

Dravske elektrarne Maribor d.o.o.

Svetlobno onesnaževanje (fliker) v okolici postavitve vetrnih agregatov VE

Ojstrica

(dopolnitev strokovnega mnenja zaradi spremembe
gabaritov vetrnega agregata)

Maribor, Avgust 2023

Št. projekta: HIOJ-7921/2020

Id. dokumenta: HIOJ---0P9001A

Izdelal: Robert Gselman

Uvodno pojasnilo revidiranega dokumenta »Svetlobno onesnaževanje (fliker) v okolici postavitve vetrnih agregatov VE Ojstrica« (dopolnitev strokovnega mnenja zaradi spremembe gabaritov vetrnega agregata) HIOJ---0P9001A

Sprememba tipa vetrnih agregatov, pomeni povišanje stolpa vetrnega agregata in premer vetrne turbine. Os rotorja bo za 3 metre višje (135 m). Zaradi 12 metrov daljših lopatic se premer rotorja poveča na 170 m. Skupna višina posameznega vetrnega agregata, se v primerjavi z načrtovanimi rešitvami iz leta 2018, poveča za 20 metrov in tako dosega skupno višino 220 m. Lokacije vseh treh vetrnih agregatov ostajajo nespremenjene. Spremljajoče ureditve, ki obsegajo ureditev dostopnih poti in gradnjo montažnih platojev ostajajo nespremenjene, oziroma se spremenijo v minimalnem obsegu.

Svetlobno onesnaženje v okolici postavitve vetrnih agregatov (svetlobni fliker)

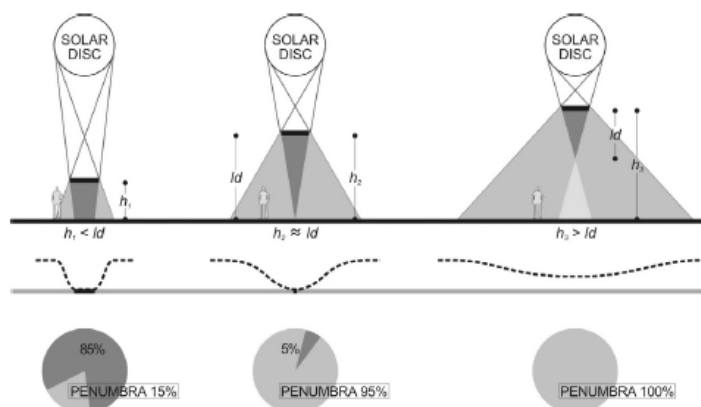
V okolici postavitve vetrnih agregatov se pojavi senčenje, ki je moteče predvsem zaradi vrtenja rotorja in posledično na točki opazovanja moteč vpliv prehajanja sence in osončenja, ti. »svetlobni fliker«, ali podoben slovenski izraz »utripajoča svetloba«. Zakonodajno v Sloveniji ne obstajajo določila za naravno osvetlitev bivalnega okolja. V tem delu se uporabljajo prakse iz tujine.

Veliko držav nima sprejete regulative na tem področju. Večina teh držav se sklicuje na nemške smernice (»Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen – WEA-Schattenwurf-Hinweise« [1]) Ta smernica definira skrajne vrednosti »utripajoče svetlobe« (astronomski maksimum, ki predvideva, da je zmeraj sonce in orientacija vetrnega agregata na najneugodnejšo smer glede utripanja na opazovani lokaciji) na poseljeni lokaciji na 30 ur na leto in največ 30 minut dnevno. Lokacije v stavbah, kjer se preverja kriterij so dnevne sobe, spalnice, sobe v bolnicah in domih starostnikov, saloni, učilnice v šolah, pisarne, laboratoriji, delovni prostori, vse na oddaljenosti, kjer površina lopatic rotorja pokriva najmanj 20% vidne površine sonca. Na večji razdalji od rotorja se smatra, da je utripanje že tako difuzno, da ni več moteče. Za našo zemljepisno širino se pregleduje v smereh 125° od severa in kot sonca mora biti $\geq 3^\circ$ nad horizontom.

Utripajoča svetloba lahko povzroča dva moteča vpliva. Prvi je, podobno kot pri psihološkem bleščanju, posledica lastnosti človeškega vida. Le tega naravno privlačijo premikajoči in spreminjajoči se objekti. Tako bo utripanje svetlobe s frekvenco, ki ga naš vidni sistem lahko zazna, otežilo koncentracijo na vidno nalogo, ki jo opravljamo. Poleg tega lahko počasno utripanje svetlobe z nekaj Hz, pri določenih osebah in v določenih primerih, povzroči epileptični napad.

