

ZRAK IN VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA VE OJSTRICA

- Osnutek

marec, 2021

NASLOV: ZRAK IN VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA VE
OJSTRICA –
Strokovna podlaga v CPVO postopku DPN VE Ojstrica

NAROČNIK: Dravske elektrarne Maribor, d.o.o.
Obrežna ulica 170
2000 Maribor

ŠT. PROJEKTA 11/2021

DATUM IZDELAVE: marec 2021

IZDELOVALEC: Okoljski inženiring, Marko Kovač, s.p.,

ODG. VODJA IZDELAVE:
Marko KOVAČ, univ. dipl. inž. vod. in kom.,
IZS G – 4637

Podpis in žig:



VSEBINA

1. Uvod	5
2. Kakovost zraka.....	6
2.1 Obstoječe stanje kakovosti zraka.....	6
2.1.1 Obstoječe stanje kakovost zraka na območju VE Ojstrica glede na merilne postaje v Republiki Sloveniji	6
2.1.1 Obstoječe stanje kakovost zraka na območju VE Ojstrica glede na merilne postaje v Republiki Avstriji I4	
2.1.2 Povzetek obstoječega stanja kakovosti zraka na območju VE Ojstrica	15
2.2 Obremenjenost območja zaradi onesnaženosti zraka.....	16
2.2.1 Obremenjenost zraka zaradi poselitve.....	16
2.2.2 Obremenjenost zraka zaradi prometa.....	17
2.2.1 Obremenjenost zraka zaradi industrije in energetike.....	18
2.3 Opredelitev do prispevka onesnaženosti v času celotnega življenjskega cikla posega.....	20
2.3.1 Pregled študij LCA analiz vetrnih turbin po svetu	20
2.3.2 Opredelitev do onesnaženja PM10 zaradi gradbišča VE Ojstrica.....	24
2.3.3 Opredelitev do onesnaženja zaradi proizvodnje in dobave vetrnih agregatov VE Ojstrica	27
2.3.4 Opredelitev do onesnaženja v zrak zaradi obratovanja VE Ojstrica	28
2.3.5 Opredelitev do onesnaženja zaradi razgradnje objekta.....	29
3. Analiza tveganja na podnebne spremembe.....	31
3.1 Splošno.....	31
3.2 Analiza občutljivosti posega	31
3.3 Ocena izpostavljenosti posega	33
3.3.1 Ocena izpostavljenosti posega za obstoječe stanje	33
3.3.2 Ocena izpostavljenosti posega za prihodnje stanje.....	37
3.4 Analiza ranljivosti posega.....	40
3.4.1 Ocena ranljivosti za obstoječe stanje.....	40
3.4.2 Ocena ranljivosti za prihodnje stanje.....	41
3.5 Ocena tveganja.....	42
3.5.1 Sklepna ocena analize tveganja.....	47
4. Prihranek na ogljičnem odtisu	49
4.1.1 Opredelitev do zmanjšanja emisij CO ₂ zaradi proizvodnje električne energije iz OVE	49
5. Meteorološke značilnosti območja.....	50
6. Ugotavljanje vplivov VE Ojstrica po CPVO metodologiji	55

6.1	Vplivi na kakovost zraka	55
6.2	Podnebni dejavniki.....	62
7.	Prilagoditveni (omilitveni) ukrepi.....	65
7.1	Omilitveni ukrepi vezani na kakovost zraka	65
7.2	Omilitveni ukrepi vezani na izpuste toplogrednih plinov	65
7.3	Prilagoditveni ukrepi vezani na podnebna tveganja	65
8.	Povzetek	67
9.	Viri.....	68

I. Uvod

Ta dokument je strokovna podlaga iz področja zraka in podnebnih sprememb, ki se uporabi v okviru priprave okoljskega poročila ter postopka celovite presoje vplivov na okolje (v nadaljevanju: CPVO) za Državni prostorski načrt vetrnih elektrarn Ojstrica (v nadaljevanju: DPN VE Ojstrica).

Glede na projektno nalogo (Umeščanje VE Ojstrica v prostor, Projektna naloga za izdelavo strokovne podlage iz segmentov okolja: Onesnaženost zraka in podnebne spremembe, avgust 2020, DEM, d.o.o.) je dokument razdeljen na štiri sklope:

1. **KAKOVOST ZRAKA:** obstoječe stanje kakovosti zraka in obremenjenost območja zaradi onesnaženosti zraka ter opredelitev do prispevka onesnaženosti v času celotnega življenjskega cikla posega;
2. **PODNEBNI DEJAVNIKI:** analiza tveganj VE Ojstrica na podnebne spremembe ter izračun prihranka na ogljičnem odtisu;
3. **METEOROLOŠKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA:** opis podnebnih in meteoroloških značilnosti obravnavanega območja.
4. **CPVO del:** obravnavanje plana po CPVO metodologiji z navedbo meril in kazalcev ter ocene vplivov.

Pri izdelavi poročila je bila upoštevana veljavna zakonodaja, predvsem Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18), Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Uradni list RS, št. 21/11) in Zakon o ratifikaciji Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 13/95).

2. Kakovost zraka

2.1 Obstoječe stanje kakovosti zraka

V prvem sklopu smo pregledali obstoječe stanje kakovosti zraka in obremenjenost območja zaradi onesnaženosti zraka. V opisu obstoječega stanja je zajeto stanje onesnaženosti zraka na mejne vrednosti po Odredbi o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka za naslednje parametre: SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, CO in benzen. Za opise obstoječega stanja so bili uporabljeni podatki pridobljeni iz državnih monitoringov in merilnih mest ter tudi iz državnih merilnih mest iz Republike Avstrije.

2.1.1 Obstoječe stanje kakovost zraka na območju VE Ojstrica glede na merilne postaje v Republiki Sloveniji

Obravnava območje DPN VE Ojstrica spada po Odredbi o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 38/17, 3/20 in 152/20) v SIC območje - celinsko območje. Poseg, se ne nahaja znotraj območja aglomeracije. P vrsti območja spada v podeželje.

Podatke o kakovosti zraka navajamo iz državnih monitoringov in merilnih mest kakovosti zraka državne merilne mreže. Neposredno v bližini VE Ojstrica ni merilnih mest. Najbližje stalno merilno mesto državne mreže se nahaja v oddaljenosti 20 km (merilno mesto Žerjav), vendar je le to v Mežiški dolini, za katero je znano pogosto prekomerno onesnaženje zraka. Zato v nadaljevanju navajamo še podatke iz ostalih relevantnih merilnih postaj v vse smeri neba, vključno z merilno postajo Krvavec, ki se sicer nahaja na oddaljenosti 52 km vendar je tu navedena za primerjavo, ker se podobno kot VE Ojstrica nahaja na višji nadmorski višini (1740 m.n.m.). Ravno tako so v pregled vključene merilne postaje dopolnilne merilne mreže Zavodnje in Graška Gora v okolici Velenja ter Pohorje zaradi višje nadmorske višine. VE Ojstrica se namreč nahaja na nadmorskih višini okoli 1300 m.n.m. V spodnji tabeli so navedeni osnovni podatki o merilnih postajah iz katerih v nadaljevanju navajamo podatke.

Tabela 1: Podatki o obravnavanih merilnih mestih kakovosti zraka [1]

Naziv merilnega mesta	Nadm. višina (m.n.m.)	Zračna razdalja od VE Ojstrica (km)	Smer glede na lokacijo VE Ojstrica	Opis merilnega mesta
Žerjav	543	20	JZ	Državno merilno mesto DMKZ se nahaja v Mežiški dolini - je pod vplivom industrije
Krvavec	1740	52	JZ	Državno merilno mesto DMKZ Krvavec se nahaja na Kamniško-Savinjskih Alpah ter ga navajamo za primerjavo kot merilno mesto z večjo nadmorsko višino
Zavodnje	765	23	S	Dopolnilna merilna mreža Ekološkega informacijskega sistema Termoelektrarne Šoštanj
Graška gora	774	23	S	
Pohorje	725	40	V	Dopolnilna merilna mreža na območju Mestne občine Maribor
Maribor	270	48	V	Državno merilno mesto DMKZ se nahaja v aglomeraciji mesta Maribor (SIM)

DELCI PM10 in PM2

Izraz delci (angl. Particulate Matter – PM) uporabljamo kot splošen pojem, ki obsega suspendirane delce v zraku. PM_{2,5} se nanaša na fine delce, ki imajo premer manjši od 2,5 µm. PM₁₀ se nanaša na delce s premerom pod 10 µm. PM₁₀ poleg finih delcev s premerom pod 2,5 µm vključujejo tudi grobe delce s premerom med 2,5 in 10 µm. Glede na izvor lahko delce razdelimo na primarne in sekundarne. Primarne delce sproščajo v ozračje viri izpustov neposredno, sekundarni delci pa nastajajo v ozračju z oksidacijo in pretvorbo primarnih plinastih izpustov. Najbolj pomembni plini, ki prispevajo k tvorbi delcev so SO₂, NO_x, NH₃ in hlapne organske spojine [1].

Glede na Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) so za PM₁₀ predpisani dnevna in letna mejna vrednost. Dnevna mejna vrednost, ki znaša 50 µg/m³, ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu in letna mejna vrednost 40 µg/m³ (20 µg/m³ po priporočilih WHO). Za delce PM_{2,5} je predpisana letna mejna vrednost 25 µg/m³. Glede na smernice WHO (10 µg/m³) je povprečna letna raven delcev PM_{2,5} presežena na vseh merilnih mestih v Sloveniji.

Tabela 2: Povprečna mesečna raven PM10 (µg/m³) v letih 2017, 2018 in 2019 [1], [2], [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
Maribor	67	49	28	21	19	21	16	18	16	26	26	25
Žerjav	47	28	22	16	15	17	14	16	14	22	24	30
2018												
Maribor	33	39	39	23	22	19	18	18	18	30	33	42
Žerjav	27	27	32	23	20	15	16	18	18	25	24	31
2019												
Maribor	37	33	20	26	14	24	18	16	15	20	22	27
Žerjav	28	26	19	22	14	22	14	16	14	19	15	26

Tabela 3: Število preseganj dnevne mejne vrednosti PM10 po mesecih v letih 2017, 2018 in 2019 [1], [2], [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
Maribor	20	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Žerjav	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018												
Maribor	4	6	7	0	0	0	0	0	0	1	4	8
Žerjav	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2019												
Maribor	5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Žerjav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 4: Povprečne letne ravni PM10 (µg/m³) po letih. [1]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maribor	30	33	34	30	30	27	28	27	28	28	23
Žerjav	/	26	34	29	26	21	25	23	21	23	20

Tabela 5: Letno število preseganj dnevne mejne vrednosti PM10. Število preseganj, ki je večje od dopustnega, je napisano s krepko pisavo. [1]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maribor	35	47	64	34	36	25	34	43	35	30	13
Žerjav	/	29	79	44	37	3	6	19	9	5	1

Tabela 6: Povprečne letne ravni PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) po letih. [3]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maribor	22	24	26	21	22	19	21	21	20	ni meritev	ni meritev

OZON

Molekula ozona je sestavljena iz treh atomov kisika. Zaradi nestabilne strukture je ozon močno reaktiven plin in zato v prevelikih ravneh škodljiv. Ozon je sekundarno onesnaževalo, zato v prizemni plasti zraka ni njegovih neposrednih izpustov. Ker so kompleksne reakcije, ki vodijo do nastanka ozona intenzivnejše ob visoki temperaturi in močnem sončnem obsevanju, je onesnaženost zraka z ozonom največja poleti. Za ozon je značilen izrazit dnevni hod. Na merilnih mestih v nižinah nastopi izrazit maksimum ravni med 13. in 17. uro, ko je sončno obsevanje močno in so temperature zraka najvišje. Najnižje ravni so zaznane v času jutranje prometne konice, ko ozon reagira z dušikovimi oksidi iz prometa. Na višje ležečih odprtih legah (Krvavec, Otlica) je dnevni hod precej manj izrazit. Na teh območjih je manj možnosti za reakcije z drugimi snovmi (npr. svežimi izpusti iz prometa) ter površinami kot je to v primeru merilnih mest v nižjih in bolj urbanih predelih. [1]

Za varovanje zdravja je predpisana ciljna maksimalna dnevna 8-urna povprečna vrednost. Ta vrednost glede na Uredbo o kakovosti zunanjega zraka znaša (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in je lahko presežena največ 25-krat v koledarskem letu, pri čemer se za izračun upošteva povprečje zadnjih treh let. Zaradi vpliva na zdravje ljudi zaradi kratkotrajne izpostavljenosti sta predpisani tudi 1-urna opozorilna ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in alarmna vrednost ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

Tabela 7: Raven ozona v zunanjem zraku ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2017, 2018 in 2019 [1], [2], [3]

Merilno mesto	povprečna letna raven ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalno enourno povprečje O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj enournega povprečja, opozorilna vrednost $\text{O}_3 > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Število preseganj enournega povprečja, alarmna vrednost $\text{O}_3 > 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	maksimalna dnevna 8-urna povprečne vrednost	Število preseganj dnevne 8-urne povprečne ciljne vrednosti $\text{O}_3 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2017						
MB Vrbanski	56	170	0	0	156	31
Krvavec	95	181	1	0	162	68

Zavodnje	73	169	0	0	160	22
Pohorje	74	149	0	0	140	23
2018						
MB Vrbanski	55	159	0	0	151	30
Krvavec	95	168	0	0	152	67
Zavodnje	79	158	0	0	154	44
Pohorje	77	149	0	0	142	19
2019						
MB Vrbanski	54	164	0	0	145	19
Krvavec	95	169	0	0	158	65
Zavodnje	79	166	0	0	161	41
Pohorje	76	166	0	0	145	17

Tabela 8: Povprečna mesečna raven ozona ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2017, 2018 in 2019 [1], [2], [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
MB Vrbanski	40	39	64	70	76	80	78	76	46	39	28	35
Krvavec	88	88	101	105	109	113	106	109	86	84	76	75
Zavodnje	56	54	79	81	87	86	86	98	69	71	52	57
Pohorje	61	62	80	80	92	96	90	93	64	65	50	56
2018												
MB Vrbanski	22	47	67	75	73	70	80	77	55	40	22	23
Krvavec	77	82	93	112	111	102	112	113	96	88	75	75
Zavodnje	55	67	83	98	93	88	104	105	84	72	41	55
Pohorje	52	61	80	96	95	88	102	100	84	72	43	57
2019												
MB Vrbanski	36	45	66	72	66	78	75	67	50	39	26	23
Krvavec	77	94	98	109	101	113	112	105	86	80	78	80
Zavodnje	64	78	91	97	88	105	96	87	71	61	45	60
Pohorje	60	73	85	91	82	99	93	84	71	66	49	63

Tabela 9: Povprečna letna raven ozona (g/m^3) za obdobje 2009 - 2019 [3]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Krvavec	96	97	95	99	100	92	99	91	95	95	95
MB Vrbanski	/	/	/	/	52	49	55	49	56	55	54
Zavodnje	72	73	74	78	75	70	77	72	73	79	79
Pohorje	74	71	80	80	76	72	81	72	74	77	76

DUŠIKOVI OKSIDI

Dušikovi oksidi so spojine, ki so sestavljeni iz atomov kisika in dušika. V ozračju je največ dušikovega monoksida (NO) in dušikovega dioksida (NO₂). Več kot polovico dušikovih oksidov prihaja v ozračje iz cestnega prometa, precejšen delež prispeva tudi proizvodnja električne in toplotne energije.

V Uredbi o kakovosti zunanjega zraka sta predpisani mejni in alarmna vrednost za zaščito zdravja ter kritična vrednost za zaščito vegetacije.

Tabela 10: Mejni, alarmna in kritična vrednost za dušikove okside po Uredbi o kakovosti zunanjega zraka

	Cilj	Vrednost (µg/m ³)	Čas preseganja	Dovoljeno število preseganj
Mejna vrednost	Zdravje	200 µg/m ³ NO ₂	1 ura	18 ur na leto
Mejna vrednost	Zdravje	40 µg/m ³ NO ₂	1 leto	
Alarmna vrednost	Zdravje	400 µg/m ³ NO ₂	1 ura (3 zaporedne)	
Kritična vrednost	Vegetacija	30 µg/m ³ NO ₂	1 leto	

Ravni NO₂ imajo značilen letni in dnevni hod. Na vseh merilnih mestih so najnižje ravni izmerjene v poletnih mesecih, ko so vremenske razmere za razredčevanje izpustov ugodnejše. V tem obdobju so manjši tudi izpusti dušikovih oksidov zaradi zmanjšane prometa (dopusti, počitnice in večja uporaba koles). Ravni dušikovih oksidov so najvišje pozimi, ko je ozračje najbolj stabilno in najslabše prevetreno, izpusti pa nekoliko višji kot poleti.

Tabela 11: Raven NO₂ in NO_x v zunanjem zraku (µg/m³) v letu 2019 [3]

Merilno mesto	Povprečna letna raven NO ₂ (µg/m ³)	Maksimalno enourno povprečje NO ₂ (µg/m ³)	Število preseganj mejne vrednosti	Povprečna letna raven NO _x (varovanje rastlin) (µg/m ³)
Maribor	25	117	0	50
Zavodnje	5	49	0	6

Tabela 12: Povprečna mesečna raven NO₂ (µg/m³) v letu 2017, 2018 in 2019 [1], [2] in [3]

Merilno mesto	jan.	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
Maribor	36	38	30	25	20	21	18	16	18	23	22	28
Zavodnje	7	8	5	5	3	4	4	4	5	6	6	6
2018												
Maribor	27	29	31	22	19	15	13	13	11	11	30	39
Zavodnje	8	7	8	3	4	3	3	4	4	6	7	8
2019												
Maribor	36	38	30	25	20	21	18	16	18	23	22	28
Zavodnje	7	8	5	5	3	4	4	4	5	6	6	6

Tabela 13: Maksimalna urna raven NO₂ (µg/m³) po mesecih v letu 2017, 2018 in 2019 [1], [2] in [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
Maribor	103	90	94	80	63	91	62	61	70	98	63	71
Zavodnje	77	66	57	39	23	33	41	70	19	52	40	54
2018												
Maribor	66	67	103	74	51	51	35	42	35	33	122	95
Zavodnje	29	33	32	16	34	52	29	33	24	32	28	37
2019												
Maribor	100	113	117	91	69	62	60	62	75	65	82	106
Zavodnje	49	29	18	22	15	18	31	43	44	34	18	44

 Tabela 14: Mesečna povprečna raven NO_x (µg/m³) po mesecih v letu 2017, 2018 in 2019 [1], [2] in [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
2017												
Maribor	97	80	56	42	38	40	31	34	47	74	76	78
Zavodnje	18	17	9	5	4	5	3	5	2	6	7	10
2018												
Maribor	87	61	62	38	40	36	30	33	35	36	78	112
Zavodnje	9	8	9	3	5	3	4	5	5	7	9	9
2019												
Maribor	83	81	54	43	38	35	29	28	34	52	56	67
Zavodnje	8	9	6	6	4	4	3	4	5	7	6	6

 Tabela 15: Povprečne letne ravni NO₂ (µg/m³) po letih. [3]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maribor	32	34	34	33	32	30	31	27	27	22	25
Zavodnje	4	5	9	10	8	7	7	5	6	5	5

ŽVEPLOV DIOKSID

Žveplov dioksid (SO₂) je onesnaževalo, ki je pred nekaj desetletji predstavljalo največji problem onesnaženosti zraka v slovenskih mestih in v okolici termoelektrarn. Največji viri emisij so bili takrat energetika, industrija in kurjenje premoga v individualnih kuriščih. Z opuščanjem premoga v individualnih kuriščih, velikim zmanjšanjem deleža žvepla v tekočih gorivih, izgradnjo čistilnih naprav pri termoenergetskih ter industrijskih objektih in s prenehanjem proizvodnje v delu industrije so se izpusti toliko zmanjšali, da je raven onesnaženosti zunanjega zraka z žveplovim dioksidom že nekaj let celo pod spodnjim ocenjevalnim pragom za varovanje zdravja ljudi.

V Uredbi o kakovosti zunanjega zraka sta predpisani mejni in alarmna vrednost za zaščito zdravja ter kritični vrednosti za zaščito vegetacije.

Tabela 16: Mejni, kritični in alarmna vrednost za žveplov dioksid po Uredbi o kakovosti zunanjega zraka

	Cilj	Vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Čas preseganja	Dovoljeno število preseganj
Mejna vrednost	Zdravje	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	1 ura	24
Mejna vrednost	Zdravje	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	1 dan	3
Alarmna vrednost	Zdravje	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	1 ura (3 zaporedne)	
Kritična vrednost	Vegetacija	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	1 leto	
Kritična vrednost	Vegetacija	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	zima (1.10-31.3)	

 Tabela 17: Mesečna povprečna raven SO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) po mesecih v letu 2019 [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
Zavodnje	4	4	4	4	2	5	5	5	4	3	1	3
Graška gora	4	4	4	4	4	5	6	2	3	4	4	4

 Tabela 18: Najvišja urna raven SO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) po mesecih v letu 2019 [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
Zavodnje	75	21	12	261	16	28	16	347	22	117	9	330
Graška gora	22	29	9	71	9	19	17	18	238	190	10	238

 Tabela 19: Najvišja dnevna raven SO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) po mesecih v letu 2019 [3]

Merilno mesto	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
Zavodnje	16	8	7	25	4	11	8	57	7	21	3	21
Graška gora	10	7	6	11	6	8	9	5	33	26	6	33

 Tabela 20: Letne ravni SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za obdobje 2000-2019. [3]

Merilno mesto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maribor	6	6	4	4	5	3	2	2	3	4	4
Zavodnje	3	2	2	2	3	3	4	4	7	5	4

OGLJIKOV MONOKSID

Ogljikov monoksid (CO) je plin brez barve, vonja in okusa. To pomeni, da ga s človeškimi čutili ne moremo videti, okusiti ali vonjati. CO je toksičen, lahko povzroči glavobol in v velikih količinah celo smrt. Nastaja zaradi nepopolnega zgorevanja v kuriščih in motorjih z notranjim izgorevanjem ter pri tehnoloških procesih v industriji. Raven onesnaženosti zunanjega zraka s CO je na merilnih mestih že nekaj let pod mejno vrednostjo za varovanje zdravja. Ravni ogljikovega monoksida so na območju Slovenije zelo nizke, zato ga merijo le na štirih merilnih mestih [3].

V Uredbi o kakovosti zunanega zraka je predpisana mejna vrednost za zaščito zdravja, in sicer kot 8-urna mejna vrednost 10 mg/m³.

Tabela 21: Letna raven in najvišja 8-urna raven v mg/m³, število preseženih mejnih vrednosti v letu 2019.

Merilno mesto	Letna raven CO (mg/m ³)	Najvišja urna raven (mg/m ³)	Število preseganj mejne vrednosti
Maribor	0,4	2,2	0
Krvavec	0,2	0,3	0

Glede na zgoraj navedeno lahko zaključimo, da koncentracije CO v zunanjem zraku niso problematične, kar še posebej velja za ruralne lokacije oz. višje ležeče lokacije kot je VE Ojstrica.

BENZEN

Benzen je aromatska spojina s formulo C₆H₆. Je bistra, brezbarvna, lahko hlapna in zelo vnetljiva tekočina. Spada med nemetanske hlapne organske snovi, ki povečujejo tvorbo prizemnega ozona in sodelujejo pri učinku tople grede. Benzen je kancerogen. Ob dolgotrajni izpostavljenosti vpliva na spremembo genetskega materiala v celicah.

Benzen je dokaj stabilna spojina, ki lahko v ozračju ostane več dni in se zato lahko prenaša na daljše razdalje. V tem času se iz ozračja izloča s pomočjo fotokemičnih reakcij, ki vodijo do tvorbe ozona. Glavni vir izpustov benzena je promet. Benzen se namreč uporablja kot ena izmed sestavin bencina. Vir benzena so tudi individualna kurišča, ker se v zadnjem času za kurjenje uporablja vse več lesa in lesnih odpadkov. Naravni izvor benzena so vulkani in gozdni požari.

Mejna vrednost za benzen je predpisana v Uredbi o kakovosti zunanega zraka in znaša 5 µg/m³, WHO priporočilo znaša 1,7 µg/m³. V okviru državne merilne mreže merijo benzen le na štirih mestih v urbanih okoljih med katerimi je tudi Maribor, ki pa je bilo v letu 2019 in 2018 v okvari. Zato podajamo podatke za 2017. Obremenitve so pod mejnimi vrednostmi.

