

Letno vremensko poročilo 2020

Vremenska postaja Tolmin

Naprave	
Temperatura, vlaga, veter, tlak, sončno obsevanje	Davis Vantage Pro2, Weatherflow Sky
Temperatura tal	1-wire temperaturni senzor (2x)
Temperatura na soncu	1-wire temperaturni senzor
Senzor za oblačnost ponoči	1-wire temperaturni senzor v bučki
Detektor za razelektritve (strele)	AS3935 + Raspberry Pi
Senzor za delce PM2.5/PM10	SDS011 + Arduino + Raspberry Pi, Davis Airlink
Merilnik debeline snežne odeje	VL53L0X + Wemos D1 mini
Kamere	2x Raspberry Pi, 1x 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/vetrvnik
Vreme Šempeter pri Gorici	https://www.i-tech.si/vreme/šempeter
Nekaj skript	https://github.com/peterleban

Podatki se beležijo vsako minuto. Spletna stran <http://www.vremetolmin.si> je osvežena vsako minuto. Podatki so na voljo tudi na Weather Underground (ITOLMINT6); od jeseni naprej je izklopljen RapidFire updates.

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

Tolmin, januar 2021

Kazalo vsebine

O postaji in meritvah v letu 2020.....	4
Postaje Veternik, Šempeter in Solkan.....	7
Povprečne in skupne vrednosti.....	10
Ekstremne vrednosti.....	11
Sneg.....	14
Strele.....	15
Temperatura tal.....	16
Tabela za Wikipedijo.....	16
Zaključek.....	17
Dodatek 1 – NOAA report Tolmin.....	18
Dodatek 2 – NOAA report Solkan.....	19
Dodatek 3 – NOAA report Veternik.....	20

Kazalo tabel

Povprečne vrednosti po mesecih.....	10
Ekstremne vrednosti.....	12
Najbolj nevihtni dnevi.....	15
Tabela za Wikipedijo.....	16

Kazalo slik in grafov

Senzorji na travniku.....	4
Merilnik prašnih delcev - Davis Airlink.....	4
Izbirni menu na spletni strani.....	5
Vetromer na gasilskem stolpu.....	5
Nov Davisov merilnik količine padavin.....	6
Senzor za debelino snežne odeje (2).....	6
Vremenska postaja Veternik.....	7
Weatherflow Air senzorji.....	7
Dodatni senzorji na vremenski postaji Solkan.....	8
PM senzor v dozi.....	8
Napajanje za PM senzor.....	8
PM senzor, montiran na drogu.....	8
Kamera zahod v Solkanu.....	8
Pogled proti zahodu, Solkan.....	8
ADS-B antena.....	9
Scintillator.....	9
Fotopomnoževalka.....	9
Red Pitaya, priklop.....	9
Povprečne temperature in padavine čez leto 2020.....	11
Najvišje in najnižje dnevne temperature ter zračna vlažnost čez leto 2020.....	12
Padavine in izhlapevanje čez leto 2020.....	13
Soča pod volčanskim mostom.....	13
Soča pri Labrci.....	13
Tolminka pod tolminskim mostom.....	13
Snežna odeja 28.12.2020.....	14
Sneg v zbiralniku za dež.....	14
Strela, katero je po naključju ujela kamera v Tolminu.....	15
Dnevne razelektritve čez leto 2020 (od julija naprej).....	15
Temperatura tal v letu 2020.....	16
Lokacija postaje ob Tolminki, 16.3.2020.....	17

O postaji in meritvah v letu 2020

Glavni senzorji (Davis Vantage Pro2) so delovali pretežno brez težav. Občasno je prihajalo do pogrškov pri beleženju padavin (primerjava s sposojenim kalibriranim ročnim zbiralnikom). Pogreški so bili nepredvidljivi in so lahko zanihali do 10-15% v minus. Vetromer (šalčke) se občasno ne zavrtijo, kljub rahlemu vetru. Vzrok (še) ni znan; v letu 2020 ni bilo opravljenega nobenega »bližnjega« pregleda ali vzdrževanja na strehi. Ostali senzorji (temperatura, vlažnost, sončno obsevanje) so delovali brez težav, merjenje temperature poteka vzporedno s še eno vremensko postajo, ki ima senzor v vremenski hiški. Odstopanja so minimalna. Ilustracija 1 prikazuje senzorje na dan 28.12.2020.



Ilustracija 1: Senzorji na travniku.

nobeno lažno razelektritevijo, občutljivost pa je bila primerljiva z detektorjem na dvorišču. Detektor v hiši je sicer programiran malce drugače – ob vsakem zagonu poišče najbolj ustrezno vrednost kondenzatorja za tuning sprejemne antene. Ob pogostejših popoldanskih nevihtah je bilo priložnosti za optimizacijo parametrov dovolj. T.i. noise-floor je lahko ostal na najnižji nastavitvi, pomembni pa sta nastavitvi spike-rejection in ojačanje. Ob sesutju SD kartice v Raspberry Pi sem ostal brez vse zgodovine razelektritev z detektorja na dvorišču.



Ilustracija 2: Merilnik prašnih delcev - Davis Airlink.

EU.

Senzorja za beleženje temperature tal sta bila preverjena in očiščena, delovala sta v redu. Jeseni sem ponovno vklopil preračun stanja oblačnosti nočnega neba. Za preračun sta uporabljeni temperaturi znotraj in izven bučke (kozarčka).

Detektor za strele je zaznaval precej lažnih razelektritev, ki so bile večinoma posledica vklopov termostata/oljne peči ali sušilca za lase. En detektor je ostal na stalnem mestu na dvorišču, dodal pa sem še drugega na travnik. Na travniku ni zaznal nič razelektritev oz. je bil popolnoma zasičen z motnjami. Izvora motenj nisem iskal. Taisti detektor je potem v hiši na okenski polici deloval odlično s praktično

Oktober je Davis Instruments na tržišče poslal nov izdelek: Davis Airlink. To je merilnik prašnih delcev PM1.0, PM2.5 ter PM10. Po specifikacijah je Davis Airlink kalibriran merilnik kakovosti zraka. Vseeno pa gre najverjetneje za integracijo enega izmed senzorjev, ki uporabljajo fotodiodo za oceno zapašenosti in velikosti delcev. Airlink vsebuje tudi temperaturni senzor in senzor vlažnosti, preko katerih najverjetneje popravlja izmerjene vrednosti. Kljub temu, da gre za priznanega proizvajalca (Davis), izmerjenih vrednosti ne moremo primerjati z meritvami, ki jih izvaja Agencija za okolje Republike Slovenije (ARSO). Vrednosti naj bodo uporabljene zgolj v »zabavne«, hobi namene. Senzor sem naročil in dobil nekaj dni po sprostitvi prodaje v

Raspberry Pi #1 je bil uporabljen za zbiranje slik s 3 lokacij, za beleženje razelektritev, prašnih delcev s senzorja SDS011, za 3G USB dongle (pošiljanje SMS sporočil) ter za komunikacijo z glavnim računalnikom. Tudi letos (!) je odpovedala SD kartica, za menjavo sem zaradi pomanjkanja časa potreboval nekaj dni. Izgubljeni so bili vsi (!) podatki. Ker je kovačeva kobila največkrat bosa, seveda ni bilo nastavljenega varnostnega kopiranja.

