

Letno vremensko poročilo 2021

Vremenska postaja Tolmin

Naprave	
Temperatura, vlaga, veter, tlak, sončno obsevanje	Davis Vantage Pro2, Weatherflow Sky
Temperatura tal	1-wire temperaturni senzor (2x)
Senzor za oblačnost ponoči	1-wire temperaturni senzor v bučki
Detektor za razelektritve (strele)	2 kompleta AS3935 + Arduino Boltek LD-250 Microsferics TCU version 5
Senzor za delce PM2.5/PM10	Davis Airlink
Kamere	2x Raspberry Pi Zero W

Beleženje podatkov: HP EliteBook
Intel i5, 4 GB DDR3, 120 GB SSD
Windows 7
Weather Display, v10.37
Veliko bash in python skript

Referenčne strani	
Vreme Tolmin	http://www.vremetolmin.si
Vreme Solkan	https://www.i-tech.si/vreme
Vreme Veternik	http://freeweb.t-2.net/vettnik
»servisne strani«	http://tolmin.zevs.si

Podatki se beležijo vsako minuto. Spletna stran <http://www.vremetolmin.si> je osvežena vsako minuto. Podatki so na voljo tudi na Weather Underground (ITOLMINT6).

Avtor: Peter Leban (pws.tolmin@gmail.com)

Tolmin, januar 2022

Kazalo vsebine

O postaji in meritvah v letu 2021.....	4
Novosti v letu 2021.....	6
Standardni vremenski podatki.....	9
Rekordne letne vrednosti.....	12
Povprečne letne vrednosti.....	13
Sneg.....	14
Temperatura tal.....	14
Strele.....	15
Zrak.....	18
Projekt za zrak – Tolmin.....	20
Vremenska napoved.....	21
Postaja Veternik.....	22
Postaja Solkan.....	24
Plani, investicije.....	25
Zaključek.....	25

Kazalo slik

Slika 1: Temperaturni zaklon po 5 letih uporabe.....	4
Slika 2: Dodatna temperaturna senzorja v vremenski hiški.....	4
Slika 3: Primerjava poteka temperature Davisovega in 1-wire senzorjev.....	5
Slika 4: Boltek antena na drogu.....	6
Slika 5: Boltek LD-250 detektor.....	6
Slika 6: Procesna enota Microsferics.....	6
Slika 7: Detektor Microsferics.....	6
Slika 8: Postavitev Microsferics detektorja na travniku.....	7
Slika 9: Geiger števec GQ Electronics GMC-500+.....	7
Slika 10: Nova elektro omarica z instrumentacijo.....	8
Slika 11: Senzorji na travniku, 30.12.2021.....	8
Slika 12: Potek najvišjih, najnižjih in povprečnih temperatur v letu 2021.....	9
Slika 13: Padavine po dnevih in kumulativno skozi leto 2021.....	10
Slika 14: Sončno obsevanje po dnevih skozi leto 2021.....	10
Slika 15: Izhlapevanje po dnevih skozi leto 2021.....	10
Slika 16: Primerjava poteka letošnjih temperatur s povprečjem 2015-2020.....	11
Slika 17: Primerjava letošnjih padavin s povprečjem 2015-2020.....	11
Slika 18: Prvi sneg, 28.11.2021.....	14
Slika 19: Temperatura tal v letu 2021.....	14
Slika 20: Razelektritve z lokalnega detektorja.....	15
Slika 21: Razelektritve v obdobju april-junij.....	16
Slika 22: Razelektritve v obdobju julij-avgust.....	16
Slika 23: Razelektritve v obdobju september-december.....	16
Slika 24: Največje število razelektritev, detektor Boltek.....	17
Slika 25: Ena izmed najbolj oddaljenih (opaženih) razelektritev.....	17
Slika 26: Prašni delci, dnevna povprečja.....	19
Slika 27: Spletna stran za merilnik Tolmin.....	20
Slika 28: Vremenska postaja Veternik, marec 2021.....	22
Slika 29: Mesečne temperature na postajah Veternik.....	22
Slika 30: Davis Vantage Vue na postaji Solkan.....	24

Kazalo tabel

Tabela 1: Tabela mesečnih vremenskih podatkov.....	9
Tabela 2: Število dni.....	11
Tabela 3: Prvi in zadnji dnevi s temperaturo 0°C in 30°C.....	12
Tabela 4: Rekordne vrednosti v letu 2021.....	12
Tabela 5: Tabela za Wikipedijo.....	13
Tabela 6: Pet dni z največ razelektritvami (lokalni detektor).....	15
Tabela 7: Pet dni z največ razelektritvami (detektor Boltek).....	16
Tabela 8: Izmerjene povprečne vrednosti prašnih delcev.....	18
Tabela 9: Indeks kakovosti zraka.....	19
Tabela 10: Letni podatki o temperaturah na lokaciji Veternik.....	23
Tabela 11: Letni podatki o temperaturah na lokaciji Solkan.....	24

O postaji in meritvah v letu 2021

Z glavno postajo (Davis Vantage Pro2) ni bilo težav. Vetromer in senzor za sončno obsevanje sem preselil na južno stran strehe, kjer sta najboljše izpostavljena vetru in soncu. Vetromer sem očistil pajkovih mrež, a je pajek hitro našel pot nazaj in ponovno spletel svoje niti. Tako ustavljene šalčke je ponovno zavrtel sunek vetra okrog 10 km/h. Temperaturni zaklon sem prvič v petih letih razmontiral in očistil (Slika 1).



Slika 1: Temperaturni zaklon po 5 letih uporabe.

Temperaturni senzor sem poskusil preseliti v vremensko hiško, vendar podaljšek ni deloval v redu. Ostaja v originalnem Davis ohišju. V sosednji vremenski hiški sta za primerjavo postavljena še dva 1-wire temperaturna senzorja (Slika 2).

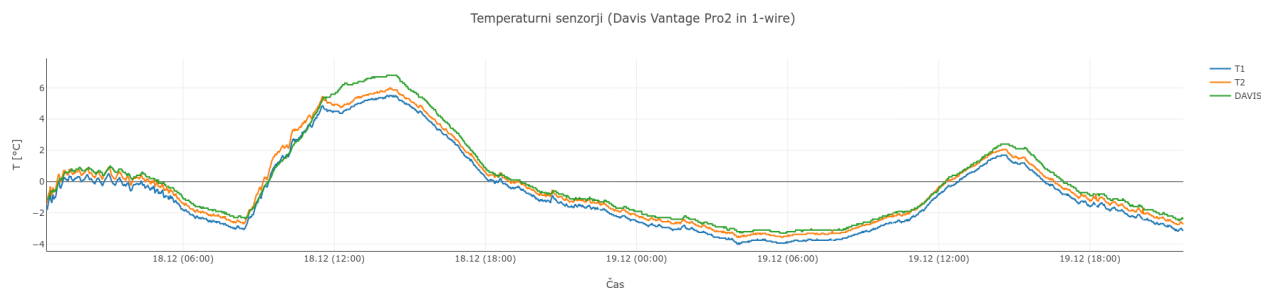


Slika 2: Dodatna temperaturna senzorja v vremenski hiški.

Podnevi (ni nujno, da je sončen dan) je temperatura Davisovega senzorja 1°C do 1,5°C višja od temperatur obeh 1-wire senzorjev v hiški. Ponoči so temperature dokaj skladne. Razlika med 1-wire senzorjema je konstantna (~ 0,3°C) in se ne spreminja. Specifikacije Davisovega temperaturnega senzorja so precej jasne:

- Točnost: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pri temperaturah nad -7°C ter $\pm 1^{\circ}\text{C}$ pri temperaturah pod -7°C
- Pogrešek zaradi (pasivnega) temperaturnega zaklona: 2°C pri sončnem poldnevu (1040 W/m^2)

Merjenje temperature je torej izvedeno z znano sistematično napako. Trenutno še nimam v načrtu nobene izboljšave v tej smeri. Najenostavnejša rešitev je ustrezen (delujoč) podaljšek kabla za premestitev v vremensko hiško.



Slika 3: Primerjava poteka temperature Davisovega in 1-wire senzorjev.

Zamenjal sem en senzor za merjenje temperature tal. Izkopal sem novi luknji (30 cm in 5 cm) ter očistil okolico v vrtu. Na isti lokaciji še vedno deluje »senzor« za merjenje stopnje oblačnosti ponoči.

Glavni računalnik je deloval dobro, bilo je nekaj dogodkov, ko se je Weather Display zaciklal. To je bilo najverjetneje povezano z nadgradnjami Windows. Podatki so 100% shranjeni, tok tok.

Na »satelitskih« Raspberry Pi enotah sem letos poskrbel za izdelavo dnevni varnostnih kopij podatkov in skript za zajeme.

Spletna stran je delovala v redu, naredil sem nekaj malenkostnih sprememb, večinoma zaradi novih vrednosti (predstavljene v naslednjem poglavju).

Novosti v letu 2021

Februarja sem, po dolgem in potrpežljivem čakanju na ustrezno priložnost, kupil Boltekov detektor za razelektritve. Cena novega je okrog 980 EUR, dodati je potrebno še znaten znesek za carinske dajatve ter programsko opremo. Kupil sem rabljenega za približno 170 EUR iz Perth (Avstralija). Skupno s carino in programsko opremo je bila investicija 500 EUR. Anteno sem sprva namestil na podstrešje tik pod streho. Detektor je reagiral na razne električne motnje (npr. stikalo za luč). Kasneje sem anteno namestil v odslužno ohišje vetromera Weatherflow (Slika 4) in jo postavil na inox drog na strehi. T.i. lažnih razelektritev praktično ni bilo več. Specificiran doseg je 300 milj/480 km. V praksi je doseg daljši, sploh v jugozahodni smeri (Sardinija, Korzika). Slika 5 prikazuje procesno enoto, ki je priklopljena na računalnik.



Slika 4: Boltek antena na drogu.



Slika 5: Boltek LD-250 detektor.