Utrpanje svetlobe pa je lahko škodljivo tudi, če utripa s frekvencami, ki jo naš vidni sistem ne sledi več. V takem primeru lahko pride do pojava večkratnih slik premikajočih se predmetov. Podoben primer je tudi ti. stroboskopski efekt. V tem primeru utripajoča svetloba povzroči, da vidimo vrteče predmete, kot da bi se vrteli počasneje ali v nasprotno smer, ali da se sploh ne vrtijo.

Vpliv utripanja pada z razdaljo od vetrnega agregata. Sonce nam namreč predstavlja razsežno svetilo, ki za razliko od točkastega izvora svetlobe, ustvarja še ti. polsenco.



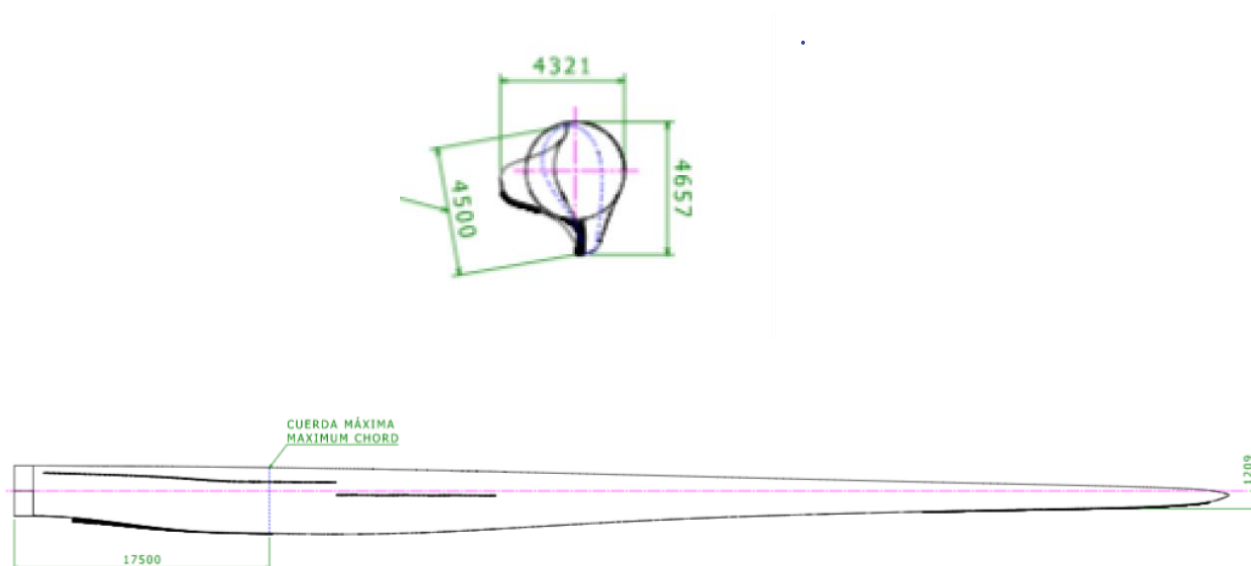
Slika 1: Prikaz nastanka pomsence v mejni razdalji od ovire zaradi razsežnosti Sonca [2]

Če upoštevamo polmer sonca, razdaljo Zemlje do Sonca in gabarite senčila, lahko izpeljemo odvisnost:

- d_s – razdalja med Zemljo in Soncem; 150×10^9 m
- d – premer senčila (m)
- r_s – polmer Sonca; $6,955 \times 10^8$ m
- $d_{polsence}$ – razdalja od senčila, ko vidna še samo pomsenco