Tabela 22: Povprečne letne ravni (C_p) benzena v µg/m³

Merilno mesto	Povprečne letne ravni benzena (µg/m ³)
Maribor	0,7

2.1.1 Obstoječe stanje kakovost zraka na območju VE Ojstrica glede na merilne postaje v Republiki Avstriji

Na območju Avstrijske Koroške se najbližje državno merilno mesto nahaja v kraju Georgen im Lavantall v Labotski dolini. Merilno mesto je oddaljeno 13 km zračne razdalje od predvidene VE Ojstrica. Območje Labotske doline je v zimskih mesecih izpostavljeno toplotnemu obratu (t.i. inverziji).

Tabela 23: Koncentracije PM10 na merilnem mestu Georgen im Lavattal (Avstrija) za leto 2019 [4]

St. Georgen im Lavanttal, leto 2019	Število preseganj Dnevne srednje vrednosti > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalna dnevna srednja vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Letna povprečna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM10	0	35	11,9

Tabela 24: Koncentracije dušikovih oksidov na merilnem mestu Georgen im Lavattal (Avstrija) za leto 2019 [4]

St. Georgen im Lavanttal, leto 2019	Število preseganj polurnega povprečja NO_2 > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalno polurno povprečje NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalno dnevno povprečje NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj dnevnega povprečja NO_2 > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Letna povprečna vrednost NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Letna povprečna vrednost NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Letna povprečna vrednost NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO , NO_2 in NO_x	0	45	27	0	6,4	1,4	8,5

Tabela 25: Koncentracije žveplovega dioksida na merilnem mestu Georgen im Lavattal (Avstrija) za leto 2019 [4]

St. Georgen im Lavanttal, leto 2019	Število preseganj polurnega povprečja SO_2 > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalno polurno povprečje SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalno dnevno povprečje SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Letna povprečna vrednost SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zimska povprečna vrednost (oktober – marec) SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO_2	0	19	5	1,1	1,6

Tabela 26: Koncentracije ozona na merilnem mestu Georgen im Lavattal (Avstrija) za leto 2019 [4]

	Število preseganj enournega povprečja O_3 > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalno enourno povprečje O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj osemurnega povprečja O_3 > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Letna povprečna vrednost O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
St. Georgen im Lavanttal, leto 2019	0	156	20	53,3

2.1.2 Povzetek obstoječega stanja kakovosti zraka na območju VE Ojstrica

Na lokaciji VE Ojstrica oz. njeni neposredni bližini ni državnih merilnih mest za podajanje stanja kakovosti zraka zato so pri prikazu stanja navedena merilna mesta v okolici posega v vse smeri neba. Vključno z merilnim mestom St. Georgen im Lavanttal v Avstriji, ki se nahaja 13 km severno od lokacije, in je najbližje merilno mesto lokacij VE Ojstrica. V vzhodni smeri je najbližje merilno mesto v Mariboru z dopolnilno postajo na Pohorju (40 in 48 km). V južni smeri sta navedeni merilni mesti Zavodnje, Graška gora, ki se nahajata v okolici Velenja (23 km oddaljenosti). V jugovzhodni smeri (20 km) se nahaja merilno mesto Žerjav v Mežiški dolini. Zaradi velike nadmorske višine je navedeno še merilno mesto Krvavec (52 km v JV smeri). Pri čemer je za vsako onesnaževalo relevantno specifično merilno mesto, kot je razloženo v nadaljevanju.

Lokacijo VE Ojstrica z vso priključno infrastrukturo lahko opredelimo kot ruralno okolje, za katero je glede na poročila ARSO [1], [2], [3] značilno, da le občasno (januar – marec) prihaja do preseganj PM10 in PM2,5 v primerjavi z urbanim okoljem. Poleg tega na splošno prihaja do preseganj dnevne mejne vrednosti v primeru suhega in stabilnega vremena s toplotnim obratom. Relevantno merilno mesto je lahko St. Georgen im Lavanttal, ki ima navkljub kotlinski legi maksimalno dnevno sredno vrednost »le« 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in letno povprečno vrednost 11,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu 2019. Za primerjavo merilno mesto Žerjav ima letno povprečno vrednost PM10 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Glede na to, da je obravnavano območje VE Ojstrica, kjer bo največ gradbenih posegov (dovozne poti in stojišča) na nadmorski višini, ki je nad inverzijo (med 1000 in 1300 m.n.m.) lahko ocenimo, da prihaja do preseganj dnevne mejne vrednosti za fine delce le izjemoma in se gibljejo povprečne letne vrednosti PM10 okoli 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in manj.

Zaradi relativno visoke nadmorske višine VE Ojstrica, ocenjujemo, da so koncentracije ozona (O₃) na lokaciji posega povišane. Glede na navedene podatke merilnih postaj koncentracije naraščajo z nadmorsko višino (najvišje vrednosti ima merilno mesto Krvavec, ki ima zadnje tri leta povprečno letno koncentracijo O₃ 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Koncentracije so zelo odvisne od vremenskih pogojev (višje koncentracije so poleti ob jasnemu sončnemu vremenu), ne glede na to pa lahko glede na podatke obravnavanih merilnih mest predvidevamo, da se giblje letna povprečna vrednost O₃ v zunanjem zraku na območju VE Ojstrica med 70 in 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Slovenija sodi med države z nižjo ravno onesnaženosti zraka z NO₂. Merilno mesto Zavodnje (23 km J od VE Ojstrica) pa spada med merilna mesta z najnižjimi ravnmi dušikovih oksidov v Sloveniji (5 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ v zadnjih dveh letih), kar je bistveno pod mejno vrednostjo 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za letno vrednost NO₂. Podobne letne povprečne vrednosti so bile v 2019 zabeležene tudi na merilnem mestu St. Georgen im Lavanttal (6,4 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$). Glede na to, da se nahaja VE Ojstrica med obema navedenima merilnima mestoma in v okolici ni večjih virov emisij (predvsem je tu relevanten promet), lahko predpostavimo, da se vrednosti NO₂ na lokaciji VE gibljejo med 5 in 6 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

Podobno je tudi stanje žveplovega dioksida (SO₂) bistveno pod mejnimi vrednostmi. Pri čemer je najbolj relevantno merilno mesto St. Georgen im Lavanttal, ki ima letno povprečno vrednost 1,1 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Ostala merilna mesta so pod vplivom mestne aglomeracije in industrije (Maribor) oz. pod vplivom TEŠ (Zavodnje). Ne glede na to je tudi na omenjenih merilnih mestih povprečna letna koncentracija SO₂ znašala koncentracija 4 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, kar je pod mejno vrednostjo 20 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$.

Najbližje merilne postaje kažejo na to, da so koncentracije benzena in ogljikovega monoksida so ravno tako bistveno pod mejnimi vrednostmi. Še posebej če vzamemo v obzir, da leži lokacija VE Ojstrica v naravnem podeželskem okolju.

2.2 Obremenjenost območja zaradi onesnaženosti zraka

V tem poglavju bo izveden pregled vseh pomembnih obremenitev območja DPN VE Ojstrica zaradi onesnaženosti zraka. Na splošno lahko ugotovimo, da na ožjem območju VE Ojstrica ni večjih obremenitev onesnaženosti zraka. Na vzhodu se sicer nahaja aglomeracija mesta Maribor, vendar zaradi večje oddaljenosti (ca 50 km) ter prevladujoče smeri gibanja vetra (po Dravi navzdol) je vpliv na območje DPN VE Ojstrica omejen. Podobno je tudi z industrijskimi območji v južni in jugozahodni smeri (Mežiška dolina, Velenjska kotlina), kjer je gibanje onesnaženega zraka zaradi topologije terena in kotlinske lega industrijskih območij omejeno.

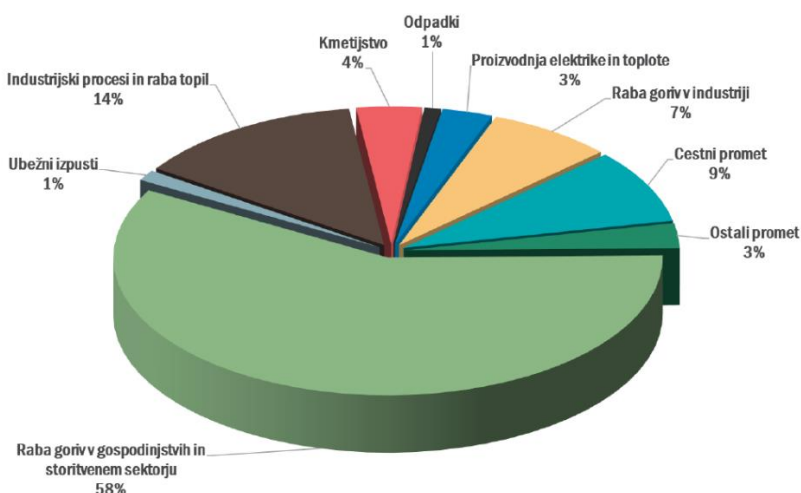
Ker se nahaja VE Ojstrica neposredno na državni meji z Republiko Avstrijo je bil v predhodnih poglavjih izveden tudi osnovni pregled virov onesnaženja na avstrijski strani. Roža vetrov namreč kaže, da je poglavitna smer vetra ravno iz območja Avstrije, to je iz zahoda in severozahoda, po dolini reke Drave. Območje Labotske doline na območju Avstrije ima zaradi odsotnosti večjih naselij, industrije in prometa najmanjše obremenitve onesnaženosti zraka, kar se kaže tudi v koncentracijah onesnaževal na merilnih mestih navedeno v predhodnih poglavjih.

Obremenjenost širšega območja DPN VE Ojstrica zaradi onesnaženja zraka je v nadaljevanju razdeljena na podpoglavja:

- poselitev
- promet,
- energetika in industrija.

2.2.1 Obremenjenost zraka zaradi poselitve

Gospodinjstva so z malimi kurišči na nivoju države v letu 2018 prispevala k 58 % izpustom PM_{10} , k skupnim izpustom $PM_{2,5}$ pa kar 70% [3]. Glavni antropogeni vir primarnih delcev je zgorevanje goriv v gospodinjstvih, predvsem zaradi uporabe lesa v zastarelih kurilnih napravah. Poselitev na območju VE Ojstrica je podeželska z razpršenimi kmetijami, zato ocenjujemo, da je delež individualnih kurišč na trdo gorivo nadpovprečno velik. Hkrati pa je območje zaradi dobre prevetrenost ter položaja nad toplotnim obratom ter redko poselitvijo relativno malo obremenjeno.



Slika 1: Izpusti delcev PM_{10} po sektorjih v Sloveniji v letu 2018 [3]

V dolinah se nahajajo manjša naselja od katerih po velikosti in bližini izstopa Dravograd (3103 preb. v letu 2019), ki je od območja stojišč VE Ojstrica oddaljen ca. 4 km. Celotna občina Dravograd ima 8850 prebivalcev. Na kvadratnem kilometru površine občine Dravograd je v letu 2019 živel povprečno 84 prebivalcev; torej je bila gostota naseljenosti tu manjša kot v celotni državi (103 prebivalci na km²) [6]. V naselju Dravograd se nahaja distribucijski sistem za oskrbo s toploto družbe Javno komunalno podjetje Dravograd d.o.o., kar zmanjšuje zimsko obremenitev s PM₁₀.

Tabela 27: Poseljenost območja v okolici VE Ojstrica [9], [11]

Naselje	Lokacija	Št. prebivalcev
Najbližja naselja		
Dravograd	0-4 km J	3.103
Ojstrica	0 km	93
Goriški vrh	0 km	260
Sv. Duh	2 km J in V	104
Velka	2 km vzhodno	43
Sv. Boštanj	3 km J	103
Večja naselja v širši okolici		
Ravne na Koroškem	11 km JZ	7.304
Prevalje	12 km JZ	4.601
Mežica	18 km JZ	3.158
Slovenj Gradec	13 km J	7.262
Velenje	29 km J	25.327
Maribor	45 km V	95.767
Lavamund	7 km Z	3.264
Sankt Paul im Lavanttal	15 km SZ	3.554
Wolfsberg	27 km S	25.083

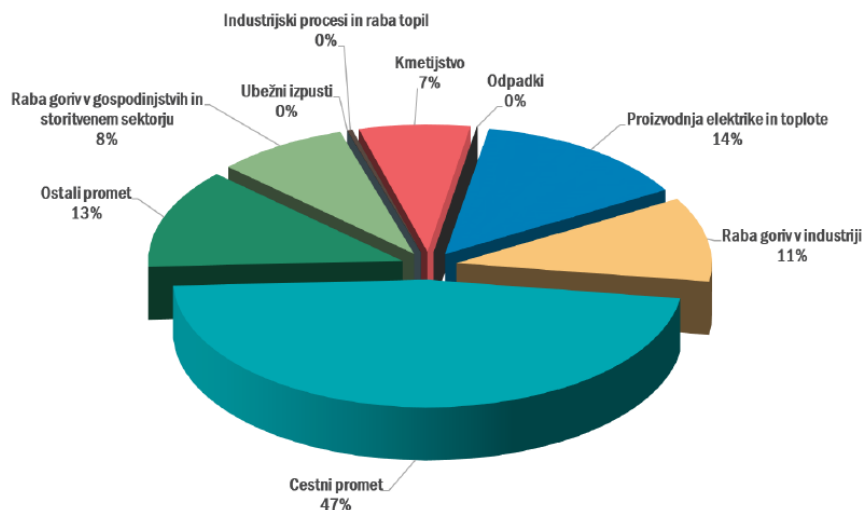
Iz gornje tabele je razvidno, da se v radiju 45 km okoli VE Ojstrica nahaja več manjših naselij in srednje velikih mest (Maribor, Velenje, Wolfsberg). Lahko govorimo o neki nižji gostoti poselitve za evropske razmere izven bistvenih vplivov obremenitev zraka zaradi večjih urbanih središč.

2.2.2 Obremenjenost zraka zaradi prometa

Več kot polovica dušikovih oksidov prihaja v ozračje iz prometa. Največji vir izpustov NO_x v Sloveniji je v letu 2018 predstavljal cestni promet, saj je k skupnim državnim izpustom prispeval kar 47 % [3].

Cestni promet znatno prispeva tudi k izpustom delcev. Izpusti PM₁₀ iz cestnega prometa so leta 2018 v Sloveniji predstavljali 9% skupnih državnih izpustov, delež k izpustom PM_{2,5} je znašal 8 %. Delci v cestnem prometu nastajajo tudi pri obrabi cest, gum in zavor [3].

Območje okolice Dravograda kaže na srednje obremenitev s prometom za slovenske razmere. Ta je največja v smeri Dravograd – Slovenj Gradec (13.910 PLDP v letu 2019) ter v smeri Dravograd – Maribor (8.073 PLDP v letu 2019). Odsek državne ceste proti Mariboru poteka na dnu pobočja Ojstrice (ca 3-4 km od stojišča VA). Medtem, ko je prometna obremenitev v smeri od Dravograda proti Republiki Avstriji manjša, to je 2.924 PLDP v letu 2019. Ostale državne regionalne ceste kažejo na zelo majhno obremenitev, to je 250 vozil na dan in manj.



Slika 2: Izpusti dušikovih oksidov po sektorjih v Sloveniji v letu 2018 [3]

Neposredno na območju DPN VE Ojstrica ni državnih cest in podatkov o meritvah gostote prometa. Na območju dostopne ceste poteka lokalna asfaltirana cesta, ki povezuje posamezne kmetije naselja Ojstrica neposredno z naseljem Dravograda. Glede na število prebivalcev je ocenjena prometna obremenitev te lokalne ceste okoli 50 vozil na dan na odseku blizu Dravograda. Na samem območju stojišč ni prometnih obremenitev.

Tabela 28: Obremenjenost prometnih odsekov na območju Dravograda [5], [7]

Prometni odsek	Kategorija ceste	PLDP (2019)
Mejni prehod vic - Dravograd	G1	2.924
Dravograd - Radlje	G1	8073
Dravograd-otiški vrh	G1	13.910
Ravne-Dravograd	G2	7.089
Dravograd-Trbonje	R3	250
Dravograd-Libeliče	R3	90

Na območju Republike Avstrije, to je v najbližjem naselju Lavamund, so znašale prometne obremenitve v letu 2017 med 1800 do 4200 vozil na dan. Najbližja avtocesta (A2 : Gradec – Celovec) je oddaljena 22 km v smeri severo-zahod s povprečnim dnevnim prometom v letu 2017 24.413 vozil na dan. [8]

2.2.1 Obremenjenost zraka zaradi industrije in energetike

Industrija z energetiko pomembno prispeva k izpustom PM_{10} , benzenu, CO, NO_x in SO_2 . Izpusti arzena (As), kadmija (Cd), svineca (Pb) in niklja (Ni) so posledica aktivnosti več industrijskih dejavnosti in zgorevanja premoga. Čeprav so v ozračju njihove ravni nizke, pride z odlaganjem iz zraka na tla do njihovega kopičenja v zemlji, vodah in sedimentih kot tudi v organizmih. Težke kovine v okolju ostajajo, nakopičene v živih organizmih pa lahko predstavljajo grožnjo za človekovo zdravje. Industrija je največji vir žveplovih oksidov (SO_x), predvsem proizvodnja električne in toplotne energije.

Tabela 29: Industrija z IED upravljavci in SEVESO zavezanci s pomembnimi izpusti v zrak v širši okolici VE Ojstrica [5]

IED Upravljavec	Lokacija	Dejavnost	Emisije v zrak
Abrasiv Muta d.o.o.	8,7 km JV	Taljenje in litje jekla	Prah z anorganskimi delci (težke kovine), SO ₂ in NO ₂ , CO
Cimos d.d., (lokacija Vuzenica)	9,5 km JV	Taljenje in litje sive litine	Prah z anorganskimi delci (težke kovine), NH ₃ , HCN
Jože Hedl s.p.	16,2 km V	Reja perutnine	Prah PM ₁₀ , NH ₃ .
SIJ METAL RAVNE d.o.o.	11,3 km JZ	Proizvodnja surovega železa in jekla	Prah z anorganskimi delci, SO ₂ , TOC, NO _x in CO
Petrol d.o.o. (Ravne na Koroškem)	11,2 km JZ	Kurilna naprava 50 MW (ELKO, zemeljski plin)	Prah PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ in CO
Croning livarna d.o.o.	11,7 km JZ	Taljenje in litje jekla in njegovih zlitin	Prah z anorganskimi delci (težke kovine), organske snovi I. in II. nevarnostne skupine, benzen
TAB d.d. (lokacija Žerjav)	20,8 km JZ	Taljenje svinca in proizvodnjo svinčevega oksida	Prah z anorganskimi delci (težke kovine)
MPI Recilaža d.o.o.	20,8 km JZ	Proizvodnja svinca iz sekundarnih surovin z metalurškimi in kemičnimi postopki ter odstranjevanje elektrolita	Prah z anorganskimi delci (težke kovine), organske snovi I. in II. nevarnostne skupine, benzen
TAB d.d. (lokacija Mušenik)	22,8 km JZ	Taljenje svinca	Prah z anorganskimi delci (težke kovine)
TEŠ d.o.o.	28,5 km J	Kurilna naprava z nazivno vhodno toplotno močjo več kot 50 MW	Prah z anorganskimi delci (težke kovine), CO, NO _x , SO _x , NH ₃ ,

Kot je razvidno iz gornje tabele je na širšem območju DPN prisotna metalurška industrija, ki je vir prašnih delcev s težkimi kovinami. Najbližje območje, ki je vir obremenitev onesnaženosti z zrakom je 9 km v smeri Vuzenice (JZ) ter Mežiška dolina, ki je oddaljena od DPN 11 km. Na območju Mežiške doline je prisotne več industrije, ki je vir svinca in arzena, zaradi česa so za to območje značilne povišane vrednosti PM₁₀ s težki kovinami, ki so višje od vrednosti v Sloveniji. Koncentracije onesnaževal v zadnjih letih upadajo in je tudi obremenitev PM₁₀ pod mejnimi vrednostmi. Zaradi topografije terena (zaprtosti dolin) je vpliv Mežiške doline na območje DPN VE Ojstrica omejen. V južni smeri se v oddaljenosti okvirno 30 km nahaja Termoelektrarna Šoštanj (TEŠ), ki je ravno tako vir PM₁₀, CO, NO_x in SO_x. Vpliv TEŠ na kakovost zraka je omiljen zaradi elektrofilterskih sistemov, hkrati pa je območje DPN VE Ojstrica oddaljeno skoraj 30 km ter izven smeri prevladujočega vetra. Povzamemo lahko, da je širše območje VE Ojstrica obremenjeno zaradi industrije, hkrati pa so vplivi na kakovost zraka na območju predvidenih vetrnih elektrarn omiljeni zaradi visoke nadmorske višine, kjer se koncentracije onesnaževal razredčijo.

2.3 Opredelitev do prispevka onesnaženosti v času celotnega življenjskega cikla posega

V tem poglavju bo izveden pregled prispevka k onesnaženosti zaradi gradnje, obratovanja in razgradnje VE Ojstrica. Izračuni so izvedeni s pomočjo emisijskih faktorjev ter analiz strokovne literature iz tujine. Napredek tehnologije omogoča vedno večje vetrne elektrarne, ki so hkrati vse lažje in porabijo manj materiala [13]. Na splošno lahko izluščimo pravilo, da večja kot je vetrna elektrarna manjši je okoljski odtis (vključno z emisijami v zrak) na enoto proizvedene električne energije.

2.3.1 Pregled študij LCA analiz vetrnih turbin po svetu

Zaradi izrazite rasti vetrne energije po svetu je na voljo več analiz življenjskega cikla (v nadaljevanju LCA kot Life Cycle Assessment), ki obravnavajo multidimenzijske vplive na okolje v celotni življenjski dobi od pridobivanja osnovnih surovin do odlaganje na deponiji oz. reciklaži, po končani življenjski dobi izdelka. Pri čemer so obravnavani vplivi kot so vplivi na podnebne spremembe, emisije v zrak in vodo, toksičnost na človeka in naravno okolje. V svetu je najbolj pogosta uporaba vetrnih agregatov v razponu med 1,5 - 3,5 MW. Ker se onesnaženje zraka prepleta s podnebnimi spremembami so ugotovitve iz spodnje tabele uporabljene tudi pri poglavju emisij toplogrednih plinov v zrak. Bistven podatek, ki ga lahko uporabimo v nadaljnji presoji je okoljski odtis izražen v ekvivalentu CO₂ na enoto proizvedene električne energije. LE ta izredno niha, pri manjših VE, npr. 1 kW je lahko ta faktor, kar 160 g CO₂ eq./kWh, medtem ko je pri večjih VA, npr. 2,3 MW le 5 g CO₂ eq./kWh. V nadaljevanju so izsledki neodvisnih »Peer reviewed« študij, medtem, ko smo se študijam proizvajalcev vetrnih elektrarn izogibali.

