

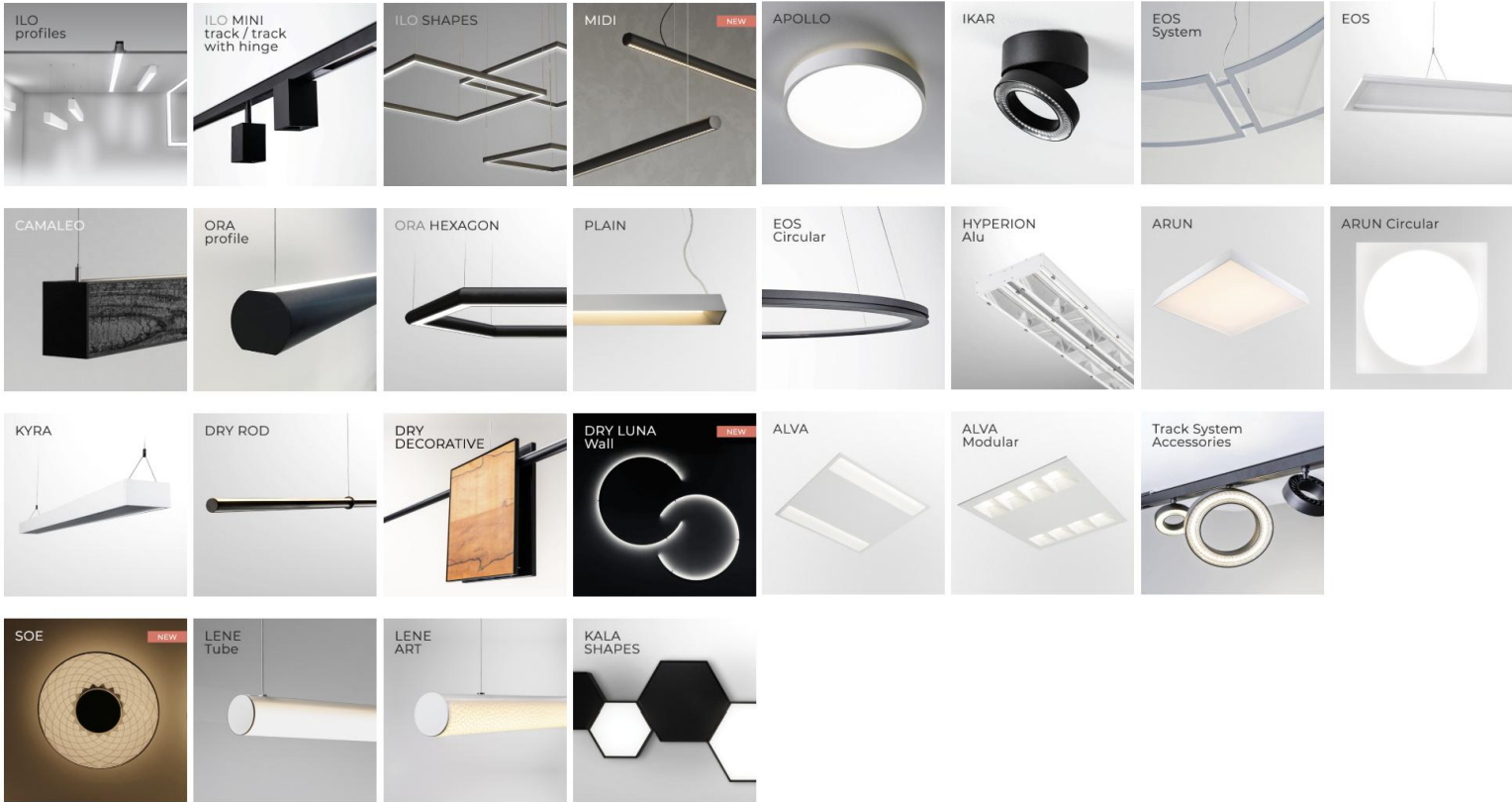
Izdelava fotometričnih datotek na ukaz

LED Luks, d.o.o.
Gregor Bevčič



Cilj izdelave

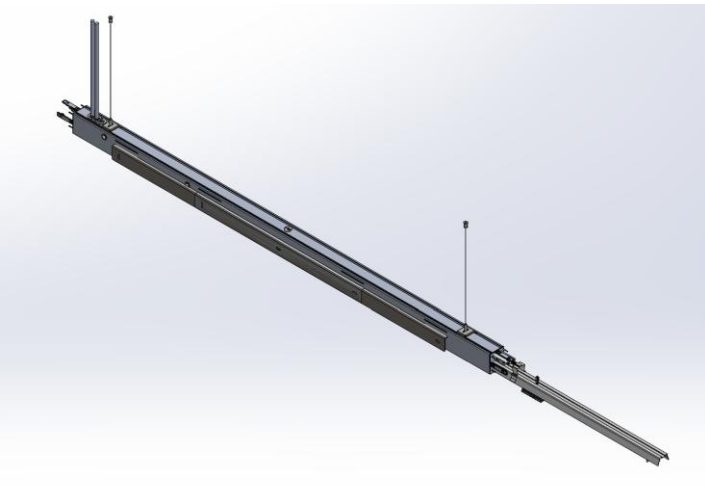
- strnjena baza vhodnih podatkov
- ponovljivost rezultatov
- brez arhivov datotek
- ustvarjene so le potrebne datoteke
- Leta 2024 več kot 70×10^6 možnih standard kombinacij
- rešitev so programsko izračunani podatki in izdelava datotek