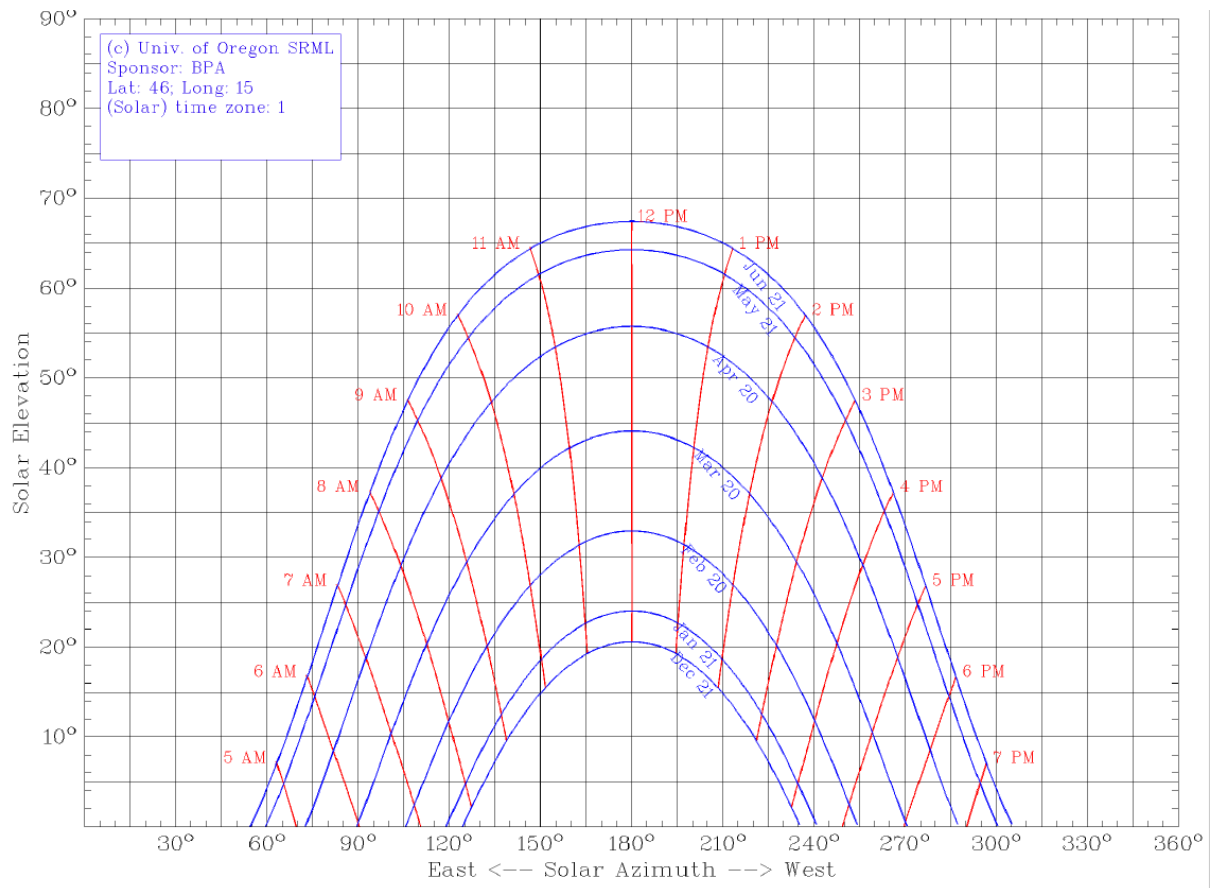
$$d_{polsence} = \frac{d_s \cdot d}{2 \cdot r_s} = 108 \cdot d$$

Dimenzije lopatice so razvidne is prereza lopatice in je max. širina 4,657 m.



Slika 2: Dimenzije lopatice vetrnega agregata

Širina lopatice rotorja je največja v razdalji 17,5 m od osi rotorja. Ostra senca se pojavlja do razdalje 503 m od stojišča vetrnega agregata na višini rotorja 135 m. Frekvenca utripanja pa je glede na hitrost vetra do max. 0,6 Hz.