Tabela 30: Pregled LCA študij vetrnih elektrarn v razponu od 1 MW do 3,3 MW

Študija	Vrsta analiziranih vetrnih agregatov	Ključne ugotovitve
Ozoemena, M., Cheung, W.M. & Hasan, R. Comparative LCA of technology improvement opportunities for a 1.5-MW wind turbine in the context of an onshore wind farm. Clean Techn Environ Policy 20, 2018 [10]	1,5 MW 22 ton materiala za nadzemni del VA + 614 ton temeljev Analiza drugih vetrnic v razponu 1,5 do 3,3 MW.	Obremenitev okolja po fazah življenjskega cikla: Gradnja: 88,6 – 95,5 % CO ₂ Obratovanje: 1,8 % - 6,8 % CO ₂ Razgradnja: 4,6 % - 2,7% CO ₂ Razpon emisij na enoto proizvedene električne energije za različne tipe VE nazivne moči od 1,5 do 3,3 MW: Emisije toplogrednih plinov (v nadaljevanju: TGP) znašajo 6,2 g do 8,2 g CO ₂ eq./KWh za 3 do 3,3 MW 10,3 g do 16,6 g CO ₂ eq./KWh za 1,5 MW 5 mg do 6,3 mg C ₂ H ₄ eq./KWh za vse tipe VE 30 mg do 45 mg SO ₂ eq./KWh za 3 do 3,3 MW 60 mg do 105 mg SO ₂ eq./KWh za 1,5 MW
Life Cycle Environmental Impact of Onshore and Offshore Wind Farms in Texas, J. Chipindula in sod., 2018 [14]	1 – 2,3 MW 20 letna življenjska doba	EPBT – energetska povratna doba, ko se emisije CO ₂ porabljene za proizvodnjo VE nevtralizirajo znaša 6 mesecev (za 2,3 MW) do 14 mesecev (za 1 MW). Emisije TGP znašajo 5–7 g CO ₂ eq/kWh

C. Ghenai, Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Ocean and Mechanical Engineering Department, Florida Atlantic University, 2012 [15]	2 MW	Teoretični izračuni, ki kažejo, da se v primeru razgradnje VE z reciklažo proizvede v celotnem življenjskem ciklu do 35 % manj emisij CO ₂ kot v primeru, da se po končani življenjski dobi VE odloži na deponiji.
Karl R. Haapala, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind turbines, Oregon State University, 2014 [16]	2 MW, višina stolpov 79 m, Letna proizvodnja el. en. 6,12 GWh/leto (faktor izrabe 0,35)	Analiza je pokazala, da bi se vpliv porabe energije povrnil v času 0,43 – 0,53 leta. Vzdrževanje in obratovanje porabi 3,2 % do 5,8 % vse porabljene energije v življenjskem ciklu VE. Največji vpliv na okolje ima proizvodnja stolpa, sledi proizvodnja rotorja, temeljev in nazadnje ohišja (nacelle). Od vseh materialov ima največji vpliv na okolje poraba jekla.
Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application, B. Alexandra; L. Alexis; O. Irving, 2016 [17]	2,3 MW in 3,2 MW, stolp višine 99,5 m; življenjska doba 20 let, dolžina kabla 13 km	Emisije TGP 2,3 MW za znašajo 6 g CO ₂ -eq/kWh, EPBT – 6,2 meseca Emisije TGP za 3,2 MW znašajo 5 g CO ₂ -eq/kWh, EPBT – 5,2 meseca

*EPBT – energetska povratna doba

Tabela 31: Emisije onesnaževal v zrak in emisij toplogrednih plinov v celotnem življenjskem ciklu vetrne elektrarne [14]

Onesnaževala v zrak	Enota (/kWh)	VE 1 MW	VE 2 MW	VE 2,3 MW
CO ₂	gCO ₂ eq	7,13	6,86	5,63
N ₂ O	gCO ₂ eq	0,04	0,04	0,03
CH ₄	gCO ₂ eq	0,17	0,18	0,16
O ₃	gCFCl ₁ eq	9×10 ⁻⁷	7×10 ⁻⁷	6×10 ⁻⁷
NO _x	gPM _{2.5} eq	0,002	0,002	0,002
PM _{2.5}	gPM _{2.5} eq	0,01	0,009	0,009
SO ₂	gPM _{2.5} eq	0,003	0,002	0,003
GWP	gCO ₂ eq	7,35	7,09	5,84

*GWP-global warming potential – potencial za podnebne spremembe

Iz navedenih študij je razvidno, da se ekološki odtis na enoto proizvedene električne energije zmanjšuje z velikostjo vetrne elektrarne, vendar ta povezava ni vedno vezana samo na nazivno moč temveč tudi na vrsto tehnologije. Na primer študija »Comparative LCA of technology improvement opportunities for a 1.5-MW wind turbine in the context of an onshore wind farm2 [10] je analizirala različne tehnologije, ki imajo ob enaki nazivni moči in lokaciji bistveno različne okoljske odtise npr. napredna lažja karbonska vlakna, ki omogočajo večji razpon lopatic in manjšo težo, povečana višina stolpa zaradi uporabe karbonskih vlaken ter generator iz trajnih magnetov namesto bakrenega navitja (ni potreben menjalnik, manj delov).

Tabela 32: Emisije onesnaževal v zrak in emisij toplogrednih plinov v celotnem življenjskem ciklu 1,5 MW vetrne elektrarne glede na tip tehnologije [10]

Vrsta tehnologije	g CO _{2eq} / kWh	g SO _{2eq} / kWh	g I,4DB* _{eg} / kWh
Osnovni model	11,8	0,092	53,8
Napredna karbonska vlakna za 25 % večji rotor	11,25	0,094	53,5
Višji in lažji stolp iz karbonskih vlaken	16,6	0,110	50,8
Elektromotor iz trajnih magnetov brez bakrenega navitja	10,3	0,059	25,1
Kombinacija vseh tehnologij	15,9	0,074	23,1

*DB – di-klor benzen ekvivalent/kg emisij se uporablja, da določimo toksičnost uporabljenih materialov oz. t.i. potencial za toksičnost tehnologije na človeka

V gornji tabeli so navedene emisije onesnaževal v okolje ob celotnem življenjskem ciklu vetrne elektrarne pri uporabi različnih tehnologij. Pri isti nazivni moči se lahko emisije glede na tehnologijo razlikujejo tudi do 60 %. Izkazalo se je, da ima še najmanjši vpliv na emisije toplogrednih plinov tip VE, ki uporablja elektromotor iz trajnih magnetov brez bakrenega navitja, kar ima za posledico nižjo hitrost vrtenja in ne potrebuje menjalnikov in vsebuje manj ležajev ter ostalih vrtečih se delov. Medtem ko ima relativno večji okoljski odtis tehnologija, ki uporablja več karbonskih vlaken.

Tabela 33: Energetski in CO₂ odtis za vetrnico za primer 2 MW vetrne elektrarne [15]

Faza	Razgradnja - deponija		Razgradnja - reciklaža	
	Energija (TJ)	CO ₂ (ton _{eq})	Energija (TJ)	CO ₂ (ton _{eq})
Surovine	17,6	1.254,6	17,6	1.254,6
Proizvodnja vetrnice	1,40	107,7	1,40	107,7
Transport	0,24	17,3	0,24	17,3
Obratovanje	0,17	11,9	0,17	11,9
Razgradnja	0,22	13,1	- 6,85	- 495,9
SKUPAJ	19,63	1.404,5	12,51	895,5

V gornji tabeli je razviden vpliv različnih faz življenjskega cikla na emisije toplogrednih plinov ter rabe energije za vsako fazo. Največji vpliv na okolje ima proizvodnja primernih surovin, ter najmanjši vpliv ima faza obratovanja. Z reciklažo primarnih surovin (glej poglavje 2.3.6.) v fazi razgradnje se lahko okoljski odtis vetrne elektrarne bistveno zmanjša.

Gornja tabela tudi kaže, da je glavni prostor za zmanjšanje vplivov na okolje v fazi rabe surovin. Pri čemer je v spodnji tabeli prikazan vpliv na podnebne spremembe specificirano po posameznih sestavnih delih vetrne elektrarne.

Tabela 34: Prispevek k emisijam toplogrednih plinov po različnih fazah in sestavinah življenjskega cikla 2,3 MW in 3,2 MW vetrne elektrarne [17]

Faze procesa	Sestavine	Prispevek k podnebnim spremembam %
Surovine	Stolp	26 – 24 %
	Temelji	18 %
	Ohišje - nacelle	11 % - 13 %
	Lopaticice turbine	11 % - 12%
	Kabli	5 %
	Nos turbine (hub)	4 % - 5 %
	Transformator in elektro-oprema	2 %
Proizvodnja	Stolp	1 % - 2%
	Ohišje	2 %
	Kabli	<1 %
	Upravljanje z odpadki	<1 %
Gradnja	Makadamske poti	4 %-3 %
	Instalacija kabla	1 %
	Betonaža	<1 %
Obratovanje	Pregledi	<1 %
Razgradnja	Demontaža	<1 %
Zaključek	Reciklaža stolpa	-(19 % - 18%)
	Reciklaža temeljev	- 4 %
	Reciklaža ohišja	-(6 % - 5%)

Tabela 35: Pregled energetske učinkovitosti vetrne elektrarne v primeru razgradnje z reciklažo ali odlaganjem na deponijo za primer 2 MW vetrne elektrarne [15]

	Zaključek življenjske dobe z odlaganjem na deponijo	Zaključek življenjske dobe z reciklažo
Celotna poraba energije za izdelavo, obratovanje in razgradnjo VE (J)	1,95 10 ¹³	1,25 10 ¹³
TCE - Celotna poraba energije za izdelavo, obratovanje in razgradnjo VE (kWh)	5,41 10 ⁶	3,47 10 ⁶
TE - Celotna proizvedena energija v času življenjske dobe - 40% faktor kapacitete (kWh)	175 10 ⁶	175 10 ⁶
TE/TCE – Razmerje med proizvedeno in porabljeno energijo	32,32	50,43
Čas povrnjene investirane energije (mesece)	9,27	5,94

2.3.2 Opredelitev do onesnaženja PM10 zaradi gradbišča VE Ojstrica

V času gradnje se bo uporabljala različna gradbena mehanizacija, ki jo bo potrebno dostaviti na območje gradnje. Med izvedbo zemeljskih del se bodo na gradbišču uporabljali buldožerji, nakladači in bagerji. Za potrebe transporta zemeljskih količin na samem gradbišču, je predvidena uporaba demperjev, za Transporte materiala do gradbišča, pa se bodo uporabljali kamioni (kiperji) za transport zemeljskega materiala. Gradbišče se razdeli na tri dele in sicer gradnja dostopni cest (prva faza), gradnja platojev z VA, ter gradnja priključnega kablovoda.

GRADNJA DOSTOPNIH CEST

V času gradnje se bo do lokacij vetrnih elektrarn dostopalo iz dveh smeri in sicer iz Avstrijske smeri in iz smeri Dravograda. Iz Avstrijske smeri se bo dostopalo preko predvidene povezovalne ceste do stojnih mest vetrnih elektrarn in iz smeri Dravograda, po obstoječi dostopni cesti. Med stojnimi mesti vetrnih agregatov se bo dostopalo po predvidenih povezovalnih cestah med platoji. Povezovalna cesta do stojnih mest vetrnih elektrarn, se bo do priključka obstoječe dostopne ceste, uporabljala le v času gradnje (namenjena bo le transportu sestavnih delov vetrnih agregatov) in od priključka dostopne ceste naprej, v času gradnje in obratovanja. Dostopna cesta iz smeri Dravograda je namenjena za gradbena dela v času gradnje in za transport manjših kosov.

Širina obstoječih cest, po katerih bo potekal transport v času gradnje in obratovanja, je:

- asfaltni odsek lokalne ceste LC 07802I je 5,00 m,
- makadamski odsek lokalne ceste LC 07805I je 4,00 m
- makadamske gozdne ceste JP 117011, JP 117012, JP 117013 so 3,0 m - 3,5 m.

Skupna dolžina povezovalne ceste do stojnih mest vetrnih agregatov, je cca. 2530 m. Skupna dolžina povezovalnih cest med platoji je cca. 640 m. Skupna dolžina celotnega odseka dostopne ceste, po kateri bo potekal transport iz smeri Dravograd, je ca. 11 km. Zaradi predvidenega transporta betona in gramoza, se rekonstruirajo le posamezni odseki cest, kjer zaradi ostrih horizontalnih krivin (majhni horizontalni polmeri ceste) transport po obstoječi cesti ni možen. Na zadnjem delu dostopne ceste, v dolžini ca. 3,2 km, se zgornji ustroj vozišča rekonstruira v debelini 20 cm (makadamsko vozišče).

Skupna zasedba prostora nove povezovalne ceste, bo v prečnem profilu (širina zasedbe) znašala od cca. 8,0 m do max. 15,0m. Normalni prečni profil, skupaj z jarkom in bankino bo znašal 6,5 m.

$$E_{PM10} = EF_{PM10} \times A_{aff} \times d \times (1 - CE) \times (24/PE) \times (s/9\%)$$

EF_{PM10} – emisijski faktor

A_{aff} – površina gradbišča (m²)

d – čas gradnje (leto)

CE – delež učinkovitosti omilitvenih ukrepov (control efficiency)

PE – korekcija za vlago (Thorntwaite precipitation-evaporation index)

s – delež melja (%)

Čas gradnje je povzet po terminskem planu iz IDZ [21]. Omilitvene ukrepe v tej fazi zaradi lokacije ne predpostavljamo, zato je faktor $CE = 0$ (največja možna učinkovitost ukrepov - CE je 0,5). Indeks za vlago (PE) se uporabi 128, kar predstavlja vlažno klimo. Razpon indeksa je od 16 (suha klima) do 128 (mokra klima). Delež melja (s - silt content) se glede na to, da je območje sestavljeno iz skrilavcev in drugih metamorfnih kamnin ter se nahaja na slemenu gorskega grebena, kjer so kamnine izprane, uporabi 15 %.

Tabela 36: Izračun emisij PM10 v zrak v času gradnje dovoznih cest DPN VE Ojstrica

Odseki	Površina gradbišča - A_{aff} (m ²)	Emis. faktor PM10 [22] kg/[m ² · leto]	Čas trajanja gradnje - d leto	Omilitveni ukrepi - CE	Indeks padavin - PE	delež melja (%)	Celotne emisije PM10 kg	Urne emisije PM10 kg/h	
Avstr.-VE	20.240	2,3	0,50	0	128	16	7.758,7	1,79	
VE - VE	4.480		0,29	0	128	16	1.001,8	0,39	
Dravogr.-VE	15.700		0,29	0	128	16	3.510,7	1,38	
Skupaj gradbišče ceste	40.420	Skupne emisije						12.271,1	

Za gradnjo cest lahko predpostavimo [22], da emisije PM_{2,5} znašajo 10 % emisij PM10, kar v tem primeru znaša 1227,1 kg PM_{2,5} v času gradnje dovoznih cest.

GRADNJA PLATOJEV

Za določitev emisij PM10 v času gradnje platojev je potrebno določiti površino gradbišča ter čas trajanja. Emisijski faktor se povzame po smernicah »EMEP/EEA - air pollutant emission inventory guidebook (2019)«, zvezek »2.A.5.b Construction and demolition« in znaša za t.i. ne-stanovanjsko gradnjo (Non-residential construction (all construction except residential construction and road construction)) 1 kg / (m² x leto).

Čas trajanja gradnje

Čas trajanja gradnje je povzet po okvirnem terminskem planu iz IDZ [21], ki predvideva za vsak montažni plato nekaj manj kot 2 meseca v zaporednih intervalih skupaj 5 mesecev. Torej ne bodo vsi platoji naenkrat v gradnji. V tem času bo tudi hkrati potekala gradnja temeljev. Pred zaključkom zemeljskih del na zadnjem platu se začne že montaža in gradnja vetrnic na prvem platu, kar bo z preizkušanjem vred trajalo 5 mesecev. Celotno obdobje gradnje platojev in montaže vetrnice znaša 7 mesecev (ni upoštevan čas gradnje cest, ki je predhodna faza).

Velikost gradbišča

Velikost gradbiščnih platojev je bila določena iz grafike IDZ [21] in znaša 7.400 m² na plato, ter še dodatnih 1.500 m² za plato za potrebe gradbiščne pisarne, kar skupaj znaša 23.700 m². Velikost temeljev torej ožje območje gradbišča, ki leži znotraj že navedene površine platoja, znaša 1.200 m² na stojišče.

Zaradi specifičnosti gradbišča bi zgolj zmnožek emisijskega faktorja (1 kg / (m² x leto)), celotne skupne površine (23.700 m²) ter celotnega časa (7 mesecev) dal pretirane rezultate. Namreč pretežni del celotne velikosti gradbišča predstavlja zgolj planiranje zemlje, ki se jo zatravi in je namenjena manipulaciji delov vetrnice pri montaži. Dejansko gradbišče inženirskega objekta je gradnja temeljev 3 x 1200 m². Da bi dobili bolj primeren rezultat, bi bilo potrebno ali zmanjšati emisijski faktor (razponom emisijskega faktorja med 0,1 do 3 kg / (m² x leto) [22]), ali korigirati površino gradbišča ali upoštevati, da gradbišče ne poteka sočasno. Pri izračunu gradbiščnih platojev se upošteva hkratna gradnja samo enega platoja na površini 7.400 m² ter sočasno gradnjo in uporabo gradbiščnega platoja v velikosti 1500 m², kar skupaj znaša 8.900 m². Smernice [22] priporočajo, da se za ne-stanovanjske objekte lahko uporabi faktor zmanjšanja površine 0,8. Namreč emisijski faktor 1 kg/(m² x leto) se uporablja za površino ne-stanovanjskih gradbišč kot je bolnica ali ostali javni objekti. Omilitveni ukrepi niso upoštevani v izračunu.

Tabela 37: Izračun emisij PM10 v zrak v času gradnje platojev in montaže vetrnic DPN VE Ojstrica

Površina gradbišča - A _{aff}	Uporabljen emisijski faktor PM10 [22]	Čas trajanja gradnje - d **	Omilitveni ukrepi - CE	Indeks padavin - PE	delež melja	Celotne emisije PM10	Urne emisije PM10
(m ²)	kg/[m ² · leto]	leto	-	-	(%)	kg	kg/h
7120	I	0.58	0	128	16	1384,4	0,27

Predpostavimo [22], da emisije PM_{2,5} znašajo 10 % emisij PM₁₀, kar v tem primeru znaša 138,4 kg PM_{2,5} v celotnem času gradnje.

GRADNJA KABLOVODA

Za določitev emisij PM10 v času gradnje kablovod je potrebno določiti površino gradbišča ter čas trajanja. Emisijski faktor se povzame po smernicah »EMEP/EEA - air pollutant emission inventory guidebook (2019)«, zvezek »2.A.5.b Construction and demolition« in znaša za t.i. ne-stanovanjsko gradnjo (Non-residential construction (all construction except residential construction and road construction)) 1 kg / (m² x leto).

Čas trajanja gradnje

Čas trajanja gradnje je povzet po okvirnem terminskem planu iz IDZ [21], in znaša skupaj 5 mesecev. Zemeljska dela potekajo vseh 5 mesecev, medtem ko se montaža začne zadnja 2 meseca in poteka sočasno z zemeljskimi deli vendar ne na isti lokaciji.

Velikost gradbišča

Velikost gradbišča je bila določena iz podatkov o dolžini trase priključnega kablovoda v IDZ [21], ki znaša 7.860 m¹, pomnoženo s širino 5 m, kar skupaj znaša 39.300 m². Kablovod med VA na tem mestu ni upoštevan ker se le ta upošteva v okviru gradnje cest. Zaradi specifičnosti gradbišča bi zgolj zmnožek emisijskega faktorja (1 kg / (m² x leto)), celotne skupne površine (39.300 m²) ter celotnega časa (5 mesecev) dal pretirane rezultate. Gradbišče bo namreč potekalo linijsko skozi prostor in ne bo aktivno v celoti. Glede na dolžino trajanja gradnje bo v enem mesecu izvedenih okvirno 1570 m trase oz. 393 m/ teden in 65,5 m trase/dan. Na podlagi tega je kot aktivno gradbišče prevzeta dolžina 393 m, kar ob širini 5 m znaša 1965 m². Omilitveni ukrepi niso upoštevani v izračunu.

Tabela 38: Izračun emisij PM10 v zrak v času gradnje priključnega kablovoda DPN VE Ojstrica

Površina gradbišča - A _{aff}	Uporabljen emisijski faktor PM10 [22]	Čas trajanja gradnje - d **	Omilitveni ukrepi - CE	Indeks padavin - PE	delež melja	Celotne emisije PM10	Urne emisije PM10
(m ²)	kg/[m ² · leto]	leto	-	-	(%)	kg	kg/h
1965	I	0.42	0	128	16	272.9	0.08

Predpostavimo [22], da emisije PM_{2,5} znašajo 10 % emisij PM₁₀, kar v tem primeru znaša 27,3 kg PM_{2,5} v celotnem času gradnje.

Tabela 39: Ocene skupnih količin emisij prašnih delcev PM₁₀ v zrak v času celotne gradnje VE Ojstrica

Vrsta gradbišča	Emisije PM ₁₀ (ton)	Ocene maksimalnih urnih emisij, ob upoštevanju sočasnosti gradbišč (kg/h)
Dovozne ceste	12,3	1,38
Gradbeni platoji – stojišča vetrnic	1,4	0,27
Priključni kablovod	0,3	0,08
SKUPAJ	13,9	1,73

2.3.3 Opredelitev do onesnaženja zaradi proizvodnje in dobave vetrnih agregatov VE Ojstrica

Za opredelitev prispevka onesnaženja v zrak zaradi proizvodnje in montažne vetrnih elektrarn VE Ojstrica se bomo oprli na predhodno poglavje analize LCA študij različnih vetrnih elektrarn po svetu. Pri tem je potrebno že takoj na začetku poudariti, da v tej fazi projekta tako tehnologija kot tudi nazivna moč vetrnih elektrarn ni znana, zato lahko emisije v zrak zaradi proizvodnje nihajo tudi do 50 %. Na tem mestu bo torej podana neka srednja gornja vrednost možnih emisij. Posledično se izbira boljših tehnologij smatra kot omilitveni ukrep za obravnavani DPN.

Glede na IDZ [21] se na območju DPN VE Ojstrica predvideva gradnja treh vetrnih agregatov z višino stolpa 120 m in 155 m, dolžina lopatice med 60 m in 80 m z nazivno močjo agregata med 3 MW in 3,5 MW, skupaj do 10,5 MW. Ker so emisijski faktorji vezani na enoto proizvedene električne energije so v spodnji tabeli prikazane ocene proizvedene električne energije.

Tabela 40: Ocena proizvodnje električne energije VE Ojstrica

Nazivna moč		Časovni faktor proizvodnje	Letna proizvodnja el. en. (GWh)	Življenjska doba (let)	Skupaj proizvedeno el. en. (GWh) na en VA	Skupaj proizvedeno el. en. (GWh) VE Ojstrica
2.5	MW	0,35	7,67	30	230,0	689,9
3	MW	0,35	9,20		275,9	827,8
3.5	MW	0,35	10,73		321,9	965,8

Faktor za CO₂, ki bo uporabljen je 6 g CO_{2-eq}/kWh. Pri čemer primeri LCA študij v povprečju kažejo na emisijske faktorje v razponu od 5 g do 7 g za VE z nazivno močjo nad 2,5 MW. V literaturi je bila v večino primerov uporabljena življenjska doba 20 let, v našem primeru pa 30 let. Z daljšanjem življenjske dobe se zmanjšuje tudi emisijski faktor, zato lahko uporabimo nižji faktor.

Tabela 41: Ocena emisij v zrak v času izdelave VE Ojstrica

Onesnaževala v zrak	Enota (/kWh)	Emisijski faktor	Celotna proizv. el. en. VE Ojstrica * (kWh)	Ocena emisij v celotnem življenjskem ciklu* (ton _{eq})	Ocena emisij– 88 % življenjskega cikla (surovine+ proizvodnja) (ton _{eq})
CO ₂	gCO _{2eq}	6	965.790.000	5.794,74	5.099,37
N ₂ O	gCO _{2eq}	0,03		28,97	25,50
CH ₄	gCO _{2eq}	0,16		154,53	135,98
NO _x	gPM _{2,5eq}	0,002		1,93	1,70
PM ₁₀	gPM _{2,5eq}	0,009		86,90	76,50
SO ₂	gPM _{2,5eq}	0,003		2,90	2,55
GWP**	gCO _{2eq}	6,19		5.978,24	5.260,85

*upoštevani so vsi tri vetrni agregati

**GWP-global warming potential – potencial za podnebne spremembe

2.3.4 Opredelitev do onesnaženja v zrak zaradi obratovanja VE Ojstrica

Obratovanje vetrnih elektrarn vključuje redne preglede in občasno vzdrževanje, kar povzroči določene vplive na okolje, vključno z vplivi na zrak. Čeprav obratovanje vetrne elektrarne ne povzroča neposrednih emisij v zrak pri sami tvorbi električne energije, so zaradi vzdrževanja prisotne manjše emisije v zrak zaradi transporta ter rabe materialov.

Tabela 42: Opis dejavnosti v času obratovanja VE Ojstrica

Dejavnost	Opis	Uporabljene predpostavke
Menjava delov (remonti) ter olja in masti za podmazovanje:	Obraba in trganje še posebej vrtečih komponent se lahko pojavi v času obratovanja. Običajna življenjska doba vetrnih elektrarn je 25 let. V življenjski dobi vetrne elektrarne lahko pričakujemo vsaj eno menjavo generatorja ali prenosnih delov in ležajev. Vetrne elektrarne potrebujejo redno menjavanje motornih olj. Na en vetrni agregat predpostavimo menjavanje motornih olj za menjalnike v količini 320 l na vsakih 5 let ter masti za podmazovanje ležajev in vseh vrtečih se delov v količini 16 kg/leto [10].	Upošteva se predpostavka, da se v času gradnje ustvari do 2 % emisij v okolje zaradi rabe rezervnih delov in ostalega vzdrževanja. Za določitev neposrednih lokalnih emisij se za izredne remonte predpostavi uporaba dveh težkih vozili (heavy duty trucks > 32 t) 3 VA x 2 vozili x 250 km = 1500 km Dostavno vozilo (light comercial vehicle – diesel – EURO 5) za menjavo olja vsakih 5 let: 3 VA x 6 x 250 km = 4500 km
Redni pregledi:	Predvidijo se redni pregledi, štiri krat letno, z razdaljo transporta 120 km v obe smeri. Ter občasni pregledi po izrednih vremenskih razmerah (še 2 x letno). Predpostavi se da v enem ogledu vzdrževalec ogleda vse tri VA.	Za določitev lokalnih emisij se predpostavi transport terenskega dizelskega vozila (Large-SUV-Executive – diesel – Euro 5), ki v 30 letih vzdrževanja prevozi 6/letno x 120 km x 30 let= 21.600 km.