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	Model	Pozicija	Montaža	Tip oblike	Tip optike	Št, TIV 280 mm	Št, TIV 70 mm	Dodatna dolžina		Moč	Tip svetlečih diod	Tip napajalnika	Barva ohišja	Barva reflektorja	
I	35 50 70	0 - Standard 1 - Start 2 - Central 3 - End 4 - Central/start 5 - Central/end 6 - Free start 7 - Start EM 8 - Central/start EM 9 - Free start EM A - Standard EM	R - Recessed C - Ceiling P - Pendant W - Wall I - Direct/Indirect H - Wall Direct/Indirect B - T-Bar T - Trimless K - Track Glo, M - Track Stu,	0 - Straight L - 90° Left R - 90° Right	O - Opal P - Prismatic A - Assimetric N - Nero 3 - MOD Narrow 30° 4 - MOD Medium 45° 6 - MOD Wide 60° F - Filler W - WallGrazer R - 10mm opal/prismatic Q - 10mm opal K - Track Glo, M - Track Stu, D - Office 60° H - Office Basic	1 - 280mm 2 - 2x280mm ... A - 10x280mm	0 - 0mm 1 - 70mm 2 - 140mm 3 - 210mm	0	0	L - Low Power E - High Efficiency O - High Output	2 - 827 CRI80 2700K 3 - 830 CRI80 3000K 4 - 840 CRI80 4000K 5 - 850 CRI80 5000K 6 - 930 CRI90 3000K 7 - 927 CRI90 2700K 8 - 940 CRI90 4000K 9 - 950 CRI90 5000K A - 865 CRI80 6500K B - 965 CRI90 6500K D - 8TW CRI80 tunable white T - 9TW CRI90 tunable white S - STW sunlike tunable white H - S27 2700K sunlike G - S30 3000K sunlike E - S40 4000K sunlike C - S50 5000K sunlike I - 835 CRI80 3500K J - 935 CRI90 3500K	0 - NoDim 1 - DALI 2 - 2CH DALI 8 - EM3h PRO + DALI C - Casambi B - 2CH Casambi D - PSD	1 - White 2 - Black 3 - Grey 7 - Anth, Grey 8 - Bronze	0 Modular: 1 - White 2 - Black 3 - Grey 7 - Anth, Grey G - Gold	

Koraki postavitve delovanja

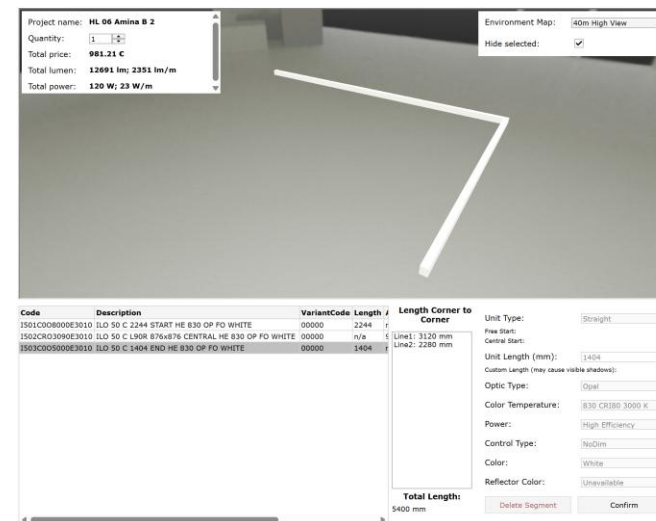
Priprava izhodiščnih modelov



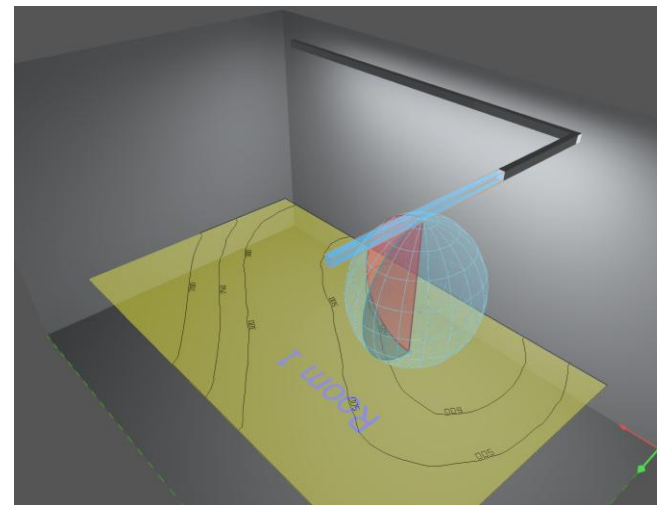
Programiranje pravil za izdelavo modelov



Izdelava grafičnega vmesnika



Funkcije za izračun fotometričnih podatkov



Meritve in rezultat meritev svetilk

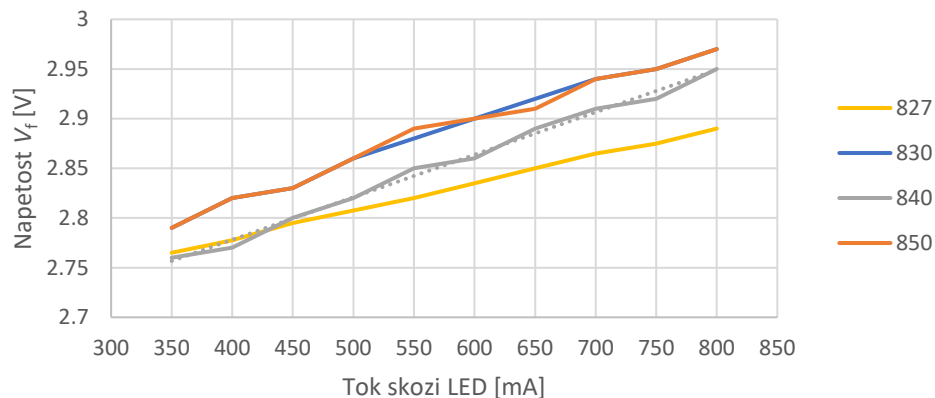
Normirane vrednosti za svetilko dolžine 1126 mm pri toku 500 mA iz napajalnika,