Konec junija sem dobil informacijo/ponudbo, da lahko kupim čisto nov tip detektorja za razelektritve za mrežo Microsferics. Detektor je bil v razvoju več let in to je 5. in s tem končna verzija. Izdelanih je bilo le nekaj primerkov (manj kot 10). Pred tem je bilo izdelanih po nekaj kosov zgodnejših verzij, ki so še vedno v obratovanju v Evropi in severni Ameriki. Razvoj poteka v Španiji, izdelava v Avstriji; je pa vse skupaj 2-man-band. V kompletu sem dobil procesno enoto, detektor, GPS anteno in nekaj RF kabla. V prvih mesecih sem imel kar nekaj težav (OLED display ter drugi nepojasneni problemi z elektroniko), zato so mi procesno enoto zamenjali. Najverjetnejši vzrok za nepojasnjene probleme je bil slab napajalnik/napajalni kabel. Na koncu je dobro delal s klasičnim Apple polnilcem, sem pa zdaj menjal v industrijskega z RS.



Slika 6: Procesna enota Microsferics.



Slika 7: Detektor Microsferics.

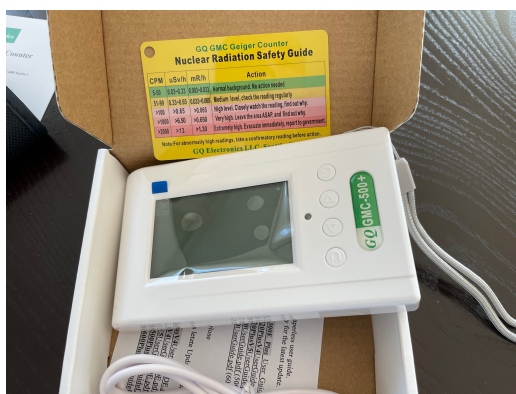
Procesna enota je prikazana na Slika 6, detektor pa na Slika 7.

Detektor lahko deluje v dveh načinih občutljivosti: nizka in visoka. V obeh načinih je izredno občutljiv, sem pa v zimskem času preklopil na nižjo občutljivost, ker je zaznaval preveč motenj (verjetno električni grelci, vklopi, itd.). Ker ne sme biti v bližini nobenega kovinskega telesa, je nameščen na vrhu 3,5 m visoke lesene konstrukcije (Slika 8). Procesna enota je povezana v internet in pošilja podatke na centralni strežnik. Tam se zbirajo podatki tudi z drugih lokacij. Ko strežnik zazna isti dogodek z vsaj 4 (oz. 3) lokacij, preračuna lokacijo razelektritve in jo nariše na zemljevid (<http://microsferics.com>).



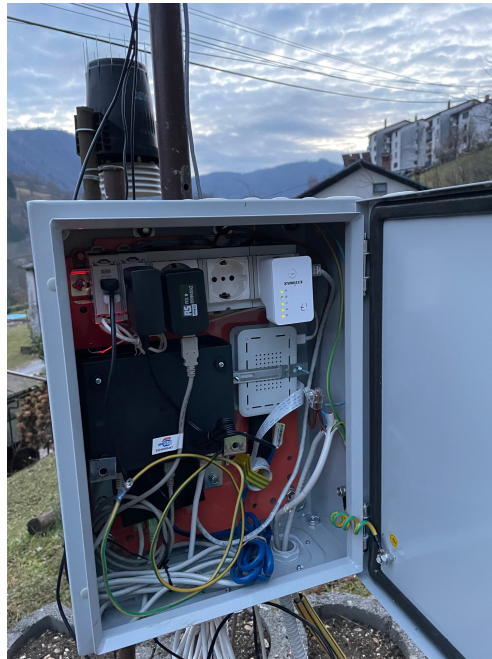
Slika 8: Postavitev Microsferics detektorja na travniku.

Konec septembra sem kupil detektor za beta, gamma in žarke X. Detektor meri t.i. dogodke (angl. counts), ki jih lahko preračunamo v hitrost doze; npr. $\mu\text{S/h}$. Na spletni strani prikazujem counts, ki so dovolj dober pokazatelj, če gre za normalno ali povišano stopnjo radiacije. Gre za merilnik GQ Electronics GMC500+, cena je okrog 130 EUR (Slika 9).



Slika 9: Geiger števec GQ Electronics GMC-500+.

Okolico senzorjev na travniku sem proti koncu leta konkretnje uredil. Postavil sem podporni »zid« iz škarpnikov, izravnal teren ter odstranil staro (iz leta 2015) vremensko hišico. Na isti drog sem namestil novo elektro omarico z urejeno električno (4x 220 V ter 2x 5V/2.4A) in internetno instalacijo (GbE switch ter dodatna Wifi dostopna točka). V omarici sta Raspberry Pi (flightradar24 feeder, LIPQ33) in Microsferics TCU v5 procesna enota (Slika 10). Na drogu sta ostali dve kameri (Raspberry Pi zero W), dodal bom še eno na Raspberry Pi v omarici.



Slika 10: Nova elektro omarica z instrumentacijo.

Višje od omarice sem postavil lesen drog, visok približno 3,5 m. Na vrhu je nameščen Microsferics detektor za razelektritve. Nekaj zaključnih del še čaka. Pogled na okolico z zraka je prikazan na Slika 11.



Slika 11: Senzorji na travniku, 30.12.2021.

Standardni vremenski podatki

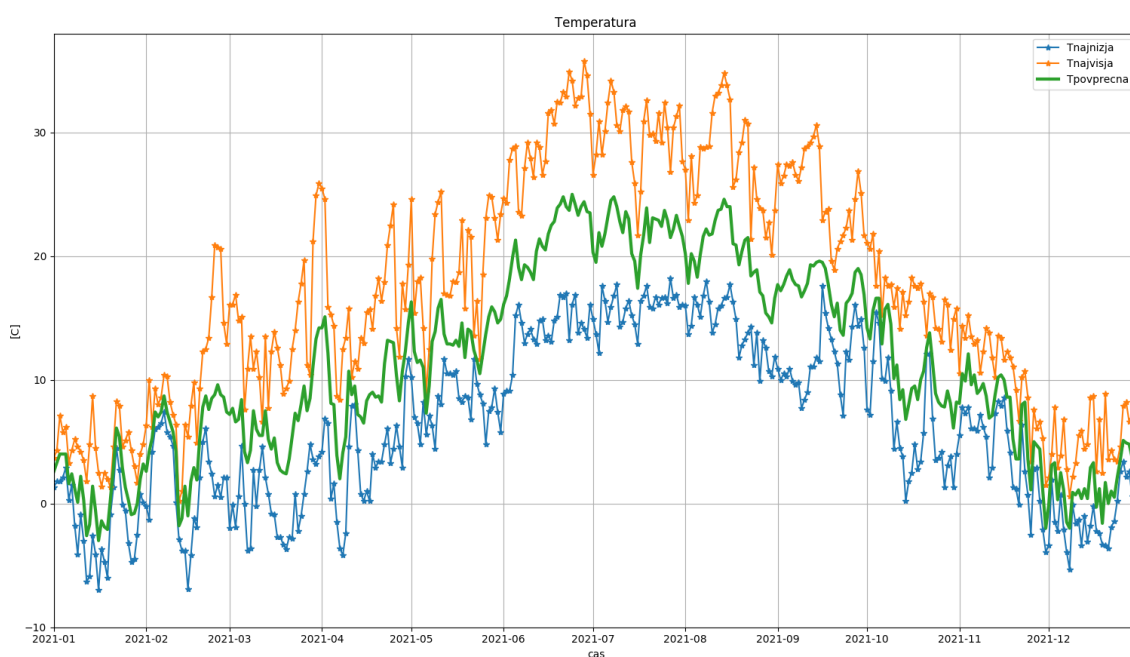
Povprečna letna temperatura je znašala **11,4 °C**, kar je 0,5°C nižje od lanske. Najtoplejši mesec je bil julij, najhladnejši pa januar. Dokaj hladno vreme je vztrajalo do konca maja, ko se je povprečna dnevna temperatura gibala med 10-15°C, takoj v začetku junija pa se je lepo ogrelo. Stabilne poletne temperature so ostale vse do konca avgusta. Jesenski meseci so se počasi, a vztrajno hladili. Zadnje dni novembra se je ohladilo pod ledišče.

Padavin je bilo za okrog **2320** litrov/m². Največ dežja je bilo **maja**, ko je padlo za okrog **572** litrov/m². Najbolj suha sta bila junij (32 litrov) in marec (34 litrov). Sončnega obsevanja je bilo največ začetek poletja (junija, >186 h), so pa bili še marec, julij, avgust in september tudi sončni. Podatek o sončnem obsevanju je precej specifičen za lokacijo postaje, ker se sonce poleti dokaj zgodaj skrrije za krošnjami dreves.

