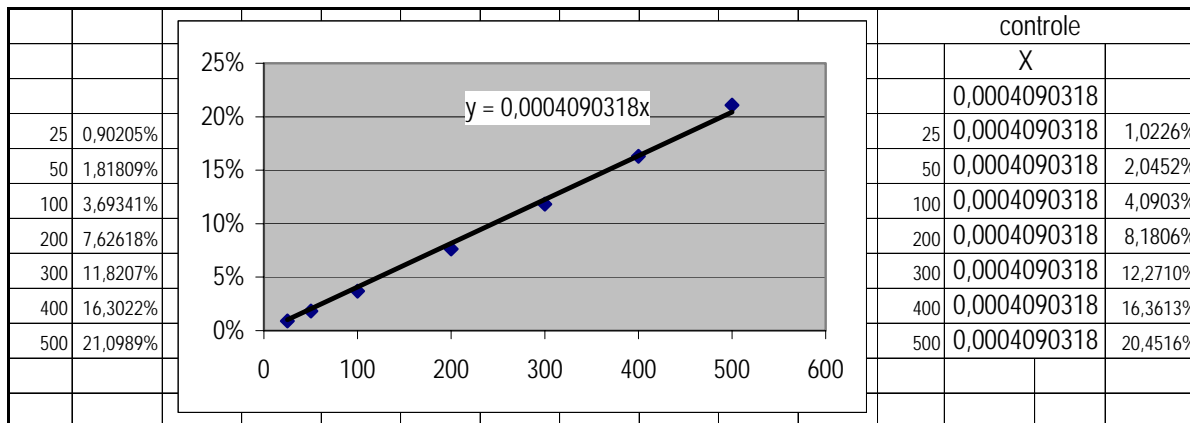


Fig. 1 : Verband tussen het uniforme totale vermogen uitgedrukt in kW en de verliezen in een lang net.

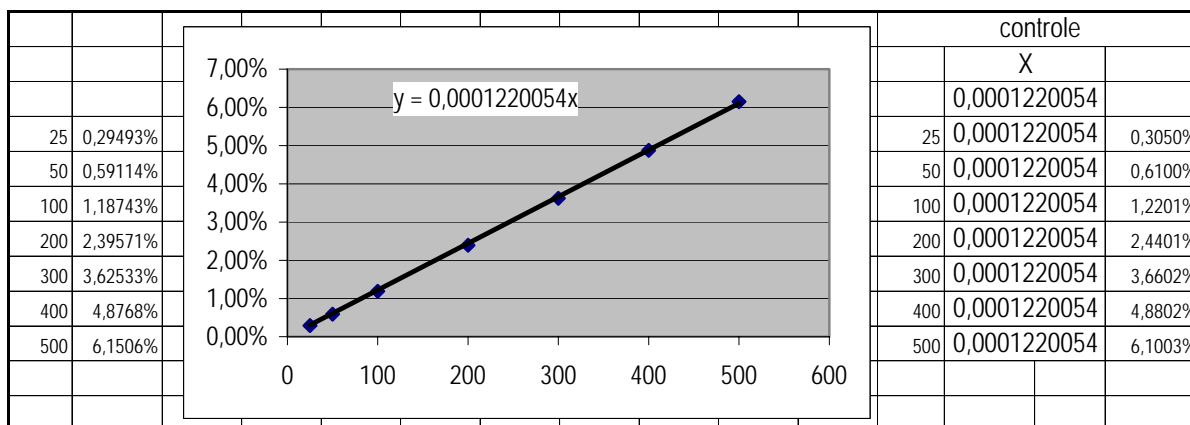


Fig. 2 : Verband tussen het uniforme totale vermogen uitgedrukt in kW en de verliezen in een kort net.

In werkelijkheid hebben de verlichtingstoestellen niet allemaal hetzelfde vermogen. Bijlage 2 onderzoekt vijf verschillende vermogenverdelingen. De berekening van de verliespercentages wordt vergeleken met 3 verschillende ramingen : het gewogen gemiddelde in functie van het vermogen, het rekenkundig gemiddelde en het percentage overeenkomstig het gemiddeld vermogen. Deze laatste twee benaderingen geven de beste raming. De laatste wordt echter weerhouden daar ze gemakkelijker toe te passen is. Ze wordt berekend op basis van de verbanden gegeven in fig 1 en 2.

De formule kan als volgt vermeld worden :

$$\% \text{ Verliezen} = \% V_{\text{tgemid OV}} \quad (4)$$

Dit geeft voor een lang net

$$\% \text{ Verliezen} = 0,4090318 \times (V_{\text{tgemid OV}}) \quad (5)$$

met $V_{\text{tgemid OV}}$ uitgedrukt in kW

en voor een kort net

$$\% \text{ Verliezen} = 0,1220054 \times (V_{\text{tgemid OV}}) \quad (6)$$

met $V_{\text{tgemid OV}}$ uitgedrukt in kW

De verbanden zijn lineair en lopen door het beginpunt van de assen daar het verlies proportioneel is met het vermogen.