Slika 3: Diagram sončne poti za zemljepisno širino 46° - lokacija VE Ojstrica

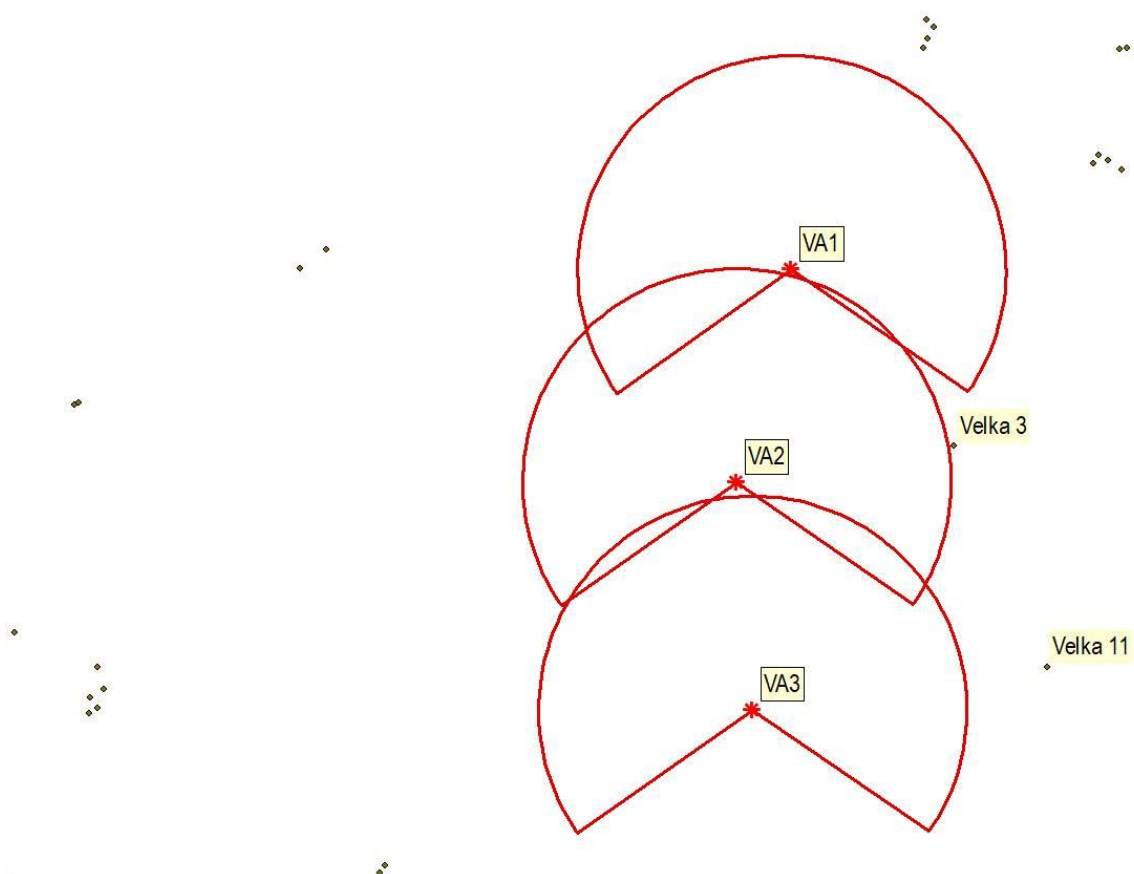
Če se sklicujemo na nemško regulativo, je potrebno analizirati področje 125° vzhodno in zahodno od severa, do oddaljenosti od posameznega vetrnega agregata, ko rotor pokriva več kot 20% vidne površine sonca. Tako se preveri prisotnost stavb na analiziranem področju 125° vzhodno in zahodno na razdalji, do katere se pojavlja ostra senca (pri širini lopatice 4,657 m do prostorske (3D) razdalje 503 m z upoštevanjem višine rotorja 135 m). Če obstajajo, je potrebno izdelati analizo, ki upošteva konfiguracijo terena, povprečne vremenske razmere, vključno z izmerjeno rožo vetrov ter na ta način določiti čas na leto in na dan, ko se v prej opisanih delih stavb pojavlja svetlobni fliker. Če je ta čas nad zgornjo določeno mejo, je potrebno to upoštevati pri obratovanju vetrne elektrarne in jo v času, ko bi povzročala svetlobno motnjo ustaviti.

Pri izračuni razdalje se je upoštevala višina osi turbine ter razdalja do največje širine lopatice, ki je 17,5 m od osi.

| | | | |
|----------------|----------|--------|--------|
| Višina objekta | 117,5m | 117,5m | 117,5m |
| Vetrni agregat | VA1 | VA2 | VA3 |
| Velka 3 | 549,01 | 502,1 | 699,7 |
| Velka 11 | 1.032,31 | 817,3 | 690,7 |
| Sveti Duh 1A | 1.376,44 | 975,3 | 549,6 |

Tabela 1: 3D Razdalje bližnjih stavb od vetrnih agregatov (os rotorja - 17,5 m najširši del lopatice)

Na lokaciji VE Ojstrica je bila pregledana okolica lokacij postavitve vetrnih agregatov na zgoraj opisani površini. V bližini mejne 3D razdalje 503 m v smeri od posameznega vetrnega agregata, se nahajajo tri stavbe, vendar so izven območja z ostrimi sencami. Objekt na naslovu Velka 3 je na nadmorski višini 1.165 m (brez prijavljenih prebivalcev), Velka 11 na nadmorski višini 1.025 m ter počitniška hiša Sveti Duh 1A na nadmorski višini 1094 m (vendar je v območju, kjer ne padajo sence od stojišča VA3, glede na diagram sončne poti za zemljepisno širino 46°), medtem, ko so vetrni agregati med 1.300 m in 1.380 m nadmorske višine.



Slika 4: Področja okrog vetrnih agregatov, kjer se pojavljajo ostre sence in možnost motečega svetlobnega flikerja ter najbližje naseljene stavbe

Podrobna analiza pojava svetlobnega flikerja z oceno trajanja na dnevnem in letnem nivoju za naseljene stavbe, zaradi večje oddaljenosti od vetrnih agregatov, ni potrebna.

1. BIBLIOGRAFIJA

- [1] „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Winkraftanlagen,“ 2020.
- [2] J. H. S. Trujillo, „Calculation of the shadow-penumbra relation and its application on efficient architectural design,“ *ScienceDirect - Elsevier*, p. 13, 2014.