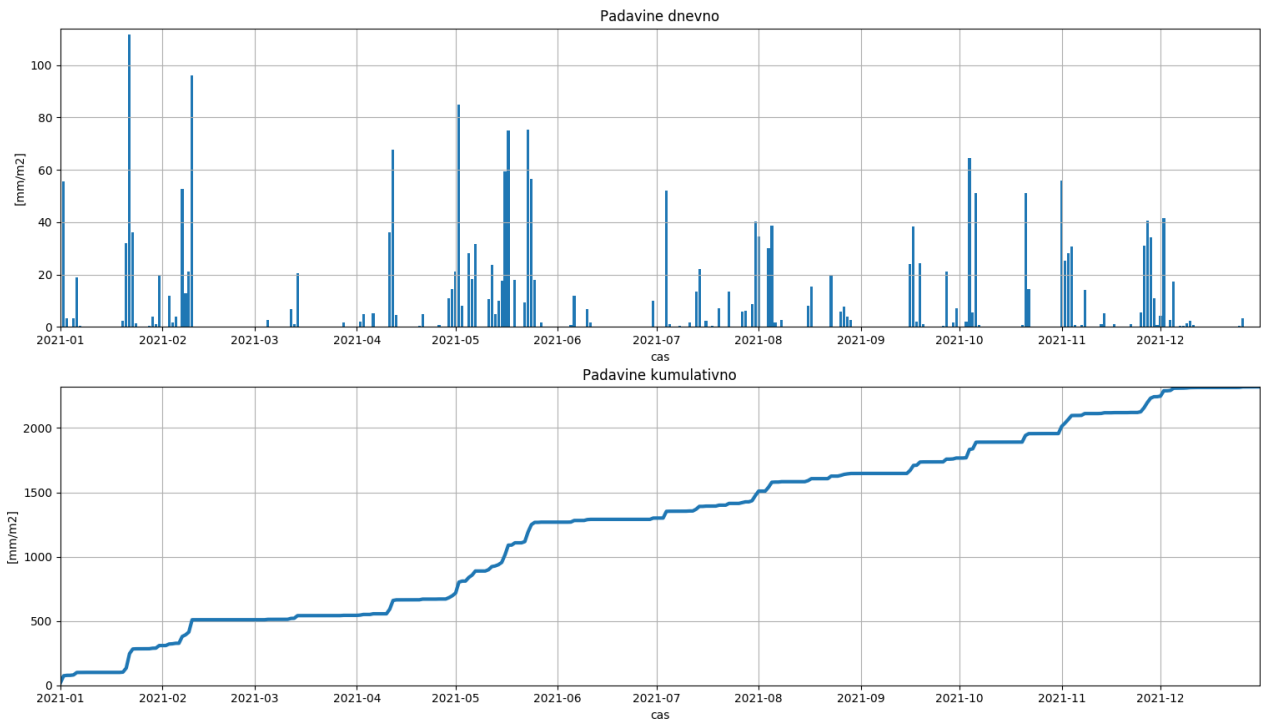
Vsi podatki so zbrani v Tabela 1 ter prikazani na Slika 12, Slika 13, Slika 14 in Slika 15.

Tabela 1: Tabela mesečnih vremenskih podatkov.

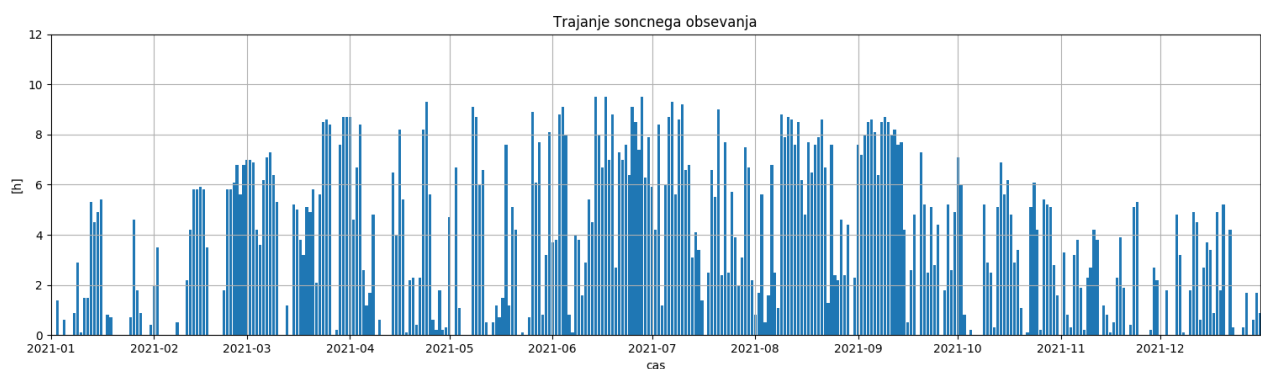
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
Najvišja temperatura	8.7	20.9	25.9	25.5	25.2	35.8	34.2	34.8	30.6	21.8	15.2	8.9	35.8
Povp.najvišja temperatura	4.4	10	13.7	15.8	19.1	29.9	29.8	27.6	25.2	16.7	10.5	5.1	17.3
Povprečna temperatura	1.2	5.4	6.5	9.4	13.1	21.4	22.1	20.1	17.6	10.9	7.1	1.6	11.4
Povp.najnižja temperatura	-1.5	1.6	0.1	3.4	8.1	14	15.9	14.4	11.6	6.3	4.1	-1.2	6.4
Najnižja temperatura	-7	-6.9	-3.8	-4.2	4.4	8.9	12.2	9.9	7.1	0.2	-3.9	-5.3	-7
Št. dni s Tmin < 0°C	20	9	16	4	0	0	0	0	0	0	4	23	76
Št. dni s Tmax < 0°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Št. dni s Tmax > 30°C	0	0	0	0	0	15	18	9	1	0	0	0	43
Padavine [mm]	308.2	200.8	34	152.6	572.4	31.6	175.2	172	119.8	190.4	286.8	76.2	2320
Št.dni s padav. >0.2 mm	15	7	5	11	19	5	14	12	9	8	17	11	133
Sončnih ur [h]	38.9	77.9	153.6	96.9	101	185.7	159.8	153.9	165.5	96.8	53.1	54	1337.1
Izhlapevanje [mm]	7.6	21.8	52.5	63.7	80.3	151.9	139.2	107.8	80.6	38.3	19.4	8.2	771.3
Pot vetra [km]	773	1624	1912	1800	1457	1453	1472	1216	1094	1586	2161	659	17207



Slika 12: Potek najvišjih, najnižjih in povprečnih temperatur v letu 2021.

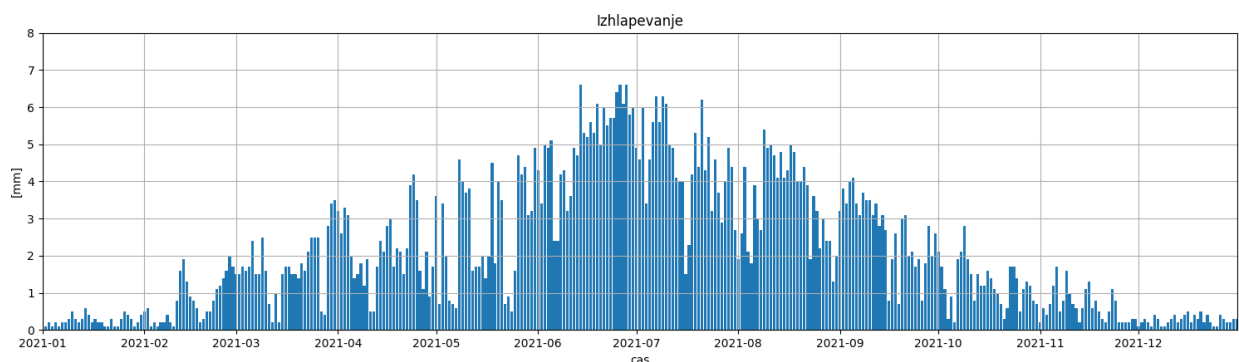


Slika 13: Padavine po dnevih in kumulativno skozi leto 2021.



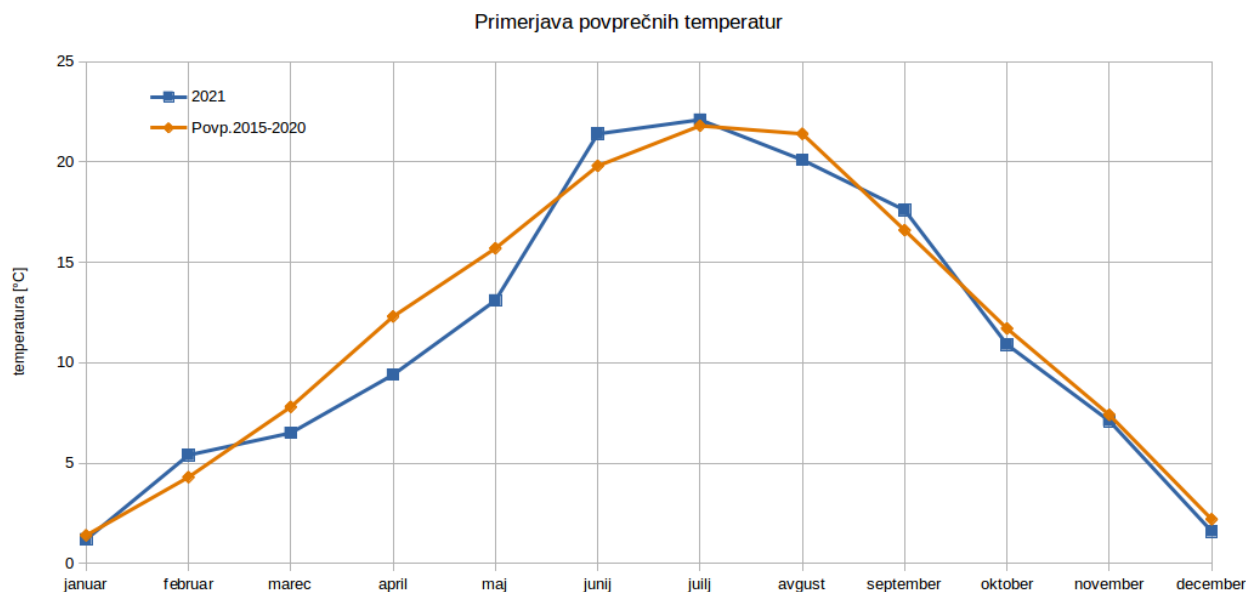
Slika 14: Sončno obsevanje po dnevih skozi leto 2021.

Vode je letos izhlapelo za okrog 770 mm. Upoštevajoč dobrih 2300 mm padavin, smo bili v krepkem vodnem presežku. Izhlapevanje je ocenjeno glede na sončno obsevanje ter druge vremenske parametre; velja za mikro lokacijo vremenske postaje.