Voor een vermogen van 300 W, is het verband tussen het verliespercentage en de lengte gegeven in figuur 3. In feite hebben 360 en 640 m de karakteristieken van korte en lange netten, zoals hierboven berekend.

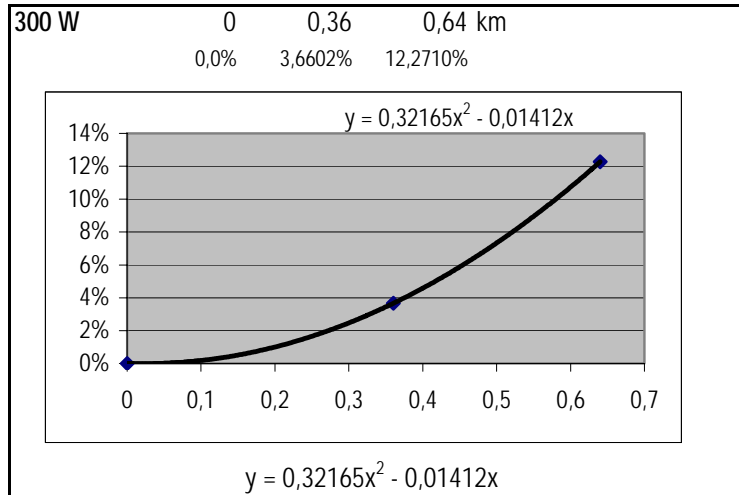


Fig. 3

$$\% \text{Verliezen } 300 \text{ W} = 0,32165L_{\text{gemid}}^2 - 0,01412L_{\text{gemid}} \quad (7)$$

Het verband is een functie die gaat door het beginpunt van de assen en van de tweede graad van de gemiddelde lengte van de netten.

Inderdaad $\% \text{verliezen} = k_1 \cdot RI^2 / (\text{vermogen van het net})$

R is proportioneel met de lengte $R = k_2L$

I en het vermogen zijn ook proportioneel met de lengte $I = k_3 \cdot L$; vermogen = $k_4 \cdot L$

waarbij de k_i constanten zijn

zo wordt $\% \text{verliezen} = k (L \cdot L^2) / L = kL^2$

Na de verliezen bepaald te hebben voor de bepaalde lengte van het net en voor een uniform vermogen van 300 W, worden de verliezen bij een gemiddeld vermogen gevonden door toepassing van een proportionele regel, daar het verband tussen de verliezen en een gemiddeld vermogen een rechte is die door het beginpunt gaat (fig. 1 en 2).

Dit geeft het volgende verband voor een geheel van netten waarvan men de lengte en het gemiddelde vermogen geraamd heeft :

$$\% \text{ Verliezen} = (0,32165 L_{\text{gemid}}^2 - 0,01412 L_{\text{gemid}}) \times \frac{(V_{\text{tgemid OV}})}{0,3}$$

met L_{gemid} uitgedrukt in km en $V_{\text{tgemid OV}}$ uitgedrukt in kW

2 Verduidelijking van de tabellen in bijlage

Betreffende bijlage 1

							Lang OV net 640 m	
2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528		lang net			
300 W	L = 0,04							
	Σ W	I en cos φ	I verliezen	I Lampen	2RLI ²	Σ p		
Nr	Lampen	0,85	+ verliezen					
13	300	1,5345		1,5345	0,3598	0,3598		
12	600	3,0691	0,0016	3,0706	1,4407	1,8005		
11	900	4,6036	0,0078	4,6114	3,2493	5,0498		
			2 aftakkingen		10,0996			
10	2100	10,7417	0,0439	10,7856	17,7751	27,8747	400 m	
9	2400	12,2762	0,1212	12,3974	23,4847	51,3594	○ OV 300 W	
8	2700	13,8107	0,2233	14,0340	30,0946	81,4541		
7	3000	15,3453	0,3541	15,6994	37,6609	119,115		
6	3300	16,8798	0,5179	17,3977	46,2494	165,364		
5	3600	18,4143	0,7190	19,1333	55,9375	221,302	L = 40 m	
4	3900	19,9488	0,9622	20,9110	66,8150	288,117		
3	4200	21,4834	1,2527	22,7361	78,9867	367,104	cabine MS/LS	
2	4500	23,018	1,5961	24,614	92,5738	459,677		
1	4800	24,552	1,9986	26,551	107,717	567,395	11,821%	

De tabel hierboven heeft betrekking op een lang OV net. De eerste 3 lijnen geven algemene inlichtingen. Het net is in 2 x 16 mm² Al. De weerstand per km bedraagt 1,91 ohm bij 20°C. Daar de kabel heel weinig belast wordt, is het niet noodzakelijk de weerstand te verhogen voor een hogere temperatuur. De lengte L tussen 2 verlichtingstoestellen is 40 m of 0,04 km. Deze tabel is gebaseerd op een totaal vermogen van 300 W per verlichtingstoestel.