Iz pregleda LCA študij je razvidno, da je v času obratovanja vetrnih elektrarn ustvarjenih med 1,8 % do 6,8 % vseh emisij celotnega življenjskega cikla. Lokalno, to je na območju DPN VE Ojstrica bodo prisotne emisije v zrak le zaradi transporta, ki je namenjen rednim pregledom ter vzdrževanju. V času rednih pregledov se predpostavi terensko vozilo. V primeru menjave delov, bo uporabljen žerjav in ostala težka mehanizacija (tovornjak, dostavna vozila), kar povzroči lokalne neposredne emisije v zrak. Ob menjavi delov bodo posredno in daljinsko prisotne še emisije v zrak, ki nastanejo ob pridobivanju surovin in

proizvodnje rezervnih delov, maziv in olj ter zaradi odlaganja in reciklaže obrabljenih delov in snovi. Ocene emisij v času obratovanja so razvidne v spodnji tabeli.

Tabela 43: Ocena emisij v času obratovanja VE Ojstrica [17]

Vrsta emisij	Ocena emisij onesnaževal v zrak v obdobju 30 let obratovanja VE Ojstrica					
	CO ₂ (kg)	NO ₂ (kg)	NO _x (kg)	PM ₁₀ (kg)	CO (kg)	VOC (kg)
Emisije v času obratovanja: pretežni del so posredne, daljinske emisije (proizvodnja in dobava rezervnih delov, olj in maziv)*	115.890,0	580,0	60,0	1.700,0	/	/
Od tega neposredne lokalne emisije iz izpuhov vozil (redni pregledi, montažna dela pri remontu)**	/	/	36,1	0,3***	8,0	0,2

*Izračunano glede na 5 % vseh proizvedenih emisij v celotnem življenjskem ciklu

**računano po smernicah EMEP/EEA - air pollutant emission inventory guidebook- 2019; poglavje I.A.3.b.i, I.A.3.b.ii, I.A.3.b.iii, I.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles

***upoštevane so samo emisije izpuhov, brez emisij prahu iz vozišča

2.3.5 Opredelitev do onesnaženja zaradi razgradnje objekta

Na voljo ni zadosti empiričnih podatkov o razgradnji vetrnih elektrarn do sedaj, ker je bilo le malo vetrnih elektrarn večjih nazivnih moči razgrajenih. Na voljo so teoretični modeli narejeni po LCA metodi. Tako je bila na primer za 1,5 MW vetrnico narejena LCA analiza [10], kjer se predpostavi, da se vetrni agregati razstavijo z žerjavom, transportirajo na razdalji 500 km po cesti (40 t tovornjak) za kar je potrebno 9 voženj na primerni center za reciklažo. Energija potrebna za razstavitev vetrnega agregata v objektu za reciklažo znaša 2625 m³ zemeljskega plina ter 26,3 MWh električne energije. Betonski temelji vetrnice se ohranijo v zemlji – razgradnja ni potrebna [10].

Iz pregleda strokovne literature v poglavju 2.3.1. je razvidno, da je razgradnja VE bolj primerna, kot odlaganje na deponije glede okoljskega odtisa celotnega življenjskega cikla. Neposredno pri reciklaži se res da pojavijo nove emisije v zrak in raba energije, vendar se posredno, v globalnem smislu te emisije zmanjšajo, ker se za reciklirano maso surovin zmanjša potreba po proizvodnji novih surovin (jeklo, baker, aluminij) iz zemlje. Zmanjšanje celotnega okoljskega odtisa zaradi recikliranja vetrnih elektrarn ob koncu življenjske dobe je lahko med 18 do 35 %.

Pri recikliranju VE jeklo predstavlja največji masni delež materialov, ki jih je možno predelati. Nadzemni del VE vsebuje okoli 80% jekla, in to je material, ki ga je možno vedno znova reciklirati v vsaj 90 % deležu vgrajene mase. Medtem ko se ostali materiali kot so PVC in karbonska vlakna zaenkrat odložijo na deponiji. Materiali kot so baker in aluminij se ravno tako reciklirajo v 90 % deležu vgrajene mase [14].

Zaradi nejasnosti izbire tehnologije in načina razgradnje vetrnih elektrarn na tem mestu podajamo zgolj grobo oceno neposrednih in posrednih oz. daljinskih emisij CO₂ in PM₁₀ v zrak v fazi razgradnje. Upošteva se, da je za razgradnjo potrebno od 2,5 % do 4,5 % vse porabljene energije.

Tabela 44: Ocene emisij v zrak v času razgradnje VE Ojstrica

Onesnaževalo v zrak	Emisije v zrak (ton)
CO ₂	144,87-260,73
PM ₁₀	2,2 – 3,9

Tabela 45: Povzetek ocen emisij v zrak v času celotnega življenjskega cikla posega (od gradnje do opustitve dejavnosti) DPN VE Ojstrica

POVZETEK EMISIJ V ZRAK V ŽIVLJENSKEM CIKLU DPN VE OJSTRICA				
Faze življenjske dobe vetrne elektrarne	CO₂ (ton)	NO_x (ton)	SO₂ (ton)	PM₁₀ (ton)
Proizvodnja in dobava	5099,37 - 5505,00	1,70 - 1,84	2,55 - 2,75	76,50 – 82,60
Gradnja	289,74 - 347,68	0,10 - 0,12	0,14 - 0,17	
Gradnja – izračun PM ₁₀ po EEA – EMEP smernicah – lokalne emisije	/	/	/	13,9
Proizvodnja električne energije	0	0	0	0
Redna in izredna vzdrževalna dela vetrnih agregatov	115,89 - 376,66	0,04 - 0,13	0,06 - 0,19	1,70 - 5,60
Razgradnja (neposredne daljinske emisije v zrak)*	144,87 - 260,76	0,05 - 0,09	0,07 - 0,13	2,20 – 3,90
Skupaj v celotnem življenjskem ciklu	5.649,87 – 6.490,11	1,88 - 2,16	2,82 - 3,25	84,70 – 97,40

*Pri razgradnji so navedene ocene emisij zaradi demontaže, transporta ter predelava in odlaganja na deponiji. Ohranijo se dostopne poti, temelji ter kablovodi. Pozitivne emisije pa so v primeru reciklaže v globalnem smislu negativne.

3. Analiza tveganja na podnebne spremembe

3.1 Splošno

Podnebne spremembe so v teku in jih ni mogoče popolnoma ustaviti. Ukrepi za ublažitev toplogrednih emisij so bistvenega pomena za dolgoročno preprečevanje najslabših učinkov. Pomembno je, da se ranljivosti in tveganja, ki prihajajo s podnebnimi spremembami upoštevajo že na nivoju začetka projekta, kar sploh velja za projekte katerih življenjska doba je več kot 20 let. V tem obdobju se namreč pričakuje, da bodo podnebne spremembe prišle do večjega izraza. Prihajalo bo do vse več intenzivnih vremenskih dogodkov. Ekstremni dogodki se bodo zgodili tudi na novih lokacijah, ki prej niso bili ranljivi. V podnebnju se lahko pojavijo tudi nenadne, nepopravljive spremembe, kjer sistem prečka tako imenovane „prelomne točke“, kar sproži prehod v novo stanje. Kot rezultat, preteklost morda ni dobro vodilo za prihodnost in odločitve, ki temeljijo na zgodovinskih podnebnih podatkih morda ne bodo več relevantne.

Pri odzivu na podnebne spremembe ločimo dva principa, prilagajanje in blaženje. Cilj **prilagajanja** pri velikih projektih je zagotoviti ustrezno odpornost na škodljive vplive podnebnih sprememb, na primer ekstremne vremenske dogodke. Prilagajanje temelji na oceni ranljivosti in tveganja. Cilj **blaženja** je zmanjšati emisije toplogrednih plinov. Analiza tveganja na podnebne spremembe, ki sledi v nadaljevanju je izdelana skladno s priporočilo Guidelines for Project Managers: Marking vulnerable investments climate resilient [24].

3.2 Analiza občutljivosti posega

Cilj analize **občutljivosti** je ugotoviti bistvene nevarnosti podnebnih sprememb za posamezno vrsto projekta ne glede na njegovo lokacijo. Na primer višanje morske gladine je lahko pomembna nevarnost pri večini projektov morskih pristanišč ne glede na njihovo lokacijo. Pri analizi občutljivosti je treba projekt obravnavati celovito in pregledati različne sestavne dele projekta ter njegovo delovanje v širšem omrežju ali sistemu.

Občutljivost projekta se sistematično določi s pregledom vseh ključnih podnebnih dejavnikov na eni strani ter štirih faz oz. področij projekta, kot navedeno spodaj:

- Fizične prvine na lokaciji projekta oz. procesne dejavnosti;
- vhodni dejavniki (energija, veter, drugo);
- izhodni dejavniki (izdelki, energija, trg, potrošniki);
- transportne povezave.

Podnebne dejavnike je potrebno preveriti za vsako od štirih faz oz. področij projekta. Tako je npr. zmanjšanje padavin vpliva na oskrbo s pitno vodo, ne vpliva pa na transportne povezave. Ker se proizvodnja osnovnih surovin izvaja samo na začetku izdelave vetrne elektrarne in to ni kontinuiran proces se le to ne obravnava kot vhodni dejavnik zato proizvodnja veriga VE ni del analiz ocene občutljivosti zaradi podnebnih sprememb..

Občutljivost projekta se določi glede na primarne in sekundarne podnebne gonilnike in vplive. V spodnji tabeli je izveden pregled podnebnih dejavnikov.

Opis ocen:

- **visoka občutljivost:** podnebni dejavnik ima bistven vpliv na fizične komponente in procese, vhodne in izhodne parametre ter transportne poti projekta;
- **srednja občutljivost;** podnebni dejavnik ima ne bistven vpliv na fizične komponente in procese, vhodne in izhodne parametre ter transportne poti projekta;
- **ni občutljivosti:** podnebni dejavnik nima vpliva na nobeno področje projekta.

Tabela 46: Pregled podnebnih dejavnikov in sekundarnih vplivov [24]

Transportne povezave	Izhodni dejavniki (izdelki, energija, trg)	Vhodni dejavniki (voda, energija, drugo)	Fizične prvine na lokaciji proj. oz. proces	Področje občutljivosti
Primarni podnebni gonilniki				
				Postopno povečanje temperature zraka
				Povečanje ekstremnih temperatur
				Postopna sprememba padavinskega režima
				Spremembe v ekstremnih padavinah
				Povprečna hitrost vetra
				Maksimalna hitrost vetra
				Vlažnost
				Sončno obsevanje
Sekundarni učinki / s podnebjem vezana tveganja				
				Temperatura morske vode
				Dvig morske gladine
				Zakisanje oceanov
				Oskrba s pitno vodo
				Nevihte
				Poplave
				Obalna erozija
				Erozija prsti
				Slanost tal
				Naravni požari
				Kvaliteta zraka
				Nestabilnost tal
				Urbani toplotni otoki
				Rastna sezona

Podnebna občutljivost	Ni	Srednja	Visoka
-----------------------	----	---------	--------

Pomembni primarni podnebni gonilniki in sekundarni vplivi so tisti, ki jih lahko označimo z »visoka« ali »srednja« občutljivost za vsaj eno področje projekta.

Pri analizi občutljivosti vetrne elektrarne na podnebne dejavnike izpostavljamo naslednje poudarke:

VISOKA OBČUTLJIVOST:

- Povprečna hitrost vetra vpliva na količino proizvedene električne energije (proces, vhod in izhod);
- Maksimalna hitrost vetra skupaj z nevihtami vpliva na stabilnost objekta vetrnice (vetrolom, lomljenje delov vetrnice, ustavitev delovanja vetrnice in izpad proizvodnje elektrike, onemogočenje dostopa);
- Stabilnost tal ravno tako lahko vpliva na stabilnost objekta vetrnice;
- Gozdni požari lahko ogrozijo sam objekt vetrne elektrarne, prekinejo dostopne poti in proizvodnjo elektrike.

SREDNJA OBČUTLJIVOST:

- Povečanje ekstremnih temperatur in urbani toplotni otok vplivajo na odjem električne energije;
- Na porabo električne energije (izhodni produkt) vplivajo tudi sončno obsevanje (vključno z vse večjo proizvodnjo električne energije s fotovoltaike)
- Vsi dejavniki, ki posredno prispevajo k nevarnosti gozdnih požarov in/ali vetrolomov gozda (vlaga, padavine, ekstremne temperature);
- Procesi vezani na stabilnost tal lahko prekinejo transportna poti;
- Poplave lahko vplivajo na transportne poti ter priklop na električno omrežje.

3.3 Ocena izpostavljenosti posega

Po analizi občutljivosti je naslednji korak ocena izpostavljenosti podnebnim tveganjem. Cilj analize **izpostavljenosti** je ugotoviti bistvene nevarnosti za predvideno **lokacijo** projekta ne glede na vrsto projekta. Analiza se razdeli na dva dela, tj. izpostavljenost sedanjim podnebnim razmeram in izpostavljenost podnebnim razmeram v prihodnosti.

3.3.1 Ocena izpostavljenosti posega za obstoječe stanje

V nadaljevanju sledi glede na javno dostopne podatke pregled dejavnikov izpostavljenosti lokacije DPN VE Ojstrica:

- neurja z vetrolomom in strelo,
- žledolom,
- naravni požari,
- erozija in poplave.

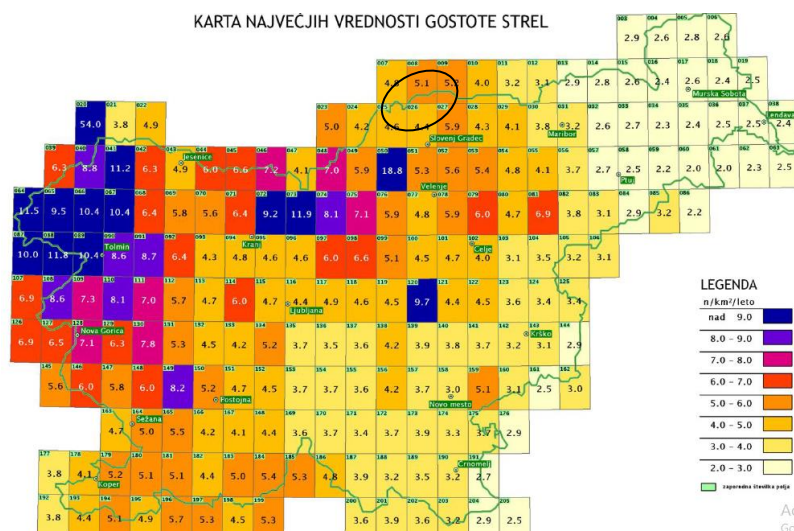
NEURJA Z VETROLOMOM IN STRELO

Slovenija spada med območja z največjim številom neviht v Evropi, vsako leto je med njimi tudi nekaj hudih neurij, škoda pa je odvisna od poseljenosti in namembnosti območja, ki ga neurje zajame. Največ škode povzroči toča, seveda pa tudi močni sunki vetra in nalivi. V gozdovih največ škode povzročajo sneg, žled in močni vetrovi. Strele so tudi vzrok požarov v naravnem okolju, še posebej v gorskem svetu [27].

Območje je glede na podatke Gozdnogospodarskega načrta [19] izpostavljeno pogostejšim nevihtam s sunkovitim vetrom, vendar večjih vetrolomov ni bilo zabeleženih, Razlog je morda ugodna sestava tal, ki

omogoča kvalitetno razrast koreninskega sistema. Na samem območju je bil vetrolom zabeležen le v kombinaciji z žledolomom in sicer v decembru 2003 in aprilu 2004.

Območje DPN, kot tudi cela Slovenija v evropskem merilu, je izpostavljena pogostim udarom strel. Pri čemer so gorski vrhovi vedno bolj izpostavljeni udarom strel. Glede na Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09, 2/12 in 61/17 – GZ), Prilogo 2, spada obravnavano območje v srednje območje gostote strel. Pri čemer ima nižinski del Dravograda gostoto 4,4 n/km²/leto ter hriboviti del 5,1 n/km²/leto.



Slika 3: Največje vrednosti gostot strel v Sloveniji (Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele)

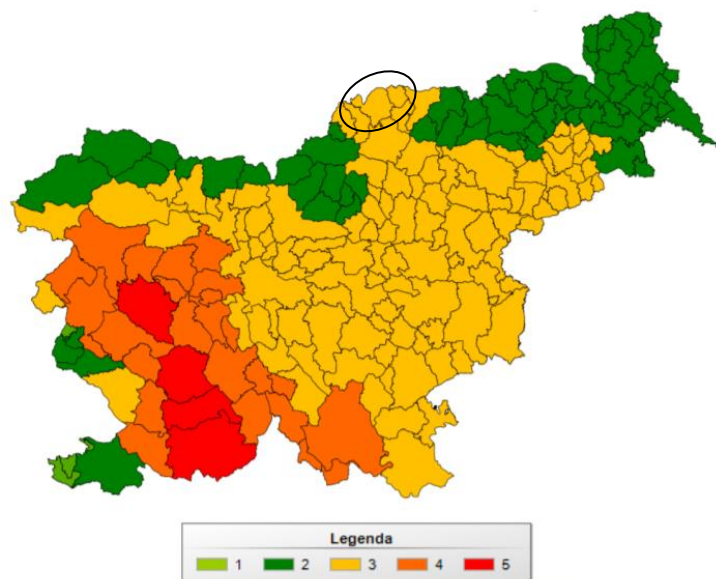
ŽLEDOLOM

Podatke o žledolomu lahko razberemo iz Gozdno gospodarskih načrtov za Slovenj Gradec [19], ki ima za območje Košenjaka (kamor spada tudi Ojstrica) zabeležene naslednje pojave:

- Žled in sneg, december 2002, 6000 m³ smrekovega gozda oz. 150 ha, zelo močne intenzitete.
- Žled in sneg v kombinaciji z vetrolomom, december 2003 do april 2004, 9.310 m³ in 19.580 m³ smrekovega gozda, močne intenzitete

Situacijo v gozdu sekundarno poslabšujejo napadi smrekovega lubadarja (avgust 2003, 25 ha zelo močne intenzitete), ki se pojavijo po ekstremnih vremenskih razmerah (suša ali neurja).

Na spodnji karti je prikaz ogroženosti območja z žledom, povzet po dokumentu Ocena ogroženosti republike Slovenije zaradi žleda [28]. Območje Dravograda spada pod srednjo ogroženost z žledom.

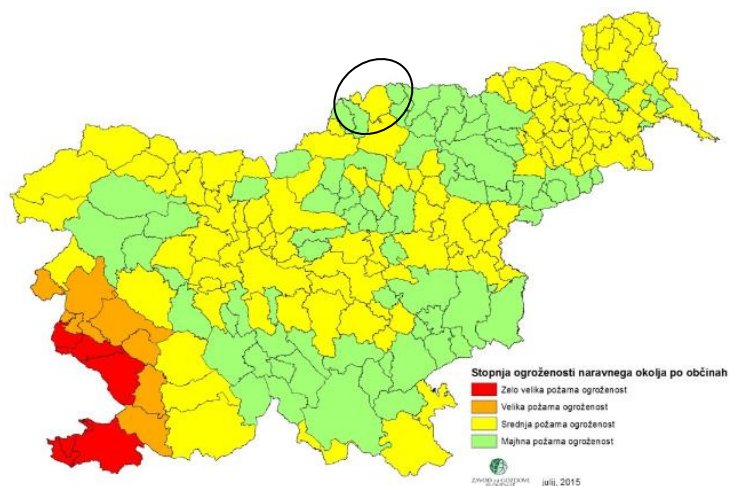


Razred ogroženosti: 1- zelo majhna, 2- majhna, 3 - srednja, 4 - velika, 5 - zelo velika

Slika 4: Razvrstitev slovenskih občin v razrede ogroženosti zaradi žleda [28]

NARAVNI POŽARI

Naravni požari v gozdovih se v Sloveniji pojavijo kot posledica naravnih ujm (vetrolom, žled ali suša čemur sledijo bolezni kot so lubadarji, kar ima za posledico veliko odmrle suhe lesne mase). Tveganje za požar ni odvisno samo od podnebnih dejavnikov (temperatura, količina padavin, vlažnost zraka, moč in pogostnost vetra in periodičnost sušnih obdobj) temveč še od drevesne vrste, starosti sestojev, matični substrat in vrsto tal, ekspozicije, nadmorske višine, nagiba ter urejenosti gozdov in gozdne higiene.



Slika 5: Prikaz požarne ogroženosti v Sloveniji [27]

Obravnavano območje VE Ojstrica ni posebej požarno ogorženo. Lokacija samih stojišč VE je sicer poraščena z iglavci, ki sami po sebi povečujejo požarno ogroženost vendar so klimatske razmere v obstoječem stanju takšne, da ni večje požarne ogroženosti. Na spletni strani Zavoda za gozdove Slovenije

[26] lahko razberemo, da spadajo katastrske občine, ki se nahajajo na oz. so v neposredni bližini DPN VE Ojstrica (k.o. Duh na Ojstrici, k.o. Ojstrica, k.o. Velka in k.o. Goriški vrh) vsa v 3. stopnjo požarne ogroženosti, kar predstavlja srednjo stopnjo požarne ogroženosti. Pri čemer je 1. največja ogroženost ter 4. razred najmanjša oz. majhna požarna ogroženost. V 3. stopnjo se razvrščajo gozdovi oziroma območja gozdov, kjer nevarnost gozdnih požarov ni stalna niti občasna, predstavlja pa resno grožnjo gozdnim ekosistemom.

EROZIJA IN POPLAVE

Območje stojišč VA ter celotno pobočje Ojstrice spada pod območje običajnih erozijskih ukrepov [5] in ni posebej erozijsko ogroženo. Potrebni so običajni zaščitni ukrepi, ki sledijo iz dejstva, da leži dobršen del DPN pod strmim naklonom. Predvsem velja to za območje priključnega kablovoda in dostopne ceste do Dravograda.

Priključni kablovod poteka ob reki Dravi, jo prečka ter nato ob reki Meži, ki jo tudi prečka. Mesto priključitve kablovoda na javno električno omrežje, na RTP Dravograd se nahaja neposredno ob reki Meži, ki je pod vplivom poplavnih voda. Območje kablovoda se nahaja znotraj območja pomembnega vpliva poplav, pri čemer se nahaja RTP Dravograd pod vplivom 500 letnih voda.



Slika 6: Območje pomembnega vpliva poplav. Rdeč krog je mesto RTP Dravograd [5]



Slika 7: Območje poplav (desno 100 letne poplave in levo 500 letne poplave). Rdeč krog je mesto RTP Dravograd [5]

Povzetek ocene izpostavljenosti za obstoječe stanje za lokacijo DPN VE Ojstrica:

- lokacija kaže na nizko do srednjo izpostavljenost v obstoječem stanju;
- ni prepoznanih večjih naravnih nesreč na območju v polpreteklem obdobju;
- požarna ogroženost je srednja;
- verjetnost za pojav žleda je srednja;
- verjetnost za pojav strele je srednja za slovenske razmere;
- območje priključnega kablovoda je pod vplivom 100 letnih poplavnih voda ter območje priključitve na RTP pod vplivom 500 letni poplavnih voda.

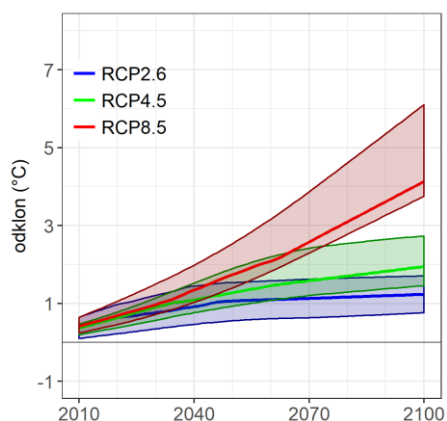
3.3.2 Ocena izpostavljenosti posega za prihodnje stanje

Za razumevanje, kako se izpostavljenost lahko spremeni v prihodnosti, se uporabijo podatki podnebne modela Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja [25].