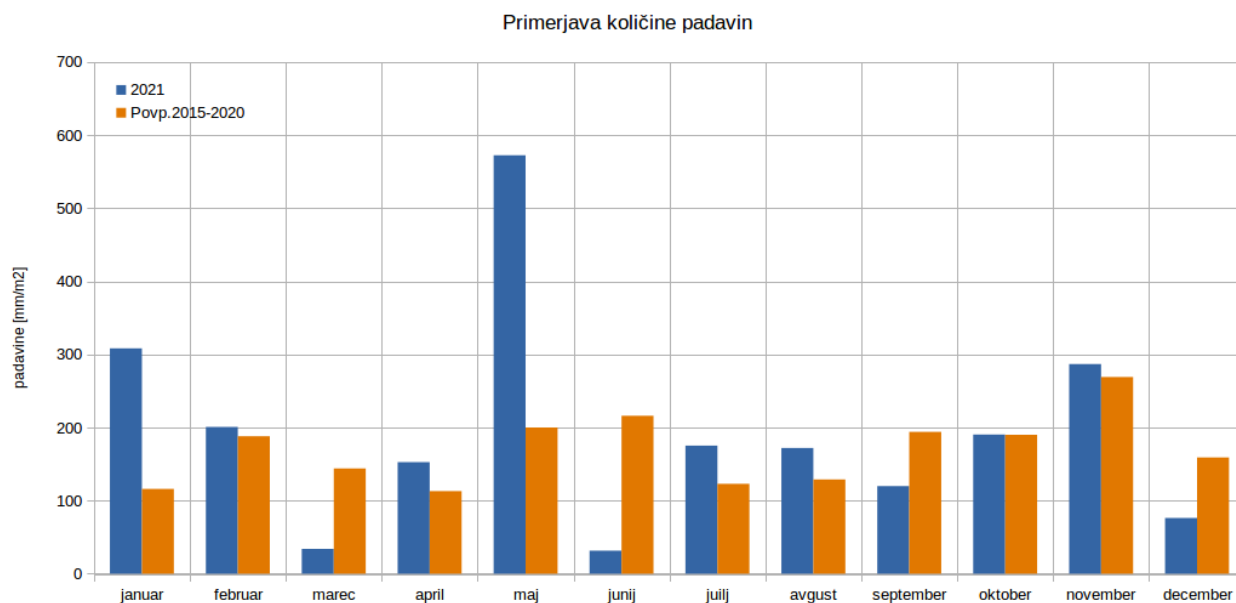
Slika 15: Izhlapevanje po dnevih skozi leto 2021.

Primerjava temperatur in padavin letošnjega leta z obdobjem 2015-2020 je prikazana na Slika 16 in Slika 17. Prva polovica leta je bila nekaj stopinj hladnejša, poletje in jesen pa precej povprečna.



Slika 16: Primerjava poteka letošnjih temperatur s povprečjem 2015-2020.

Pravila za padavine v Tolminu skoraj ni mogoče postaviti. Izrazito namočena sta bila maj in januar, suh pa junij.



Slika 17: Primerjava letošnjih padavin s povprečjem 2015-2020.

V Tabela 2 so zbrani podatki o številu dni s temperaturo nad 30°C, pod 0°C ter številu dni s padavinami (navadno >0,2 mm).

Tabela 2: Število dni.

	2021	Povprečje 2015 – 2020
Število dni z najvišjo temperaturo > 30°C	43	42
Število dni z najnižjo temperaturo < 0°C	76	66
Število dni s padavinami	133	153

V Tabela 3 so zbrani datumi, kdaj je bila temperatura zadnjič in prvič pod 0°C ter datumi s temperaturo prvič in nato zadnjič nad 30°C. »Vodilni« datumi so odebeljeni.

Tabela 3: Prvi in zadnji dnevi s temperaturo 0°C in 30°C.

Leto	Zadnji dan s T<0°C	Prvi dan s T>30°C	Zadnji dan s T>30°C	Prvi dan s T<0°C
2015	19.4.2015	3.6.2015	1.9.2015	3.11.2015
2016	19.3.2016	19.6.2016	12.9.2016	13.11.2016
2017	21.4.2017	30.5.2017	28.8.2017	31.10.2017
2018	26.3.2018	4.6.2018	23.8.2018	19.11.2018
2019	21.3.2019	3.6.2019	1.9.2019	3.12.2019
2020	15.4.2020	22.6.2020	13.9.2020	21.11.2020
2021	9.4.2021	16.6.2021	14.9.2021	22.11.2021

Rekordne letne vrednosti

V Tabela 4 so zbrane nekatere rekordne letne vrednosti v letu 2021. Razen po najhitrejšem sunku vetra, leto ni posebej izstopalo.

Tabela 4: Rekordne vrednosti v letu 2021.

	Vrednost	Čas
Najvišja temperatura	35,8 °C	28.6.2021 ob 14:26
Najnižja temperatura	-7 °C	16.1.2021 ob 8:35
Najvišja temperatura rosišča	25,6 °C	13.6.2021
Najnižja temperatura rosišča	-17,5 °C	12.2.2021
Najhitrejši sunek vetra	84 km/h, severozahod	7.10.2021 ob 15:23
Vetrovna pot (letna)	Približno 17,200 km	
Najvišji zračni tlak	1040,2 mb	14.2.2021
Najnižji zračni tlak	991,2 mb	8.2.2021
Največ padavin v enem dnevu	111,6 litrov	21.1.2021

Povprečne letne vrednosti

Povprečja meritev zadnjih 7 let so prikazane v Tabela 5.

Tabela 5: Tabela za Wikipedijo.

Parameter/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Najvišja temperatura [°C]	13.1	21.2	25.9	28.9	30.2	36.5	38.8	36.6	33.3	23.1	19.6	14.4	38.8
Povprečna najvišja temperatura [°C]	5.4	9.2	14.3	18.9	21.9	27.6	30.0	29.2	23.4	16.9	11.2	5.8	
Povprečna temperatura [°C]	1.4	4.4	7.7	11.9	15.3	20.0	21.9	21.2	16.8	11.6	7.4	2.1	11.8
Povprečna najnižja temperatura [°C]	-1.9	0.6	2.3	5.6	10.0	13.9	15.5	15.1	11.8	7.6	4.1	-0.7	
Najnižja temperatura [°C]	-11.9	-10.3	-6.3	-4.2	0.8	7.0	8.2	7.4	2.8	-1.1	-5.0	-6.6	-11.9
Povprečno število dni T<0 °C	21.7	11.3	6.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.1	20.0	66.9
Povprečno število dni T>30 °C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	10.1	17.4	14.1	0.7	0.0	0.0	0.0	42.6
Povprečna količina dežja [mm]	143.8	190.2	128.7	118.4	253.5	189.3	130.2	134.9	183.2	190.3	271.9	147.0	2081.3
Povprečno število dni z dežjem	10.9	12.0	10.9	10.1	15.6	12.6	13.1	12.6	12.3	13.7	13.3	10.7	147.7

Sneg

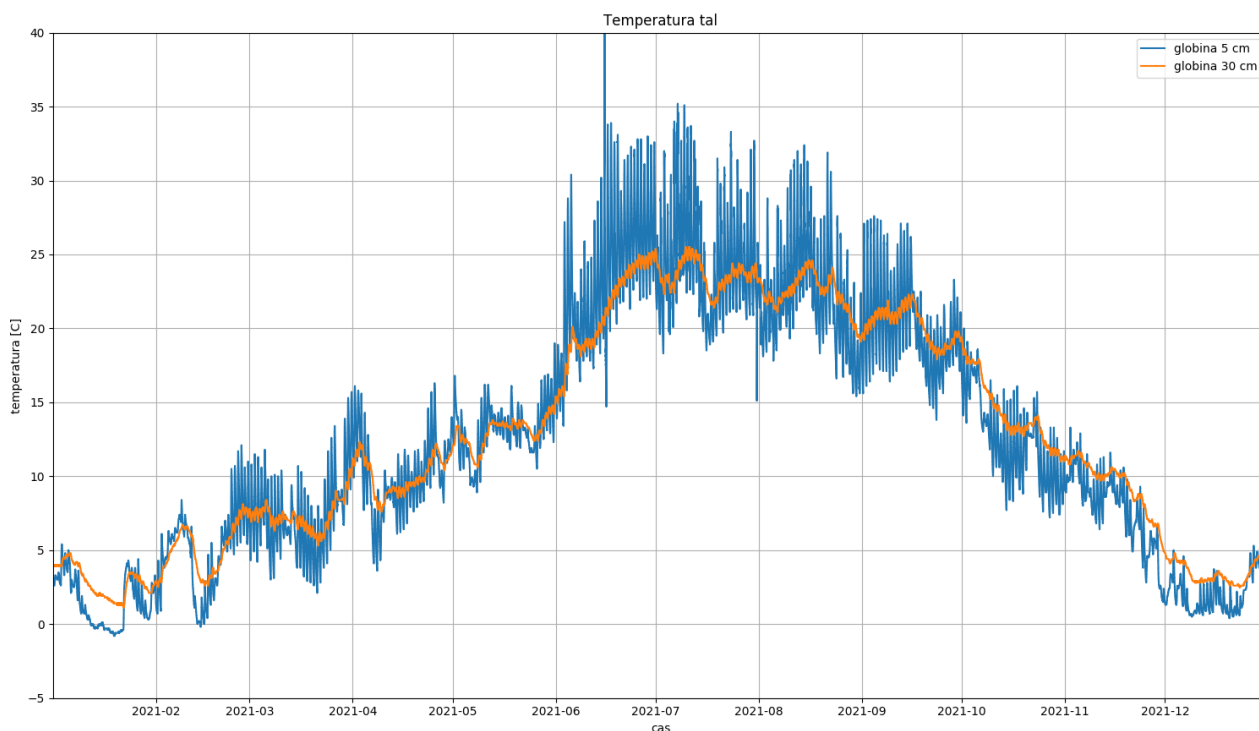
Prvi sneg v zimi 2021/2022 je padel 28.11.2021. Padlo je par cm mokrega snega, ki se je obdržal nekaj dni. V začetku decembra je padlo še nekaj cm, nato pa se je ohladilo in sneg je obstal do druge polovice decembra. Zaplata zmrznjenega snega je ostala do 25.12.2021.