Opmerking : de voorgestelde resultaten zijn gebaseerd op afgeronde waarden, daarom kan het laatste decimaal cijfer soms onjuist lijken.

1^{ste} kolom nr.

De nummering van 1 tot 13 komt overeen met de nummering van de steunen van de OV.

2^{de} kolom Σ W lampen

In deze kolom wordt het gecumuleerde vermogen van de verlichtingstoestellen gegeven.

3^{de} kolom I en cos φ 0,85

De stroom van de gecumuleerde vermogens van de verlichtingstoestellen met een cosinus φ van 0,85 wordt er aangegeven voor elk niveau : lijn 12 stemt b.v. overeen met het transport tussen 11 en 12 van 600 W totaal gecumuleerd verlichtingsvermogen 3,03691A = 600/(230x0,85).

4^{de} kolom I verliezen

De stroom veroorzaakt door het transport van de verliezen wordt berekend voor elk niveau. De inlichtingen van de 7^{de} kolom worden gebruikt.

Lijn 12 stemt b.v. overeen met het transport tussen 11 en 12 van 0,3598 W vermogen aan verliezen (0,0016 A = 0,3598/230).

5^{de} kolom I lampen + verliezen is de som van de 2 voorgaande kolommen.

6^{de} kolom 2RLI²

Dit is de berekening van het vermogenverlies in het stuk (N-1, N).

7^{de} kolom Σp

Cumul van de vermogenverliezen

8^{de} kolom

Het percentage van de vermogenverliezen is gelijk aan het percentage van de energieverliezen : het is de deling van de som van de verliezen door de som van de totale vermogens van de verlichtingstoestellen, in dit geval $567,395 / 4800 = 11,821 \%$

Als het OV net van het korte type is, wordt alleen de structuur van het net aangepast.

2x16 ² Al							R20° = 1,91		2RL = 0,1528		Kort OV net 360 m	
300 W							L = 0,04					
Nr	Lampen	ΣW	I en cos	I verliezen	I Lampen	2RLI ²	Σp					
7	300	1,5345	0,85		1,53453	0,35981	0,35981					
6	600	3,0691	0,0016	3,07062	1,4407	1,80051						
2 aftakkingen							3,60103					
5	1500	7,6726	0,0157	7,68829	9,03198	12,633		○ OV 300 W				
4	1800	9,2072	0,0549	9,26209	13,1081	25,7411		200 m				
3	2100	10,742	0,1119	10,8536	18	43,7411		L = 40 m				
2	2400	12,276	0,1902	12,4664	23,7468	67,4879						
1	2700	13,811	0,2934	14,1042	30,3961	97,884	3,6253%					

Betreffende bijlage 2

2x16 ² Al							R20° = 1,91		2RL = 0,1528				
lang OV net							L = 0,04						
Nr	Lampen	ΣW	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σp	% van de rechte (5)		gemiddelde kW gem			
							+ verliezen		fig(1)		gewogen rekenkundig		
11	50	50	0,2558		0,2558	0,0100	0,0100	25	1,0226%	0	0	0	
10	50	100	0,5115	0,0000	0,5116	0,0400	0,0500	50	2,0452%	6	6,135477	0,12271	300
9	50	150	0,7673	0,0002	0,7675	0,0900	0,1400	100	4,0903%	9	36,81286	0,368129	900
2 aftakkingen							0,2800	200	8,1806%	0	0	0	
8	400	700	3,5806	0,0012	3,5818	1,9603	2,2403	300	12,2710%	0	0	0	
9	100	800	4,0921	0,0097	4,1018	2,5708	4,8111	400	16,3613%	1	65,44509	0,163613	400
8	100	900	4,6036	0,0209	4,6245	3,2678	8,0789	500	20,4516%	0	0	0	
7	100	1000	5,1151	0,0351	5,1502	4,0530	12,1319						
6	100	1100	5,6266	0,0527	5,6793	4,9286	17,0604						
5	100	1200	6,1381	0,0742	6,2123	5,8969	22,9573						
4	100	1300	6,6496	0,0998	6,7494	6,9608	29,9181						
3	100	1400	7,1611	0,1301	7,2912	8,1231	38,0412	Tot	16	108,3934		100	
2	100	1500	7,6726	0,1654	7,8380	9,3872	47,4284					X	0,0004090318
1	100	1600	8,1841	0,2062	8,3904	10,7568	58,1853	3,64%		6,77%	4,0903%	4,0903%	

De eerste 9 kolommen van bijlage 2 zijn vergelijkbaar met deze van bijlage 1 met uitzondering van de 2^{de} kolom die op het gegeven punt, het vermogen van het verlichtingstoestel is. Bijkomende informatie is nodig gezien in het geval van bijlage 2 de vermogens van de verlichtingstoestellen niet meer uniform zijn. In het rechtse gedeelte van de tabel worden de resultaten m.b.t. het gewogen gemiddelde, het rekenkundig gemiddelde en de gemiddelde kW bepaald.