ANALIZA PODNEBNIH DEJAVNIKOV ZA PRIHODNJE STANJE:

Povprečna temperatura zraka pri tleh

Skladno s predvidenim postopnim ogrevanjem zraka v Evropi v 21. stoletju bo tudi v Sloveniji povprečna temperatura zraka naraščala, s srednjim razponom od približno 1 do približno 4 °C, odvisno od scenarija izpustov toplogrednih plinov. Vsi trije scenariji izpustov v Sloveniji do leta 2100 predvidevajo naraščanje temperature zraka, in sicer RCP2.6 za približno 1,3 °C, RCP4.5 za približno 2,0 °C in RCP8.5 za približno 4,1 °C. Po prvih dveh scenarijih, ki predvidevata zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov, temperatura sprva narašča in se konec 21. stoletja skoraj ustali. Po RCP8.5 temperatura narašča strmeje v vsakem zaporednem obdobju. Predvideno ogrevanje je prostorsko dokaj enakomerno, vendar se po letnih časih nekoliko razlikuje. Znatno spremembo temperature bo Slovenija sicer občutila v vseh letnih časih, vendar bo predvsem v zimskem času segrevanje ob koncu stoletja predvidoma izrazitejše od povprečnega letnega segrevanja. Predvsem v severnem in vzhodnem delu Slovenije (visokogorje, severovzhodna regija, osrednja regija) bo temperatura pozimi naraščala hitreje od letnega povprečja. Naraščanje temperature bo najmanj izrazito spomladi.



Slika 8: Časovni potek spremembe letne povprečne temperature zraka v Sloveniji do konca 21. stoletja glede na primerjalno obdobje 1981–2010 za tri scenarije izpustov [25]

Izjemne temperaturne razmere

Izjemne temperaturne razmere nimajo neposrednih vplivov na izpostavljenost lokacije VE Ojstrica zaradi gorske lege. Tukaj jih navajamo zaradi posrednih vplivov povečane rabe električne energije zaradi uporabe klimatskih naprav in posledičnih nestabilnosti v električnem omrežju.

Število tropskih noči, ko se temperatura tudi ponoči ne spusti pod 20 °C, se bo po državi (jugozahodna, severovzhodna in osrednja regija) v prvem obdobju predvidoma povečalo za približno 5 dni, v drugem obdobju pa tudi do 20 dni. V zadnjem obdobju se bo po scenariju izpustov RCP4.5 število tropskih noči ustalilo, po scenariju izpustov RCP8.5 pa bomo imeli v nekaterih območjih tudi do 60 tropskih noči več kot v današnjem podnebnju.

Povprečna višina padavin

Povprečna višina padavin ravno tako nima neposrednih vplivov na delovanje VE. Vplivi so lahko preji sekundarne narave, to je z vplivom na gozd in posledično nevarnostjo za vetrolom, žledolom ali požar.

V nasprotju s temperaturo so projekcije za spremembe padavin manj zanesljive, saj Slovenija leži na območju Evrope, kjer signal spremembe padavin zamenja smer. V severni Evropi bodo padavine na letni ravni naraščale, v južni bodo upadale. Do leta 2100 je na celotnem območju Slovenije pričakovan porast povprečnih letnih padavin za približno 10 % glede na obdobje 1981–2010, pri čemer je sprememba bolj zanesljiva v vzhodni polovici Slovenije. Naraščanje padavin najbolj izrazito pozimi. Povečanje padavin se kaže tudi za pomlad in jesen, vendar je manj zanesljivo.

Izjemne padavine

Izjemne padavine nimajo neposrednega vpliva na delovanje VE. Napovedovanje izjemnih padavin je pomembno predvsem za projektiranje odvodnjavanja objektov. Posledice izjemnih padavin so predvsem poplave in plazovi, kar pa lahko vpliva infrastrukturne priključke VE.

Kazalniki, s katerimi merimo izjemne padavine, kažejo, da se bosta povečali tako jakost kot pogostost izjemnih padavin, povečanje pa bo najbolj izrazito v primeru pesimističnega scenarija izpustov RCP8.5. Enodnevne izjemne padavine bodo v prihodnosti na celotnem obravnavanem območju Slovenije spomladi in pozimi obilnejše kot v primerjalnem obdobju 1981–2010. Najbolj je signal spremembe negotov za poletje, kjer nekatere simulacije kažejo tudi zmanjšanje enodnevnih izjemnih padavin. Za višino petdnevnih mesečnih najobilnejših padavin lahko na območju celotne države trdimo, da se bo glede na vse scenarije v zimskih mesecih zagotovo povečala. Tudi v tem primeru so ocene za poletne mesece najbolj negotove.

Ob koncu stoletja se bo izdatnost najmočnejših padavin po zmerno optimističnem scenariju na vzhodu države povečala do 50 %, po pesimističnem scenariju pa tudi do 80 %. Spremembe tega kazalnika torej kažejo, da bomo v prihodnosti dobili več padavin z jakostjo, ki jo v današnjem podnebnju pojmuje kot izjemno.

Veliki pretoki rek

Veliki pretoki oziroma srednje letne konice se bodo po vseh scenarijih izpustov v primerjavi z obdobjem 1981–2010 povečale povsod po državi, v povprečju od 20 do 30 %. Povečanje se od bližnje prihodnosti proti koncu stoletja stopnjuje, hkrati z zanesljivostjo sprememb. V prvem obdobju bo povečanje v mejah naravne spremenljivosti. Največje povečanje konic bo na severovzhodu države.

Hitrosti vetra

Poročilo Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja [25] ne vključuje napovedi za hitrosti vetra zaradi majhne zanesljivosti napovedi. Zato le te povzemamo iz IPCC poročila za Evropo [30]. Za ekstremne hitrosti vetra se predvideva majhna sprememba oz., ne bo spremembe (majhna zanesljivost napovedi) razen povečanja v zimskih hitrostih vetra za centralno in severno Evropa (srednja zanesljivost

napovedi). Medtem ko je za južno Evropo možno zmanjšanje intenzitet vetra v vseh sezonah z izjemo jadranske obale, kjer je možno povečanje vetrnega potenciala v poletnem času. Na splošno velja majhna verjetnost, da bodo podnebne spremembe vplivale na proizvodnjo energije iz vetra do leta 2050 (srednja zanesljivost napovedi) lahko pa bo zaznavno zmanjšanje vetra v poletnem času po letu 2050 (srednja zanesljivost napovedi) [30].

Sončno obsevanje in evapotranspiracija

Modelske napovedi za Slovenijo [25] ne navajajo napovedi o sončnem obsevanju v prihodnje. Jasni pa so obstoječi trendi. Trajanje sončnega obsevanja se je v obdobju 1961–2011 spomladi in poleti v večjem delu občutno podaljševalo, s trendom približno 2–3 % na desetletje. Tudi zimski trend je pozitiven, a le ponekod statistično značilen. Jeseni ni bilo opaznih sprememb. Na letni ravni znaša trend približno 2 % na desetletje, kar pomeni rast števila sončnih ur za približno 40 na desetletje. V skladu z značilnimi spremembami v temperaturi zraka in sončnem obsevanju se je v zadnjih desetletjih spremenila referenčna evapotranspiracija. V obdobju 1971–2012 se je značilno, za približno 4–5 % na desetletje, povečala zlasti spomladi in poleti.

ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI LOKACIJE ZA PRIHODNJE STANJE:

Tabela 47: Analiza izpostavljenosti za obstoječe in bodoče stanje

Sekundarni učinki podnebnih sprememb	Obstoječa izpostavljenost	Izpostavljenost lokacije okoli leta 2050	Opis trenda primarnega podnebnega gonilnika	Zanesljivost napovedi
Nevihte z žledolomom ali pojavom strele ali vetrolom	Visoka	Srednja	Povečanje maksimalne hitrost vetra	Nizka
			Spremembe v ekstremnih padavinah	Visoka
			Povečanje povprečnih in maksimalnih temperatur	Visoka
			Povečanje zimskih padavin – vpliv na žledolom	Srednje
Poplave	Visoka	Srednja	Povečanje pretoka rek	Visoka
Naravni požari	Srednja	Srednja	Postopno povečanje temperature zraka	Visoka
			Več padavin pozimi	Srednja
Nestabilnost tal	Visoka	Srednja	Spremembe v ekstremnih padavinah	Visoka
Urbani toplotni otoki	Nizka*	Visoka	Povečanje ekstremnih temperatur	Visoka

Izpostavljenost	Ni izpostavljeno	Nizka*	Srednja	Visoka
-----------------	------------------	--------	---------	--------

*Metodologija Guidelines for Project Managers [24] sicer ne vsebuje razreda »nizko« temveč le »ni izpostavljenosti« ali »srednja izpostavljenost«

Povzetek ocene izpostavljenosti za prihodnje stanje za lokacijo DPN VE Ojstrica:

- Podnebni scenariji kažejo na določene trende povečanja ogroženosti oz. izpostavljenosti lokacije do leta 2050, vendar zaradi obstoječe nizke do srednje ogroženosti ni pričakovati da bi prišlo do zelo visoke izpostavljenosti v prihodnosti;
- zaradi povečanja pogostosti in intenzitete izjemnih padavin bo prišlo do povečanje neurij z možnim vetrolomom in strelami;
- dvig povprečnih temperatur in pogostosti udara strel bi lahko vodili v povečano požarno ogroženost vendar je na drugi strani predvideno povečanje padavin, zato trend povečanja pogostosti požarov ni zanesljiv;

- dvig zimskih temperatur ter izjemnih padavin lahko poveča pogostost žleda;
- povečanje velikih pretokov rek (do 30%) bo vodilo do bolj pogostih poplav (velja za območje doline).

3.4 Analiza ranljivosti posega

Cilj ocene ranljivosti je ugotoviti bistvene nevarnosti podnebnih sprememb za posamezen del projekta na predvideni lokaciji. To se izvede z združevanjem rezultatov analize občutljivosti in ocene izpostavljenosti.

$$\text{Ranljivost} = \text{občutljivost} \times \text{izpostavljenost}$$

3.4.1 Ocena ranljivosti za obstoječe stanje

Tabela 48: Ocena ranljivosti DPN VE Ojstrica za obstoječe stanje

		Izpostavljenost		
		Ni	Srednja	Visoka
Občutljivost	Ni			
	Srednja	Vročinski valovi	Poplave	
	Visoka	Nestabilnost tal	Nevihte Naravni požari	

Nivo ranljivosti

	Ni
	Srednja
	Visoka

Ocena ranljivosti DPN VE Ojstrica za obstoječe stanje kaže na:

- Visoko ranljivost projekta je določena za pojave vezane na hitrosti vetra. Na eni strani povprečna hitrost vetra določa količino proizvedene električne energije, medtem ko maksimalna hitrost določa izjemne dogodke ki lahko ogrozijo strukturo objekta in potrebno VA zaradi varnosti izklopiti. Lokacija kaže na srednjo izpostavljenost maksimalnih hitrosti vetra.
- Visoka ranljivost je določena tudi za nevihte, pod katere štejemo tudi pojave kot so žled, strele, vetrolom. Območje je tem pojavom srednje izpostavljeno, vendar je občutljivost VE s dostopnimi potmi v gozdu in na pobočju ter ostalo infrastrukturo visoko občutljiva na ta pojav.
- Visoka ranljivost je določena tudi za pojav naravnega ali gozdnega požara. Občutljivost VE je visoka na morebitni pojav požara, hkrati pa je izpostavljenost srednja do nizka v obstoječem stanju.
- Srednja ranljivost je določena za poplave (rast pretokov rek), kjer je prepoznana srednja občutljivost projekta zaradi lege priključnega kabla in priključne RTP Dravograd na območju poplavnih voda Meže in srednja izpostavljenost poplavam (RTP je izpostavljena 500 letnim poplavnim vodam).
- Srednja ranljivost je določena za nestabilnost tal, kar bi lahko ogrozilo predvsem dostopne poti, in kablovod, ki so izvedeni v območju večjih naklonov, vendar značilnost območja ne kaže večje izpostavljenosti tem pojavom.
- Srednja ranljivost je določena tudi za pojave ki lahko vplivajo na odvzem električne energije in stabilnost v električnem omrežju (povečanje maksimalne temperature vodi v pojav urbanega toplotnega otoka).

3.4.2 Ocena ranljivosti za prihodnje stanje

Tabela 49: Ocena ranljivosti DPN VE Ojstrica za prihodnje stanje

		Izpostavljenost		
		Ni	Srednja	Visoka
Občutljivost	Ni			
	Srednja		Poplave Vročinski valovi	
	Visoka		Nevihte Naravni požari Nestabilnost tal	

Nivo ranljivosti

	Ni
	Srednja
	Visoka

Ocena ranljivosti DPN VE Ojstrica za bodoče stanje kaže na:

- Trend dviga pretokov rek bo imel za posledico pogostejše in intenzivnejše poplave in s tem ogrožanje priključne elektro infrastrukture;
- Trend dviga temperature, tako povprečne kot tudi maksimalne bo imel za posledico povečanje odjema električne energije. Nestabilnost se bo sčasoma še povečala zaradi vse večjega deleža OVE, vključno s sončno energijo kar bo imelo za posledico velika nihanja v električnem omrežju.
- Visoka ranljivost projekta je določena za pojave vezane na hitrosti vetra. Na eni strani povprečna hitrost vetra določa količino proizvedene električne energije, medtem ko maksimalna hitrost določa izjemne dogodke ki lahko ogrozijo obratovanje in strukturo objekta. Do leta 2050 ni prepoznanih izrazitih trendov v hitrostih vetra.
- Visoka ranljivost je določena tudi za nevihte, pod katere štejemo tudi pojave kot so žled, strele, vetrolom. Območje je tem pojavom srednje izpostavljeno, vendar je občutljivost VE s dostopnimi potmi in ostalo infrastrukturo visoko občutljiva na ta pojav. Izpostavljenost nevihtam se bo s časom povečala.
- Visoka ranljivost je določena za pojav naravnega ali gozdnega požara. Občutljivost VE je visoka na morebitni pojav požara, hkrati pa je izpostavljenost srednja v obstoječem stanju. Ranljivost se v prihodnje ne bo bistveno spreminjala, ker modelske napovedi na eni strani napovedujejo poslabšanje izpostavljenosti zaradi dviga temperatur po drugi strani pa večanje količine padavin.
- Visoka ranljivost je določena za nestabilnost tal zaradi napovedanega trenda povečanje maksimalnih padavin v kombinaciji z infrastrukturo na območju z strmim naklonom (dostopne poti in kablovod).

3.5 Ocena tveganja

Modul za oceno tveganja ponuja strukturirano metodo za analizo podnebnih nevarnosti in njihovih vplivov oz. posledic na uspešnost projekta. Le ta se uporabi za odločanje o naslednjih fazah poteka projekta. Ta postopek deluje skozi ocenjevanje verjetnosti in resnosti vplivov, povezanih z nevarnostmi, ugotovljenimi v analizi občutljivosti, izpostavljenosti in ranljivosti. Ključno vprašanje, ki si ga zastavljamo pri tem poglavju je: »Kako bi podnebna tveganja lahko vplivala na uspešnost izvedbe DPN VE Ojstrica?« [24]. V primerjavi z analizo ranljivosti ocena tveganja olajša prepoznavanje daljših vzročnih povezav "vzrok - učinek", po različnih segmentih (tehnični, okoljski, socialni in finančni itd.) zato lahko ocena tveganja prepozna tudi vprašanja, ki niso bila zajeta v analizah ranljivosti.

Tveganje = verjetnosti dogodka X resnost posledice zaradi tega dogodka

Tabela 50: Lestvica določitve resnosti posledic dogodka [24]

	Velikost posledice dogodka				
	1	2	3	4	5
Vrsta posledic	zanemarljiva	majhna	srednja	velika	katastrofalna
Škoda na objektu /procesu obratovanja	Vpliv izniči skozi običajen proces obratovanja	Dogodek, ki se ga sanira z ohranitvijo običajnega obratovanja	Resen dogodek, ki zahteva dodatno aktivacijo resursov in začasno ustavitev obratovanja	Izjemen dogodek, ki zahteva aktivacijo izrednih rezervnih resursov in začasno ustavitev obratovanja	Nesreča, ki ima za posledico dokončno ustavitev projekta.
Varnost in zdravje	Uporaba prve pomoči	Manjša poškodba. potrebna medicinska pomoč	Resna telesna poškodba	Resna trajna poškodba ali več resno poškodovanih oseb.	Ena ali več smrtnih žrtev
Okolje	Ni vpliva na okolje oz., je lokalni, možna samo-sanacija	Lokalni vpliv na okolje, sanacija kaže učinke v roku 1 meseca	Srednji vpliv s potencialnimi daljinskimi vplivi. Sanacija zaključena v roku 1 leta.	Velik vpliv, sanacija traja več kot 1 leto. Preseženi okoljski in naravovarstveni standardi.	Velik vpliv, sanacija traja več kot 1 leto z omejeno možnostjo za uspešno sanacijo. Preseženi okoljski in naravovarstveni standardi.
Družbeno	Ni vpliva na prebivalstvo	Lokalne časovno omejene posledice	Lokalne srednjeročne posledice	Oškodovanje ranljivih skupin, nacionalni dolgoročni vplivi.	Oškodovanje večjega števila ljudi, protesti skupin.
Ekonomsko	<2 % letnega prihodka	2 - 10 % letnega prihodka	10 - 25 % letnega prihodka	25 - 50 % letnega prihodka	> 50 % letnega prihodka
Ugled	Lokalni, začasni vpliv na javno mnenje	Lokalni, kratko trajni vpliv na javno mnenje	Lokalni dolgoročni vpliv s poročanjem v lokalnih medijih.	Nacionalni kratkoročni vpliv na javno mnenje z negativnimi poročili v javnih medijih.	Nacionalni dolgoročni vpliv na javno mnenje z negativnimi poročili v javnih medijih in vplivi na stabilnost družbe.

Tabela 51: Lestvica določitve verjetnosti dogodka [24]

1	2	3	4	5
Izjemno	Malo verjetno	Srednja verjetnost	Velika verjetnost	Skoraj zagotovo
Zelo neverjetno da se pojavi	Glede na obstoječo prakso ni velike verjetnosti za ta pojav	Dogodek se je že pojavil v podobni situaciji / lokaciji	Dogodek se bo verjetno pojavil	Dogodek se bo zelo verjetno pojavil, lahko večkrat
ali				
5 % verjetnost, da se pojavi v enem letu	20 % verjetnost, da se pojavi v enem letu	50 % verjetnost, da se pojavi v enem letu	80 % verjetnost, da se pojavi v enem letu	95 % verjetnost, da se pojavi v enem letu

V nadaljevanju sledi analiza tveganja za naslednje podnebne dogodke:

1. žledolom,
2. izjemni veter z vetrolomom,
3. udar strele,
4. izjemni naliv z nestabilnostjo tal,
5. naravni požar,
6. poplave,
7. vročinski val (urbani toplotni otok).

Pri analizi ocene tveganja se izvede zmnožek točk ocen za velikost tveganja in intenziteto posledic. Tako dobimo lestvico tveganja od 0 (najmanjše tveganje) do 150 (največje tveganje).

Žledolom

Tabela 52: Analiza ocene tveganja za žledolom

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka žledolom: $V = 3$			
Objekt /proces	4	12	Tveganje za nastanek žleda in tvorbo ledu se povečuje s trendom večanja zimskih padavin. Trend dviga povprečnih temperatur lahko poslabša pogoje. Tveganje za omejen dostop do VA v primeru žledoloma. Možnost poškodb na objektu ob kombinaciji z vetrom.
Zdravstvene	0	0	/
Okoljske	0	0	/
Družbene	0	0	/
Ekonomске	2	6	Ustavitev proizvodnje v primeru izredne tvorbe ledu.
Ugled	1	3	Lokalni ugled ob pogledu na ustavljene vetrnice.
SKUPAJ		21	

Žledolom v tem primeru ne vključuje samo izrednih dogodkov, ki se zgodijo v Sloveniji vsakih nekaj let in povzročijo večje lomljenje dreves, temveč tudi počasno nabiranje ledu na vetrnici zaradi kombinacije temperatur pod lediščem ter visoke zračne vlage (t.i. nizke oblačnosti). Vetrne elektrarne so načeloma načrtovane in izdelane, da prenesejo določeno tvorbo ledu na objektu in lopaticah ter imajo za to tudi pripravljeno zaščito. Po nekaterih ocenah je običajno, da so pogoji v hribovitih predelih v zimskem času med decembrom in marcem takšni, da prihaja do tvorbe ledu na vetrnici do 15 % časa [15]. Problem se pojavi kadar je ta obtežba ledu prevelika in se naknadno pojavi tudi močnejši veter. Trendi podnebnih dejavnikov kažejo na srednjo verjetnost, da se bo v severnem delu Slovenije povečale padavine pozimi, kar pomeni več vlage in možnosti za pojav ledu ali žledoloma. Hkrati pa dvig temperatur za 2 C še ne pomeni, da do situacij tvorbe ledu ne bo prihajalo. Namreč žledolom in tvorba ledu se najpogosteje pojavita okoli

ledišča. V trenutnem stanju so povprečne januarske temperature na lokaciji VE Ojstrica med $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar pomeni da bi dvig za 2 do $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ povzročil januarske temperature bližje ledišču.

Za Slovenijo je značilen t.i. žledni pas med 600 in 900 metri nadmorske višine. Žled se zelo redko pojavlja na najvišjih predelih Kamniško-Savinjskih Alp ter na Pohorju, nekako nad nadmorsko višino med 1200 in 1300 metri [28]. Ocenimo torej lahko, da žled v obstoječem stanju ogroža predvsem območje dovoznih cest (lomljenje dreves kot ovira na dovozni cesti) medtem ko se bo s dvigom temperatur lahko žled pogosteje pojavil tudi na višji nadmorski višini in s tem ogrozil samo stojišče VE Ojstrica.

Vihar z vetrolomom

Tabela 53: Analiza ocene tveganja za vihar z vetrolomom

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka vihar z vetrolomom: $V = 3$			
Objekt /proces	2	6	Kratkotrajna ustavitev proizvodnje v primeru močnejšega vetra, otežen dostop v primeru lomljenja dreves.
Zdravstvene	0	0	/
Okoljske	0	0	/
Družbene	0	0	/
Ekonomske	I	6	Ustavitev proizvodnje v primeru izrednega vetra.
Ugled	I	3	Lokalni ugled ob pogledu na ustavljene vetrnice.
SKUPAJ		15	

Izjemni veter oz. vihar z vetrolomom je na območju možen predvsem zaradi večje nadmorske višine in izpostavljenega lega. V preteklosti so bili v bližini (Kozjak) med 8 in 16. decembrom 2017 zabeleženi sunki vetra do $36,2\text{ m/s}$ oz. 130 km/h [33]. Hkrati pa ni pričakovati vetrov, ki bi lahko strukturno poškodovali objekt vetrnice (oz. se to lahko zgodi z zelo majhno verjetnostjo), ravno tako podnebne napovedi ne kažejo na povečanje maksimalnih vetrov do leta 2050. V primeru analize tveganja viharja z vetrolomom govorimo o situaciji, ko so hitrosti vetra takšne, da zahtevajo ustavitev delovanja vetrnice (t.i. cut-out hitrost ki je okoli 25 m/s oz. 90 km/h), hkrati pa lahko ta veter povzroči lomljenje dreves in s tem omejen fizični dostop do stojišč. Kot je razvidno iz analize izpostavljenosti so vetrolomi sicer prisotni vendar ne pogosti. Ni pričakovati večjih posledic maksimalnih hitrosti vetra.

Udar strele

Tabela 54: Analiza ocene tveganja za udar strele

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka udar strele: $V = 4$			
Objekt /proces	I	4	Možnost začasne ustavitve obratovanja.
Zdravstvene	0	0	Ob ustrezni zaščiti udar strele ne povzroči posledic za varnost ljudi.
Okoljske	0	0	/
Družbene	0	0	/
Ekonomske	I	4	Zčasna ustavitev proizvodnje. Potreba po dodatnemu terenskemu pregledu.