Slika 18: Prvi sneg, 28.11.2021.

Temperatura tal

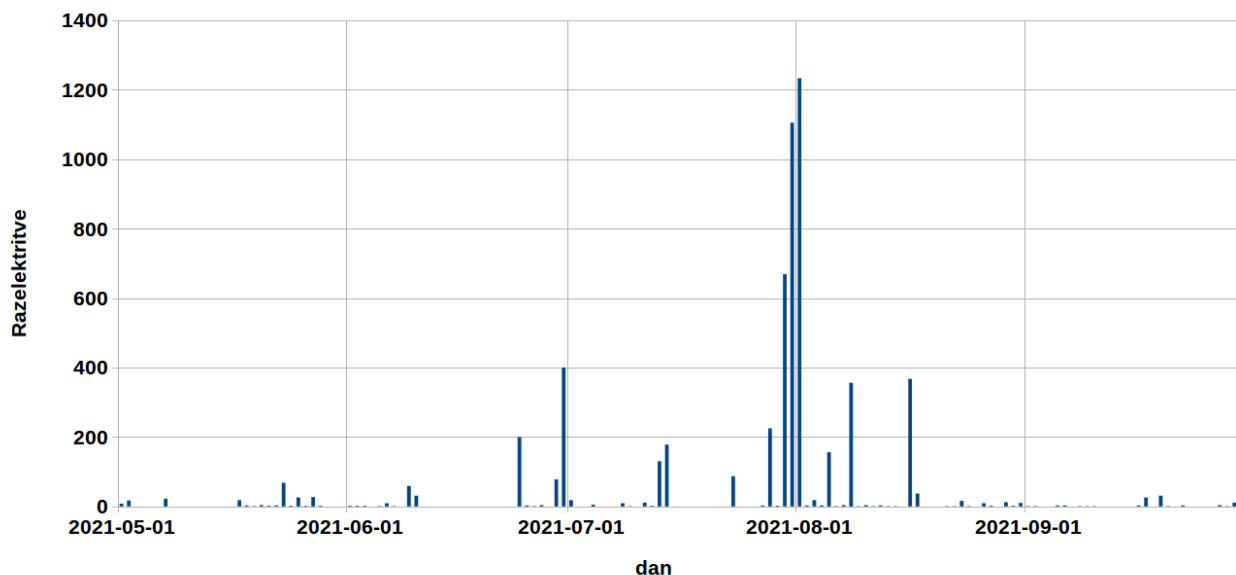
Temperatura zgornje plasti zemlje (5 cm) je bila zamrznjena približno dva tedna sredi januarja. Sredi februarja se je znova ohladila do 0°C, kasneje pa hitro ogrela na 5-10°C. Zaradi dokaj hladnega začetka pomladi, se je konkretnje (nad 20°C) ogrela šele junija. Decembra se je gibala med 0-5°C. Potek skozi leto prikazuje Slika 19.



Slika 19: Temperatura tal v letu 2021.

Strele

Detektorja, ki zaznavata razelektritve v naši bližnji okolici, sta bila priklopljena en v hiši, drugi na dvorišču. Na dvorišču je zaznaval več razelektritev, konkretno razliko je težko oceniti (recimo 20 – 40 %). Na dvorišču je bil za en mesec odklopljen, zato so tukaj predstavljeni samo podatki z detektorja v hiši (Slika 20). Zaradi »lažnih« razelektritev je obdobje omejeno na maj-september.



Slika 20: Razelektritve z lokalnega detektorja.

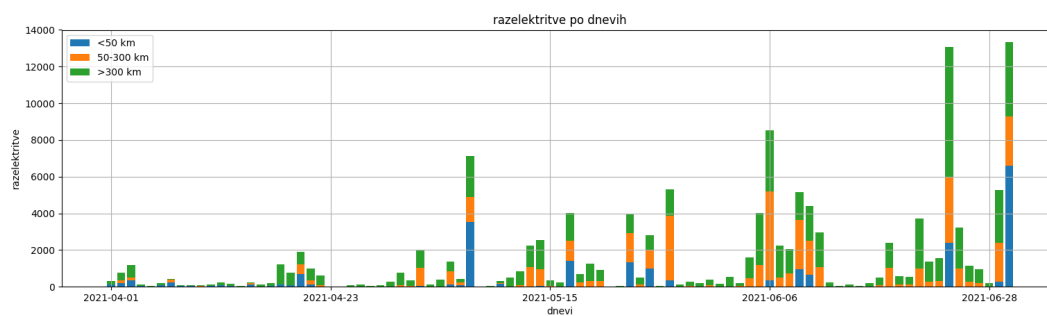
Dnevi z največ razelektritvami so prikazani v Tabela 6. Zelo nevihtno je bilo obdobje 30.7. - 1.8.2021.

Tabela 6: Pet dni z največ razelektritvami (lokalni detektor).

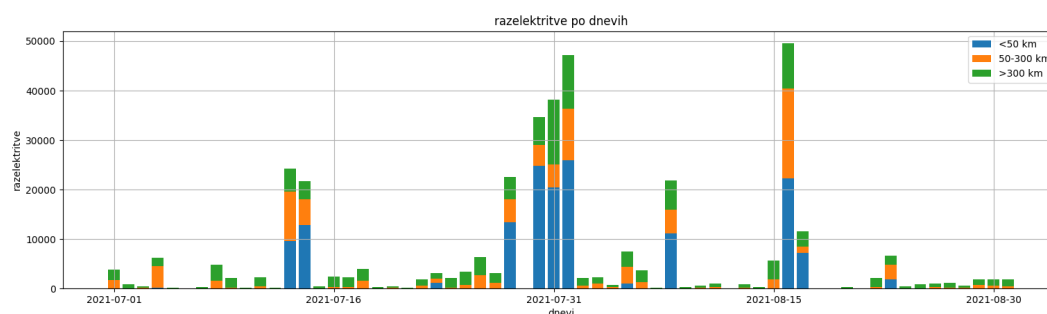
Dan	Število razelektritev
1.8.2021	1233
31.7.2021	1105
30.7.2021	669
30.6.2021	400
16.8.2021	367

Marca je bil priklopljen nov detektor za razelektritve Boltek LD-250. Ker detektor lahko določi približno oddaljenost in smer, so rezultati predstavljeni za tri različne oddaljenosti: do 50 km, med 50 in 300 km ter nad 300 km. Kljub temu da gre za precej dober detektor, je potrebno vse podatke jemati z določeno rezervo.

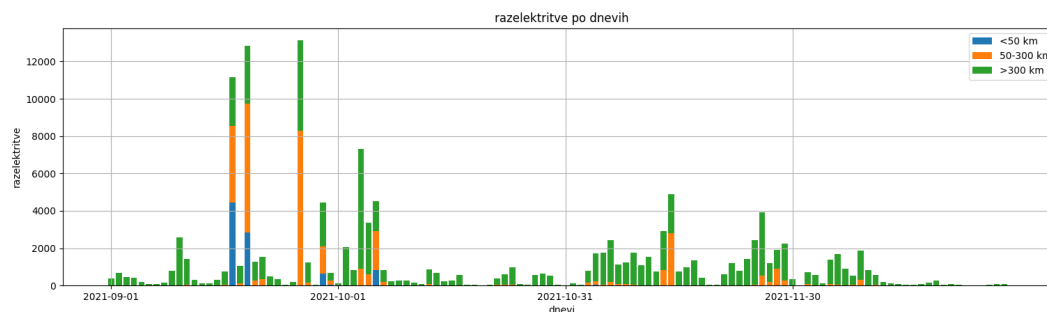
Podatki so prikazani na Slika 21, Slika 22 in Slika 23. Višina posameznega stolpca prikazuje skupno dnevno število razelektritev. Višina modrega dela predstavlja najbližje razelektritve (lahko štejemo kot dan z nevihto), oranžna malce bolj oddaljene (največkrat v Italiji), zelena najbolj oddaljene (največkrat dlje od Korzike ali pa pri Črni Gori in Albaniji).



Slika 21: Razelektritve v obdobju april-junij.



Slika 22: Razelektritve v obdobju julij-avgust.

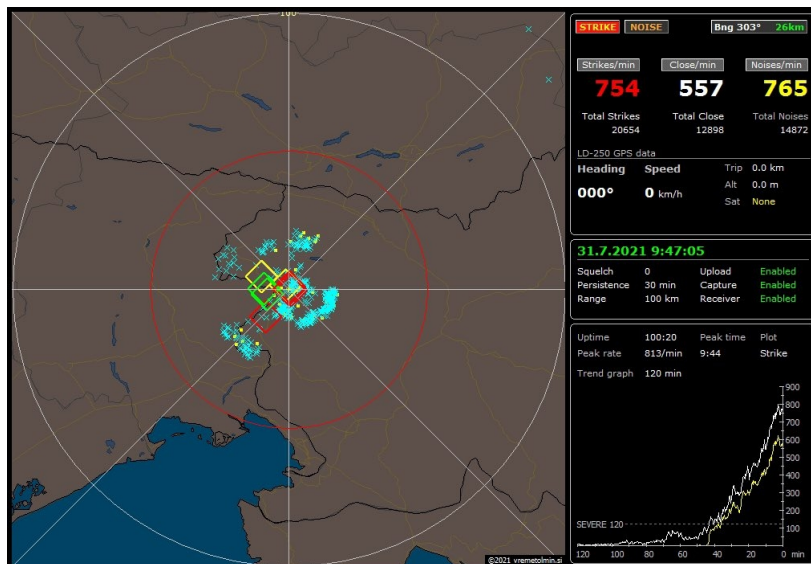


Slika 23: Razelektritve v obdobju september-december.

Dan z najmočnejšo nevihtno aktivnostjo je prikazan na Slika 24. Tega dne je število razelektritev v tekoči minuti preseglo 800! Zanimiva je tudi porazdelitev števila razelektritev po oddaljenosti za prve štiri dneve v Tabela 7.