3 Bijlagen 1 en 2

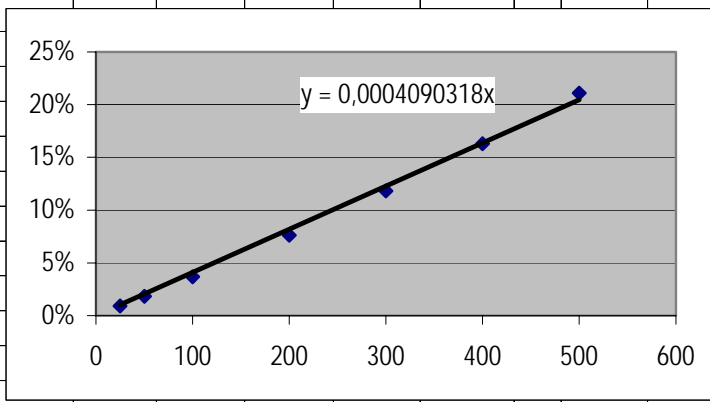
bijlage 1																			
2x16 ² Al							lang net	2x16 ² Al							lang net				
		R20° =	1,91		2RL =		0,1528				R20° =		1,91		2RL =		0,1528		
25 W		L =		0,04						50 W		L =		0,04					
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p			Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p					
Nr	Lampen	0,85	+ verliezen					Nr	Lampen	0,85	+ verliezen								
13	25	0,1279		0,1279	0,0025	0,0025		13	50	0,2558		0,2558	0,0100	0,0100					
12	50	0,2558	0,0000	0,2558	0,0100	0,0125		12	100	0,5115	0,0000	0,5116	0,0400	0,0500					
11	75	0,3836	0,0001	0,3837	0,0225	0,0350		11	150	0,7673	0,0002	0,7675	0,0900	0,1400					
				2 aftakkingen		0,0700						2 aftakkingen		0,2800					
10	175	0,8951	0,0003	0,8954	0,1225	0,1925		10	350	1,7903	0,0012	1,7915	0,4904	0,7704					
9	200	1,0230	0,0008	1,0239	0,1602	0,3527		9	400	2,0460	0,0033	2,0494	0,6418	1,4121					
8	225	1,1509	0,0015	1,1524	0,2029	0,5556		8	450	2,3018	0,0061	2,3079	0,8139	2,2260					
7	250	1,2788	0,0024	1,2812	0,2508	0,8064		7	500	2,5575	0,0097	2,5672	1,0070	3,2331					
6	275	1,4066	0,0035	1,4102	0,3038	1,1103		6	550	2,8133	0,0141	2,8274	1,2215	4,4545					
5	300	1,5345	0,0048	1,5394	0,3621	1,4723		5	600	3,0691	0,0194	3,0884	1,4575	5,9120					
4	325	1,6624	0,0064	1,6688	0,4255	1,8979		4	650	3,3248	0,0257	3,3505	1,7153	7,6273					
3	350	1,7903	0,0083	1,7985	0,4943	2,3921		3	700	3,5806	0,0332	3,6137	1,9954	9,6227					
2	375	1,9182	0,0104	1,9286	0,5683	2,9605		2	750	3,8363	0,0418	3,8782	2,2981	11,9209					
1	400	2,0460	0,0129	2,0589	0,6477	3,6082		0,9020%	1	800	4,0921	0,0518	4,1439	2,6239	14,5447		1,8181%		
2x16 ² Al							lang net	2x16 ² Al							lang net				
100 W		L =		0,04				200 W		L =		0,04							
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p			Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p					
Nr	Lampen	0,85	+ verliezen					Nr	Lampen	0,85	+ verliezen								
13	100	0,5115		0,5115	0,0400	0,0400		13	200	1,0230		1,0230	0,1599	0,1599					
12	200	1,0230	0,0002	1,0232	0,1600	0,1999		12	400	2,0460	0,0007	2,0467	0,6401	0,8000					
11	300	1,5345	0,0009	1,5354	0,3602	0,5602		11	600	3,0691	0,0035	3,0725	1,4425	2,2425					
				2 aftakkingen		1,1203						2 aftakkingen		4,4850					
10	700	3,5806	0,0049	3,5854	1,9643	3,0846		10	1400	7,1611	0,0195	7,1806	7,8786	12,3636					
9	800	4,0921	0,0134	4,1055	2,5754	5,6601		9	1600	8,1841	0,0538	8,2379	10,3695	22,7331					
8	900	4,6036	0,0246	4,6282	3,2730	8,9331		8	1800	9,2072	0,0988	9,3060	13,2327	35,9658					
7	1000	5,1151	0,0388	5,1539	4,0588	12,9919		7	2000	10,2302	0,1564	10,3866	16,4841	52,4499					
6	1100	5,6266	0,0565	5,6831	4,9351	17,9269		6	2200	11,2532	0,2280	11,4812	20,1419	72,592					
5	1200	6,1381	0,0779	6,2161	5,9041	23,8310		5	2400	12,2762	0,3156	12,5918	24,2271	96,819					
4	1300	6,6496	0,1036	6,7532	6,9686	30,7996		4	2600	13,2992	0,4210	13,7202	28,7636	125,583					
3	1400	7,1611	0,1339	7,2950	8,1316	38,9313		3	2800	14,3223	0,5460	14,8683	33,7788	159,361					
2	1500	7,6726	0,1693	7,8419	9,3965	48,3278		2	3000	15,3453	0,6929	16,0381	39,3035	198,665					
1	1600	8,1841	0,2101	8,3943	10,7668	59,0946		3,6934%	1	3200	16,3683	0,8638	17,2320	45,3730	244,038		7,626%		

