

SVETILKE

za zunanjo osvetlitev cerkva in
drugih objektov kulturne
dediščine



***Naj bo vaša razsvetljava skladna z Uredbo o mejnih
vrednostih svetlobnega onesnaženja okolja***



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo

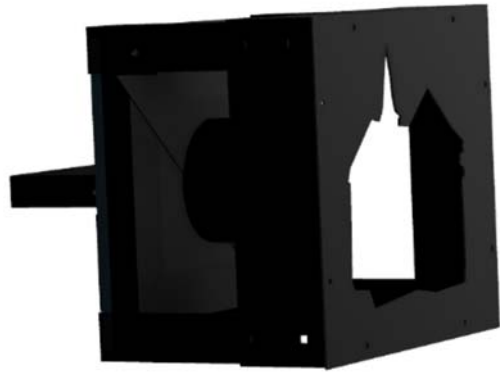
Osnovne omejitve uredbe

V letu 2007 je bila sprejeta **Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja** (Uradni list RS, št. 81/07), kasneje so bile sprejete še nekatere spremembe (Uradni list RS, št. 109/07, 62/10 ter 46/13) (v nadaljevanju uredba).

Vsebinsko najbolj pomembna zahteva te uredbe je zapisana v prvem odstavku 4. člena. Za osvetljevanje se lahko uporabljajo le svetilke, katerih delež svetlobnega toka, ki seva navzgor je enak 0%. To pomeni, da se lahko uporabljajo le svetilke, ki imajo ravno steklo, oz. imajo nameščene zaslonke, ki preprečujejo, da bi svetloba lahko direktno prehajala v zgornjo polravnino.

Osvetlitev fasad stavb

Fasade stavb se v uredbi omenjajo na več mestih, tako posredno, kot tudi neposredno. 10. člen uredbe je namenjen izključno osvetlitvi fasad. V prvem odstavku tega člena je zapisano, da povprečna svetlost osvetljene fasade ne sme presegati 1 cd/m^2 . V drugem odstavku istega člena je predpisan način izvajanja meritve svetlosti fasad. V tretjem odstavku pa so zapisani pogoji za osvetlitev. Fasada je namreč lahko osvetljena le, če je na območju naselja in ni oddaljena več kot 240 m od najbližje osvetljene javne površine s povprečno osvetljenostjo najmanj 3 lx.



Omejitve največje moči za zunanjo razsvetljavo

Omejena je tudi skupna priključna moč vseh svetilk zunanje razsvetljave. Ker cerkve in večina drugih objektov, ki so vpisani v seznam kulturne dediščine, spada glede na 8. alinejo 4. odstavka 3. člena uredbe med »ustanove«, je potrebno pri osvetlitvi fasade in nepokritih inženirskih objektov upoštevati tudi 9. člen uredbe. Le-ta v prvem odstavku omejuje priključno moč zunanje razsvetljave (fasade, ceste, dovozne poti). Mejne vrednosti za ustanove so naslednje:

- $0,060 \text{ W/m}^2$ v obratovalnem času ustanove ter 30 minut pred začetkom in po koncu obratovalnega časa ter
- $0,015 \text{ W/m}^2$ zunaj obratovalnega časa ustanove.

Tretji odstavek 9. člena dovoljuje uporabo ene ali več svetilk v skupni moči 180 W, če je izračunana moč manjša od 180 W.

Osvetlitev kulturnega spomenika

Za osvetlitev kulturnih spomenikov se lahko skladno s tretjim odstavkom 11. člena uredbe uporablja tudi svetilke, ki ne izpolnjujejo zahtev iz 4. člena uredbe (niso ULOR=0), vendar morajo biti svetlobni snopi tako usmerjeni, da je zunanji rob osvetljene površine najmanj 1 m pod strešnim napuščem. Mimo fasade kulturnega spomenika gre lahko največ 10% svetlobnega toka.

Kazenske določbe

V 26. členu uredbe so zapisane kazenske določbe:

Z globbo do 10.000 EUR se za prekršek kaznuje upravljavec razsvetljave, ki je pravna oseba ali samostojni podjetnik posameznik, če kot upravljavec razsvetljave uporablja svetilke, ki ne izpolnjujejo zahtev iz 4. člena te uredbe, razen če je za posamezno vrsto razsvetljave s to uredbo drugače določeno. Z enako globe se kaznuje tudi upravljavec, če kot upravljavec razsvetljave:

- ustanove ne zagotovi, da razsvetljava ustanove ne presega mejnih vrednosti iz prvega odstavka 9. člena te uredbe,
- fasade ne zagotovi, da razsvetljava fasade ne presega mejnih vrednosti iz prvega odstavka 10. člena te uredbe,
- fasade ne zagotovi, da razsvetljava fasade izpolnjuje zahteve v zvezi osvetljevanjem iz tretjega ali četrtega odstavka 10. člena te uredbe.