Raspberry Pi #2 je bil uporabljen za eno kamero ter za komunikacijo s Flight Radar24, kamor pošilja podatke o letalskem prometu nad Tolminom. Doseg je majhen; nekje od Trbiža do hrvaške meje (in še malo čez) proti JV.

Raspberry Pi #3 (ZeroW) je uporabljen izključno za kamero.

Letos je glavni računalnik deloval brezhibno, z le enim sesutjem Windowsev, a brez izgube podatkov. Prenosni računalnik sicer (še) deluje, vseeno razmišljam o rezervi.

Spletno stran sem posodabljal v majhnih korakih. Odstranil sem večino grafov z osrednjega pogleda in jih dal na ločeno stran. Grafi prikazujejo zgodovino zadnjih 2 dni. Še vedno manjka graf vodne bilance, na katerega sem v tem letu pozabil (plan je bil za leto 2020). Na osrednji strani je dodan izbirni meni (zgoraj desno), kot prikazuje Ilustracija 3.



Ilustracija 3: Izbirni meni na spletni strani.

Na spletni strani so na voljo podrobnejši podatki (stran »Podrobno«) o rekordnih vrednostih tekočega meseca in leta ter od začetka meritev. Prikazane so povprečne temperature po mesecih in letih, mesečna povprečja prašnih delcev ter tabela v stilu Wikipedije (povprečne/najvišje temperature, povprečja padavin, števila vročih in hladnih dni ter število dni s padavinami). Povprečje je izračunano iz podatkov od leta 2015 do 2020 (6 let).



Ilustracija 4: Vetromer na gasilskem stolpu.

Novost v letu 2020 je dodatni vetromer na gasilskem stolpu v Tolminu (Ilustracija 4). Vetromer je del postaje Weatherflow; hitrost in smer vetra meri ultrazvočno brez vrtečih se delov. Vrh senzorja je občutljiv na dežne kaplje – preko vibracij določi velikost kapljic ter intenziteto trkov. Preko tega oceni količino padavin. Senzor je občutljiv na vibracije v drogu, zato pri močnejšem vetru beleži tudi »lažne padavine«. Čisto na vrhu senzorja sta še UV in solarni (lux) senzor. Vse podatke s tega senzorja zajemam na lokaciji pri Tolminki ter jih kombiniram s tistimi pri Tolminki. V »uradne« podatke so vključeni zgolj podatki s senzorjev pri Tolminki, na spletni strani pa so objavljeni vsi.

Lokacija na gasilskem stolpu je odlična za merjenje bolj realne hitrosti ter smeri vetra nad Tolminom. Za razliko od lokacije pri Tolminki, lahko na gasilskem stolpu izmerimo veter z jugozahoda/zahoda ter sončno obsevanje praktično do zahoda (za hribi). Je pa Weatherflow senzor muhast in včasih poroča nepravilne vrednosti.



Ilustracija 5: Nov Davisov merilnik količine padavin.

Kot že omenjeno, je bilo z dežemerom kar nekaj dela in kalibriranja prekucne vagice. Po nekaj dežnih epizodah, ko je bila avtomatsko izmerjena vrednost primerljiva z ročno izmerjeno, so izmerki ponovno pričeli odstopati za 10-15%. Odločil sem se za menjavo prekucne vagice s t.i. žličko (Davis tipping spoon). Menjavo sem opravil v decembru. V prvi dežni epizodi (cca 78 litrov) je izmeril identično količino kot ročni zbiralnik.

Z obstoječo vagico sem popravil Davis postajo na lokaciji Veternik.

Po neuspehu z ultrazvočnim merilnikom razdalje (beri: debeline snežne odeje) sem tekom leta spravil skupaj nov senzor, ki za merjenje razdalje uporablja t.i. time-of-flight metodo. Senzor (~25 EUR) je priklopljen na Wemos D1 mini (~5 EUR) in je postavljen približno 97 cm nad ravno kamnito ploskvijo (Ilustracija 6). Zaradi načina merjenja (svetloba, z valovno dolžino 940 nm) je zanesljivo merjenje v mraku oz. ponoči, podnevi pa malo manj. Vrednosti zajemam vsakih 15 minut, opravim 10 zaporednih meritev ter izračunam povprečje vrednosti, ki so v 80% območju.



Ilustracija 6: Senzor za debelino snežne odeje (2).

V sneženjih v decembru (do 7 cm snežne odeje) je enkrat pokazal 5-6 cm, drugič pa 3 cm. Senzor deluje bolje od ultrazvočnega, ne pa še zadovoljivo. V planu (ideja) je že nov način.

Postaje Veternik, Šempeter in Solkan



Ilustracija 7: Vremenska postaja Veternik.



Ilustracija 8: Weatherflow Air senzorji.

Na lokaciji **Veternik** (Ilustracija 7) je nadomestni senzor Weatherflow Sky deloval do novembra v redu, ob dolgotrajnem močnejšem vetru (50-80 km/h) pa so ponovno bili problemi, že znani od prej. Proizvajalec nadomestnih senzorjev nima več, ponujal mi je novo postajo (150 EUR + dobavljivost šele sredi 2021). Ob naslednji menjavi baterij bom postajo podrobneje pregledal. Sumim na kratkotrajno izgubo kontakta pri napajanju (ob vibracijah pri močnih sunkih vetra) in posledično reset postaje. Ker postaja uporablja neke vrste samokalibracije, verjetno ob resetu »izgubi spomin«. Predvidevam, da proizvajalec ni predvidel reseta ob močnem vetru in pri kalibraciji upošteva mirnejše ozračje. To so seveda samo domneve, jasne potrditve napake s strani proizvajalca ni. Poleg tega pa je v prvi snežni epizodi decembra senzor zasul sneg, reža z ultrazvočnimi senzorji je bila zasuta in merjenje vetra onemogočeno. Istočasno je bil »ustavljen« tudi Davisov anemometer, zato to odpoved smatram kot sprejemljivo.

V letu 2020 je povprečna hitrost vetra znašala 10,8 km/h, kar pomeni okrog 94.000 km letnega »windruna«.

Weatherflow Air (temperatura, vlažnost, zračni tlak ter razelektrivte) senzor je nameščen v majhni hiški in je deloval brez težav. Menjava baterij po 2 letih uporabe. Senzor je prikazan na Ilustracija 8.

Moji senzorji (Weatherflow) gostujejo na obstoječem drogu z Danijelovo postajo Davis Vantage Pro2. Med letom sva kupila nov Davisov anemometer, ker je bil stari zdelan od žledi. Konec leta 2020 sta oba vetromera nameščena drug poleg drugega na vrhu droga. Izmerki so precej blizu, sploh ko je Weatherflow v normalnem načinu (ne varčnem) in meri hitrost vsaki 2,5 sekunde. Konec decembra sem menjal dežemer (vagico) v Davis postaji, tako da bodo odslej na voljo bolj zanesljivi podatki o dežju.