bijlage 1 (vervolg 1)

2x16 ² Al							2x16 ² Al						
300 W							400 W						
R20° = 1,91							R20° = 1,91						
L = 0,04							L = 0,04						
Σ W							Σ W						
I en cos							I en cos						
I verlies							I verlies						
I Lampen							I Lampen						
2RLI ²							2RLI ²						
Σ p							Σ p						
Nr	Lampen	0,85	+ verliezen				Nr	Lampen	0,85	+ verliezen			
13	300	1,5345		1,5345	0,3598	0,3598	13	400	2,0460		2,0460	0,6397	0,6397
12	600	3,0691	0,0016	3,0706	1,4407	1,8005	12	800	4,0921	0,0028	4,0949	2,5621	3,2018
11	900	4,6036	0,0078	4,6114	3,2493	5,0498	11	1200	6,1381	0,0139	6,1520	5,7831	8,9849
				2 aftakkingen		10,0996					2 aftakkingen		17,9697
10	2100	10,7417	0,0439	10,7856	17,7751	27,8747	10	2800	14,3223	0,0781	14,4004	31,6863	49,656
9	2400	12,2762	0,1212	12,3974	23,4847	51,3594	9	3200	16,3683	0,2159	16,5842	42,0254	91,681
8	2700	13,8107	0,2233	14,0340	30,0946	81,454	8	3600	18,4143	0,3986	18,8129	54,0800	145,761
7	3000	15,3453	0,3541	15,6994	37,6609	119,115	7	4000	20,4604	0,6337	21,0941	67,990	213,751
6	3300	16,8798	0,5179	17,3977	46,2494	165,364	6	4400	22,5064	0,9294	23,4357	83,923	297,674
5	3600	18,4143	0,7190	19,1333	55,9375	221,302	5	4800	24,5524	1,2942	25,8467	102,078	399,753
4	3900	19,9488	0,9622	20,9110	66,815	288,117	4	5200	26,5985	1,7381	28,3365	122,692	522,445
3	4200	21,4834	1,2527	22,7361	78,987	367,104	3	5600	28,6445	2,2715	30,9160	146,046	668,49
2	4500	23,0179	1,5961	24,6140	92,574	459,677	2	6000	30,6905	2,9065	33,5970	172,474	840,97
1	4800	24,5524	1,9986	26,5510	107,717	567,395	1	6400	32,7366	3,6564	36,3929	202,375	1043,34
						11,821%							16,3022%

2x16 ² Al							2x16 ² Al						
500 W							500 W						
R20° = 1,91							R20° = 1,91						
L = 0,04							L = 0,04						
Σ W							Σ W						
I en cos							I en cos						
I verlies							I verlies						
I Lampen							I Lampen						
2RLI ²							2RLI ²						
Σ p							Σ p						
Nr	Lampen	0,85	+ verliezen				Nr	Lampen	0,85	+ verliezen			
13	500	2,5575		2,5575	0,9995	0,9995							
12	1000	5,1151	0,0043	5,1194	4,0047	5,0041							
11	1500	7,6726	0,0218	7,6944	9,0463	14,0505							
				2 aftakkingen		28,1009							
10	3500	17,9028	0,1222	18,0250	49,6448	77,746							
9	4000	20,4604	0,3380	20,7984	66,0971	143,843							
8	4500	23,0179	0,6254	23,6433	85,416	229,259							
7	5000	25,5754	0,9968	26,5722	107,890	337,148							
6	5500	28,1330	1,4659	29,5989	133,867	471,015							
5	6000	30,6905	2,0479	32,7384	163,772	634,787							
4	6500	33,2481	2,7599	36,0080	198,117	832,90							
3	7000	35,8056	3,6213	39,4269	237,525	1070,43							
2	7500	38,3632	4,6540	43,0172	282,753	1353,18							
1	8000	40,9207	5,8834	46,8041	334,728	1687,91						21,0989%	

lang net	
25	0,90205%
50	1,81809%
100	3,69341%
200	7,62618%
300	11,8207%
400	16,3022%
500	21,0989%