Z globbo od 800 do 2.000 EUR se kaznuje odgovorna oseba upravljavca razsvetljave.

Časovni termini za sanacijo

V 28. členu so zapisani časovni termini za prilagoditev razsvetljave. Prvi termin (31. 12. 2008) je že minil in do takrat bi bilo potrebno vse svetilke obstoječe razsvetljave, ki so izdelane v skladu z zahtevami prvega odstavka 4. člena te uredbe, namestiti tako, da je delež svetlobnega toka, ki seva navzgor, enak 0%. V 3. odstavku tega člena je zapisano, da je bilo potrebno razsvetljavo fasad prilagoditi do 31. 12. 2010.

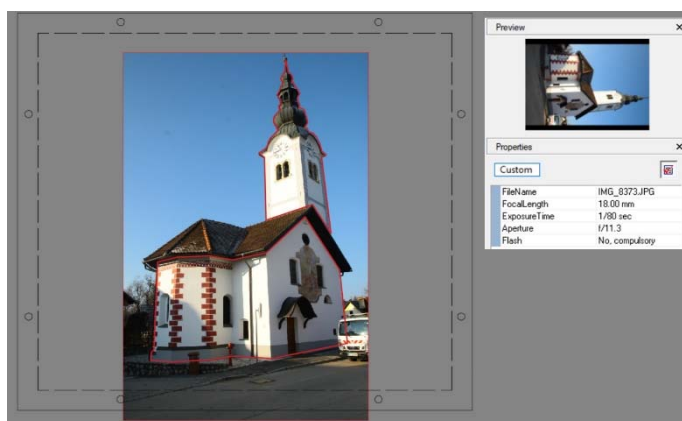
V 4. odstavku istega člena je zapisano, da je potrebno razsvetljavo ustanov prilagoditi do 31. 12. 2012.

Vsi termini so že zdavnaj potekli.

Program za oblikovanje silhuet

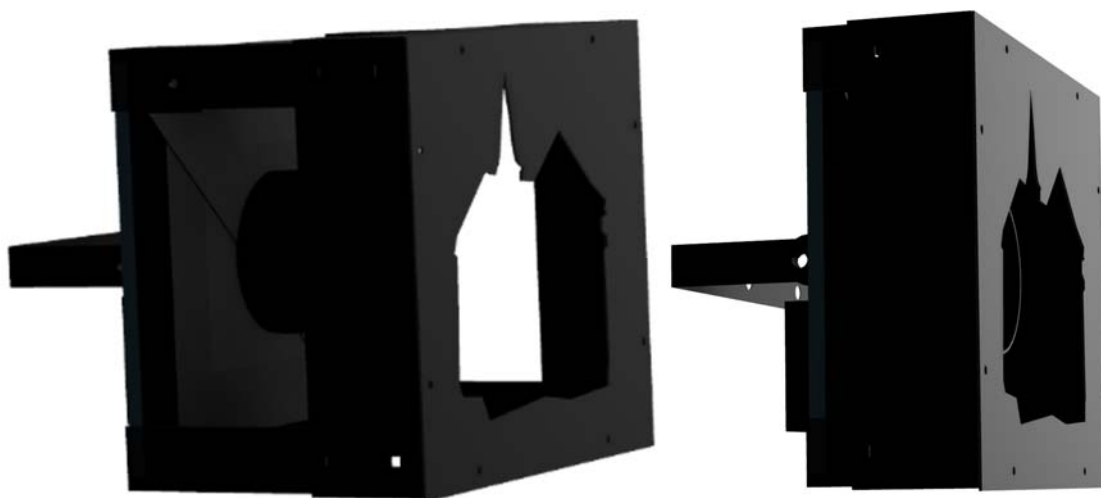
Za izdelavo silhuete objekta je potrebno najprej narediti fotografijo objekta, ki ga želimo osvetliti. Fotografijo je potrebno narediti točno z mesta, kjer bo kasneje nameščena svetilka. Fotografijo izdelamo z umerjenim fotoaparatom z znano goriščno razdaljo. Če je objekt previsok (zvonik), da bi ga ujeli z enim posnetkom, jih naredimo več in jih potem združimo. V namensko

programsko opremo uvozimo fotografijo in preberemo EXIF podatke. S temi podatki določimo velikosti silhuete in razdalje med silhueto in svetilko.