Na osnovni šoli Ivana Roba (**Šempeter pri Gorici**) je na postaji po približno 6 mesecih delovanja prišlo do okvare solarnega senzorja oz. oddajnika na senzorskem delu. Zaradi splošne situacije v letu 2020 (karantena, zaprtje šol) ter težke dostopnosti do senzorjev ostaja postaja v okvari, zanesljivi podatki so le o temperaturi in vlažnosti, možno tudi o padavinah. Težava je s podatki o vetru ter sončnem obsevanju. Sicer pa je maksimalni sunek vetra, 101 km/h (burja), postaja zabeležila 30.8.2020.

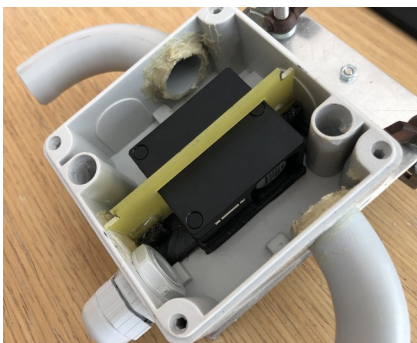
Na **Solkanski lokaciji** je bilo precej delovno in razgibano. Osnovni senzorji (temperatura, vlažnost, veter, padavine) so delovali brez težav. Marca je postaja javila nekaj »lažnega dežja«, ko so sunki burje presegali 100 km/h. Posebnih pregledov na Davisovih senzorjih nisem naredil. Je pa bilo vložena precej dela v druge senzorje.



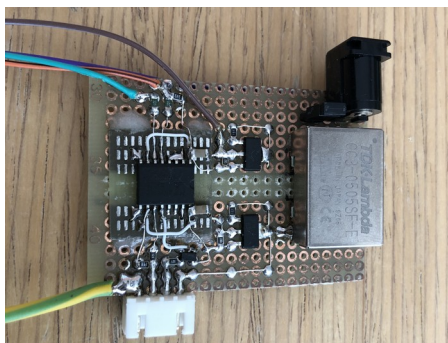
Ilustracija 9: Dodatni senzorji na vremenski postaji Solkan.

Raspberry Pi #1 je dobil nov dom v novi kovinski omarici. Z novo omarico, električnim omrežjem in optično mrežo je bilo delovanje in servisiranje precej olajšano. Dodan je bil samostojni inox drog za temperaturni senzor v bučki (»solarni senzor«), senzor za prašne delce ter ADS-B anteno za Flight Radar24. Senzor za prašne delce sva spravila skupaj s sodelavcem Primožem. Kupili smo Honeywellov HPMA115S0 (~40 EUR), mu uredili ustrezno napajanje in komunikacijski kanal ter sprogramirali zajem vsakih par minut. Senzor je montiran, kot prikazujejo Ilustracija 10, Ilustracija 11 in Ilustracija 12.

Na Raspberry Pi #1 je povezana RPi kamera, ki »gleda« proti zahodu. Na vzhodni strani je nameščen Raspberry Pi #2 (ZeroW) s kamero, ki »gleda« proti vzhodu. Slike so osvežene vsako minuto, konec dneva pa so posnetki združeni v timelapse posnetek (v Raspberry Pi #3 v pisarni). Pred prenovo je bilo nekaj težav s flat kablom za RPi kamero zahod, po menjavi je vse v redu. Ob zelo vlažnem vremenu se na notranjosti doze pojavlja rosa.



Ilustracija 10: PM senzor v dozi.



Ilustracija 11: Napajanje za PM senzor.



Ilustracija 12: PM senzor, montiran na drogu.

Kameri sta obe originalni za Raspberry Pi/Zero. Kamera za klasični Raspberry Pi je zmontirana v običajno Gewiss dozo, odprtino za stikala pa zapolnjuje steklo. Druga kamera pa je pospravljena skupaj z Raspberry Pi ZeroW v enako dozo. Pri tej kameri problemov z rosenjem ni, ker Raspberry Pi ravno prav segreva notranjost doze.



Ilustracija 13: Kamera zahod v Solkanu.



Ilustracija 14: Pogled proti zahodu, Solkan.

Na Raspberry Pi#1 je priklopljen USB dongle z ADS-B sprejemnikom. Z doma narejeno in ustrezno umerjeno (!) anteno spremljamo letalski promet. Na anteno je priklopljen ojačevalnik (približno +18 dB).



Ilustracija 15: ADS-B antena.

Najdaljši doseg je bil 271 navtičnih milj (nad Korziko), povprečen najdaljši doseg je okrog 230 navtičnih milj proti jugozahodu. Brez ojačevalnika je doseg približno 10-15% krajši, se pa drastično zniža povprečni doseg oz. število prejetih paketov. Pred Covid-19 je dnevno število registriranih letal dosegalo 1300-1400, v aprilu so bili dnevi z le okrog 150 registriranimi letali. Jeseni/pozimi se številka giblje med 500-700.

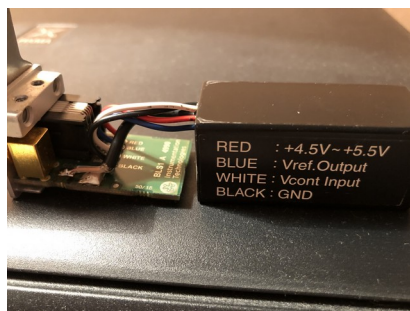
Kupil sem tudi »fabriško« ADS-B anteno, ki pa je zdržala točno eno nevihto. Po reklamaciji sem dobil nadomestno, novo, ki pa je prav tako zdržala eno nevihto. Tako zdaj svoje delo naprej opravlja doma narejena antena, Ilustracija 15.

Postavljen je bil še en sistem, ki pa je še bolj eksperimentalne narave. Gre za detektor gamma in X žarkov oz. vseh delcev, ki imajo dovolj energije, da vzbudijo ustrezen detektor. Vrednosti in trendi s tega sistema naj bi pokazali, kaj (nevidnega) se dogaja nad nami in okoli nas. Višje vrednosti naj bi načeloma korelirale s povečanjem radioaktivnosti. Ker sistem ni kalibriran (to tudi ni bil namen), gre zgolj za zanimiv poskus in ne za vrednosti, ki bi nas vznemirjale. Lahko pa spodbudijo možgane k nadaljnjemu razmišljanju in razumevanju stvari.