Ugled	0	0	/
SKUPAJ		8	

Obstoječa gostota strel kaže na srednjo gostoto strel na območju VE Ojstrica (za Slovenijo je na splošno značilna velika gostota udarov strel za evropske razmere). Sistem zaščite pred strelo je standardni del objekta vetrnega agregata. Ne glede na to, vsak udar strele prinaša določeno tveganje. Na voljo ni podnebnih modelov za Slovenijo ki bi ocenjevali trend gostote udara strel v prihodnje. Ocene so pa da se bo z dvigom temperature ozračja za vsako stopinjo Celzija povečalo število udarov strel za 10 % [34]. S povečanjem gostote udara strel je potrebno prilagoditi in ustrezno načrtovati tudi nivo zaščite objekta.

Izjemni naliv z nestabilnostjo tal

Tabela 55: Analiza ocene tveganja za izjemen naliv z nestabilnostjo tal

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka izjemen naliv z nestabilnostjo tal: $V = 1$			
Objekt /proces	3	3	Predpostavi se, da je temeljenje vetrnice izvedeno na način, da je zanemarljiva verjetnost nestabilnost objekta VE zaradi plazenja tal. Posledice so vezane na začasno prekinitev dostopnih poti in potencialno prekinitev povezave z električnim omrežjem zaradi zemeljskih premikov in posledično trganja kablovoda, ki poteka po strmi brežini.
Zdravstvene	0	0	Ocenjujemo da je verjetnost večjega zemeljskega plazua na območju poteka kablovoda, ki bi vplival na stanovanjske objekte zanemarljivo majhna, zato posledic ne ocenjujemo (sicer bi bile označene z oceno 5)
Okoljske	0	0	/
Družbene	1	1	Začasna prekinitev javnih poti.
Ekonomske	2	2	/
Ugled	2	2	/
SKUPAJ		8	

Izjemni nalivi, ki bi lahko povzročili škodo zaradi odnašanja vozičca ali plazenja tal so še najbolj verjetni nekaj let po gradnji, preden vegetacija utrdi izpostavljen teren. Pri čemer predvidevamo, da bo ureditev dostopne ceste v okviru DPN VE Ojstrica imela urejeno odvodnjavanje na način, da se bo izboljšalo obstoječe stanje teh cest, kar se tiče odvajanja padavinskih voda. Ne glede na to so možni nalivi, ki presegajo projektirane nalive in imajo lahko za posledico kratkotrajno škodo brez dolgoročnih posledic. Hkrati ocenjujemo, da je verjetnost večjega zemeljskega plazua na območju trase kablovoda, ki bi vplival na stanovanjske objekte zanemarljivo majhna, zato posledic ne ocenjujemo (sicer bi bile označene z oceno 5).

Naravni požar

Tabela 56: Analiza ocene tveganja za naravnim požarom

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka naravni požar: $V = 1$			
Objekt /proces	5	5	Požar na lokaciji VE bi po vsej verjetnosti v celoti uničil objekt. Požar na območju dostopnih poti bi povzročil le kratkotrajno prekinjen dostop do VE brez gospodarske škode.
Zdravstvene	1	1	Požar VE bi povzročil kratkotrajne emisije škodljivih plinov v zrak zaradi izgorevanja umetnih mas. Ne upoštevamo neposrednih posledic gozdnega požara na prebivalstvo.
Okoljske	3	3	Lokalna sanacija pogorišča z odstranitvijo nevarnih snovi
Družbene	3	3	Lokalne in srednjeročne posledice
Ekonomске	5	5	Požar na lokaciji VE bi po vsej verjetnosti v celoti uničil objekt in ustavil vse prihodke.
Ugled	3	3	Novice o nevarnosti proizvodnje električne energije iz vetrnih elektrarn.
SKUPAJ		20	

Čeprav analiza izpostavljenosti navaja srednjo požarno ogroženost območja, po metodologiji Zavoda za Gozdove Slovenije ne moremo tega prenesti v verjetnostno lestvico ocene tveganja dogodka požara kot oceno 3 (srednja verjetnost - 50 % verjetnost, da se pojavi v enem letu). Verjetnost požara je zato ocenjena kot 1, to je manj ko 5% verjetnost, da se pojavi v enem letu. Glede na gozdno gospodarski načrt na območju v zadnjih 10 letih ni bilo evidentiranih gozdnih požarov. Poleg tega moramo pri določitvi posledic ločiti tudi lokacijo požara. V primeru gozdnega požara na območju dovoznih cest so posledice za projekt VE minimalne. V primeru požara na območju stojišč bi bile posledice za projekt katastrofalne. Potek požara je odvisen tudi od uspešnosti intervencije gasilskih ekip. Vetrna elektrarna namreč vsebuje zelo gorljive dele, kot so olja, umetne mase. Ta ocena tveganja ne vključuje možnosti tehničnega vžiga VE (znani so vžigi VE v preteklosti v tujini [32]), ki ima lahko za posledico tudi vžig lokalnega gozda.

Poplave

Tabela 57: Analiza ocene tveganja za poplavami

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka poplave: $V = 2$			
Objekt /proces	1	2	Izjemne poplave na območju reke Meže lahko ogrozijo priklop VE na javno električno omrežje in s tem proces proizvodnje električne energije. Manjše neposredne posledice na infrastrukturi, bi bile v primeru poplavitve revizijski jaškov kablovoda.
Zdravstvene	0	0	/
Okoljske	0	0	/
Družbene	0	0	/
Ekonomске	2	4	V primeru izpada in škode na RTP Dravograd, bi lahko prišlo do srednjeročnega izpada prihodka.

Ugled	0	0	/
SKUPAJ		6	

Podnebne spremembe bodo vplivale na povečanje pogostost poplav. Izjemne poplave na območju reke Meže lahko ogrozijo priklop VE na javno električno omrežje in s tem proces proizvodnje električne energije. Manjše neposredne posledice na infrastrukturi, bi bile v primeru poplavitve revizijski jaškov kablovoda. V primeru izpada in škode na RTP Dravograd, bi lahko prišlo do srednjeročnega izpada prihodka. Ostalih posledic ni pričakovati.

Vročinski val (Urbani toplotni otok)

Tabela 58: Analiza ocene tveganja za vročinski val

Vrsta posledic	Ocena posledic P_x	Ocena tveganja $T = V \times P_x$	Opis
Verjetnost dogodka vročinski val: $V = 3$			
Objekt /proces	1	3	Nestabilnosti na električnem distribucijskem omrežju lahko občasno motijo oddajo električne energije v omrežje. Brez fizične škode na objektu VE.
Zdravstvene	0	0	/
Okoljske	0	0	/
Družbene	0	0	/
Ekonomske	1	3	Nestabilnosti na električnem distribucijskem omrežju lahko občasno motijo oddajo električne energije v omrežje.
Ugled	0	0	/
SKUPAJ		6	

Postopni dvig temperatur v tem stoletju ter večanje števila ekstremno toplih dni bo imelo manjše posredne posledice tudi na delovanje VE Ojstrica. Vročinski valovi ter povečanje vpliva urbanih toplotnih otokov bodo vplivali na izjemen povečan odjem električne energije za potrebe hlajenja (klimatske naprave) ter večjo nestabilnost na električnem distribucijskem omrežju na katerega se priklaplja VE Ojstrica. Nestabilnost bo povečevala še vse večji delež obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE) v obdobju do 2050. Posledice za projekt bodo majhne.

3.5.1 Sklepna ocena analize tveganja

V spodnji tabeli je pregled analize tveganja, ki kaže, da največje tveganje prinaša žledolom, kar vključuje poleg običajnega naravnega gozdnega žledoloma tudi počasno tvorbo ledu na objektu vetrne elektrine in vse spremljajoče tehnične težave, ki lahko v primeru naknadnega vetra poleg začasne ustavitve proizvodnje povzročijo tudi strukturne napake na lopaticah VE. Temu pa se pridružijo še običajno spremljajoče težave na širšem distribucijskem električnem omrežju ter omejitve terenskega dostopa do VE. Do leta 2050 se ocenjuje trend povečanja pojava žledoloma.

Drugo največje tveganje se kaže v naravnih požarih, katerih verjetnost je ocenjena kot majhna so pa zato posledice veliko večje na celotnem spektru posledic (od ekonomskega okoljskega do zdravstvenega vidika). Trenda pogostosti požara v prihodnje ni možno zagotovo napovedati, ker imamo dva nasprotujoča si signala. Eden je višanje temperatur, kar povečuje tveganje, po drugi strani pa večanje količine padavin, ki so sicer skoncentrirane v zimskem času. Hkratno povečanje pogostosti strel, kot sprožilca požara, bi lahko vodilo do povečanja pogostosti le tega.

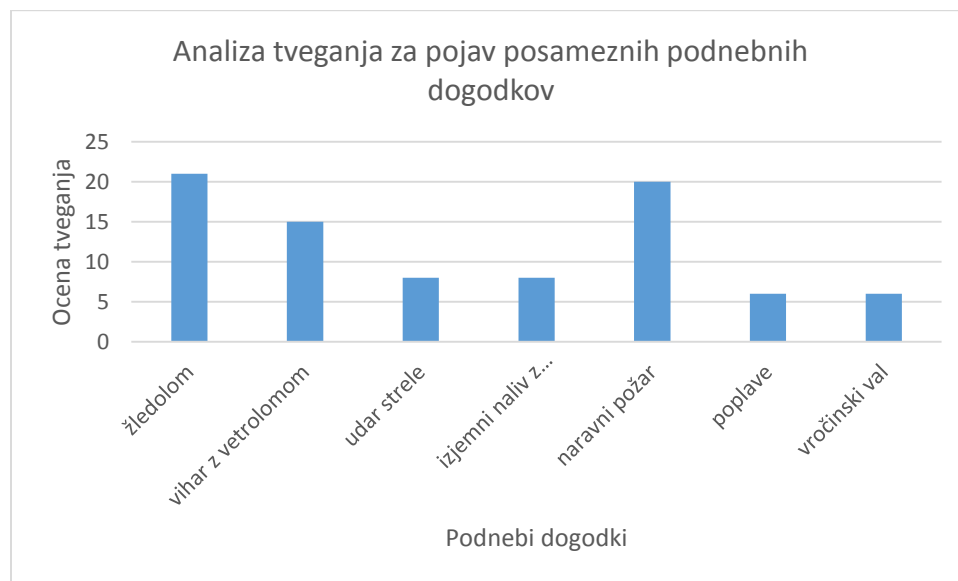
Tretje največje tveganje so ocenjeni viharni dogodki, ki lahko začasno ustavijo proizvodnjo in omejijo terenski dostop do VE, vendar ne povzročijo širših posledic.

Ostala tveganja kot so udar strele, izjemni nalivi, poplave in vročinski valovi ne predstavljajo večjega neobvladljivega tveganja in jih je možno z veliko verjetnostjo omiliti z ustreznim projektiranjem.

Tabela 59: Pregled analize tveganja za pojav posameznih podnebnih dogodkov

Vrsta podnebnega dogodka	Vrsta posledic						Skupaj*
	Objekt /proces	Zdravstvene	Okoljske	Družbene	Ekonomske	Ugled	
žledolom	12	/	/	/	6	3	21
vihar z vetrolomom	6	/	/	/	6	3	15
udar strele	4		/	/	4	/	8
izjemni naliv z nestabilnostjo tal	3	/	/	1	2	2	8
naravni požar	5	1	3	3	5	3	20
poplave	2	/	/	/	4	/	6
vročinski val	3	/	/	/	3	/	6

*maksimalno tveganje je 150 točk



Slika 9: Grafični prikaz ocene tveganja posameznih podnebnih dogodkov

4. Prihranek na ogljičnem odtisu

4.1.1 Opredelitev do zmanjšanja emisij CO₂ zaradi proizvodnje električne energije iz OVE

Glede na ocenjeno proizvedeno električno energijo v življenjski dobi (30 let) VE Ojstrica, ki znaša 965,8 GWh, lahko ocenimo posredni in daljinski prispevek zmanjšanja emisij onesnaževal v zrak zaradi zmanjšanja potrebe po proizvodnji električne energije iz fosilnih goriv. S povečanjem deleža obnovljivih virov energije se posredno zmanjšuje proizvodnje električne energije iz fosilnih goriv, ter zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in drugih emisij v zrak na enoto proizvedene električne energije.

Pri izračunu smo uporabili faktor Evropske investicijske banke [23], ki določa, da v Sloveniji zaradi proizvodnje električne energije prihaja do emisij 310 g CO₂/kWh. Izračunan prihranek v nadaljevanju ne upošteva tega, da se bo v roku 30-tih let delež obnovljivih energij povečeval in bo s tem tudi vsaka nova proizvedena kilovatna ura iz OVE imela manjši kumulativni učinek na zmanjšanje emisij, kot je to danes. Skratka z vsakim novim virom OVE v omrežje se bo znižal zgoraj nevedni emisijski faktor.

Tabela 60: Ocena prihranka emisij CO₂ zaradi proizvodnje električne energije iz VE Ojstrica

CEE	Ocena celotne proizvedene električne energije v DPN VE Ojstrica v celotni življenjski dobi 30 let	965.790.000 kWh
EF	Emisijski faktor zaradi proizvodnje električne energije v Sloveniji [23]	310 g CO ₂ /kWh
PEM _{bruto} = CE x EF	Količina prihranjenih emisij TGP zaradi proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije DPN VE Ojstrica - bruto	299.394,9 ton CO ₂ eq
EM _{VE}	Količina ustvarjenih emisij TGP v zrak v celotni življenjski dobi DPN VE Ojstrica	5.978,2 ton CO ₂ eq
PEM _{neto} = EM _{bruto} - EM _{VE}	Količina prihranjenih emisij TGP zaradi proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije DPN VE Ojstrica - neto	293.416,7 ton CO ₂ eq
R = PEM _{bruto} / EM _{VE}	Razmerje med prihranjenimi in proizvedenimi emisijami TGP v okviru DPN VE Ojstrica	50,1

Proizvodnja električne energije na VE Ojstrica bo v obratovalnem obdobju prihranila nekaj manj kot 300.000 ton emisij CO₂ ekvivalent v zrak.

Emisijski faktorji na enoto proizvedene električne energije (g/kWh) so dobro določeni za izpuste CO₂, medtem ko povezave za izpusti ostalih onesnaževal niso jasno določeni. Emisije na enoto električne energije namreč nihajo v odvisnosti od energenta (premog, nafta, plin, biomasa) in vrste tehnologije izogrevanja in stopnjo filtracije. Na tem mestu navajamo ameriške emisijske faktorje [37] ter v nadaljevanju zgolj grobo oceno prihranjenih emisij zaradi proizvodnje električne energije iz energije vetra. Kot tudi pri gornji tabeli je osnova za izračun predpostavka proizvedenih 965.790.000 kWh električne energije v življenjski dobi VE Ojstrica.

Tabela 61: Ocena prihranka emisij zaradi proizvodnje električne energije iz VE Ojstrica

Onesnaževalo	Emisijski faktor [37] (kg/kWh)	Prihranjene emisije v življenjski dobi VE Ojstrica (ton)
CH ₄	1,59E-03	1535,61
N ₂ O	1,35E-05	13,04

NO ₂	8,84E-04	853,76
SO _x	3,09E-03	2984,29
CO	2,48E-04	239,52
PM ₁₀	3,17E-05	30,62

Zgolj za primerjavo na tem mestu navajamo še oceno povečanja emisij TGP v ozračju zaradi krčenja gozda v okviru DPN VE Ojstrica. Gozdne površine se pri bilancah izpustov toplogrednih plinov smatrajo kot ponor CO₂. Pri čemer se za gozdove zmernegega temperaturnega območja uporabi faktor od 0,7 do 7,5 t CO₂ na leto na hektar. Za izračun uporabimo srednjo vrednost 4,1 t CO₂ na leto na hektar, kar je za primerjavo enako kot proizvede srednje velik avto emisij toplogrednih plinov, če prevozi 20.000 km na leto [18]. Če predpostavimo krčitev gozda v površini 7 ha bo znašala letna bilanca zaradi krčitve gozda okoli 28,7 ton CO₂ na leto oz. 861 ton v življenjski dobi, kar je 0,3 % vseh prihranjenih emisij zaradi proizvodnje električne energije iz OVE. Pri čemer se bo več kot polovica površin že sprti pogozdila preostali del pa po končani življenjski dobi.

5. Meteorološke značilnosti območja

Širše območje DPN VE Ojstrica leži na stičišču alpskega in panonskega klimatskega vpliva. Alpski klimatski vpliv sega v območje od zahoda. Povprečna letna količina padavin je 1100 – 1500 mm, v hribovitem delu nekoliko več kot v dolini (Dravograd). Padavinski ekstremi so manj izraziti. Izraziti maksimum padavin je v maju in juniju (150 do 160 mm/m²) ter v oktobru in novembru (185 do 200mm/m²). Snežna odeja traja od 50 do 100 dni. Najhladnejša meseca sta januar in februar (poprečna temperatura -4 °C do 0 °C), najtoplejša sta julij in avgust (poprečna temperatura (14 °C do 20°C). Panonski klimatski vpliv sega v območje z vzhoda in z juga.

Na klimatske razmere v pomembno vpliva tri alpske doline (Dravska, Mežiška, Mislinjska) in alpska gorovja, ki se končujejo ob njih (Savinjske Alpe z Raduho, Karavanke s Peco, Olševo in Uršljo goro in osrednje Alpe s svojimi vzhodnimi osamelci Strojno, Košenjakom, Kozjakom).

Območje je tako pod alpsko celinsko podnebnim vplivom. V večjem delu območja prevladuje alpsko podnebje, ki ga glede na vpliv in zatišnost dolin avtorji v splošnem poimenujejo kot milo alpsko podnebje. Dravska dolina in nižji predeli Pohorja so pod delnim vplivom panonskega podnebja. V delu Mežiške doline in delu Dravske doline, ki se navezuje na Labodsko dolino, je opazen vpliv podnebja Celovške kotline.

Pomembna značilnost dolin so temperaturne inverzije, ki imajo vpliv na višino povprečnih temperatur in število meglenih dni, kar se še posebej odraža v Dravski in Mislinjski dolini [5] in [19].

Klima Labotske doline, ki leži v Republiki Avstriji severno od Dravograda je dokaj suha, saj ima le okoli 800 mm letnih padavin. V zimskem delu leta je pogosta inverzija, ki povzroča meglo v nižinskih predelih ter večjo obremenjenost s škodljivimi snovmi. Srednji višinski predeli med 800 do 1000 m so klimatsko ugodnejši, saj imajo več sonca in so toplejši kot nižinski predeli [11].

Ožje območje DPN VE Ojstrica ima zaradi različnih nadmorskih višin od Dravograda (okoli 330 m.n.m, na območju reke Drave) do pobočij Košenjaka (1522 m.n.m) različne klimatske značilnosti. Stojišče vetrnih elektrarn na Ojstrici (del Košenjaka) kot vzhodni Alpski osamelec ima alpsko klimo, medtem ko ima mesto Dravograd mešanico celinske, alpske in panonske klime. Razlika v povprečni temperaturi je okoli 4°C. Vrhovi prejmejo tudi nekoliko več padavin. Še večja razlika pa je v prevetrenosti, ki je bistveno večja na vrhu kot v dolini, kar je tudi razlog za postavitev VÉ na sleme Ojstrice.

Sledi pregled meteoroloških parametrov iz Atlasa okolja. Pri čemer navajamo tako podatke iz stojišč VA (okvirno 1.300 m.n.m, kot tudi iz območja Dravograda (330 m.n.m.).

Tabela 62: Temperature na območju DPN VE Ojstrica [5]

Temperature	Ojstrica	Dravograd
Povprečna letna temperatura zraka 1971 - 2000	4-6 °C	8-10 °C
Povprečna letna temperatura zraka 1981 - 2010	4-6 °C	8-10 °C
Povprečna letna najvišja dnevna temperatura zraka 1971 - 2000	8-10°C	14-16°C
Povprečna letna najnižja dnevna temperatura zraka 1971 - 2000	0-2 °C	4-6 °C
Absolutna najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let	32-34 °C	36-38 °C
Absolutna najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let	-24--21 °C	-24--21 °C
Povprečna julijska temperatura zraka 1971-2000	14-16 °C	18-20 °C
Povprečna januarska temperatura zraka 1971-2000	-4--2 °C	-2-0 °C
Povprečna januarska najnižja dnevna temperatura zraka 1971 -2000	-6--4 °C	-6--4 °C
Povprečna julijska najnižja dnevna temperatura zraka 1971 -2000	10-12 °C	12-14 °C
Povprečna januarska najvišja dnevna temperatura zraka 1971 -2000	-1-1 °C	1-3 °C
Povprečna julijska najvišja dnevna temperatura zraka 1971 -2000	19-21 °C	25-27 °C

Tabela 63: Padavine na območju DPN VE Ojstrica [5]

Padavine	Ojstrica	Dravograd
Povprečna letna višina korigiranih padavin 1971-2000	1400-1500 mm	1100-1200 mm
Povprečna letna višina korigiranih padavin 1981 - 2010	1300-1400 mm	1100-1200 mm
Povprečna letna višina merjenih padavin 1961-1990	1200-1300 mm	1100-1200 mm
Povprečno letno število dni s padavinami nad 0,1 mm (1971-2000)	125-135 dni	125-135 dni
Povprečno letno število dni s padavinami nad 30 mm (1961-1990)	7-10 dni	5-7 dni
Povprečno letno število dni s padavinami nad 70 mm (1971-2000)	0-2 dni	0-2 dni
Največja 12-urna višina padavin s povratno dobo 100 let, obdobje 1961-2000	0-90 mm	0-90 mm
Največja 12-urna višina padavin s povratno dobo 50 let, obdobje 1961-2000	90-120 mm	90-120 mm
Največja 24-urna višina padavin s povratno dobo 100 let, obdobje 1961-2000	120-150 mm	120-150 mm
Največja 24-urna višina padavin s povratno dobo 50 let, obdobje 1961-	120-150 mm	120-150 mm

2000		
Največja 48-urna višina padavin s povratno dobo 100 let, obdobje 1961-2000	150-180 mm	150-180 mm
Največja 48-urna višina padavin s povratno dobo 50 let, obdobje 1961-2000	120-150 mm	120-150 mm

Tabela 64: Snežna odeja na območju DPN VE Ojstrica [5]

Snežna odeja	Ojstrica	Dravograd
Povprečno število dni s snežno odejo v sezoni 1971/72–2000/01	100 dni	50 dni
Povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni 1971/72–2000/01	280-420 cm	100-140 cm
Najvišja višina snežne odeje s povratno dobo 50 let	150-200 cm	75-100 cm
Največja snežna obtežba s povratno dobo 50 let 1951–2005	4-5 kN/m ²	1.5-2 kN/m ²

Tabela 65: Sončno obsevanje na območju DPN VE Ojstrica [5]

Sončno obsevanje	Ojstrica	Dravograd
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - zima 1971-2000	240-280 ur	320-360 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - pomlad 1971-2000	480-520 ur	440-480 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - poletje 1971-200	740-780 ur	660-700 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - jesen 1971-2000	400-420 ur	440-460 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - Zima 1981-2010	250 - 300	300 - 350 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - Pomlad 1981-2010	500 - 550 ur	500 - 550 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - Poletje 1981-2010	700 - 800 ur	650 - 700 ur
Povprečno trajanje sončnega obsevanja - Jesen 1981-2010	350 - 400 ur	400 - 450 ur

Tabela 66: Fenološke faze na območju DPN VE Ojstrica [5]

Fenološke faze	Stojišče VE	Dravograd
Olistanje bukve (<i>Fagus Sylvatica</i> L.) povprečje obdobja 1971-2000	2.dekada maja(11.5.-20.5.)	3.dekada aprila(20.4.-30.4)
Začetek cvetenja črnega bezga (<i>Sambucus Nigra</i> L.), povprečje obdobja 1971-2000	3.dekada junija(21.6.-30.6.)	3.dekada maja(21.5.-31.5.)