Glede na velikost objekta, ki ga osvetljujemo in na oddaljenost svetilke od objekta prilagajamo oddaljenost silhuete od svetilke. Razdalja med silhueto in svetilko je lahko od 9 cm za objekte, ki so blizu svetilke pa vse do 19 cm, za objekte, ki so od svetilke

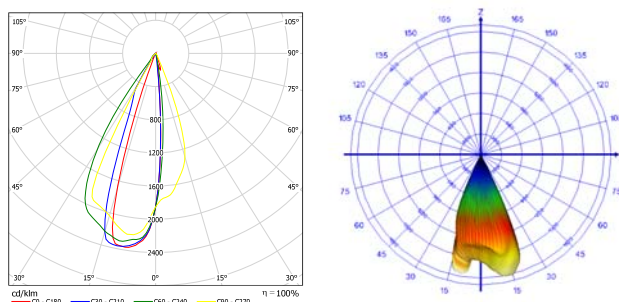
bolj oddaljeni, ali so brez visokih objektov npr. zvonikov. Večja, ko je razdalja med svetilko in silhueto, večja je točnost projicirane silhuete in bolj je oster je rob med svetlim in temnim delom na objektu



Slika 1: Svetilka Lumina z večjo in manjšo razdaljo med svetilko in silhueto

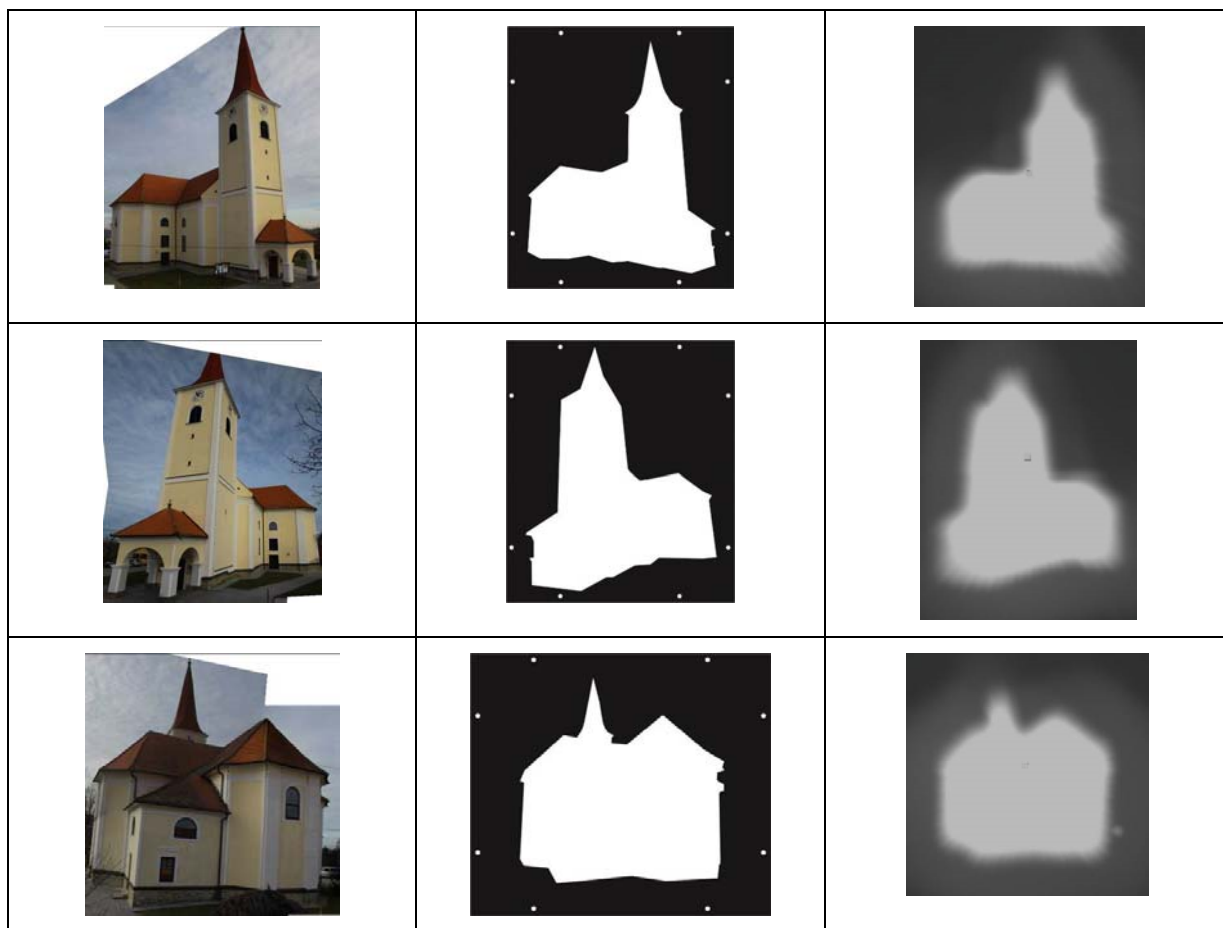
Meritve prostorske porazdelitve svetilk in simulacije