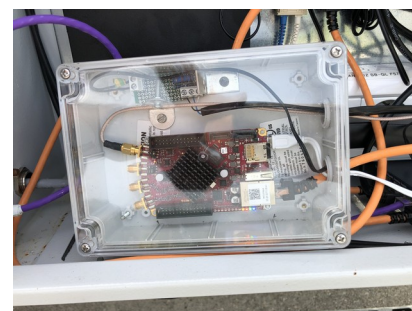
Sistem sestoji iz »plastičnega« valja (scintillator), ki je priklopljen na fotopomnoževalko (PMT; Hamamatsu 10721-110), ta pa v hitri A/D pretvornik (125 MHz, 14-bit). Scintillator in PMT sta svetlobno hermetično zaprta v aluminijasto ohišje. Delec z dovolj visoko energijo (npr. gamma) potuje skozi scintillator, kjer vzbudi svetlobni delec (foton). Le-ta se odbija od stene valja (oblečena v reflektivni material) in na koncu pade na okence fotopomnoževalke. Fotopomnoževalka foton pretvori v sorazmerni električni pulz, tipično negativne polaritete. Pulz traja od 20 nanosekund do par sto nanosekund, odvisno od jakosti delcev ter od vhodne impedance A/D pretvornika. Digitaliziran signal obdela FPGA (Field Programmable Gate Array), uporabljena je Red Pitaya. Pulzi, ki presežejo določen nivo (threshold), inkrementirajo števec. Štetje traja 1 minuto, vrednost vpiše v databazo, števec pa resetira. Ob povišani radioaktivnosti, sončnih izbruhih ali drugih dogodkih, ki povzročijo večje »obstreljevanje« z delci, vrednosti števca drastično narastejo. Podoben sistem (isti detektor, drugačen A/D, boljši algoritem) je uporabljen v pospeševalnikih osnovnih delcev (particle accelerators).



Ilustracija 16: Scintillator.



Ilustracija 17:
Fotopomnoževalka.



Ilustracija 18: Red Pitaya,
priklop.

Vsi vremenski (in nevremenski) podatki se zbirajo v Raspberry Pi#4 s programom weewx.

Povprečne in skupne vrednosti

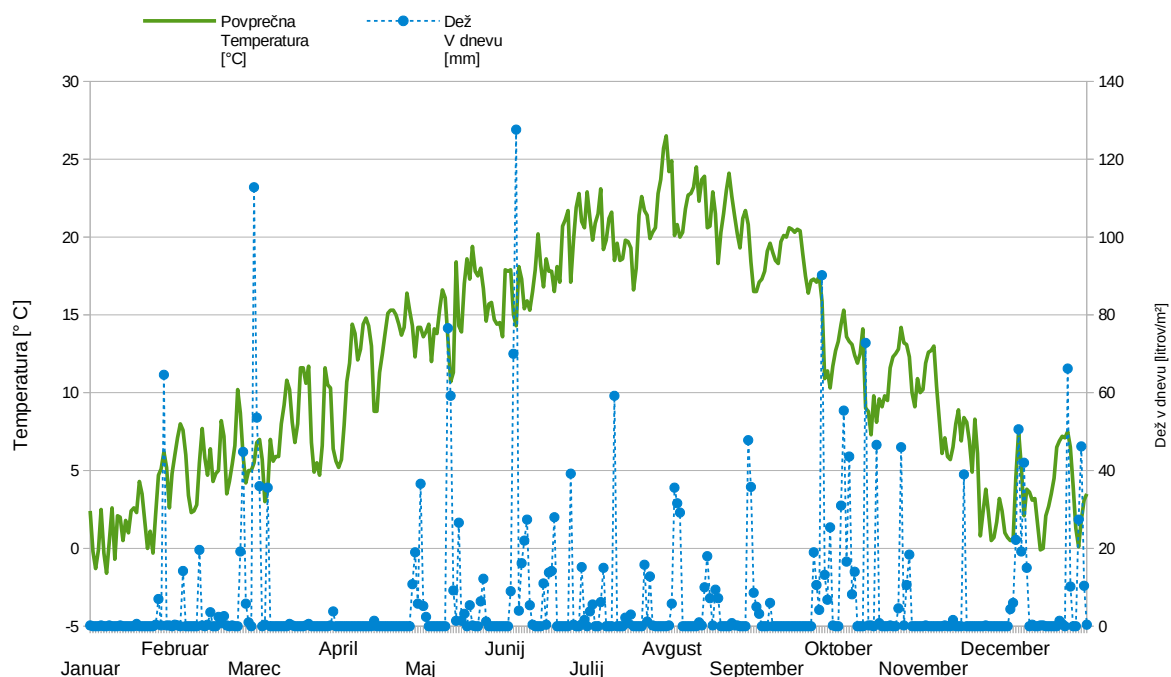
Povprečna letna temperatura je znašala **11,9 °C**. Najtoplejši mesec je bil avgust, najhladnejši pa januar. Temperaturno je bilo leto precej »lepo« razporejeno z ne pretopljenim poletjem, manjkale so nižje temperature januarja in februarja ter decembra. November se je lepo ohladil, vendar je december ponovno prinesel otoplitev in vlago. Padavin je bilo za okrog **2400** litrov/m². Največ dežja je bilo **junija**, ko je padlo za okrog **406** litrov/m². Najbolj suha sta bila april (37 litrov) in november (41 litrov). Sončnega obsevanja je bilo največ začetek poletja (julija, 187 h), je pa bila prva polovica leta nasploh precej sončna (razen februarja). Aprilski podatek o sončnem obsevanju vključuje meritev z gasilskega stolpa. Kasneje sem se odločil preklopiti nazaj na originalno lokacijo ob Tolminki za ustrezno primerjavo s prejšnjimi leti, kljub temu da je meritev sončnega obsevanja ob Tolminki omejeno (geografsko). December je bil precej mračen z najmanj sonca.

Povprečne temperature ter kumulativa padavin ter sončnega obsevanja po mesecih je prikazana v Tabela 1 in na Ilustracija 19.

Tabela 1: Povprečne vrednosti po mesecih.

Mesec	Povprečna temperatura [°C]	Skupne padavine [litrov/m ²]	Sončno obsevanje [h]
Januar	1,9	74,0	107,2
Februar	5,7	115,6	74,9
Marec	7,6	244,2	136,3
April	12,7	37,0	248,2*
Maj	15,2	247,6	184,3
Junij	18,2	406,4	95,8
Julij	21,0	126,2	187,1
Avgust	21,5	248,8	142,5
September	17,3	183,8	128,8
Oktober	11,5	369,4	48,4
November	6,5	41,2	92,5
December	3,4	323,0	22,6
Skupno / povprečno	11,9	2417	1469

* podatki z gasilskega stolpa



Ilustracija 19: Povprečne temperature in padavine čez leto 2020.

Ekstremne vrednosti

Najvišja temperatura, **35,2 °C**, je bila izmerjena 1.8.2020 malo po 14 h. Nad 30 °C se je ogrelo v **30** dneh, nad 25 °C pa v **87** dneh. Nad 30 °C se je prvič segrelo 22.6.2020 (30,4 °C), zadnjič pa 13.9.2020 (30,2 °C). Največ vročih dni (nad 30 °C) je bilo v avgustu (**14**). Ekstremno vroč dan (nad 35 °C) je bil **le en** (1.8.2020). Najnižja jutranja temperatura je vedno padla pod 20 °C; to pomeni, da letos nismo zabeležili nobene tropske noči.