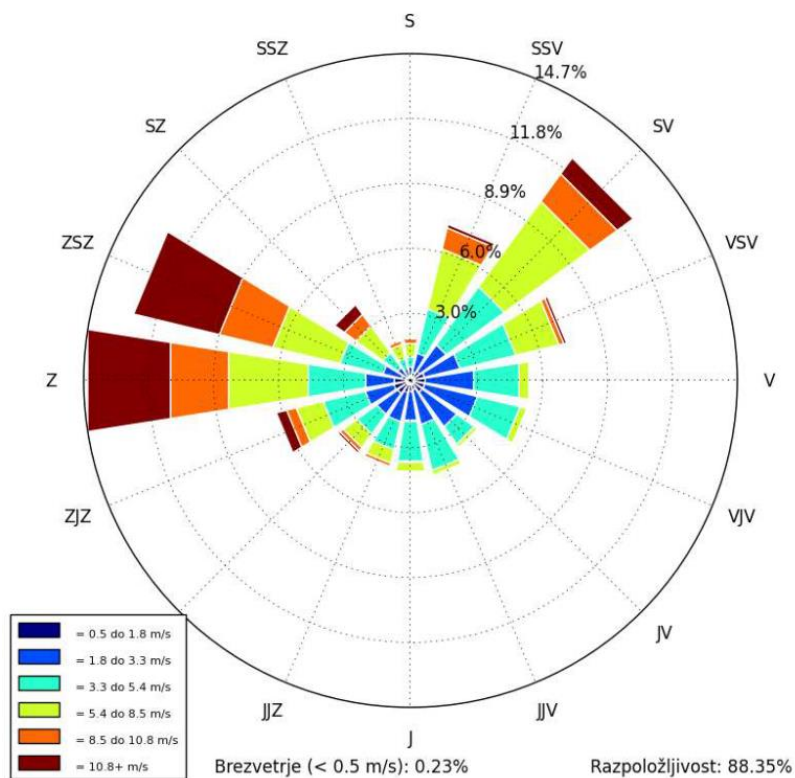
Olistanje hrasta (<i>Quercus Robur L.</i>), povprečje obdobja 1971-2000	3.dekada maja(21.5.-31.5.)	1.dekada maja(1.5.-10.5.)
Začetek cvetenja navadne leske (<i>Corylus Avellana L.</i>), povprečje obdobja 1971-2000	2.dekada marca(11.3.-20.3.)	1.dekada marca(1.3.-10.3.)
Pojav mladih poganjkov na smreki (<i>Picea Abies A. Dietr.</i>), povprečje obdobja 1971-2000	3.dekada maja(21.5.-31.5.)	1.dekada maja(1.5.-10.5.)

Tabela 67: Hitrost vetra na območju DPN VE Ojstrica* [5]

Hitrost vetra*	Dravograd	Ojstrica
Povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi 1994-2001	1-2 m/s	2-3 m/s
Povprečna letna hitrost vetra 50 m nad tlemi 1994-2001	1-2 m/s	2-3 m/s
Povprečna letna hitrost vetra 10 m nad tlemi 1994 - 2000 iz modela Aladin DADA	2-3 m/s	4-5 m/s
Povprečna letna hitrost vetra 50 m nad tlemi 1994 - 2001 iz modela Aladin DADA	2-3 m/s	5 - 6 m/s
Projektna hitrost vetra	20 m/s: pod 800 m n.v.; 25 m/s: 800-1600 m n.v.; 30 m/s: 1600-2000 m n.v.; nad 30 m/s: nad 2000 m n.v.; m/s	25 m/s: 800-1600 m n.v.; 30 m/s: 1600-2000 m n.v.; nad 30 m/s: nad 2000 m n.v.; m/s
Povprečna letna gostota moči vetra 50 m nad tlemi 1994 - 2000 iz modela AIOLOS	0-100 W/m ²	0-100 W/m ²
Povprečna letna gostota moči vetra 50 m nad tlemi 1994 - 2001 iz modela Aladin DADA	100-200 W/m ²	300-400 W/m ²

*prikaz hitrosti vetra v Atlasu okolja za konkretno lokacijo VE Ojstrica ni dovolj natančna, Glede na IDZ znaša povprečna hitrost vetra na lokaciji 10 m/s ter največji sunek v 50 letnem obdobju 70 m/s.

Slika 10: Prikaz rože vetrov (vir: naročnik)



Roža vetrov merjena na stojišču VE kaže na prevladujočo smer vetra iz smeri zahod in severozahod, ter iz smeri severovzhod. Medtem ko je najmanj vetra iz severne smeri (zavetje pobočja Košenjaka).

6. Ugotavljanje vplivov VE Ojstrica po CPVO metodologiji

6.1 Vplivi na kakovost zraka

Tabela 68: Okoljski cilji, kazalniki in merila vrednotenja za zrak

Okoljski cilji DPN	Merila vrednotenja	Kazalci
Zmanjšanje emisij onesnaževal zraka pri pridobivanju električne energije	<p>-razred A: ni vpliva oziroma je pozitiven vpliv; V času gradnje ni emisij onesnaževal v zrak. V času obratovanja ni emisij v zrak oz. se posredno zmanjšajo emisije onesnaževal v zrak zaradi pridobivanje električne energije iz energije vetra.</p> <p>- razred B: vpliv je nebitven; plan predvideva umeščanje gradbišč v območja, ki so v takšni oddaljenosti od stanovanjskih objektov, da se morebitno onesnaženje razprši brez škodljivih posledic (majhno tveganje). Gradbišča so oddaljena več kot 200 m od stanovanjskih objektov, in velikost gradbišča je manjša kot 10.000 m².</p> <p>- razred C: vpliv je nebitven zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov; V času gradnje bo prišlo, do izrazitih emisij delcev iz gradbišča ter vseh transportnih poti (veliko, ali srednje tveganje). Lokacija gradbišč je manj kot 100 m od stanovanjskih objektov. Velikost gradbišča je več kot 10.000 m².</p> <p>- razred D: vpliv je bistven; Oцени se zelo velika verjetnost, da bo prišlo do povečanja emisij onesnaževal v zrak in poslabšanje kakovosti zraka. Ukrepi za omilitev učinka niso realno izvedljivi oz. nimajo učinka.</p> <p>- razred E: vpliv je uničujoč; Oцени se zelo velika verjetnost, da bo prišlo do bistvenega povečanja emisij onesnaževal v zrak in bistvenega poslabšanje kakovosti zraka. Ukrepi za omilitev učinka niso realno izvedljivi oz. nimajo učinka.</p> <p>- razred X: ugotavljanje vpliva ni možno.</p>	<p>Oddaljenost najbližjih stanovanjskih objektov od gradbišča (m)</p> <p>Velikost gradbišča (m²)</p> <p>Količina zmanjšanih emisij onesnaževal (CO₂) v zrak zaradi proizvodnje električne energije iz OVE (ton)</p>

Okoljski cilji smiselno povzeti po: <https://www.gov.si/podrocja/okolje-in-prostor/okolje/zrak/>

Ključna zakonodaja iz področja zraka:

- Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Uradni list RS, št. 21/11)
- Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18)

OPIS METODOLOGIJE:

V fazi DPN se kot merilo presojanja vplivov na kakovost zraka uporabijo merila oddaljenosti gradbišča od stanovanjskih objektov ter velikost gradbišča. Količine emisij onesnaževal iz gradbišč so v tem poročilu podane kot grobe ocene in niso merilo za določanje bistvenih vplivov. V nadaljevanju se preverijo morebitne konfliktne točke, kjer DPN predvideva gradnjo v neposredni bližini stanovanjskih objektov in bi gradbišča lahko vplivala na kakovost zraka (emisije PM10, dušikovi oksidi) na lokalnem nivoju. Na tem nivoju presoje torej določamo verjetnost (velika, srednja, majhna) pojava negativnih posledic onesnaženja zraka oz. verjetnost, da pride do preseganj mejnih vrednosti skladno z Uredbo o kakovosti zunanjega zraka

(Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18). S prostorsko analizo se preveri oddaljenost gradbišča od najbližjih stanovanjskih objektov.

Za določitev verjetnosti pojava negativnih vplivov na kakovost zraka je uporabljeno poročilo »IAQM guidance on construction impacts [35]. Kot gradbišče se določi samo stojišče VE, medtem ko se ureditev platoja ter ureditev priključnega kablovoda obravnava kot zemeljska dela.

Tabela 69: Kategorije tveganja pojava negativnih vplivov na kakovost zraka zaradi zemeljskih del

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije***		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik (>10.000m ²)	Srednje (2500 – 10000 m ²)	Majhno (<2500 m ²)
<20 m	-	Večje tveganje	Večje tveganje	Srednje tveganje
20 – 50 m	-	Večje tveganje	Srednje tveganje	Nizko tveganje
50 – 100 m	<20 m	Srednje tveganje	Srednje tveganje	Nizko tveganje
100 – 200 m	20 – 40 m	Srednje tveganje	Nizko tveganje	Ni tveganja
200 – 350 m	40 – 100 m	Nizko tveganje	Nizko tveganje	Ni tveganja

*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

***Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč tudi določa dva velikostna razreda gradbišč glede na katere predpisuje različna zahteve. To je gradbišča večja kot 10.000 m² in gradbišča večja kot 4.000 m² če se nahajajo v mestih.

Tabela 70: Kategorije tveganja pojava negativnih vplivov na kakovost zraka zaradi gradbišča

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik (>100.000 m ²)	Srednje (2500 – 10000 m ²)	Majhno (<2500 m ²)
<20 m	-	Večje tveganje	Večje tveganje	Srednje tveganje
20 – 50 m	-	Večje tveganje	Srednje tveganje	Nizko tveganje
50 – 100 m	<20 m	Srednje tveganje	Srednje tveganje	Nizko tveganje
100 – 200 m	20 – 40 m	Srednje tveganje	Nizko tveganje	Ni tveganja
200 – 350 m	40 – 100 m	Nizko tveganje	Nizko tveganje	Ni tveganja

*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

Tabela 71: Kategorije tveganja pojava negativnih vplivov na kakovost zraka zaradi gradbiščnih poti

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik: >100 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot več kot 100 m	Srednje: 25-100 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot 50 - 100 m	Majhno: <25 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot < 50 m
<20 m	-	Večje tveganje	Srednje tveganje	Srednje tveganje
20 – 50 m	<20 m	Srednje tveganje	Srednje tveganje	Nizko tveganje
50 – 100 m	20 – 100 m	Srednje tveganje	Nizko tveganje	Ni tveganja

*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

OPIS OBSTOJEČEGA IZHODIŠČNEGA STANJA IN OBSTOJEČE OBREMENJENOSTI OKOLJA

Izhodiščno stanje kakovosti zraka je podrobneje obravnavano že v predhodnih poglavjih. Na splošno lahko ugotovimo, da je obstoječa kakovost zraka na obravnavanem območju za slovenske razmere relativno dobra. Na tem mestu navajamo oceno kakovosti zraka za posamezna onesnaževala na območju VE Ojstrica:

- letne povprečne koncentracije PM_{10} znašajo okoli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (letna mejna vrednost $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- letne povprečne koncentracije O_3 znašajo med 70 do $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ni mejne vrednosti za letno povprečje);
- letne povprečne koncentracije NO_2 znašajo med 5 do $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (letna mejna vrednost $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- letne povprečne koncentracije SO_2 znašajo med $1,1$ do $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (letna mejna vrednost $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- koncentracije benzena in ogljikovega monoksida so bistveno pod mejnimi vrednostmi.

OPREDELITEV IN PRESOJA UGOTOVLJENIH POMEMBNIH VPLIVOV IZVEDBE PLANA V ČASU GRADNJE

V času gradnje vetrne elektrarne bodo imele največji neposredni vpliv na kakovost zraka emisije PM_{10} iz gradbišč. Posredni in daljinski vplivi v času pridobivanja surovin in proizvodnje delov vetrnice so obravnavni v drugih poglavjih.

Glede na naravo gradbenih del, lahko kot neposredne vire onesnaževanja zraka navedemo naslednje:

- prašenje ob izvedbi gradbenih del (izkopi, nakladanje in razkladanje izkopnih materialov, obdelava gradbenega materiala, kot na primer z rezalnimi ploščami ali brusilniki, notranji transporti na gradbišču), prašenje iz deponij sipkih materialov, posredno prašenje s cestnih površin zaradi raznosa blata z gradbišča ter prašenje z vozil med transportom po javnih cestah;
- emisije izpušnih plinov transportnih vozil in mehanizacije (CO_2 , CO , NO_x , PM_{10} , SO_2).

Pri disperziji emisij prahu iz gradbišča na okolico moramo upoštevati faktorje, ki vplivajo na hitrost posedanja delcev kot npr. lastnosti delcev (velikost, oblika, gostota, itd) in vremenske razmere (hitrost vetra, vlažnost zraka, temperatura...), na splošno pa velja, da se večji in težji delci posedajo hitreje kot manjši in lažji ter, da se z večanjem hitrosti vetra radij sedimentacije delcev povečuje. Glede na prevladujočo smer vetra lahko pričakujemo disperzijo delcev v smeri proti V ter proti JZ. Po drugi strani pa bo disperzija delcev na območju višjih nadmorskih višin (kjer so povprečne hitrosti vetra večje) omejena zaradi obdanosti gradbišča z gozdom. Prašni delci se bodo povečini usedli na vegetaciji na razdalji od 20 m do 40 m izjemoma lahko vpliv seže do 100 m.

Obstaja možnost, da bodo v času gradnje občasno v naseljih vzdolž transportnih poti (Dravograd, Ojstrica) zaznane povečane emisije delcev PM_{10} . Prašenje bo večje ob suhem in vetrovnem vremenu. Emisije izpušnih plinov bodo večje v neposredni bližini gradbišča stojišč VA in ob transportnih poteh. Vpliv transportnih poti in gostote prometa mora biti bolj natančno obdelan v naslednji fazi izdelave dokumentacije. V postopku priprave DPN je izveden situativen pregled tveganj za pojav negativnih vplivov na kakovost zraka, skladno z zgoraj navedeno metodologijo.

Tabela 72: Pregled vplivov na kakovost zraka v času gradnje VE Ojstrica

Vir emisij	Vrsta in značilnost emisij	Receptor emisij	Opisi vplivov emisij na lokalne receptorje in splošno kakovost zraka / ocena vpliva na kakovost zraka
Gradnja dostopnih cest	Izrazite emisije delcev PM ₁₀ zaradi rabe sipkih materialov, emisije izpušnih plinov	Mešani gozd, območje EPO Košenjak	Gradnja dostopnih cest vpliva na 3 kmetije (srednje tveganje), večinoma pa bo šlo za vpliv na ekosistem v okolici. Vplivi prašenja na lokalno vegetacijo bodo prisotni (odvisno od moči vetra) do razdalje 20 m okoli gradbišča (majhno tveganje). / Ocena C.
Zemeljska dela	Pretežno emisije izpušnih plinov, manipuliranje z vlažno zemljinjo		Ureditev platojev in izkopov za ceste bo zahtevala lokalno izravnavo zemljin v obsegu 60200 m ³ izkopov ter 60200 m ³ nasipov. Srednje tveganje, da bo prišlo do kratkotrajnih posledic na vegetaciji v oddaljenosti <20 m okoli gradbišča, vplivi se izničijo do razdalje okoli 100 m od roba gradbišča. / Ocena C.
Izdelava temeljev	Emisije delcev PM ₁₀ zaradi rabe sipkih materialov, emisije izpušnih plinov	Okoliški smrekov gozd	Izdelava temeljev bo povzročila kratkotrajne emisije izpušnih plinov in zmerne emisije PM ₁₀ , ki se bodo razpršile v okolje brez škodljivih posledic. Srednje tveganje, da bo prišlo do kratkotrajnih posledic na vegetaciji v oddaljenosti <20 m okoli gradbišča, vplivi se izničijo do razdalje okoli 100 m okoli gradbišča. / Ocena C.
Montaža vetrnic	Emisije izpušnih plinov, v manjši meri PM ₁₀ zaradi manipulacije na makadamskih površinah.		Montaža vetrnic bo povzročila kratkotrajne emisije izpušnih plinov in manjše emisije PM ₁₀ , ki se bodo razpršile v okolje brez škodljivih posledic. Majhno tveganje. / Ocena B.
Uporaba transportnih poti	Pretežno emisije izpušnih plinov; PM ₁₀ je izrazit le na makadamskih odsekih	Stanovanjske hiše v Dravogradu (obravnavajo do priključka na glavno cesto) ter posamezni zaselki na pobočju Ojstrice; gozd	Srednje tveganje (razdalja 20 m od vozišča) za 10 stanovanjskih objektov v naselju Ojstrica in 22 objektov na naselju Dravograd. Majhno tveganje (razdalja 20 – 50 m od vozišča) za 24 objektov v naselju Dravograd in 2 stanovanjska objekta v naselju Ojstrica. / Ocena C.
Gradnja in montaža priključnega kablovoda	Pretežno emisije izpušnih plinov, manipuliranje z vlažno zemljinjo	Stanovanjske hiše v Dravogradu ter posamezni zaselki na pobočju Ojstrice; gozd	Ob gradnji kablovoda bodo prisotne emisije v zrak do razdalje 20 m (srednje tveganje), prizadetih bo 33 stanovanjskih objektov (tudi večstanovanjski) in trije poslovni objekti. Do razdalje 50 m je ocenjeno majhno tveganje; prizadetih bo 58 stanovanjskih objektov (tudi večstanovanjski) in 6 poslovnih objektov. / Ocena C.

Najobsežnejša zemeljska dela bodo pri ureditvi dostopnih cest ter planiranju terena za platoje. Pri teh zemeljskih delih, ki so sicer relativno obsežna (več hektarjev) v bližini ni stanovanjskih receptorjev. Vpliv prašenja bo prisoten na okoliški vegetaciji do razdalje okoli 40 m okoli zunanje meje gradbišča.

Gradnjo priključnega kablovoda obravnavamo kot zemeljska dela, ker poteka pretežno del po kmetijskih in gozdnih zemljiščih in bo glavna dela vsebovala izkop jarka. Za stanovanjske objekte manj kot 20 m od roba gradbišča se prevzame srednje tveganje in za objekte med 20 in 50 m majhno tveganje za pojav negativnih posledic onesnaženja zraka med gradnjo in posledično preseganja mejnih vrednosti PM₁₀.

Tabela 73: Ocena vplivov na zrak zaradi zemeljskih del v okviru VE Ojstrica

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije***		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik (>10.000m ²)	Srednje (2500 – 10000 m ²)	Majhno (<2500 m ²)
<20 m	-			Gradnja priključnega kablovoda – vpliv na stanovanja.
20 – 50 m	-			Gradnja priključnega kablovoda – vpliv na stanovanja.
50 – 100 m	<20 m	Gradnja platoja in dostopnih cest – vpliv na vegetacijo.		
100 – 200 m	20 – 40 m			
200 – 350 m	40 – 100 m			

*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

***Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč tudi določa dva velikostna razreda gradbišča glede na katere predpisuje različna zahteve. To je gradbišča večja kot 10.000 m² in gradbišča večja kot 4.000 m² če se nahajajo v mestih.

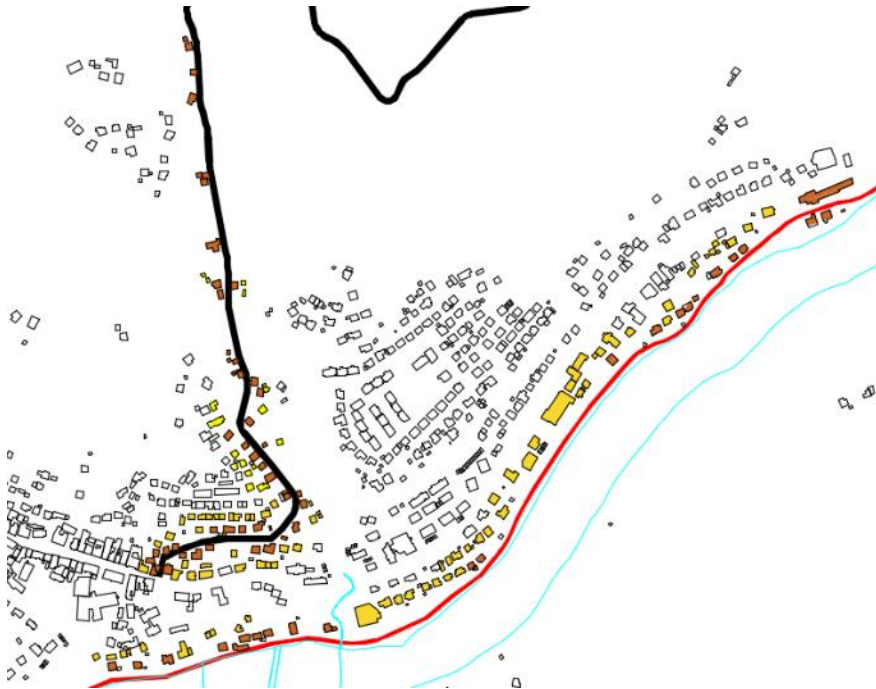
Tabela 74: Ocena vplivov na zrak zaradi obratovanja gradbišča VE Ojstrica

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik (>100.000m ²)	Srednje (2500 – 10000 m ²)	Majhno (<2500 m ²)
<20 m	-			
20 – 50 m	-			
50 – 100 m	<20 m	Gradnja dovoznih cest - vpliv na vegetacijo.	Gradnja platojev, montaža vetrnic ter izdelava temeljev - vpliv na vegetacijo.	
100 – 200 m	20 – 40 m			
200 – 350 m	40 – 100 m			

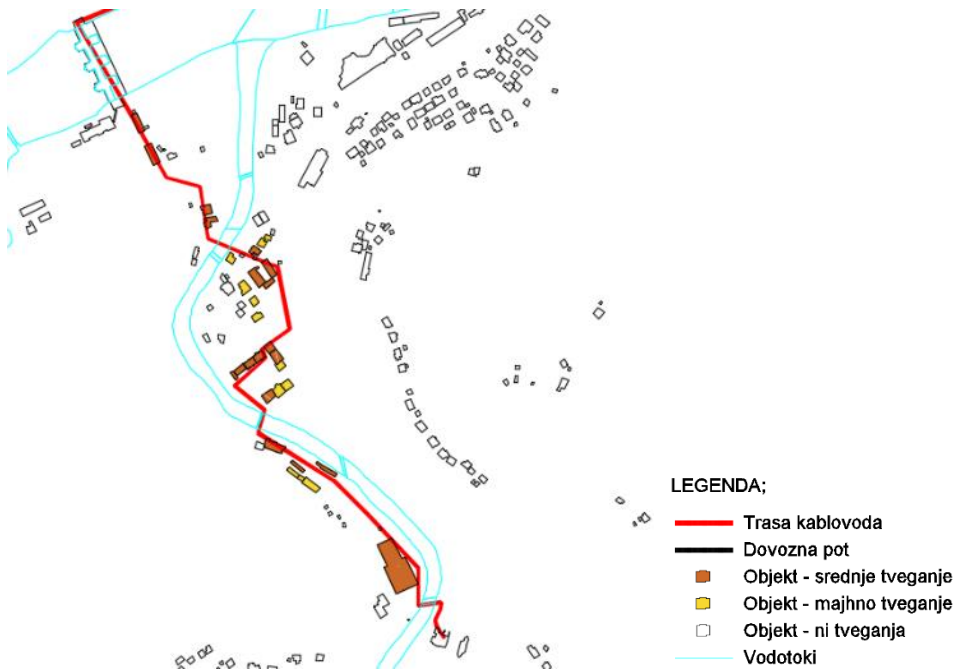
*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

Pri obravnavi gradbiščnih poti smo predpostavili gostoto vozil manj kot 25 vozil na dan. Ni predvidenih prevozov zemljin (lokalna izravnava). Največja gostota vozil je pričakovana v času betonaže in dovoza materiala za tampon. Za izvedbo cest in montažnih platojev bo potrebno pripeljati material za zgornji ustroj (tampon) v skupni količini 16.400 m³. Podatki o gostoti vozil v tej fazi niso znani, zato se predpostavi, da se bodo prevažali materiali v 20m³ kamionih ter da bo gradnja znašala 145 dni, kar pomeni okvirno 5,7 voženj na dan v eno smer za dovoz tampona, zato ocenjujemo da bo v smeri Dravograda v povprečju v času gradnje do 25 vozil dnevno. Pri čemer ni znano ali se ne bo del prevozov vršil tudi iz avstrijske strani. Ob makadamskih poteh se nahajajo tri stanovanjski objekti s hišno številko.