controle		
	X	
	0,0004090318	
25	0,0004090318	1,0226%
50	0,0004090318	2,0452%
100	0,0004090318	4,0903%
200	0,0004090318	8,1806%
300	0,0004090318	12,2710%
400	0,0004090318	16,3613%
500	0,0004090318	20,4516%

bijlage 1 (vervolg 2)																
2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528					kort net	2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528		kort net		
25 W		L = 0,04							50 W		L = 0,04					
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p				Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p	
Nr	Lampen	0,85							Nr	Lampen	0,85					
7	25	0,1279		0,1279	0,0025	0,0025			7	50	0,2558		0,2558	0,0100	0,0100	
6	50	0,2558	0,0000	0,2558	0,0100	0,0125			6	100	0,5115	0,0000	0,5116	0,0400	0,0500	
				2 aftakkingen		0,0250							2 aftakkingen		0,1000	
5	125	0,6394	0,0001	0,6395	0,0625	0,0875			5	250	1,2788	0,0004	1,2792	0,2500	0,3500	
4	150	0,7673	0,0004	0,7676	0,0900	0,1775			4	300	1,5345	0,0015	1,5360	0,3605	0,7105	
3	175	0,8951	0,0008	0,8959	0,1226	0,3002			3	350	1,7903	0,0031	1,7934	0,4914	1,2020	
2	200	1,0230	0,0013	1,0243	0,1603	0,4605			2	400	2,0460	0,0052	2,0513	0,6429	1,8449	
1	225	1,1509	0,0020	1,1529	0,2031	0,6636	0,2949%		1	450	2,3018	0,0080	2,3098	0,8152	2,6601	0,5911%
2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528					kort net	2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528		kort net		
100 W		L = 0,04							200 W		L = 0,04					
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p				Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p	
Nr	Lampen	0,85							Nr	Lampen	0,85					
7	100	0,5115		0,5115	0,0400	0,0400			7	200	1,0230		1,0230	0,1599	0,1599	
6	200	1,0230	0,0002	1,0232	0,1600	0,1999			6	400	2,0460	0,0007	2,0467	0,6401	0,8000	
				2 aftakkingen		0,3999							2 aftakkingen		1,6000	
5	500	2,5575	0,0017	2,5593	1,0008	1,4007			5	1000	5,1151	0,0070	5,1220	4,0088	5,6088	
4	600	3,0691	0,0061	3,0751	1,4450	2,8457			4	1200	6,1381	0,0244	6,1625	5,8028	11,4116	
3	700	3,5806	0,0124	3,5929	1,9725	4,8182			3	1400	7,1611	0,0496	7,2107	7,9448	19,3564	
2	800	4,0921	0,0209	4,1130	2,5849	7,4031			2	1600	8,1841	0,0842	8,2683	10,4461	29,8025	
1	900	4,6036	0,0322	4,6358	3,2837	10,6868	1,1874%		1	1800	9,2072	0,1296	9,3367	13,3203	43,1228	2,3957%
2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528					kort net	2x16 ² Al		R20° = 1,91	2RL = 0,1528		kort net		
300 W		L = 0,04							400 W		L = 0,04					
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p				Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p	
Nr	Lampen	0,85							Nr	Lampen	0,85					
7	300	1,5345		1,5345	0,3598	0,3598			7	400	2,0460		2,0460	0,6397	0,6397	
6	600	3,0691	0,0016	3,0706	1,4407	1,8005			6	800	4,0921	0,0028	4,0949	2,5621	3,2018	
				2 aftakkingen		3,6010							2 aftakkingen		6,4036	
5	1500	7,6726	0,0157	7,6883	9,0320	12,6330			5	2000	10,2302	0,0278	10,2580	16,0787	22,4823	
4	1800	9,2072	0,0549	9,2621	13,1081	25,7411			4	2400	12,2762	0,0977	12,3740	23,3960	45,8782	
3	2100	10,7417	0,1119	10,8536	18,0000	43,7411			3	2800	14,3223	0,1995	14,5217	32,2225	78,1007	
2	2400	12,2762	0,1902	12,4664	23,7468	67,4879			2	3200	16,3683	0,3396	16,7079	42,6545	120,755	
1	2700	13,8107	0,2934	14,1042	30,3961	97,8840	3,6253%		1	3600	18,4143	0,5250	18,9393	54,8092	175,564	4,8768%