	Svetlobni izkoristek (lm/W)	Direktni delež (%)	Svetlobni tok (lm)			Električna moč (W)		
			Direkt	Indirekt	Skupen	Direkt	Indirekt	Skupna
Direkt								
Opal	113,0		2812			24,9		
Prismatic	116,0		2887			24,9		
Nero	43,5		1083			24,9		
Modular 30 White	115,5		5749			49,8		
Modular 45 White	113,8		5663			49,8		
Modular 60 White	112,0		5577			49,8		
Modular 30 Black	107,4		5347			49,8		
Modular 45 Black	101,3		5044			49,8		
Modular 60 Black	95,2		4740			49,8		
Asymmetric	73,0		1817			24,9		
Direkt in indirekt								
Opal	122,3	49,3	2812	2893	5705	24,9	21,8	46,7
Prismatic	123,9	50,0	2887	2893	5780	24,9	21,8	46,7
Nero	85,2	27,2	1083	2893	3976	24,9	21,8	46,7
Modular 30 White	120,8	66,5	5749	2893	8642	49,8	21,8	71,6
Modular 45 White	119,6	66,2	5663	2893	8556	49,8	21,8	71,6
Modular 60 White	118,4	65,8	5577	2893	8470	49,8	21,8	71,6
Modular 30 Black	115,2	64,9	5347	2893	8240	49,8	21,8	71,6
Modular 45 Black	110,9	63,5	5044	2893	7937	49,8	21,8	71,6
Modular 60 Black	106,7	62,1	4740	2893	7633	49,8	21,8	71,6
Asymmetric	100,9	38,6	1817	2893	4710	24,9	21,8	46,7
<i>Samo Indirekt</i>	132,8	0	0	2892	2892		21,8	21,8

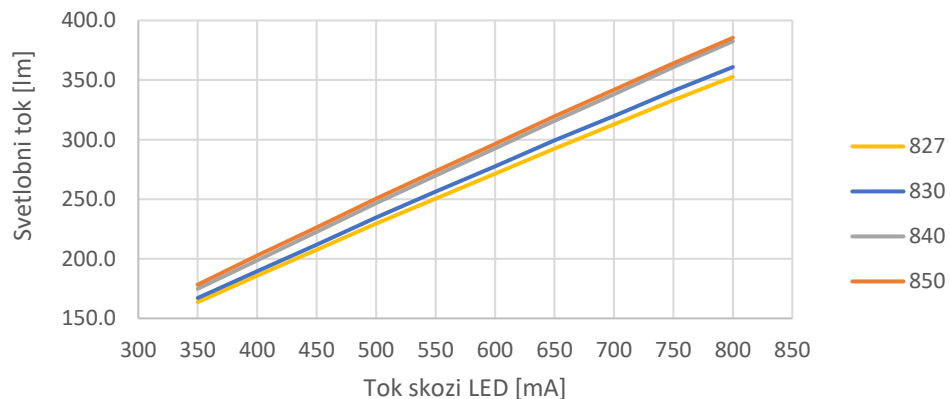
- meritve vseh direktnih optik in ene indirektne v LRF, FE-UL
- meritve pri 500 mA za svetleče diode 3528, 350 mA za svetleče diode Y22
- normiranje podatkov na isto dolžino in tok za pridobitev deleža direktnega svetlobnega toka
- izračun kombiniranega izkoristka s pomočjo meritve indirektne optike

Meritve svetlečih diod

Napetost V_f diode STW8A2PD-E1



Svetlobni tok diode STW8A2PD-E1



- meritve tiskanih vezij za vsako svetlečo diodo
- opravljene s koraki 50 mA
- rezultati v izmerjenem območju linearni z tokom
- pridobitev spektrov in električnih podatkov za EPREL
- vpliv temperature na napetost minimalne (2 %)
- meritve potrdile padec svetlobnega toka pri višjih tokovih

Približna napetost linearnega območja:

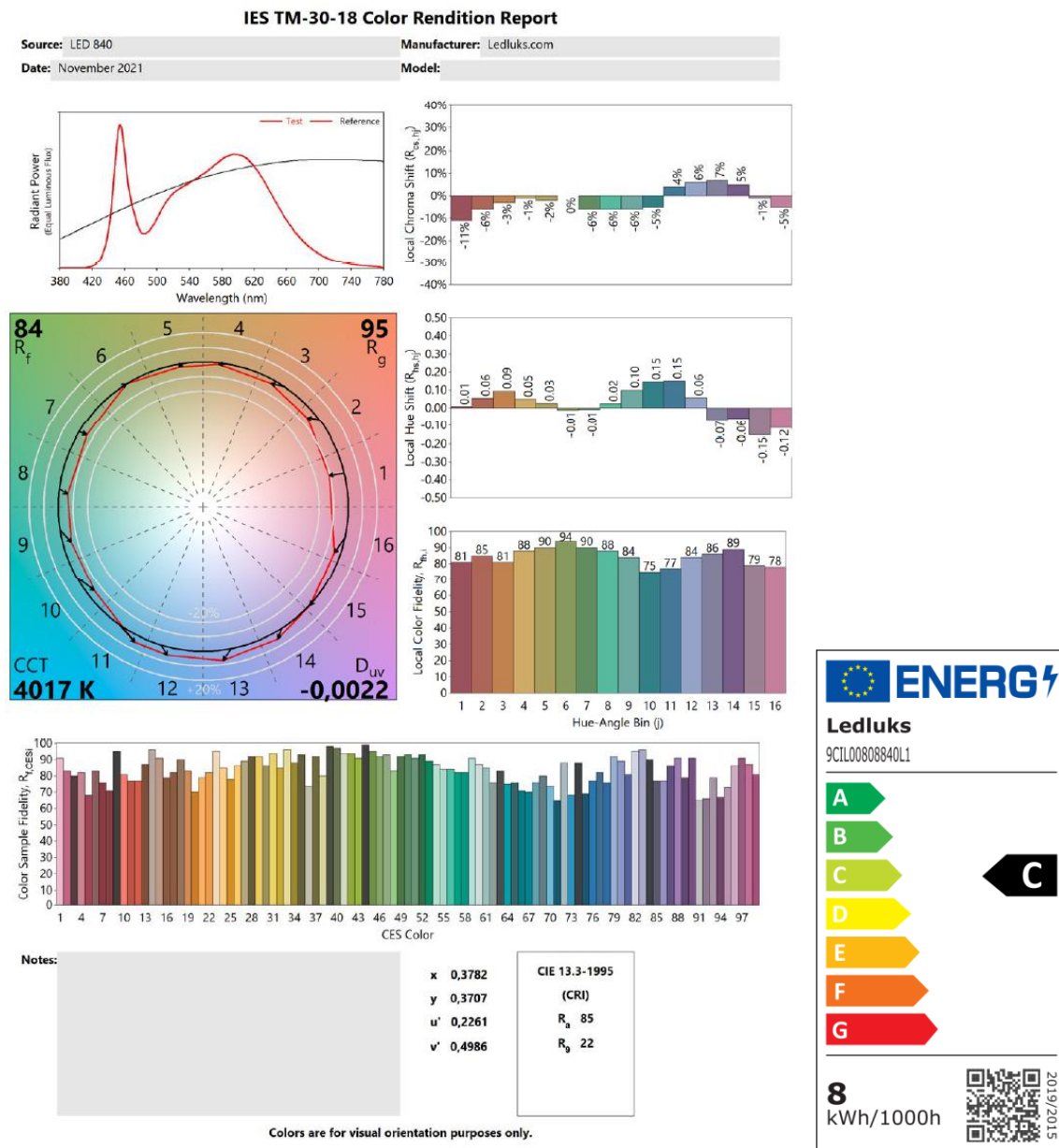
$$V_f(I) = V_0 + I \cdot R_S$$

$$V_0 = 2,61 \text{ V}$$

$$R_S = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} = \frac{2,95 \text{ V} - 2,76 \text{ V}}{0,8 \text{ A} - 0,35 \text{ A}}$$

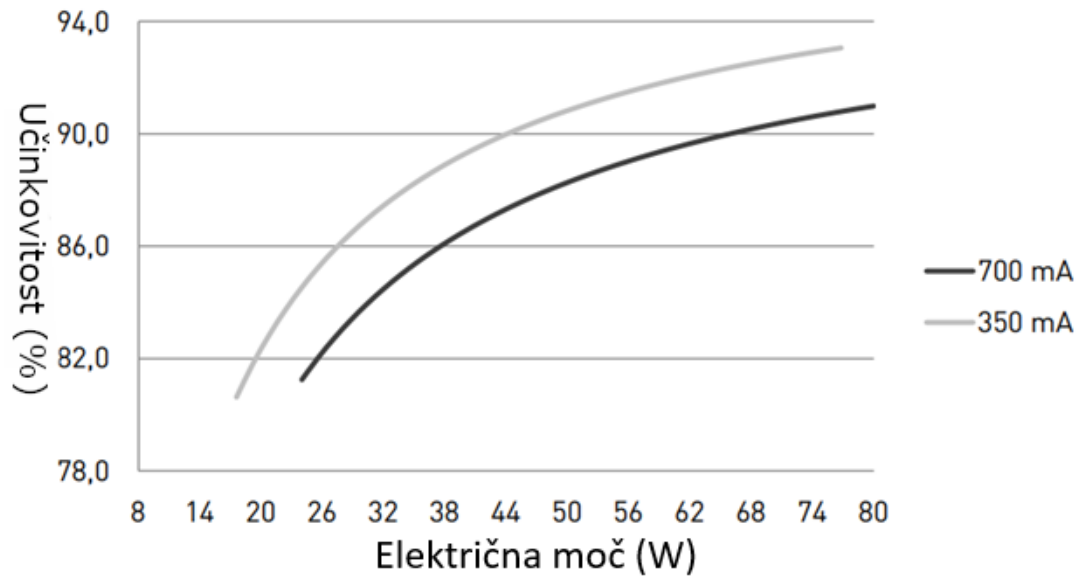
$$R_S = 0,42 \Omega$$

Deklaracija EPREL svetlobnih virov



- zahteva meritev in deklaracijo relativnega barvnega spektra
- minimalni in dejanski faktor barvne reprodukcije (R_a)
- vrednost močno rdeče (R_g)
- CIE 1931 xy koordinate, izmerjena in sredinska vrednost podobne barvne temperature
- svetlobni tok in delovna moč
- kot svetlobnega snopa za usmerjene svetlobne vire

Nelinearnost učinkovitosti napajalnika



- vsak napajalnik ima različen graf učinkovitosti
- moč svetilke z dodano indirektno komponento je bila glede na število tiskanih vezij nižja
- manjkajoča odvisnost za tok 500 mA
- veliko potrebnega dela za podatek podan in preverjen s toleranco +/- 10 %
- realistično možni izračuni samo preko programskih orodij
- učinkovitost poenostavljena na $\eta = 0,9$
- pričakovana napaka pod 4 %