Najnižja temperatura, **-5,6 °C**, je bila izmerjena 7.1.2020 zjutraj okrog 7:30. Temperatura pod 0 °C je bila izmerjena v **66** dneh. Zadnjič je bila temperatura pod lediščem 15.4.2020 (-0,7 °C), prvič pa 21.11.2020 (-1,8 °C). Najvišja dnevna temperatura je vsak dan preseгла ledišče.

Najnižja relativna vlažnost (14%) je bila zabeležena 7.4.2020. Najnižja temperatura rosišča je bila **-14,7 °C** (23.3.2020), najvišja temperatura rosišča pa **25,6 °C** (31.7.2020).

Najhitrejši sunek vetra je bil zabeležen 24.3.2020, **71 km/h** iz smeri jugovzhod. Istega dneva je vetromer na gasilskem stolpu zabeležil najhitrejši sunek vetra 74 km/h.

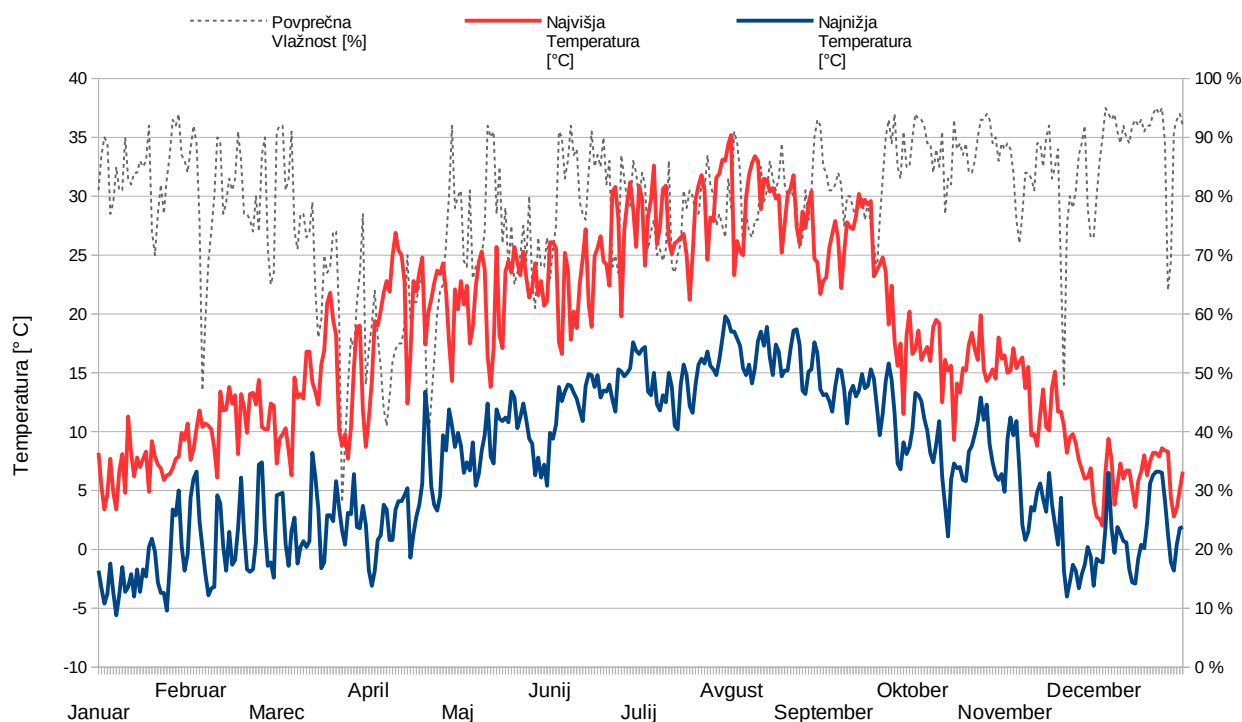
Najvišji zračni tlak je bil zabeležen 20.1.2020, kar **1045 mb**. Najnižji zračni tlak je bil zabeležen 28.12.2020, **985 mb**.

Tabela 2 vsebuje zbrane ekstremne vrednosti.

Tabela 2: Ekstremne vrednosti.

	Vrednost	Čas
Najvišja temperatura	35,2 °C	1.8.2020 ob 14:22
Najnižja temperatura	-5,6 °C	7.1.2020 ob 7:38
Najvišja temperatura rosišča	25,6 °C	31.7.2020 ob 13:47
Najnižja temperatura rosišča	-14,7 °C	23.3.2020 ob 20:19
Najhitrejši sunek vetra	71 km/h, jugovzhod	24.3.2020 ob 18:15
Vetrovna pot (dnevna)	400 km	22.3.2020
Vetrovna pot (letna)	Približno 17,300 km	
Najvišji zračni tlak	1045,2 mb	20.1.2020 ob 22:53
Najnižji zračni tlak	985,4 mb	28.12.2020
Največ padavin v enem dnevu	127,8 litrov	5.7.2020
Največ padavin v eni uri	34,6 litrov	11.7.2020 ob 17 h

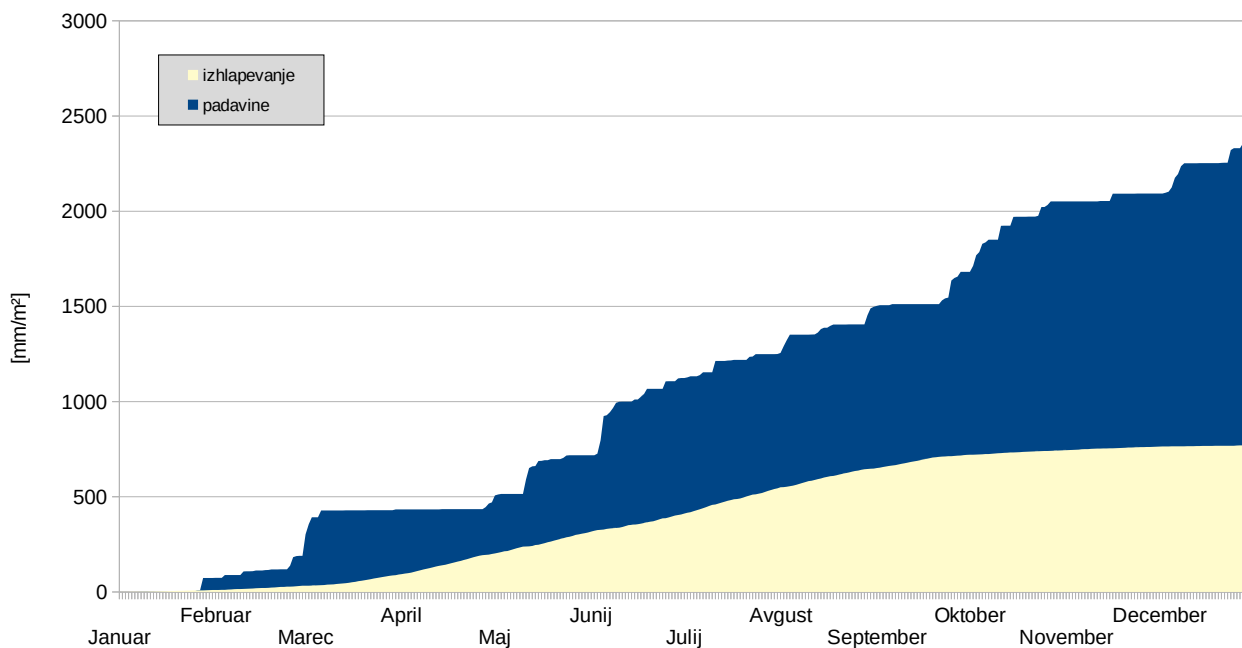
Slika Ilustracija 20 prikazuje najnižje (modra črta) in najvišje (rdeča črta) dnevne temperature čez leto. Siva prekinjena črta označuje potek povprečne dnevne vlažnosti.