bijlage 1 (vervolg 3)																																				
2x16 ² Al	R20° =	1,91	2RL =	0,1528		kort net																														
500 W	L =	0,04																																		
	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RLI ²	Σ p																														
Nr	Lampen	0,85																																		
7	500	2,5575		2,5575	0,9995	0,9995																														
6	1000	5,1151	0,0043	5,1194	4,0047	5,0041																														
				2 aftakkingen		10,0083																														
5	2500	12,7877	0,0435	12,8312	25,1571	35,1654																														
4	3000	15,3453	0,1529	15,4982	36,7015	71,8669																														
3	3500	17,9028	0,3125	18,2153	50,6985	122,565																														
2	4000	20,4604	0,5329	20,9933	67,3415	189,907																														
1	4500	23,0179	0,8257	23,8436	86,8693	276,776																														
						6,1506%																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">controle</th> </tr> <tr> <th></th> <th>X</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0,0001220054</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0,0001220054</td> <td>0,3050%</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0,0001220054</td> <td>0,6100%</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,0001220054</td> <td>1,2201%</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,0001220054</td> <td>2,4401%</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>0,0001220054</td> <td>3,6602%</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>0,0001220054</td> <td>4,8802%</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>0,0001220054</td> <td>6,1003%</td> </tr> </tbody> </table>							controle				X			0,0001220054		25	0,0001220054	0,3050%	50	0,0001220054	0,6100%	100	0,0001220054	1,2201%	200	0,0001220054	2,4401%	300	0,0001220054	3,6602%	400	0,0001220054	4,8802%	500	0,0001220054	6,1003%
controle																																				
	X																																			
	0,0001220054																																			
25	0,0001220054	0,3050%																																		
50	0,0001220054	0,6100%																																		
100	0,0001220054	1,2201%																																		
200	0,0001220054	2,4401%																																		
300	0,0001220054	3,6602%																																		
400	0,0001220054	4,8802%																																		
500	0,0001220054	6,1003%																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">kort net</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>0,29493%</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0,59114%</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1,18743%</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>2,39571%</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>3,62533%</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>4,8768%</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>6,1506%</td> </tr> </tbody> </table>							kort net		25	0,29493%	50	0,59114%	100	1,18743%	200	2,39571%	300	3,62533%	400	4,8768%	500	6,1506%														
kort net																																				
25	0,29493%																																			
50	0,59114%																																			
100	1,18743%																																			
200	2,39571%																																			
300	3,62533%																																			
400	4,8768%																																			
500	6,1506%																																			

bijlage 2													
2x16 ² Al		R20° = 1,91		2RL = 0,1528									
lang OV net		L = 0,04											
	W	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RI ²	Σ p	% van de rechte (5)		gemiddelde		kW gem	
Nr	Lampen		0,85		+ verliezen			fig(1)		gewogen	rekenkundig		
13	50	50	0,2558		0,2558	0,0100	0,0100	25	1,0226%	0	0	0	
12	50	100	0,5115	0,0000	0,5116	0,0400	0,0500	50	2,0452%	14	14,31611	0,286322	700
11	50	150	0,7673	0,0002	0,7675	0,0900	0,1400	100	4,0903%	0	0	0	
					2 aftakkingen		0,2800	200	8,1806%	2	32,72254	0,163613	400
10	200	500	2,5575	0,0012	2,5588	1,0004	1,2804	300	12,2710%	0	0	0	
9	50	550	2,8133	0,0056	2,8189	1,2141	2,4945	400	16,3613%	0	0	0	
8	50	600	3,0691	0,0108	3,0799	1,4494	3,9440	500	20,4516%	0	0	0	
7	50	650	3,3248	0,0171	3,3420	1,7066	5,6505						
6	50	700	3,5806	0,0246	3,6051	1,9859	7,6365						
5	200	900	4,6036	0,0332	4,6368	3,2852	10,9216						
4	50	950	4,8593	0,0475	4,9068	3,6789	14,6006						
3	50	1000	5,1151	0,0635	5,1786	4,0977	18,6983	Tot		16	47,03866		68,75
2	50	1050	5,3708	0,0813	5,4521	4,5421	23,2404						X 0,0004090318
1	50	1100	5,6266	0,1010	5,7276	5,0127	28,2532	2,57%			4,28%	2,8121%	2,8121%
2x16 ² Al													
lang OV net		L = 0,04											
	W	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RI ²	Σ p	% van de rechte (5)		gemiddelde		kW gem	
Nr	Lampen		0,85		+ verliezen			fig(1)		gewogen	rekenkundig		
11	50	50	0,2558		0,2558	0,0100	0,0100	25	1,0226%	0	0	0	
10	50	100	0,5115	0,0000	0,5116	0,0400	0,0500	50	2,0452%	6	6,135477	0,12271	300
9	50	150	0,7673	0,0002	0,7675	0,0900	0,1400	100	4,0903%	9	36,81286	0,368129	900
					2 aftakkingen		0,2800	200	8,1806%	0	0	0	
8	400	700	3,5806	0,0012	3,5818	1,9603	2,2403	300	12,2710%	0	0	0	
9	100	800	4,0921	0,0097	4,1018	2,5708	4,8111	400	16,3613%	1	65,44509	0,163613	400
8	100	900	4,6036	0,0209	4,6245	3,2678	8,0789	500	20,4516%	0	0	0	
7	100	1000	5,1151	0,0351	5,1502	4,0530	12,1319						
6	100	1100	5,6266	0,0527	5,6793	4,9286	17,0604						
5	100	1200	6,1381	0,0742	6,2123	5,8969	22,9573						
4	100	1300	6,6496	0,0998	6,7494	6,9608	29,9181						
3	100	1400	7,1611	0,1301	7,2912	8,1231	38,0412	Tot		16	108,3934		100
2	100	1500	7,6726	0,1654	7,8380	9,3872	47,4284						X 0,0004090318
1	100	1600	8,1841	0,2062	8,3904	10,7568	58,1853	3,64%			6,77%	4,0903%	4,0903%