Na željo naročnika lahko izvedemo tudi meritve prostorske porazdelitve svetilnosti svetilk in izdelamo LDT datoteke, s katerimi se lahko izvedejo simulacije osvetljenosti objekta in izvede izračun svetlobnega toka, ki gre mimo objekta za vse. Če se naročnik odloči tudi za računalniške simulacije in izračune, silhueto natisnemo na 3D tiskalnik in jo namestimo na svetilko ter v laboratoriju izvedemo meritve prostorske porazdelitve svetilnosti svetilk.



Slika 2: Primer prikaza prostorske porazdelitve svetilnosti svetilk v 2D in 3D polarnem diagramu.

Meritve so izvedene z izredno natančnostjo, tako interval v kotu gama kot tudi interval C ravnin je 1° , kar pomeni, da je vsaka svetilka opisana z 32.400 svetilnostmi. V simulacijskem programu lahko izredno natančno izračunamo svetlobni tok, ki gre mimo objekta. Na spodnji sliki so prikazane fotografije, silhuete in simulacija osvetljene površine, če bi svetilko postavili pred belo steno.



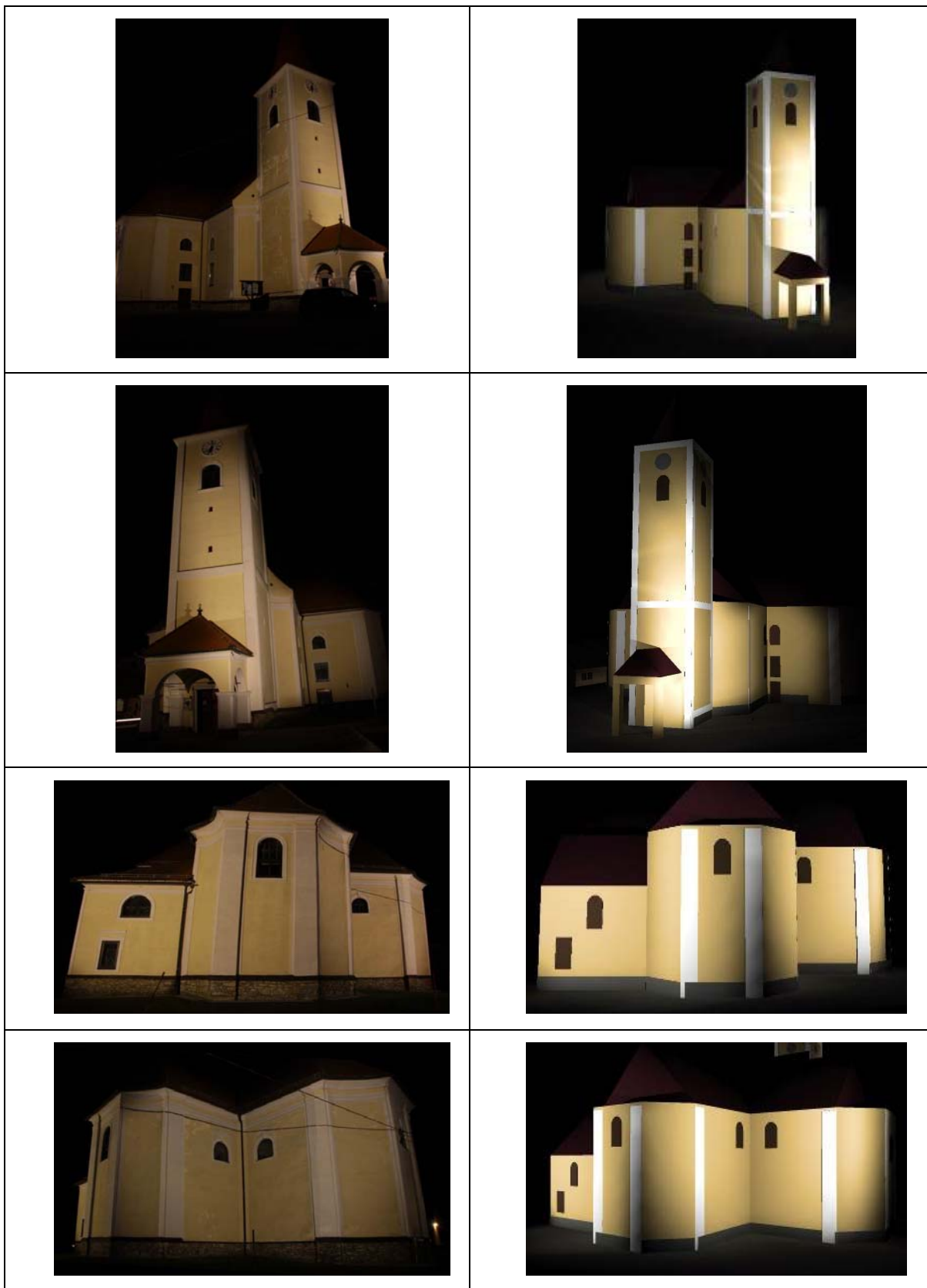
Slika 3: Fotografija objekta, izdelana silhueta in osvetljen svetlobni snop svetilke