Meritev	Dolžina svetleče površine (mm)	Moč (W)	Moč na dolžino (W/m)
LRF 2022/025/01	1120	24,9	22,2
LRF 2020/034/01&03	2940	62,7	21,3

$$P_{tot} = \frac{V_{fb} \cdot I_{fb}}{\eta_n}$$
$$\eta_n = 0,9$$

Poenostavitev napetosti svetleče diode

Table 5. Opis Bin šifre, $T_j=25^{\circ}\text{C}$, $I_f=65\text{mA}$

Šifra Kosa	Svetlobni tok (lm)			Barvna Koordinata Kromatičnosti	Tipična napetost (V)		
	Bin	Min.	Max.		Bin	Min.	Max.
S1W0- 2835xx8003- 00000000- 0P003	S0	27.0	28.5	Refer to Page. 12	Y1	2.7	2.8
	S5	28.5	30.0		Y2	2.8	2.9
	T5	31.5	33.0				
	U0	33.0	33.9				
	U3	33.9	35.1				
	U7	35.1	37.5				

- vse svetleče diode so med sabo različne
- karakteristike so sortirane v range
- dobava željenega ranga ni zagotovljena pri manjših količinah
- razlike v svetlobnem toku možne nad 10 %
- izbrana sredina tipične napetosti možnih rangov $V_f = 2,8 \text{ V}$

Table 6. Distribucija rangov fluksa

 Dobavljivi rangi

CCT	CIE	Rang Fluksa			
6,000 ~ 7,000K	A	T5	U0	U3	U7
5,300 ~ 6,000K	B	T5	U0	U3	U7
4,700 ~ 5,300K	C	T5	U0	U3	U7
4,200 ~ 4,700K	D	T5	U0	U3	U7
3,700 ~ 4,200K	E	T5	U0	U3	U7
3,200 ~ 3,700K	F	T5	U0	U3	U7
2,900 ~ 3,200K	G	T5	U0	U3	U7
2,600 ~ 2,900K	H	T5	U0	U3	U7
2,100 ~ 2,300K	K	S0	S5	-	-

Poenostavitev izračuna svetlobnega toka

Min. CRI, R _a	Nominal CCT [K] ¹⁾	Min. Flux [lm]	Typ. Luminous Flux Φ _v [lm] @65mA	Typ. Luminous Efficacy [lm/W] @65mA
80	6500	33.0	34.5	190.9
	5700	33.0	34.8	192.6
	5000	33.9	35.3	195.4
	4500	33.9	34.8	192.6
	4000	33.9	34.8	192.6
	3500	33.0	33.8	187.1
	3000	31.5	33.5	185.4
	2700	31.5	32.5	179.9
	2200	27.0	28.5	157.7

Tok	η _{TIV}
LP	1,03
HE	1
HO	0,95

CCT [K]	η _{CCT}
2700	0,92
3000	0,95
4000	1
5000	1

CRI	η _{CRI}
80	1
90	0,88
95	0,6

- izračun svetlobnega toka izhaja iz meritev svetlobnega izkoristka pri 4000 K, CRI 83 in toku HE
- korekcijski faktorji predvideni iz tehnične kartice svetlečih diod
- meritve tiskanih vezij potrdile vrednosti

$$\Phi_V = \eta \cdot P_{tot} \cdot \eta_P \cdot \eta_{CCT} \cdot \eta_{CRI}$$

Uporaba programskega okolja Driveworks

DWGroupTableLumenEff

	A	B	C
1	Type	Value	Comment
2	DO	113	Direct only
3	DP	116	
4	DN	43.5	
5	D3	115.5	
6	D4	114	
7	D6	112	
8	DA	73	
9	DF	0	
10	IO	122	Direct/indirect
11	IP	123.5	
12	IN	85	
13	I3	121	
14	I4	119.5	
15	I6	118.5	
16	IA	101	
17	IF	132.5	Indirect only
18	DC	110.5	
19	IC	121	//not used

Tabela z definicijo svetlobnih izkoristkov,

DWVariableDirectPow

```
If(DWVariableCodeOpticType="F",0,Round(DWVariableDirectVf*  
If(DWVariableIsActiveTWRReflector,  
If(DWVariableCodePower="O",  
0.5,0),  
If(DWVariableIsActiveOpticModular,  
If(DWVariableCodePower="E",  
0.35,  
If(DWVariableCodePower="O",  
0.5)  
),  
If(DWVariableIsActiveLoopReflector OR DWVariableIsActiveOpticAsymetric,  
If(DWVariableCodePower="E",  
0.5,  
If(DWVariableCodePower="O",  
0.7,  
If(DWVariableCodePower="L",  
0.35,  
0)  
)  
)  
)  
)/0.9,2))
```

Name	Value
(Result)	31.11
DWVariableCodeOpticType	O
DWVariableDirectVf	56
DWVariableIsActiveTWRReflector	False
DWVariableCodePower	E
DWVariableIsActiveOpticModular	False
DWVariableIsActiveLoopReflector	True
DWVariableIsActiveOpticAsymetric	False

Funkcija za izračun električne moči
direktnih tiskanih vezij,

Variable Name	Value	Rule	Comment
DirectPow	31.11	=If(DWVariableC...	Power of direct PCBs i...
DirectVf	56	=(DWVariablePcb...	Sum of direct PCB volt...
DriverEff	1	=1	Calculates the differen...
IndirectPow	0	=If(DWVariableC...	Power of indirect PCBs...
IndirectVf	0	=If(DWVariableIs...	Sum of indirect PCB v...
IsDirectIndirect	False	=DWVariableCod...	
LumenOut	3515	=If(DWVariableC...	If the optic is filler retu...
LumPower	32	=RoundUp((DWV...	Sum of direct and indi...
MODRefColorEff	0.93	=If(DWVariableC...	MOD reflector loss du...
TotalLumenMeter	2504	=RoundUp(DWV...	
TotalPowerMeter	23	=RoundUp(DWV...	
TotalSystemLumen	7030	=ListSum(ListAll(...	
TotalSystemPower	64	=ListSum(ListAll(...	