Ilustracija 20: Najvišje in najnižje dnevne temperature ter zračna vlažnost čez leto 2020.

Ilustracija 21 prikazuje padavine kumulativno čez leto (modro področje). Januar je bil hladen in ne preveč namočen. Februarja in marca smo dobili lepo zalogo padavin, izjemi sta april in november, ko je bilo padavin komaj za okrog 40 litrov. Vsi ostali meseci so bili dobro namočeni; decembra celo preko 300 litrov.

Za občutek namočenosti tal je na isti graf dodana krivulja kumulativnega izhlapevanja (rumeno področje, ki se zajeda v modro). Če je razlika »modra minus rumena« pozitivna, je bilanca namočenosti pozitivna (manj izhlapelo kot padlo). Celoletno izhlapevanje je bilo okrog 770 litrov/m², torej smo krepko v presežku.



Ilustracija 21: Padavine in izhlapevanje čez leto 2020.

Padavinsko je izstopal junij, ko je padlo kar 406 litrov padavin. Soča in Tolminka sta močno narasli (Ilustracija 22, Ilustracija 23, Ilustracija 24; slikano 5.6.2020).



Ilustracija 22: Soča pod volčanskim mostom.



Ilustracija 24: Tolminka pod tolminskim mostom.



Ilustracija 23: Soča pri Labrci.

Sneg

Sneg smo dočakali že v začetku zime 2020/2021. Prvo sneženje je bilo 2.12.2020, ko je padlo par centimetrov (~5 cm).

Drugo sneženje pa je bilo po Božiču; 28.12.2020. Nedelja (27.12.) je bila sončna in jasna ter hladna. Ponoči se je pooblačilo, snežiti je pričelo med 4-5 h zjutraj. Snežilo je do 10 h, padlo je okrog 7 cm snega (Ilustracija 25). Kljub temperaturi okrog 0 °C je sneg nato prešel v dež, občasno sta se še mešala sneg in dež (odvisno od intenzitete padavin). Nadaljevalo se je z dežjem in temperaturo med 0-2 °C.

Ker dežemer ni ogrevan, se je nabralo kar nekaj snega (Ilustracija 26).



*Ilustracija 25: Snežna odeja
28.12.2020.*



*Ilustracija 26: Sneg v zbiralniku
za dež.*

Strele

Tudi v letu 2020 smo imeli kar nekaj nevihtnih dni. K prvotnemu sem dodal še en enak detektor (#1 in #2). Detektor #2 je bil priklopljen v hiši, detektor #1 pa je ostal zunaj. Zunanji je začel prej detektirati oddaljene razelektritve, med nevihto nad Tolminom pa sta bila precej izenačena.

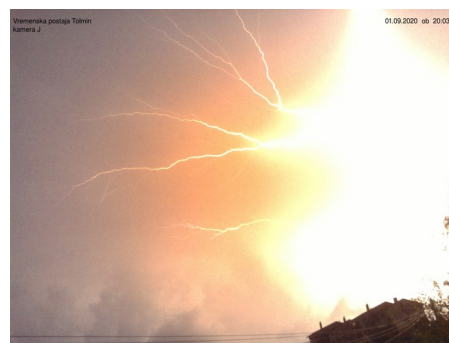
Jeseni je odpovedala SD kartica v Raspberry Pi #1, kamor je bil priklopljen detektor #1. Tako so šli vsi podatki po zlu... Podatki z detektorja #2 so na voljo od sredine julija naprej. Predstavljeni podatki so tako okrnjeni.

Kamera »jug« v Tolminu je po naključju ujela razelektritev. Slika je seveda presvetljena, vendar je lepo videti laske. Kamera sicer poslika eno sliko na minuto.

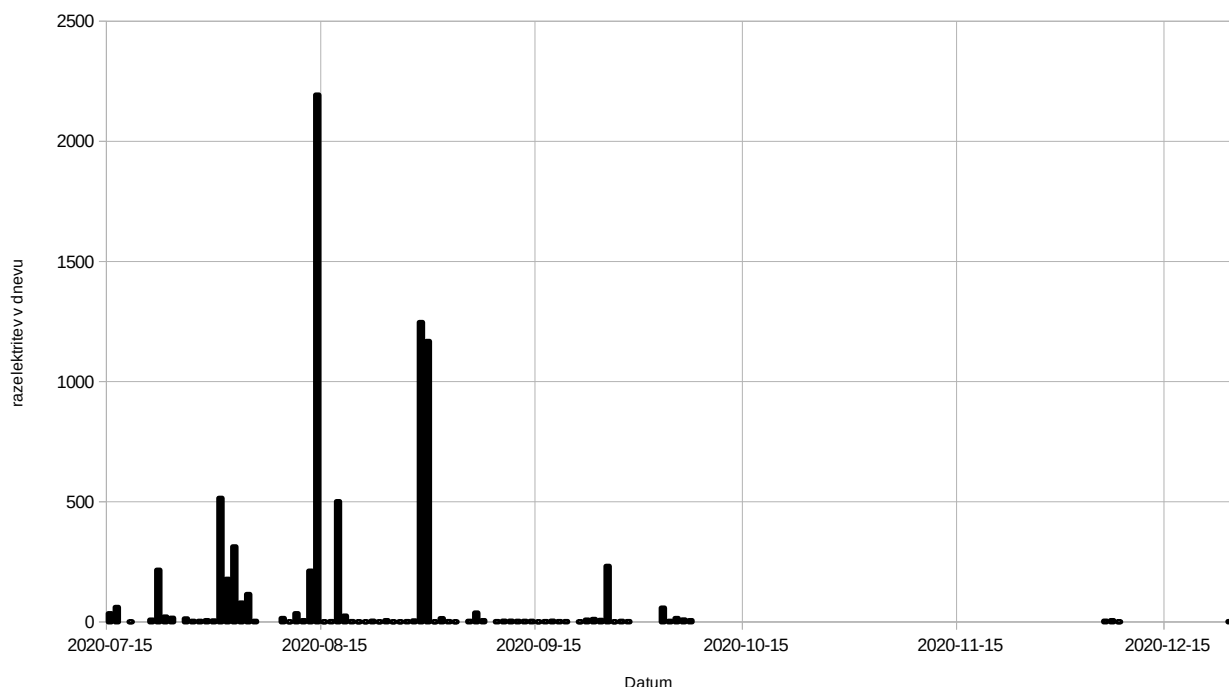
Dnevi z največ razelektritvami:

Tabela 3: Najbolj nevihtni dnevi.