Slika 11: Identifikacija objektov z srednjim in manjšim tveganjem za prekomerno onesnaženje zraka v času gradnje VE Ojstrica na območju Dravograda – levi breg



Slika 12: Identifikacija objektov s srednjim in manjšim tveganjem za prekomerno onesnaženje zraka v času gradnje VE Ojstrica na območju Dravograda – desni breg

Tabela 75: Ocena vplivov na zrak zaradi gradbiščnih poti VE Ojstrica

Oddaljenost* do najbližjega receptorja (m)		Razred velikosti vira emisije***		
Prašenje in povečan PM10	Ekološki vplivi**	Velik: >100 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot več kot 100 m	Srednje: 25-100 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot 50 - 100 m	Majhno: <25 vozil (>3,5t) /dan, makadamska pot < 50 m
<20 m	-		Makadamska gradbiščna pot – vpliv na stanovanja.	Asfaltirana gradbiščna pot – vpliv na stanovanja.
20 – 50 m	<20 m			
50 – 100 m	20 – 100 m			

*oddaljenost od vira emisij, če le to ni znano potem od zunanje meje gradbišča

**vplivi na občutljive habitate

***skupni volumen objekta v gradnji

Kot je ugotovljeno v predhodnih poglavjih je največji del emisij v zrak v življenjski dobi VE povzročen posredno v fazi proizvodnje surovin ter ob sami proizvodnji osnovnih delov, kar pa presega področje izvajanja ukrepov v okviru DPN VE Ojstrica. Proizvodnja surovin, ki ima največji vpliv na okolje (med 70% in 80 % celotnega odtisa na okolje) poteka lahko tudi več tisoč kilometrov stran. Neposredno na območju DPN VE Ojstrica bo največ emisij povzročenih v času gradnje (okoli 5 % - 6 % celotnega odtisa na okolje) in to iz naslova PM₁₀.

Vpliv plana na kakovost zraka in okoljski cilj »Zmanjšanje emisij onesnaževal zraka pri pridobivanju električne energije« se med gradnjo ocenjuje z C – nebistven vpliv zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov.

OPREDELITEV IN PRESOJA UGOTOVLJENIH POMEMBNIH VPLIVOV IZVEDBE PLANA V ČASU OBRATOVANJA

V času obratovanja med samo proizvodnjo električne energije v vetrni elektrarni ne bo prihajalo do emisij v zrak. Zaradi nekaj letnih pregledov elektrarn ter občasnih remontov, bodo sicer občasno prisotne emisije izpušnih plinov, vendar bodo le te zanemarljive v primerjavi s posrednim zmanjšanjem emisij v zrak zaradi proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije. Ocenjeno je, da bo v življenjski dobi prihranjeno za okoli 293.416,7 ton emisij CO₂eq v zrak, 1300 ton NO_x, 3750 ton SO₂ in 30 ton PM₁₀ v zrak. Količine prihranjenih emisij v zrak so odvisne od načina proizvodnje električne energije v celotnem energetskega sektorju v celotnem življenjskem obdobju delovanja VE Ojstrica.

Vpliv plana na kakovost zraka in okoljski cilj »Zmanjšanje emisij onesnaževal zraka pri pridobivanju električne energije« se med obratovanjem ocenjuje z A – pozitiven vpliv.

6.2 Podnebni dejavniki

Tabela 76: Okoljski cilji, kazalniki in merila vrednotenja za podnebne spremembe

Okoljski cilji DPN	Kazalniki	Merila vrednotenja
<ul style="list-style-type: none"> • prispevati k doseganju vsaj 43-odstotnega deleža OVE pri proizvodnji električne energije, do leta 2030 • zagotoviti ustrezno odpornost plana na škodljive vplive podnebnih sprememb 	Povečanje deleža OVE v skupni proizvodnji električne energije (%) Tveganje in ranljivost na podnebne spremembe	-razred A: ni vpliva oziroma je pozitiven vpliv; Plan prispeva k uresničevanju nacionalnih ciljev deleža OVE v skupni proizvodnji električne energije. Plan zmanjša tveganja in ranljivost na podnebne spremembe. - razred B: vpliv je nebistven; Plan ne prispeva k uresničevanju nacionalnih ciljev deleža OVE v skupni proizvodnji električne energije. Plan se umešča v prostor z majhnim tveganjem in ranljivostjo na podnebne spremembe. - razred C: vpliv je nebistven zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov; Plan bi v primeru ne-izvedbe omilitvenih ukrepov zmanjšal delež OVE v skupni proizvodnji električne energije. Plan se umešča v prostor z srednjim tveganjem in/ali ranljivostjo na podnebne spremembe. - razred D: vpliv je bistven; Plan prispeva k bistvenemu zmanjšanju deleža OVE. In/ali plan bistveno povečuje tveganja in ranljivost na podnebne spremembe. - razred E: vpliv je uničujoč; Plan onemogoči doseganje nacionalnih ciljev na področju OVE, bistveno se zmanjša delež OVE. In/ali plan bistveno povečuje tveganja in ranljivost na podnebne spremembe. - razred X: ugotavljanje vpliva ni možno.

*Okoljski cilji smiselno povzeti po Celovitem nacionalnem energetske in podnebnem načrtu Republike Slovenije

OPIS METODOLOGIJE:

Presojanje vplivov na podnebne spremembe se izvaja na način, da se določi predvidena proizvedena električna energija iz OVE zaradi izvedbe DPN ter na podlagi tega se predvidi za koliko se bo povečal delež OVE v skupni proizvodnji električne energije (%). Pri čemer ni mejne vrednosti (%) pri kateri bi lahko določili, da VE ustrezno povečuje delež OVE v skupni proizvodnji električne energije.

Za določanje ranljivosti na podnebne spremembe se lahko uporabi metodologija navedena v dokumentu Podnebne spremembe in veliki projekti (Pregled zahtev v zvezi s podnebnimi spremembami in navodila za velike projekte v programskem obdobju 2014–2020, Zagotavljanje odpornosti na škodljive vplive podnebnih sprememb in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, European Commission, november 2016) ki ga je pripravila Evropska komisija.

Cilj ocene ranljivosti je ugotoviti bistvene nevarnosti podnebnih sprememb za posamezno vrsto projekta na predvideni lokaciji. To se naredi z združevanjem rezultatov analize občutljivosti in analize izpostavljenosti.

Ključna zakonodaja iz področja podnebnih dejavnikov:

- Zakon o ratifikaciji Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 13/95)

OPIS OBSTOJEČEGA IZHODIŠČNEGA STANJA IN OBSTOJEČE OBREMENJENOSTI OKOLJA

Slovenija je v okviru Direktive o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov (2009/28/ES) zavezana do leta 2020 doseči 25 % delež obnovljivih virov energije v skupni rabi bruto končne energije ter 10 % delež obnovljivih virov v prometu.

Slovenija je v letu 2017 dosegla 21,5 % deleža OVE v bruto končni rabi energije. Za izpolnitev zastavljenega cilja 25 % delež OVE v skupni rabi bruto končne energije do leta 2020 bo potrebno povečati uporabo OVE za več kot 2 TWh oziroma za 3,5 odstotne točke, kar je skoraj trikrat toliko, kot se je povečal delež OVE v obdobju med letoma 2010 in 2017. Ministrstvo za infrastrukturo ocenjuje, da obstaja možnost, da določenega ciljnega 25 % deleža OVE v skupni rabi bruto končne energije v 2020 Republika Slovenija ne bo dosegla [36].

Za izhodiščno stanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije se prevzamejo podatki SURS [9], ki kažejo, da je bilo v letu 2019 proizvedenih 32,63 % električne energije iz OVE. Cilj je do leta 2030 doseči 43-odstotni delež OVE pri proizvodnji električne energije. Od tega je bilo v vetrnih elektrarnah proizvedeno 6,150 GWh v letu 2019 oz. 0,038 % skupne proizvodnje.

Tabela 77: Delež OVE električna energija Slovenija [9]

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	CILJ OVE –EL. EN. 2030
OVE električna energija Slovenija (%)	33,94	32,73	32,06	32,43	32,31	32,63	43,00

Tabela 78: Proizvodnja električne energije, skupaj in iz vetra, Slovenija [9]

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Skupaj proizvodnja električne energije na generatorju – Slovenija (GWh)	17437,000	15100,000	16500,000	16326,225	16326,935	16099,564
Proizvodnja na generatorju vetrne elektrarne - Slovenija (GWh)	4,000	6,000	6,000	5,716	6,021	6,150
Delež vetrne elektrarne (%)	0,023	0,040	0,036	0,035	0,037	0,038

OPREDELITEV IN PRESOJA UGOTOVLJENIH POMEMBNIH VPLIVOV IZVEDBE PLANA V ČASU CLOTNEGA ŽIVLJENSKEGA CIKLA

Z izgradnjo in obratovanjem VE Ojstrica bo letno proizvedenih 10,73 GWh električne energije, kar pomeni, da se bo delež vetrne energije na nivoju Slovenije bistveno povečal. Za oceno prispevka VE Ojstrica k okoljskemu ciljem bomo privzeli kot nulto stanje podatke o proizvodnji električne energije za leto 2019.

Tabela 79: Prispevek VE Ojstrica k deležu OVE pri proizvodnji električne energije [9]

Skupaj proizvodnja električne energije na generatorju – Slovenija 2019 (GWh)	16099,564
Proizvodnja na generatorju vetrne elektrarne - Slovenija 2019 (GWh)	6,150
Delež vetrne elektrarne (%)	0,038
Letna proizvodnja VE Ojstrica (GWh)	10,730
Proizvodnja na generatorju vetrne elektrarne - Slovenija po izgradnji VE Ojstrica (GWh)	16,88
Delež vetrne elektrarne po izgradnji VE Ojstrica (%)	0,105
Prispevek VE Ojstrica k povečanju deleža OVE pri proizvodnji električne energije (%)	0,066

VE Ojstrica bodo prispevale (v primeru da se razmerja proizvodnje električne energije bistveno ne spremenijo) k povečanju deleža OVE pri proizvodnji električne energije za okoli 0,066 odstotka. Za primerjavo, če bi bila VE Ojstrica umeščena v omrežje v letu 2019 bi se delež OVE pri proizvodnji električne energije v Sloveniji povečal iz 32,63 % na 33,70 %. Naj spomnimo: cilj je do leta 2030 doseči 43-odstotni delež OVE pri proizvodnji električne energije.

Groba ocena kaže, da bo proizvodnja električne energije na VE Ojstrica v obratovalnem obdobju prihranila nekaj manj kot 300.000 ton emisij CO₂ ekvivalent v zrak.

VE Ojstrica bo v svojem življenjskem ciklu proizvedla 5.978 ton CO₂eq emisij toplogrednih plinov. Večino emisij toplogrednih plinov bo povzročeni izven lokacije stojišča VE. Proizvodnja surovin, ki ima največji vpliv na okolje (med 70% in 80 % celotnega odtisa na okolje) poteka lahko tudi več tisoč kilometrov stran. Pomembna življenjska faza VE je tudi razgradnja, pri kateri lahko z reciklažo zmanjšamo celotni okoljski odtisa med 18 do 35 %.

Analiza tveganja, ki se nahaja v ločenem poglavju, kaže, da je lokacija DPN srednje izpostavljena podnebnim tveganjem. Največje tveganje potencialno prinašata žledolom (srednja verjetnost, srednje velike posledice), sledijo naravni požari (majhna verjetnost, velika posledica). Nekoliko manjše tveganje (srednja verjetnost, srednje posledice) predstavljajo viharne dogodki z močnim vetrom, ki lahko začasno ustavijo proizvodnjo in omejijo fizični dostop do VE, vendar ne povzročijo širših posledic. Ostala tveganja kot so udar strele, izjemni nalivi, poplave in vročinski valovi ne predstavljajo večjega neobvladljivega tveganja in jih je možno z veliko verjetnostjo omiliti z ustreznim projektiranjem.

Vpliv plana na okoljski cilj »prispevati k doseganju vsaj 43-odstotnega deleža OVE pri proizvodnji električne energije, do leta 2030« se v celotni življenjski dobi (gradnja, obratovanje in razgradnja) ocenjuje z A – pozitiven vpliv.

Vpliv plana na okoljski cilj »zagotoviti ustrezno odpornost plana na škodljive vplive podnebnih sprememb« se med obratovanjem ocenjuje z C – nebitven vpliv zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov.

7. Prilagoditveni (omilitveni) ukrepi

7.1 Omilitveni ukrepi vezani na kakovost zraka

Kot je ugotovljeno v predhodnih poglavjih je največji del emisij v zrak v življenjski dobi VE povzročen v fazi proizvodnje surovin ter ob sami proizvodnji osnovnih delov, kar pa presega področje izvajanja ukrepov v okviru DPN VE Ojstrica. Ravno tako so te emisije in vplivi na kakovost zraka daljinski (lahko oddaljeni tudi več tisoč kilometrov). Največji učinek na zmanjšanje globalnih emisij v zrak se doseže s primerno izbiro vrste tehnologije VE. Da bi podrobneje ocenili vpliv na kakovost zraka posamezne tehnologije je najprimernejša LCA analiza (Life Cycle Assessment). Zato je generalna usmeritev investitorju, da pri izbiri tehnologije vključi tudi analizo okoljskega odtisa za specifično tehnologijo.

Omilitveni ukrepi v času gradnje:

- Splošni omilitveni ukrepi navedeni v Uredbi o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč;
- Ukrepi za zmanjšanje vplivov prašenja ob transportnih poteh:
 - Pokrivanje sipkih materialov pri prevozu v času suhega in vetrovnega vremena;
 - Ustavitev manipulacije sipkih materialov v času suhega vremena z močnim vetrom;
 - Vlaženje makadamskih gradbiščnih poti v času suhega vremena;
- Postavitev gradbiščne ograje okoli platojev.
- Vlaženje peščeni površin in drugih sipkih materialov v času suhega in vetrovnega vremena.
- Poleg običajnih ukrepov predlagamo izvajanje gradbenih del z največ prašnimi emisijami izven obdobja kurilne sezone, ko je obremenitev ozračja že tako visoka.

Ukrepi se v naslednjih fazah natančneje določijo v Elaboratu preprečevanja in zmanjševanja emisij delcev iz gradbišča, ko bodo znani podatki o organizaciji gradbišča.

7.2 Omilitveni ukrepi vezani na izpuste toplogrednih plinov

Ukrepi niso potrebni, ker je bilanca toplogrednih plinov VE negativna (glej poglavje 4). Ne glede na to pa se lahko sam projekt VE optimizira, kot je že navedeno z izbiro ustrezne tehnologije in s tem še izboljša bilanca toplogrednih plinov. Okoljski odtis se lahko še dodatno zmanjša z čimprejšnjo zasaditvijo začasno izkrčenih gozdnih površin.

7.3 Prilagoditveni ukrepi vezani na podnebna tveganja

Tabela 80: Pregled prilagoditvenih ukrepov kot odziv na povečana podnebna tveganja

Vrsta podnebne dogodka	Predlog ukrepov
Žledolom	Pri projektiranju oz., izbiri tehnologije naj se predvidi zaščita pred tvorbo ledu na objektu VE,
Vihar z vetrolomom	Pri projektiranju se izbere tehnologija, ki je odporna na največje možne hitrosti vetra. Preveri naj se največji projektni sunek v 50 letnem obdobju naveden v IDZ - 70 m/s. Glede na to, da so v poročilu »Izjemno vremensko dogajanje od 8. do 16. decembra 2017 (ARSO, 2019)« navedeni sunki vetra na območju bližnjega Kozjaka 130 km/h.
Udar strele	V naslednjih fazah projektiranja je potrebno izdelati oceno tveganja pred udarom strele, ki bo upoštevala podnebne scenarije in se na njeni podlagi odločiti za ustrezen višji nivo zaščite pred strelo.

Izjemni naliv z nestabilnostjo tal	Ustrezno dimenzioniranje odvodnjavanja objektov s upoštevanjem podnebnih scenarijev. Po končani gradnji kablovoda, čim prejšnja zasaditev trase na strmih naklonih. Po potrebi izvajanje ostalih inženirskih ukrepov za zagotovitev stabilnosti brežin.
Naravni požar	Izdelava požarnega načrta v sodelovanju z lokalnimi gasilskimi enotami.
Poplave	Pri projektiranju priključnega kablovoda z revizijskimi jaški naj se upoštevajo bodoče kote poplavnih voda glede na podnebne scenarije.
Vročinski val	Ustrezno projektiranje električnih inštalacij za omogočanje stabilnega priklopa na distribucijsko omrežje tudi v obdobju večjih nestabilnosti na omrežju.

8. Povzetek

Poročilo lahko razdelimo na dva dela. V prvem delu je izveden pregled obstoječe kakovosti zraka ter prispevek k onesnaženju zraka zaradi izvedbe plana. V drugem delu pa je poudarek na tveganjih povezanih s podnebnimi spremembami.

Za določitev kakovosti zraka na območju DPN VE Ojstrica so povzeti podatki 6 državnih merilnih mest v okolici posega v vse smeri neba, vključno z najbližjim merilnim mestom, ki se nahaja v Avstriji 13 km severno od lokacije. Na splošno ocenjujemo, da ima lokacijo VE Ojstrica zaradi svoje lege in odsotnosti večjih obremenitev relativno dobro kakovost zraka. Povprečne letne vrednosti za PM_{10} so ocenjene okoli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in manj. Zaradi večje nadmorske višine so povišane koncentracije ozona, kjer ocenjujemo, da se giblje letna povprečna vrednost O_3 med 70 in $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Letne koncentracije NO_2 na lokaciji VE se gibljejo med 5 in $6 \mu\text{g} NO_2/\text{m}^3$, ravno tako so koncentracije SO_2 bistveno pod mejno vrednostjo. Na splošno lahko ugotovimo, da na ožjem območju VE Ojstrica ni večjih obremenitev onesnaženosti zraka. Na vzhodu se sicer nahaja aglomeracija mesta Maribor, vendar je zaradi večje oddaljenosti (ca 50 km) ter prevladujoče smeri gibanja vetra (po Dravi navzdol) vpliv na območje DPN VE Ojstrica omejen. Roža vetrov kaže, da je poglavitna smer vetra iz območja Avstrije, to je iz zahoda in severozahoda, po dolini reke Drave. Območje Labotske doline ima zaradi odsotnosti večjih naselij, industrije in prometa najmanjše obremenitve onesnaženosti zraka, kar se kaže tudi v nizkih koncentracijah onesnaževal na pregledanih merilnih mestih. Industrijska območja v južni in jugozahodni smeri (Mežiška dolina, Velenjska kotlina), nimajo bistvenega vpliva na območje VE.

Pri določitvi prispevka VE Ojstrica k onesnaženosti zrak je potrebno poudariti, da v tej fazi projekta tehnologija kot tudi nazivna moč vetrnih elektrarn ni znana, zato lahko emisije v zrak zaradi proizvodnje nihajo tudi do 50 %. V tem poročilu so torej podane zgolj ocene možnih emisij. V življenjskem ciklu vetrne elektrarne je večino emisij v zrak povzročenih izven lokacije stojišča VE. Proizvodnja surovin, ki ima največji vpliv na okolje (med 70% in 80 % celotnega odtisa na okolje) poteka lahko tudi več tisoč kilometrov stran. Neposredno na območju DPN VE Ojstrica bo največ emisij povzročenih v času gradnje (okoli 5 % - 6 % celotnega odtisa na okolje) in to iz naslova PM_{10} , ter v manjši meri v času vzdrževanja, remontov ter demontaže (skupaj še med 5 % in 8 % celotnega odtisa na okolje) pri čemer bo v tem času največ emisij iz naslova delovanja vozil na notranje izgorevanje (CO , NO_x , VOC) ter zaradi rabe surovin pri menjavi delov. Pomembna življenjska faza VE je tudi razgradnja, pri kateri lahko z reciklažo zmanjšamo celotni okoljski odtisa med 18 do 35 %.

Groba ocena kaže, da bo proizvodnja električne energije na VE Ojstrica v obratovalnem obdobju prihranila nekaj manj kot 300.000 ton emisij CO_2 ekvivalent v zrak. Pri čemer je bila privzeta 30 letna življenjska doba in faktor izrabe 0,35 pri čemer bi znašala skupna proizvedena električna energija 965,8 GWh. Od tega bi znašala količina ustvarjenih emisij TGP v zrak v celotni življenjski dobi DPN VE Ojstrica 5.978 ton CO_{2eq} .

Analiza tveganja, kaže, da je lokacija DPN srednje izpostavljena podnebnim tveganjem. Največje tveganje potencialno prinašata žledolom (srednja verjetnost, srednje velike posledice), sledijo naravni požari (majhna verjetnost, velika posledica). Nekoliko manjše tveganje (srednja verjetnost, srednje posledice) predstavljajo viharne dogodki z močnim vetrom, ki lahko začasno ustavijo proizvodnjo in omejijo terenski dostop do VE, vendar ne povzročijo širših posledic. Ostala tveganja kot so udar strele, izjemni nalivi, poplave in vročinski valovi ne predstavljajo večjega neobvladljivega tveganja in jih je možno z veliko verjetnostjo omiliti z ustreznim projektiranjem.

9. Viri

- [1] Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2017, ARSO, 2018
- [2] Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2018, ARSO, 2019
- [3] Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2019, ARSO, 2020
- [4] Luftgütemessungen in Österreich 2019, Umweltbundesamt GmbH, Dunaj, 2020
- [5] Spletna stran Atlas okolja; <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>, dostopano februar – marec 2021
- [6] Spletna stran Statističnega urada Republike Slovenije; <https://pxweb.stat.si/SiStat/sl>, dostopano februar – marec 2021
- [7] Spletna stran Republike Slovenije; <https://podatki.gov.si>, dostopano februar – marec 2021
- [8] Verkehrsdatenerhebung Kärnten 2017, Amt der Kärntner Landesregierung
- [9] Spletna stran Statističnega urada Republike Slovenije – Stage: <https://gis.stat.si/>, dostopano februar – marec 2021
- [10] Ozoemena, M., Cheung, W.M. & Hasan, R. Comparative LCA of technology improvement opportunities for a 1.5-MW wind turbine in the context of an onshore wind farm. Clean Techn Environ Policy 20, 2018
- [11] Spletna stran wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/>, dostopano februar – marec 2021
- [12] Demir N, Taşkın A (2013) Life cycle assessment of wind turbines in Pınarbaşı-Kayseri. J, 2013
- [13] C. Cesar Roda, Michigan Technological University, Large Wind Farm Life Cycle Assessment, 2013
- [14] Life Cycle Environmental Impact of Onshore and Offshore Wind Farms in Texas, J. Chipindula in sod., 2018
- [15] C. Ghenai, Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Ocean and Mechanical Engineering Department, Florida Atlantic University, 2012
- [16] Karl R. Haapala, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind turbines, Oregon State University, 2014
- [17] Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application, B. Alexandra; L. Alexis; O. Irving, 2016
- [18] Spletna stran FAO: Climate change and forests; <http://www.fao.org/3/y0900e/y0900e06.htm> dostopano marec 2021
- [19] Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec (2011 – 2020), Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota slovenj Gradec, 2012
- [20] Bernal, B., Murray, L.T. & Pearson, T.R.H. Global carbon dioxide removal rates from forest landscape restoration activities. Carbon Balance Manage 13, 22 (2018).
- [21] Idejna zasnova VE Ojstrica, HSE Invest d.o.o., št. projekta HIOJ-7247/2018, november 2020
- [22] EEA – EMEP, Air pollutant emission inventory guidebook, 2019
- [23] EIB Project Carbon Footprint Methodologies, Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations, European Investment Bank, december 2018
- [24] Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient, EU Comission, Directorate-general, Climate action, spletna stran: https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non_paper_guidelines_project_managers_en.pdf, dostopano marec 2020
- [25] Ocena podnebni sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja : sintezno poročilo, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, november 2018
- [26] Spletna stran Zavoda za gozdove Slovenije; http://www.zgs.si/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/pozarno_ogrozeni_gozdovi/index.html, dostopano marec 2021
- [27] Ocena tveganja za velik požar v naravnem okolju, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, september 2016

- [28] Ocena ogroženosti republike Slovenije zaradi žleda, Republika Slovenija Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, oktober 2018
- [29] Prihodnje spremembe podnebja v Sloveniji, ARSO, 2018
- [30] Spletna stran IPCC; https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf , dostopano marec 2021
- [31] Wind Energy: Cold Weather Issues, A. Lacroix, J. Manwell, University of Massachusetts at Amherst, junij 2000
- [32] Overview of Problems and Solutions in Fire Protection Engineering of Wind Turbines, S. Uadiale in sod., University of Edinburgh, Technical Research Institute of Sweden, 2014
- [33] Izjemno vremensko dogajanje od 8. do 16. decembra 2017, ARSO, 2018
- [34] Price C. (2009) Thunderstorms, Lightning and Climate Change. In: Betz H.D., Schumann U., Laroche P. (eds) Lightning: Principles, Instruments and Applications
- [35] Holman in sod. IAQM Guidance on the assessment of dust from demolition and construction, Institute of Air Quality Management, London. [www.iaqm.co.uk/ text/guidance/construction-dust-2014.pdf](http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf). 2014
- [36] Spletna stran Portal energetika; <https://www.energetika-portal.si/> , dostopano marec 2021
- [37] M. Deru in sod, Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings, 2007