Zbirka spremenljivk za izračun svetlobno
tehniških podatkov, Ponovi se za vsak
segment v sistemu svetilk,



Primerjava rezultata

LDT Editor - ILO 50 C 1126 HE 840 OP M1.ltd

General Luminaire Lamps Luminous intensities Light distribution

Number of standard sets of lamps =1

Set 1

Number of lamps: 1

Type of lamps: LED

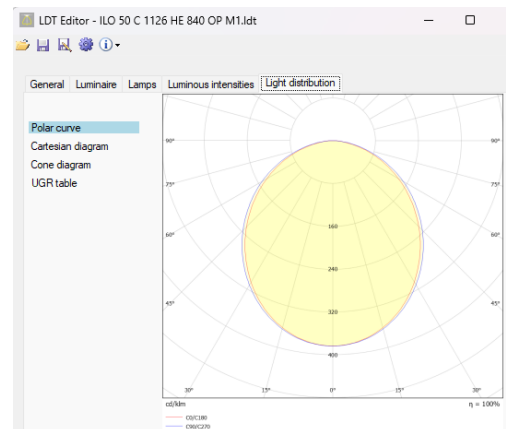
Total luminous flux: 2837 lm

Colour temperature: 4000

Colour rendering index: 83

Connected power: 24.9 W

Apply



LDT Editor - I500C004000E4110 ILO 50 C 1126 HE 840 OP DALI WHITE .ltd

General Luminaire Lamps Luminous intensities Light distribution

Number of standard sets of lamps =1

Set 1

Number of lamps: 1

Type of lamps: LED

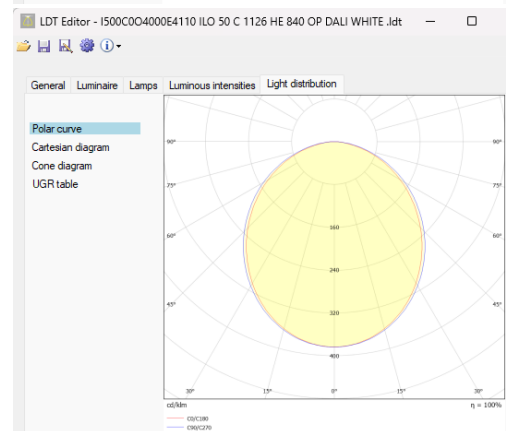
Total luminous flux: 2813 lm

Colour temperature: 4000

Colour rendering index: 83

Connected power: 25.0 W

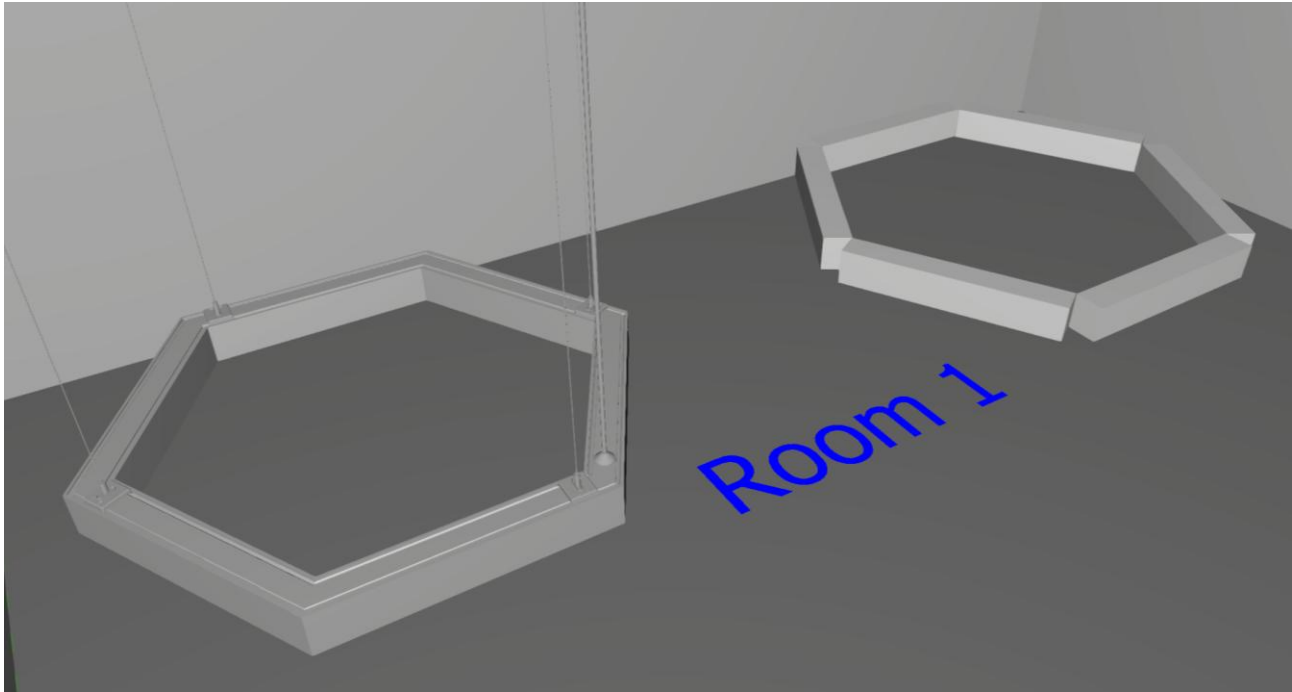
Apply



- izdelana fotometrična datoteka deklarira 24 lm manj od meritve, kar je 0,8%
- zaradi normirane svetlobne porazdelitve so distribucije popolnoma enake
- večina napake je pri deklarirani delovni moči
- enake funkcije se uporabijo tudi v preprostem konfiguratorju na produktni spletni strani