V simulacijskem programu lahko narišemo 3D model objekta in okolice, vstavimo svetilke in izvedemo vse izračune. Če z izračunom ugotovimo, da so potrebni popravki silhuete, jih lahko enostavno izvedemo, saj so bile meritve izvedena s pomočjo silhuete iz 3D tiskalnika in so modifikacije enostavne.



Slika 4: 3D simulacija objekta, ki ga osvetljujemo

Po opravljeni sanaciji lahko primerjamo fotografije na novo osvetljenega objekta in simulacij. Primer je viden na spodnjih slikah.



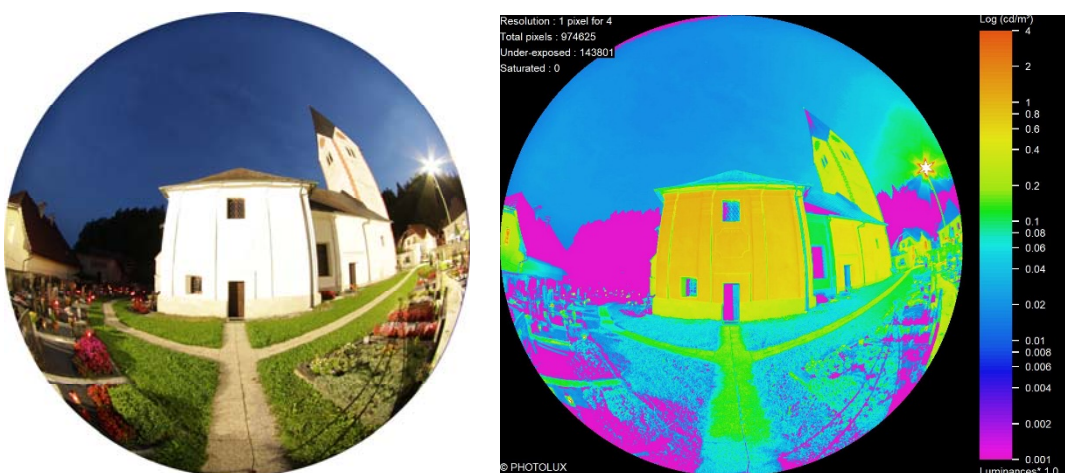
Slika 5: Fotografija objekta in računalniška simulacija

Meritve svetlosti

Pred prenovo se lahko izmeri svetlosti fasad. Svetlosti se lahko izmerijo z merilnikom svetlosti ali s pomočjo kalibrirane digitalne kamere in programsko opremo Photolux.



Slika 6: : Rezultati meritev svetlosti fasade z merilnikom svetlosti,



Slika 7: Rezultati meritev svetlosti fasade s kalibrirano kamero in programsko opremo Photolux

Tehnične lastnosti svetilk Lumina

Električna moč:	od 10 do 50 W
Svetlobni tok:	do 4.000 lm
Podobna barvana temperatura:	3.000 K (na željo tudi nižje)
Svetlobni vir:	COB svetleča dioda
Material svetilke:	Tlačno lit aluminij s konvekcijskih hlajenjem
Material nadgradnje:	Nerjavno jeklo debeline 1,5 m, prašno barvano na črno barvo
Nazivna napetost:	230 V AC (možnost tudi 12 V DC)

Informacije:

UL Fakulteta za elektrotehniko
 Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo
 Tržaška cesta 25
 1000 Ljubljana
<http://lrf.fe.uni-lj.si>
matej.kobav@fe.uni-lj.si
 tel: 01/47 68 759
 GSM: 041 533 206