Tabela 7: Pet dni z največ razelektritvami (detektor Boltek).

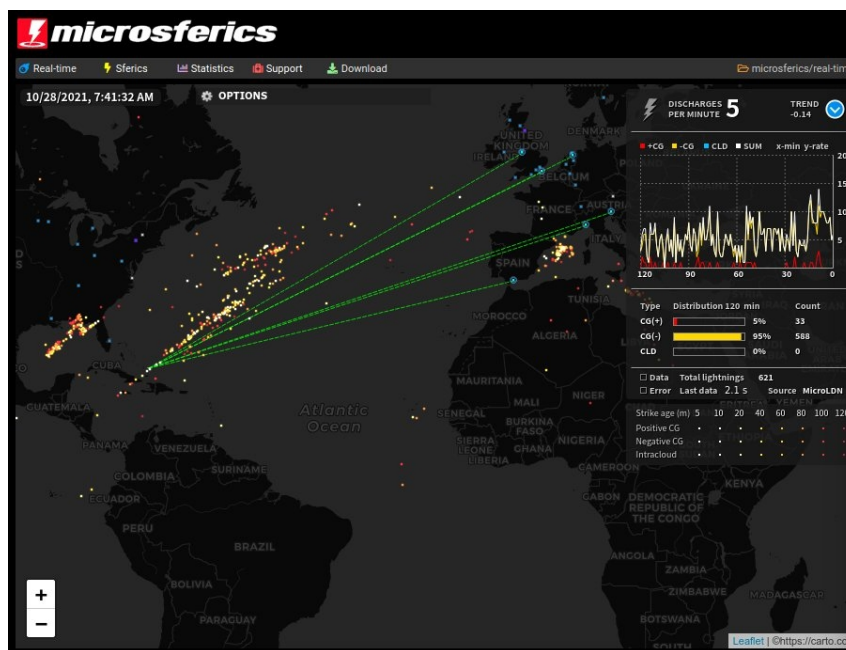
Dan	Skupno število razelektritev	Bližnje <50 km	Srednje 50-300 km	Oddaljene >300 km
16.8.2021	49549	22313	18083	9153
1.8.2021	47127	25951	10347	10829
31.7.2021	38156	20501	4544	13111
30.7.2021	34633	24756	4285	5592
13.7.2021	24234	9534	10063	4637



Slika 24: Največje število razelektritev, detektor Boltek.

Skupno je detektor zaznal 636.500 razelektritev. Po izkušnjah je bilo lažnih razelektritev manj kot 0,2%.

Detektor za razelektritve Microsferics ponuja vpogled v skupno dnevno število zaznanih razelektritev, trenutno stanje procesne elektronike (ojačanje, nivo šuma), zemljevid z razelektritvami pa je na voljo na <http://microsferics.com>. V poletnih dneh se je dnevno število zaznanih razelektritev gibalo med 100.000 – 200.000, a je težko oceniti, koliko je bilo realnih in koliko lažnih.



Slika 25: Ena izmed najbolj oddaljenih (opaženih) razelektritev.

Slika 25 prikazuje eno izmed najbolj oddaljenih razelektritev, ki sem jo opazil. Ocenjena razdalja (vir: Google Earth) je bila okrog 8.000 km.

Zrak

Meritve prašnih delcev PM2.5 in PM10 na domači lokaciji opravljam približno 3 leta. Začetni merilniki so bili eksperimentalni in zelo low-cost (10 EUR) in se tudi niso obnesli. Kasneje sem dve leti uporabljal merilnik Nova SDS011 (25 EUR), ki je deloval precej bolje, vendar so bili rezultati dvomljivi. Jesen 2020 je Davis Instruments ponudil kvalitetnejši in umerjen merilnik prašnih delcev velikosti PM1.0, PM2.5 in PM10. Davis Airlink sem kupil takoj, ko je bil na voljo v Evropi (oktober 2020).

Specifikacije:

- Velikostni razredi delcev: 0,3 do 1,0 μm ; 1,0 do 2,5 μm ; 2,5 do 10 μm
- Resolucija meritve: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Točnost: $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Agencija Republike Slovenije za Okolje je nekajkrat opozorila na interpretacijo rezultatov, pridobljenih iz takih merilnikov. Vsi podatki, prikazani v tem poglavju, so **namenjeni zgolj indikaciji stanja**.

Referenca na dokument ARSO: <https://www.gov.si/novice/2021-06-16-odprtje-prenovljenega-merilnega-mesta-za-kakovost-zraka-v-novi-gorici/>

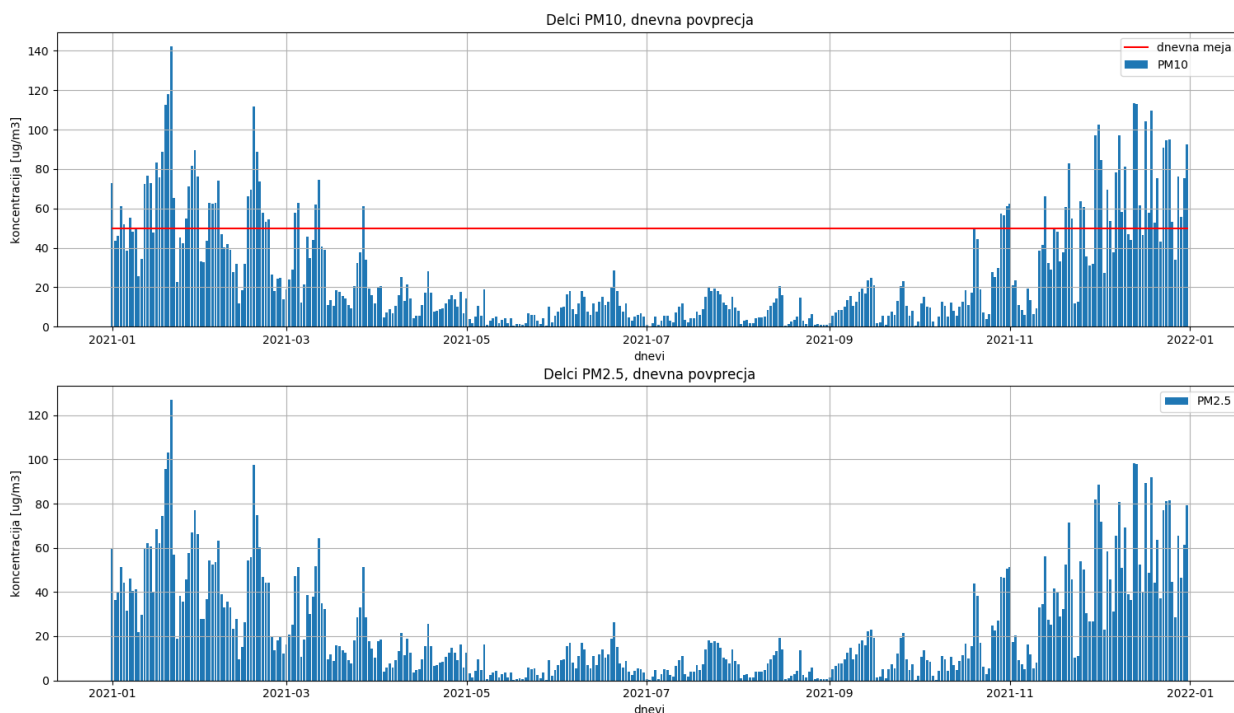
To je izvleček, ki govori o teh merilnikih:

»ARSO izvaja meritve z metodami, ki omogočajo primerljivost meritev z drugimi državami. Poleg tega imamo na ARSO vpeljan tudi sistem zagotavljanja kakovosti meritev. V zadnjem obdobju so za izvajanje meritev kakovosti zunanjega zraka na tržišču pojavljajo tudi merilniki, ki so cenovno dostopni tudi posameznikom. Merilni principi teh nizkocenovnih merilnikov niso referenčni. Na podlagi teh meritev lahko dobimo le indikacijo stanja onesnaženosti zraka.«

Merilnik je postavljen na dvorišču ob hiši. Podatki torej veljajo za bližnjo okolico vremenske postaje. Podatki so povzeti v Tabela 8 in Slika 26.

Tabela 8: Izmerjene povprečne vrednosti prašnih delcev.

Dan	Smernice	Izmerjeno v Tolminu
Letno povprečje PM 2.5 (priporočeno)	< 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Letno povprečje PM 2.5 (mejno)	< 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Letno povprečje PM 10 (priporočeno)	< 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Letno povprečje PM 10 (mejno)	< 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Dnevno mejno povprečje PM 10	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	preseženo v 73 dneh
Najvišje dnevno povprečje	PM 2.5: 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.1.2021) PM 10: 142,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.1.2021)	
Najnižje dnevno povprečje	PM 2.5: 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.7.2021) PM 10: 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.7.2021)	



Slika 26: Prašni delci, dnevna povprečja.

Tabela 9: Indeks kakovosti zraka.