Datoteka	Svetlobni tok (lm)	Električna moč (W)
I500C004000E4110 ILO 50 C 1126 HE 840 OP DALI WHITE	2813	25,0
ILO 50 C 1126 HE 840 OP M1 (LRF 2021/054/06)	2837	24,9

Omejitev LDT datoteke in rešitev



- GLDF datoteka je izpisana kot ena svetilka
- preprosta postavitv v prostor
- možna uporaba kompleksnejših oblik
- uporaben kot BIM (Building Information Modeling) datoteka

Building 1 · Storey 1

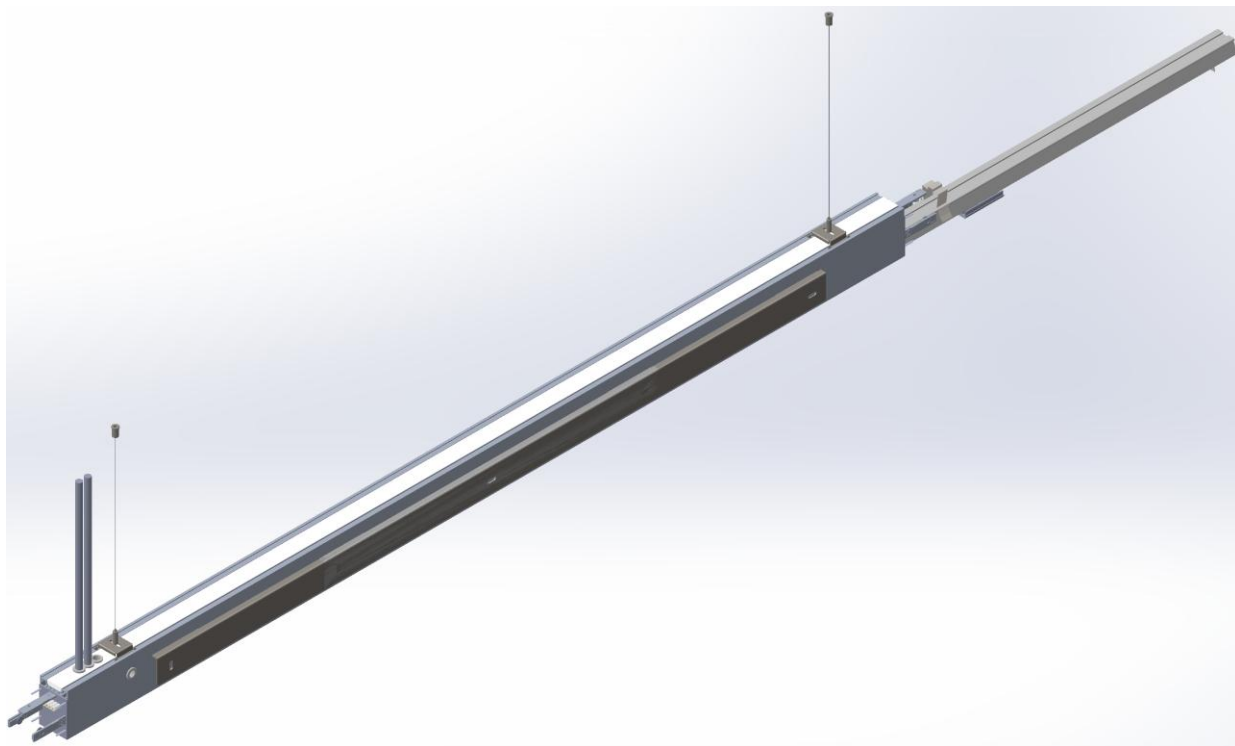
Luminaire list

Φ_{total}	P_{total}	Luminous efficacy
9708 lm	94.7 W	102.5 lm/W

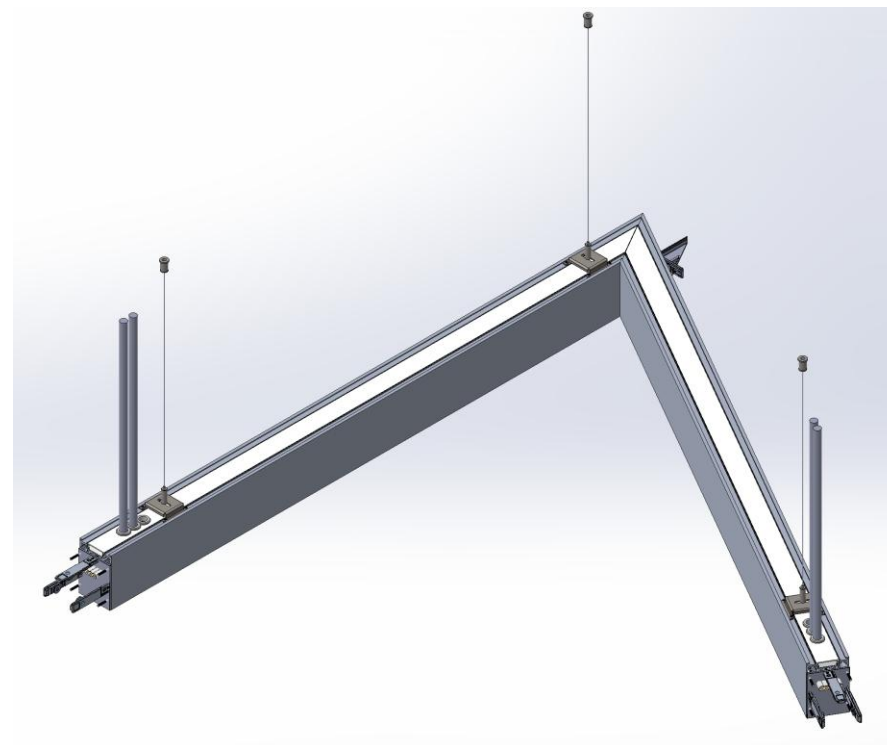
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 1-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 2-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 3-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 4-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 5-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ILO 50 P HEX 780 HE 827 OP FO WHITE PART 6-6	8.0 W	809 lm	101.1 lm/W
1	LED LUKS	I500P6O11 00E2010_2 2T00	ilo_shapes	46.7 W	4854 lm	104.0 lm/W