bijlage 2 (vervolg)													
2x16 ² Al		R20° = 1,91		2RL = 0,1528									
lang OV net		L = 0,04											
	W	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RI ²	Σ p	% van de rechte (5)		gemiddelde		kW gem	
Nr	Lampen		0,85		+ verliezen			fig(1)	gewogen	rekenkundig			
13	400	400	2,0460		2,0460	0,6397	0,6397	25	1,0226%	0	0	0	
12	100	500	2,5575	0,0028	2,5603	1,0016	1,6413	50	2,0452%	0	0	0	
11	100	600	3,0691	0,0071	3,0762	1,4459	3,0872	100	4,0903%	12	49,08382	0,490838	1200
					2 aftakkingen	6,1745		200	8,1806%		0	0	0
10	400	1600	8,1841	0,0268	8,2110	10,3018	16,4763	300	12,2710%		0	0	0
9	100	1700	8,6957	0,0716	8,7673	11,7450	28,2213	400	16,3613%	4	261,7804	0,654451	1600
8	100	1800	9,2072	0,1227	9,3299	13,3007	41,5220	500	20,4516%		0	0	0
7	100	1900	9,7187	0,1805	9,8992	14,9735	56,4955						
6	100	2000	10,2302	0,2456	10,4758	16,7687	73,2642						
5	100	2100	10,7417	0,3185	11,0602	18,6918	91,9560						
4	100	2200	11,2532	0,3998	11,6530	20,7491	112,7051						
3	100	2300	11,7647	0,4900	12,2547	22,9473	135,6524	Tot	16	310,8642		175	
2	100	2400	12,2762	0,5898	12,8660	25,2936	160,9460						X 0,0004090318
1	400	2800	14,3223	0,6998	15,0220	34,4810	195,4270	6,98%			11,10%	7,1581%	7,1581%
2x16 ² Al													
lang OV net		R20° = 1,91		2RL = 0,1528									
		L = 0,04											
	W	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RI ²	Σ p	% van de rechte (5)		gemiddelde		kW gem	
Nr	Lampen		0,85		+ verliezen			fig(1)	gewogen	rekenkundig			
13	500	500	2,5575		2,5575	0,9995	0,9995	25	1,0226%	0	0	0	
12	300	800	4,0921	0,0043	4,0964	2,5641	3,5636	50	2,0452%	0	0	0	
11	300	1100	5,6266	0,0155	5,6421	4,8641	8,4277	100	4,0903%	0	0	0	
					2 aftakkingen	16,8553		200	8,1806%		0	0	0
10	500	2700	13,8107	0,0733	13,8840	29,4547	46,3100	300	12,2710%	12	441,7543	1,472514	3600
9	300	3000	15,3453	0,2013	15,5466	36,9313	83,2413	400	16,3613%		0	0	0
8	300	3300	16,8798	0,3619	17,2417	45,4239	128,6652	500	20,4516%	4	409,0318	0,818064	2000
7	300	3600	18,4143	0,5594	18,9737	55,0084	183,6736						
6	300	3900	19,9488	0,7986	20,7474	65,7737	249,4473						
5	300	4200	21,4834	1,0846	22,5679	77,8228	327,2701						
4	300	4500	23,0179	1,4229	24,4408	91,2756	418,5457						
3	300	4800	24,5524	1,8198	26,3722	106,2713	524,8170	Tot	16	850,7861		350	
2	300	5100	26,0870	2,2818	28,3688	122,9715	647,7884						X 0,0004090318
1	500	5600	28,6445	2,8165	31,4610	151,2403	799,0288	14,3%			15,19%	14,3161%	14,316%
2x16 ² Al													
kort net		R20° = 1,91		2RL = 0,1528									
		L = 0,04											
	W	Σ W	I en cos	I verlies	I Lampen	2RI ²	Σ p	% van de rechte (6)		gemiddelde		kW gem	
Nr	Lampen		0,85		+ verliezen			fig(2)	gewogen	rekenkundig			
								25	0,3050%	0	0	0	
								50	0,6100%	0	0	0	
7	500	500	2,5575	0,0000	2,5575	0,9995	0,9995	100	1,2201%	0	0	0	
6	300	800	4,0921	0,0043	4,0964	2,5641	3,5636	200	2,4401%	0	0	0	
					2 aftakkingen	7,1271		300	3,6602%	5	54,90243	0,183008	1500
5	500	2100	10,7417	0,0310	10,7727	17,7325	24,8596	400	4,8802%		0	0	0
4	300	2400	12,2762	0,1081	12,3843	23,4351	48,2947	500	6,1003%	4	122,0054	0,244011	2000