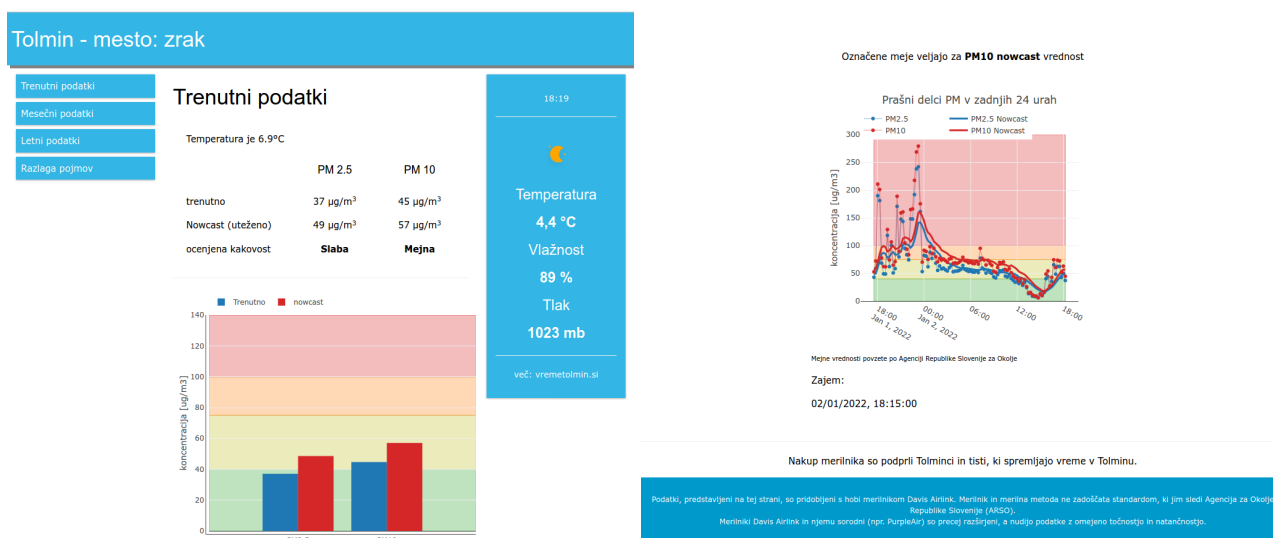
	Indeks	PM10 nowcast [µg/m ³]	PM2.5 nowcast [µg/m ³]
Dobra	<= 50	<= 40	<= 20
Mejna	51 – 75	41 – 75	21 – 40
Slaba	76 – 100	76 – 100	41 – 80
Zelo slaba	>100	>100	>80

Za oceno trenutne kakovosti zraka se uporablja t.i. »Nowcast« vrednost. To je uteženo 12-urno povprečje s poudarkom na zadnjih 3 urah (Tabela 9, povzeto po ARSO). V drugih državah in tudi pri nas se včasih uporablja tudi t.i. AQI (indeks kakovosti zraka).

Projekt za zrak – Tolmin

Ker so bile izmerjene koncentracije prašnih delcev pozimi dokaj visoke, sem se odločil postaviti merilnik še nekam bližje centru Tolmina. Na Twitter profilu ter spletni strani vremenske postaje sem povabil Tolmince, da bi prispevali k nakupu dodatnega merilnika. Odziv je bil dober, prispevalo nas je skupno 14. Merilnik je bil nabavljen sredi novembra (202 EUR). Približno 1 mesec sem imel priklopljenega doma in primerjal izmerke z mojimi. Ko sta bila nameščena drug ob drugem, sta merilnika poročala skoraj identične vrednosti.

Medtem je že zaživela spletna stran, kjer so predstavljeni izključno podatki s tega merilnika: <http://tolmin.zevs.si>



Slika 27: Spletna stran za merilnik Tolmin.

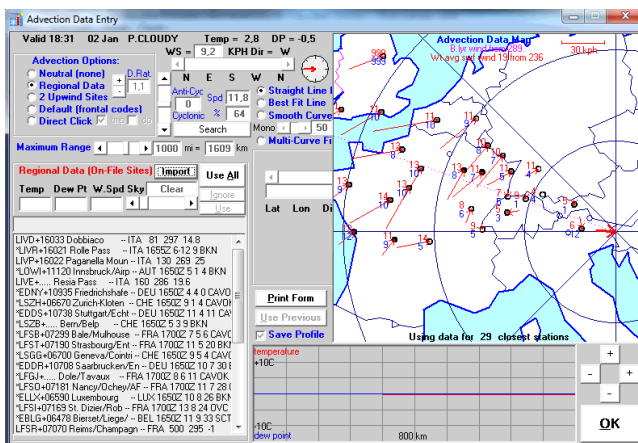
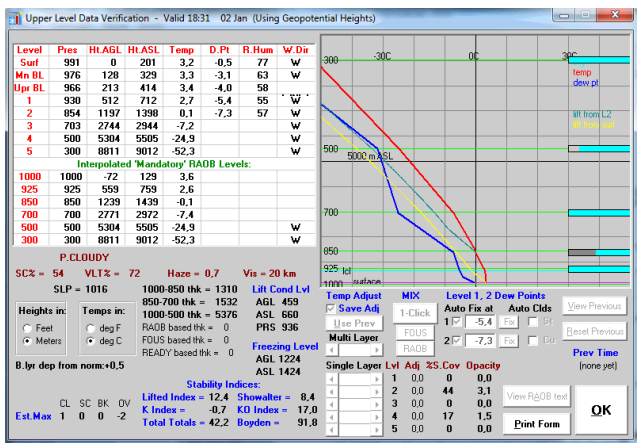
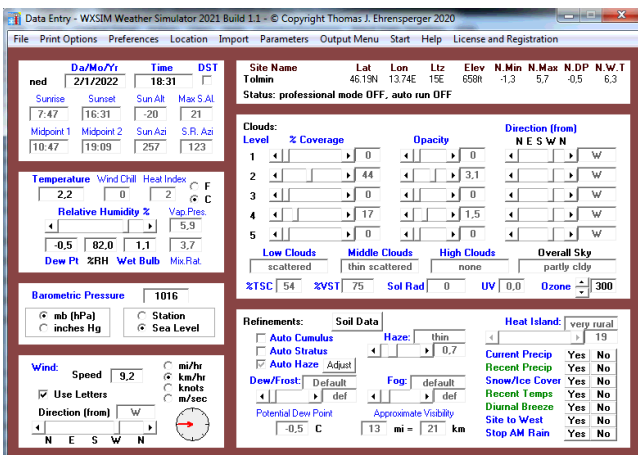
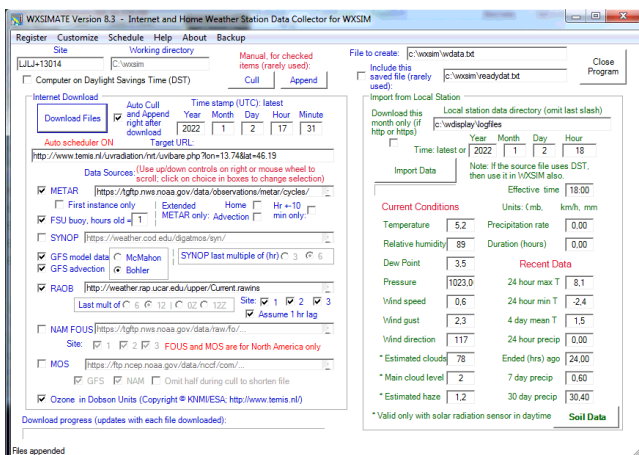
V zadnjih dneh decembra je merilnik začasno postavljen na zahodni strani Tolmina, končno pa bo nameščen nad atrijem osnovne šole Franceta Bevka Tolmin, kjer so hiše bolj oddaljene in bodo podatki veljali za širšo okolico.

Vremenska napoved

Veliko ljudi želi poleg trenutne temperature in morda kakšnega drugega podatka pogledati še, kakšno vreme nas čaka naslednji dan. Spletni servisi, kot so Weather Underground ali tudi naš ARSO (vreme.si), ponujajo »vgradnjo« vremenske napovedi za izbrani kraj. Ker želim na moji spletni strani prikazati čimveč avtorske vsebine in podatkov, sem raziskal možnosti za pripravo vremenske napovedi prav za naš kraj.

Tolminska kotlina je z vseh strani zaprta z gorami in hribi, ki preprečujejo pretok zraka. V Tolminu prevladujeta jugovzhodni veter (burja) ter šibkejši severozahodni veter. Občasno se lahko pojavi tudi močan severnik. Zaradi teh specifik je priprava zanesljive vremenske napovedi težka. Še najbližja je seveda napoved ARSO.

Decembra sem kupil programski paket WXSIM. Program je prilagojen na značilnosti našega kraja in upošteva pretekle in trenutne podatke z vremenske postaje. Poleg tega prebere METAR podatke iz širše okolice in upošteva modelski izračun GFS. Nekaj zaslonov posnetkov je prikazanih na slikah.



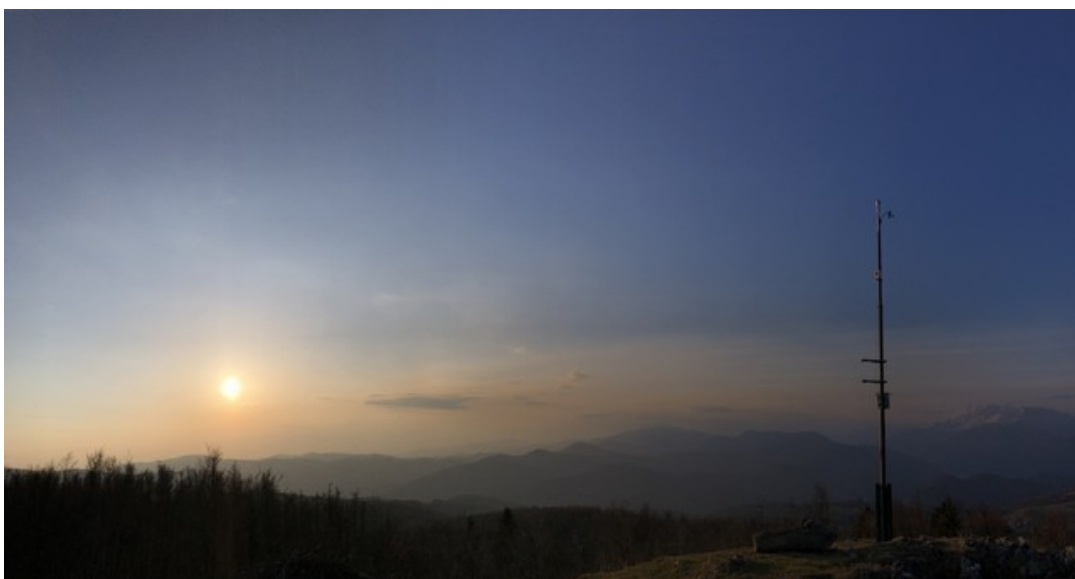
Napoved je izdana za največ 9 dni vnaprej, zanesljivost pa z oddaljenostjo pada. V splošnem je napoved sprejemljiva za 1-2 dni (vsaj v trenutnem letnem času in trenutni decembrski dinamiki...). Originalno je napoved podana v angleškem jeziku in v tih tekstovnih datotekah. Na spletni strani je povzeta v ikonah in kratkih prevodih, ki niso vedno jezikovno in slovnično pravilni (strojno grajenje povedi).