Dan	Število razelektritev
14.8.2020	2193
29.8.2020	1247
30.8.2020	1168
31.7.2020	515
17.8.2020	501



Ilustracija 27: Strela, katero je po naključju ujela kamera v Tolminu.

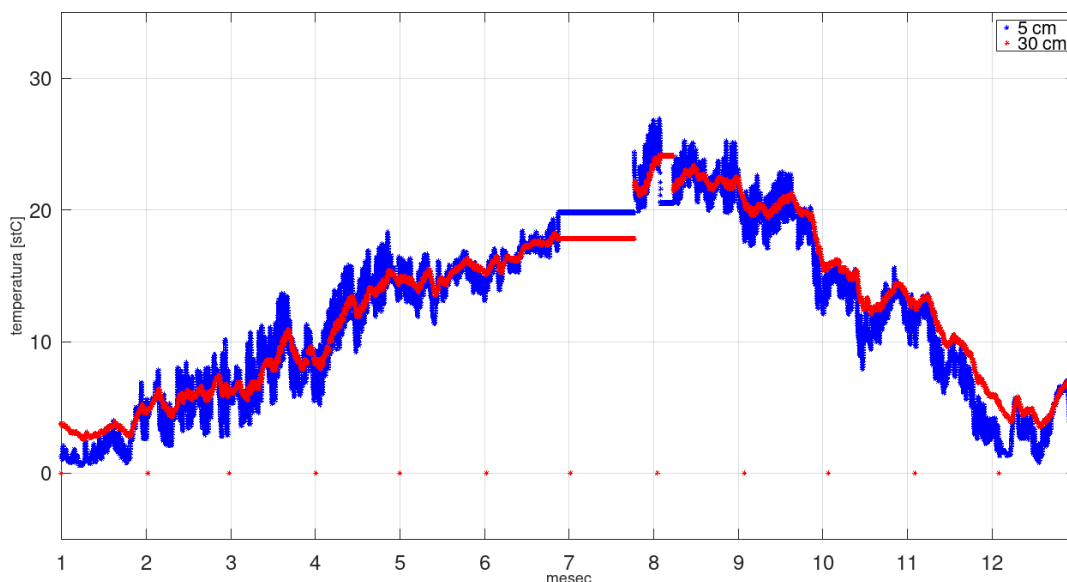


Ilustracija 28: Dnevne razelektritve čez leto 2020 (od julija naprej).

Temperatura tal

Senzorja za temperaturo sta še vedno v vrtu. Primerjalno sem vkopal en senzor na travnik (cca 20 metrov stran), temperatura je bila skoraj enaka ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$). Poleti je prišlo do daljšega izpada, ki pa sem ga opazil šele po par tednih... Nato sem naredil manjši remont na konektorjih in jih varno zaprl v vodotesno ohišje.

Temperaturi na 5 cm in 30 cm sta ostali nad lediščem skozi celotno leto 2020. Sredi aprila se je zemlja ogrela na 15°C , nad 20°C pa je ostala od julija do sredine septembra.



Ilustracija 29: Temperatura tal v letu 2020.

Tabela za Wikipedijo

Po 6 letih zbiranja podatkov se mi je zdelo koristno zbrati najbolj popularne v tabelo, ki je ponavadi predstavljena na Wikipediji. Prikazane do povprečne temperature, povprečne najvišje in najnižje temperature ter absolutno najvišje in najnižje temperature. Poleg temperatur so zbrani še podatki o povprečnih količinah padavin po mesecih ter povprečnem številu dni s padavinami po mesecih. V moji tabeli (Tabela 4) je potrebno vzeti v zakup kratko dobo zbiranja podatkov.

Tabela 4: Tabela za Wikipedijo.

Parameter / mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Najvišja temperatura [°C]	13,1	21,2	24,1	28,9	30,2	36,5	38,8	36,6	33,3	23,1	19,6	14,4
Povp. najvišja temperatura [°C]	5,5	9	14,4	19,4	22,4	27,2	30	29,5	23,1	17	11,4	5,9
Povp. temperatura [°C]	1,4	4,3	7,8	12,3	15,7	19,8	21,8	21,4	16,6	11,7	7,4	2,2
Povp. najnižja temperatura [°C]	-2	0,4	2	6	10,3	13,8	15,4	15,2	11,8	7,8	4,1	-0,6
Najnižja temperatura [°C]	-11,9	-10,3	-6,3	-3,1	0,8	7	8,2	7,4	2,8	-1,1	-5	-6,6
Povp. število dni $T < 0^{\circ}\text{C}$	22	12	5	2	0	0	0	0	0	0	5	20
Povp. število dni $T > 30^{\circ}\text{C}$	0	0	0	0	0	9	17	15	1	0	0	0
Povp. količina dežja [mm]	116	188	144	113	200	216	123	129	194	190	269	159
Povp. število dni z dežjem	10	13	12	10	15	14	13	13	13	13	15	12

Zaključek

Investicij je bilo za približno 350 EUR (Tolmin), 80 EUR (Veternik) in okvirno 1000 EUR (Solkan). Solkanske stroške je večinoma pokrilo podjetje Instrumentation Technologies, ostale pa sam. Spletni prostor še vedno brezplačno zagotavlja <http://www.novagorica.eu>.

Na tolminski spletni strani www.vremetolmin.si je možno oddati donacijo preko Paypal, sredstva pa bodo namenjena vzdrževanju senzorjev in vsega okrog vremenske postaje. V letu 2020 je prispela ena donacija (priporočenih 1 EUR). Hvala za donacijo.

Čeprav za leto 2020 ni bilo posebnega plana, je bilo precej pestro in delovno. Plan za leto 2021:

- 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 (trenutno je v testni fazi)
- Razne posodobitve spletne strani
- Izdelava wifi spletne kamere s solarnim napajanjem in usmerjeno long-range wifi anteno
- Dnevni backup vseh Raspberry Pi in računalnika
- Upam, da nič drugega (npr. nakup nove postaje iznenada :-)

Hvala vsem za branje in se beremo čez eno leto.