Investicija programskega okolja Driveworks

Izhodiščni model za ILO 50 P ravni segment,



Izhodiščni model za ILO 50 P kotni segment,



- strojniški oddelek mora pripraviti izhodiščni model za vsako obliko profila
- trenutno sedem različnih modelov
- dolgotrajno delo priprave modelov specifične strukture za DW
- nujna koordinacija s programerjem za pravilno poimenovanje ravnin in obdelav

Zaključek

Project name: **S line system**

Quantity:

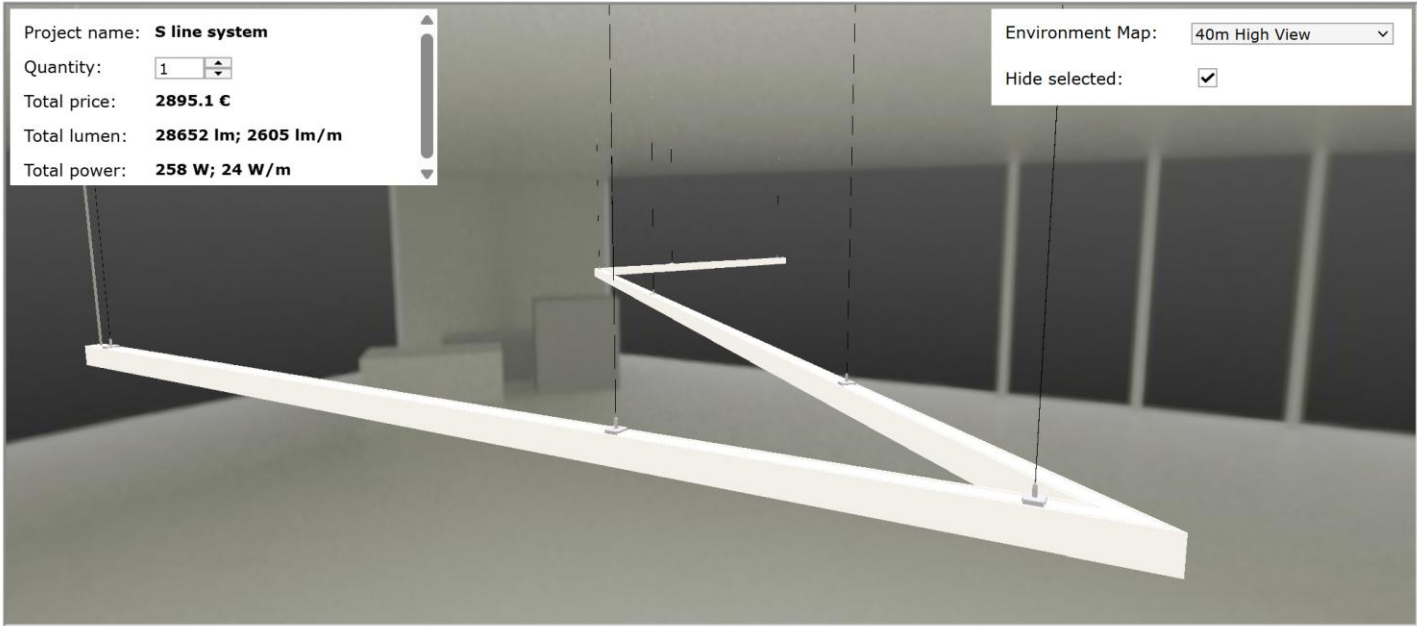
Total price: **2895.1 €**

Total lumen: **28652 lm; 2605 lm/m**

Total power: **258 W; 24 W/m**

Environment Map: **40m High View**

Hide selected: ☒



Code	Description	VariantCode	Length
I501P007140E4110	ILO 50 P 2074 START HE 840 OP DALI WHITE	22T00	2074
I502PLO3045E4110	ILO 50 P L45L 926x926 CENTRAL HE 840 OP DALI WHITE	20000	n/a
I502P068069E4111	ILO 50 P 2311 CENTRAL HE 840 MOD-60 DALI WHITE-W	20000	2311
I502P005000E4110	ILO 50 P 1402 CENTRAL HE 840 OP DALI WHITE	20000	1402
I502PRO30C0E4110	ILO 50 P LC0R 861x861 CENTRAL HE 840 OP DALI WHITE	20000	n/a
I503P005325E4110	ILO 50 P 1639 END HE 840 OP DALI WHITE	20000	1639

Length Corner to Corner

Line1: 3000 mm
Line2: 5500 mm
Line3: 2500 mm

Total Length:
11000 mm

Unit Type: **Straight**

Free Start: ☐

Central Start: ☐

Unit Length (mm):

Custom Length (may cause visible shadows): ☒

Optic Type: **Opal**

Color Temperature: **840 CRI80 4000 K**

Power: **High Efficiency**

Control Type: **DALI**

Color: **White**

Reflector Color: **Unavailable**

Delete Segment

Confirm