Postaja Veternik

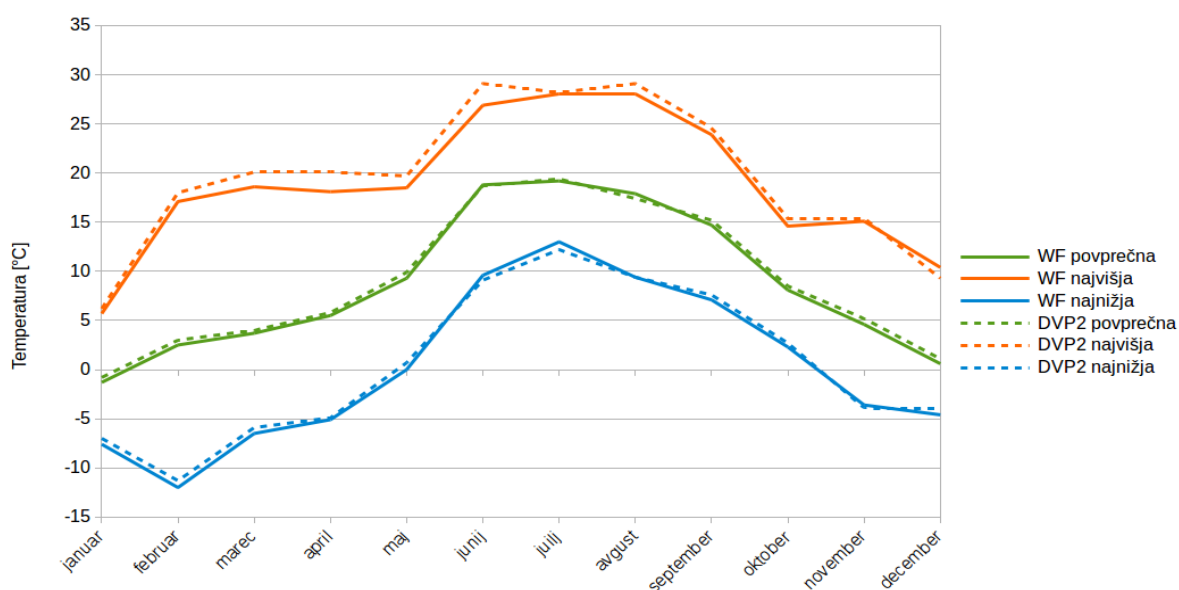
Na lokaciji **Veternik** je postaja delovala večinoma v redu (Slika 28). Na postaji Weatherflow je bilo potrebno menjati baterije v obeh sensorjih, zaradi česar je bilo nekaj dni izpada podatkov. Senzor Sky (veter, sončno obsevanje, dež) je ob močnejšem vetru nekaj minut kazal napačne podatke, v splošnem pa je bilo v redu.

Na isti lokaciji podatke zbira tudi postaja Davis Vantage Pro2, je pa merilnik temperature nameščen cca 10 višinskih metrov/80 metrov oddaljenosti nižje v zavetju.

V letu 2021 je povprečna hitrost vetra znašala približno 11,3 km/h, kar pomeni nekaj več kot 97.000 km letnega »windruna« (pot vetra). Najhitrejši sunek vetra je bil med 80 km/h in 90 km/h, jugovzhod. Na lokaciji prevladujeta jugozahodnik/zahodnik ter jugovzhodnik (burja).



Slika 28: Vremenska postaja Veternik, marec 2021.



Slika 29: Mesečne temperature na postajah Veternik.

Slika 29 prikazuje potek mesečnih povprečnih ter najvišjih in najnižjih temperatur na lokaciji Veternik. Polne črte so podatki s postaje Weatherflow, črtkane pa s postaje Davis Vantage Pro2.

Povprečna letna temperatura je bila 8,2°C. Najvišja temperatura je bila izmerjena julija in avgusta, 28,1°C. Najnižja temperatura je bila izmerjena februarja, -12°C. Dnevov, s temperaturo pod lediščem, je bilo 85. Ledenih dni je bilo 23. Podatki so prikazani v Tabela 10.

Tabela 10: Letni podatki o temperaturah na lokaciji Veternik.

→ temp [°C]	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
Najvišja	5.7	17.1	18.6	18.1	18.5	26.9	28.1	28.1	23.9	14.6	15.1	10.4
Povp. najvišja	0.7	5.2	7.3	8.7	12.9	22	22.7	21.1	18.1	10.8	7	3.3
Povprečna	-1.3	2.5	3.7	5.5	9.3	18.8	19.2	17.9	14.7	8.1	4.6	0.6
Povp. najnižja	-3	0.3	0.9	2.5	6.2	15.3	15.9	14.3	12.2	6.1	2.7	-1.3
Najnižja	-7.6	-12	-6.5	-5.1	0	9.6	13	9.4	7.1	2.3	-3.6	-4.6
Tmin < 0°C	28	10	10	10	1	0	0	0	0	0	7	19
Tmax < 0°C	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6

Postaja Solkan

Postaja obratuje od marca 2016. Letos sem prvič naredil pregled senzorjev vendar postaje ni bilo potrebno razstaviti ali drugače sanirati. Ob močnejših sunkih vetra (nad 60 ali 70 km/h) je poročala nekaj lažnih padavin, sicer je delovala v redu. Jeseni je bila za nekaj dni prestavljena na drugo lokacijo, kjer so bili podatki o temperaturi znatno napačni in vključeni v statistiko. Detektor za gamma žarke sem odklopil, dodal pa sem dva temperaturna senzorja za merjenje temperature tal na globinah 10 cm in 30 cm.

Slika 30 prikazuje postajo, sneto z nosilca. Na ohišju ni videti nobenih sledov degradacije od UV žarkov, razpok ali lukenj. Šalčke in smernik tečeta v redu. Komunikacija z bazno postajo tudi deluje brez težav. V uporabi je od konca marca 2016, poletne temperature so pogosto čez 35°C, letna pot vetra je tipično 50.000 km.



Slika 30: Davis Vantage Vue na postaji Solkan.

Tabela 11: Letni podatki o temperaturah na lokaciji Solkan.

→ temp [°C]	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
Najvišja	12.9	25.9	25.3	24.6	26.1	34.4	35.6	37.8	32.3	25	20.1	12.4
Povp. najvišja	8.1	12	14.9	16.6	21.1	30.6	31.5	30.2	27.8	19.2	14.2	9.2
Povprečna	4.6	8.1	9.3	11.7	15.7	23.9	25.4	23.9	21.1	14	10.5	5.3
Povp. najnižja	1.8	4.7	4.1	7.2	11.2	18.1	19.8	18.3	16	10	7.6	2.2
Najnižja	-3.4	-4.2	-1.8	-0.2	7.7	12.5	16.2	13.6	11.6	4.8	-0.2	-1.4
Tmin < 0°C	10	6	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Tmax < 0°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tmax > 30°C	0	0	0	0	0	17	23	14	4	0	0	0

Plani, investicije

Realizacija plana iz leta 2020:

- ✓ Preseliti vetromer na drugi konec strehe, kjer bo bolj izpostavljen jugovzhodnemu vetru.
- ✓ Podrobnejši pregled šalčk in vetromera na splošno.
- ✓ Nadgradnja starega Raspberry Pi (en detektor za strele, stari detektor prašnih delcev, splošne skripte)
- ✓ Na spletno stran dodati vremenski koledar
- ✓ Razne posodobitve spletne strani
- ✓ Dnevni backup vseh Raspberry Pi in računalnika
- ✗ Izdelava wifi spletne kamere s solarnim napajanjem in usmerjeno long-range wifi anteno

Od zastavljenih ciljev mi ni uspelo spraviti skupaj spletne kamere s solarnim napajanjem. Cilj ostaja za prihodnje leto. V letu 2021 je bilo investicij za približno 1.400 EUR.

Plan za leto 2022:

- Ohraniti vse senzorje, ostalo instrumentacijo in spletno stran delujočo (=praktično ves prosti čas)
- Podrobneje beležiti vremenske pojave (vročinski valovi, sopara, dnevno vreme).
- Postaviti sistem za detekcijo kozmičnih žarkov na lokaciji Solkan (=cca 8.000 EUR)
- Postaviti vremensko hiško na lokaciji Solkan (material je pripravljen)

Zaključek

S tem poročilom zaključujem 7. leto beleženja vremenskih podatkov. V letu 2021 se je odprla nova dimenzija, ko sem dodal nova dva detektorja za razelektritve. Ob aktivnejšem nevihtnem dogajanju je bilo zelo zanimivo v živo spremljati, kaj vse je moč zaznati stotine ali celo tisoče kilometrov daleč. Lepo je bilo dobiti povratno informacijo od obiskovalcev spletne strani in Twitter profila. Nekaj sprememb na spletni strani je bilo narejenih prav zaradi teh predlogov. Začetek decembra sem svoj hobi predstavil tudi na radiu Primorski val. V letu 2022 bom malo več časa posvetil lokaciji Solkan, kjer bom postavil vremensko hiško ter povezal par detektorjev za merjenje kozmičnih žarkov. To zadnje je sicer povezano tudi z rednim delom, ki ga opravljam v podjetju Instrumentation Technologies.

Če ste se prebili do konca tega poročila, čestitke :-)

Peter

Tolmin, 30.12.2021



Tolmin, 13.10.2021