Ilustracija 30: Lokacija postaje ob Tolminki, 16.3.2020

Dodatek 1 – NOAA report Tolmin

NAME: Tolminka CITY: Tolmin STATE: Slovenia
 ELEV: 190 LAT: 046:11:08 LONG: -013:44:07

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (kmh)

MTH	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
01	01.9	11.3	16:03	-05.6	07:48	0507.6	0000.0	74.0	01.0	44.4	23:57	SSE
02	05.7	14.4	13:17	-03.9	08:01	0366.6	0000.0	115.6	01.5	59.2	23:53	SSE
03	07.6	21.8	13:57	-01.6	06:56	0331.9	0000.0	244.2	04.7	70.3	23:52	SE
04	12.7	26.9	14:23	-03.1	07:59	0167.0	0000.0	37.0	03.7	59.2	23:53	SE
05	15.2	25.7	12:38	05.4	05:57	0097.3	0001.5	247.6	02.8	50.0	23:56	SE
06	18.2	31.2	14:09	09.4	06:36	0027.6	0025.4	406.4	01.2	31.4	23:57	SE
07	21.0	34.4	14:19	10.2	06:15	0001.9	0085.7	126.2	01.7	44.4	23:56	SE
08	21.5	35.2	14:34	13.2	07:01	0001.8	0100.4	248.8	01.3	55.5	23:57	SE
09	17.3	30.2	14:45	06.8	07:35	0048.2	0019.4	183.8	01.8	51.8	23:57	SE
10	11.5	19.9	15:01	01.1	07:47	0210.3	0000.0	369.4	00.7	35.1	11:07	SE
11	06.5	17.1	13:10	-04.0	07:33	0354.5	0000.0	41.2	01.8	46.3	23:54	SE
12	03.4	09.4	19:12	-03.1	05:38	0461.7	0000.0	323.0	01.3	51.8	23:57	SE
	11.9	35.2		-5.6		2576.3	232.5	2417.2	2.0	70.3		SE

Dodatek 2 – NOAA report Solkan

CLIMATOLOGICAL SUMMARY for year 2020

NAME: Solkan
 ELEV: 91 meters LAT: 45-54.00 N LONG: 013-39.00 E

TEMPERATURE (C)

YR	MO	MEAN MAX	MEAN MIN	MEAN	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	HI	DAY	LOW	DAY	MAX >=	MAX <=	MIN <=	MIN <=
											30	0	0	-20
2020	01	11,1	2,4	6,1	379,0	0,0	15,8	11	-1,1	21	0	0	4	0
2020	02	13,3	4,5	8,5	285,0	0,0	17,3	24	-0,4	05	0	0	1	0
2020	03	14,7	6,0	10,1	256,3	0,0	23,1	18	1,3	16	0	0	0	0
2020	04	21,6	9,1	15,2	93,6	0,3	26,9	10	1,2	01	0	0	0	0
2020	05	23,4	12,7	17,9	33,8	21,9	27,3	17	9,2	07	0	0	0	0
2020	06	26,4	16,4	20,8	3,8	76,6	32,2	22	12,8	01	6	0	0	0
2020	07	30,2	18,3	24,0	0,0	176,2	36,6	31	14,7	18	17	0	0	0
2020	08	30,9	19,8	24,8	0,0	200,2	36,3	01	15,6	31	19	0	0	0
2020	09	26,6	16,2	20,8	21,9	96,9	32,1	13	9,5	29	9	0	0	0
2020	10	19,2	11,0	14,2	129,3	0,0	22,4	09	4,7	13	0	0	0	0
2020	11	15,3	5,9	9,9	252,2	0,0	21,5	07	-0,6	22	0	0	1	0
2020	12	9,9	4,5	7,1	348,3	0,0	16,5	06	-1,4	01	0	0	3	0
		20,2	10,6	15,0	1803,1	572,1	36,6	jul	-1,4	dec	51	0	9	0

PRECIPITATION (mm)

YR	MO	TOTAL	MAX OBS. DAY	DATE	---DAYS OF RAIN--- OVER		
					0.30	3.00	30.00
2020	01	31,0	20,4	28	5	2	0
2020	02	28,0	8,4	25	7	5	0
2020	03	237,8	62,2	26	10	7	3
2020	04	90,2	76,4	29	5	3	1
2020	05	82,8	20,4	24	13	7	0
2020	06	212,2	44,4	05	17	11	2
2020	07	108,2	25,4	03	10	8	0
2020	08	131,2	29,4	17	9	8	0
2020	09	228,8	115,6	25	8	7	3
2020	10	239,4	65,8	11	13	10	3
2020	11	35,0	31,6	16	2	2	1
2020	12	227,8	64,6	06	16	12	2
		1652,4	115,6	sep	115	82	15

WIND SPEED (km/h)

YR	MO	AVG	HI	DATE	DOM DIR
2020	01	5,0	57,9	20	25
2020	02	4,6	72,4	05	15
2020	03	8,6	106,2	26	34
2020	04	7,0	75,6	21	31
2020	05	6,5	77,2	19	29
2020	06	4,8	41,8	25	21
2020	07	5,7	80,5	31	14
2020	08	6,1	67,6	17	19
2020	09	5,4	62,8	28	30
2020	10	4,9	83,7	11	26
2020	11	4,0	56,3	16	32
2020	12	6,3	69,2	25	35
		5,8	106,2	mar	27

Dodatek 3 – NOAA report Veternik

CLIMATOLOGICAL SUMMARY for year 2020

NAME: Veternik (910 m)
 ELEV: 910 meters LAT: 46-06.00 N LONG: 013-45.00 E

TEMPERATURE (C)

YR	MO	MEAN MAX	MEAN MIN	MEAN	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	HI	DAY	LOW	DAY	MAX >=	MAX <=	MIN <=	MIN <=
											30	0	0	-20
2020	01	5.3	0.2	2.6	487.2	0.0	10.8	04	-4.2	06	0	1	13	0
2020	02	6.1	1.0	3.1	440.3	0.0	10.6	14	-1.8	27	0	0	10	0
2020	03	7.2	0.9	3.6	457.6	0.0	15.3	18	-5.5	23	0	1	12	0
2020	04	14.0	5.9	9.6	265.9	0.0	19.7	09	-3.0	01	0	0	4	0
2020	05	15.2	8.1	11.4	216.9	0.0	19.0	21	2.4	12	0	0	0	0
2020	06	18.3	12.1	14.9	110.4	6.0	24.9	23	8.6	11	0	0	0	0
2020	07	22.0	14.6	18.1	41.2	33.0	28.1	30	8.7	07	0	0	0	0
2020	08	22.7	16.1	19.0	19.8	42.0	29.0	01	9.7	31	0	0	0	0
2020	09	17.9	12.0	14.5	119.7	4.6	23.0	13	3.6	26	0	0	0	0
2020	10	11.4	6.6	8.6	301.4	0.0	16.1	03	1.1	11	0	0	0	0
2020	11	7.2	2.9	4.8	405.1	0.0	14.0	01	-3.4	30	0	2	5	0
2020	12	2.7	-0.3	1.2	534.1	0.0	8.2	18	-6.5	27	0	6	18	0
		12.5	6.7	9.2	3399.5	85.6	29.0	Aug	-6.5	Dec	0	10	62	0

WIND SPEED (km/h)

YR	MO	AVG	HI	DATE	DOM DIR
2020	01	9.9	85.5	23	160
2020	02	10.5	87.0	05	220
2020	03	12.6	89.5	26	99
2020	04	11.2	87.6	20	123
2020	05	10.3	68.5	19	136
2020	06	7.2	50.9	04	212
2020	07	7.8	62.0	12	133
2020	08	8.2	68.4	30	130
2020	09	10.9	71.7	18	112
2020	10	10.0	79.3	11	195
2020	11	17.4	109.2	10	123
2020	12	14.5	98.2	09	143
		10.8	109.2	Nov	139