

# Letno vremensko poročilo 2019

Vremenska postaja Tolmin

Naprave	
Temperatura, vlaga, veter, tlak, sončno obsevanje	Davis Vantage Pro2
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
Merilnik debeline snežne odeje	HC-SR04 + 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

Podatki se beležijo vsako minuto. Spletna stran <http://www.vremetolmin.si> je osvežena vsako minuto. Podatki so na voljo tudi na Weather Underground (ITOLMINT6) v realnem času (vsakih nekaj sekund - RapidFire).

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

Tolmin, januar 2020

## Kazalo vsebine

O meritvah v letu 2019.....	3
Povprečne in skupne vrednosti.....	6
Ekstremne vrednosti.....	7
Sneg.....	9
Strele.....	10
Temperatura tal.....	11
Zaključek.....	12

## Kazalo tabel

Povprečne vrednosti po mesecih.....	6
Ekstremne vrednosti.....	7

## Kazalo slik in grafov

Davis ISS.....	3
Merilnika hitrosti in smeri vetra.....	3
Senzor za merjenje debeline snežne odeje.....	4
Senzor HC-SR04 od blizu.....	4
Pogled nove kamere.....	4
Nova kamera od blizu.....	4
Vremenska postaja Veternik.....	5
Povprečne temperature in padavine čez leto 2019.....	6
Najvišje in najnižje dnevne temperature ter zračna vlažnost čez leto 2019.....	8
Padavine in izhlapevanje čez leto 2019.....	8
Snežna odeja 13.12.2019.....	9
Dnevne razelektritve čez leto 2019.....	10
Temperatura tal v letu 2019.....	11
Tolmin, 1.1.2020.....	12

## O meritvah v letu 2019

Večjih težav z beleženjem glavnih parametrov ni bilo. V začetku novembra smo imeli precej močne nalive. V primerjavi z ročnim zbiralnikom, je Davisov senzor poročal precej nižje vrednosti (10-20%). Z ustrezno kalibracijo sem beleženje popravil. Z beleženjem temperature, vlažnosti in sončnega obsevanja posebnosti ni bilo. Senzor za vlažnost je sicer poročal maksimalno do 97%, kar pa je v specifikirani toleranci.

Ilustraciji 1 in 2 prikazujeta stanje senzorjev na 31.12.2019.



Ilustracija 1: Davis ISS.

K obstoječi vremenski hiški sem dodal novo. Narejena je iz vezane plošče in ima reže z vseh štirih strani. Streho ima dvojno, na vrhu pa pleksi steklo. Trenutno je v hiški rezervni senzor za temperaturo in vlago ter razdelilnik za USB priključke. V letu 2020 bom v hiško morda dodal detektor za razelektritve, zato tudi odločitev za nekovinsko streho.

Pod hiško je montirana nova kamera, ki gleda proti severu. Do hiške je napeljan UTP kabel, ki pa je trenutno uporabljen izključno za napajanje Raspberry Pi Zero.

Davis ISS pomeni: Davis Integrated Sensor Suite.



Ilustracija 2: Merilnika hitrosti in smeri vetra.

Poleti je nov pajek še vedno pletel mrežo med šalčkami anemometra, zato se pod nekaj km/h niso vrtele. Sredi leta, med močnejšim vetrom sem posumil, da z merjenjem vetra ni vse v redu. Dokupil sem sprejemnik, ki se priklopi neposredno na anemometer ter oddaja podatke do konzole brezžično (prej je bil anemometer priključen preko podaljška do temperaturnega sensorja; Ilustracija 1). Delovanje je normalno in zanesljivo. S tem sem pridobil še možnost prenosa anemometra na drugo lokacijo, če bo potrebno.

Na istem drogu je montiran še rezervni anemometer.

Senzorja za beleženje temperature tal sta delovala v redu, ostali 1-wire senzorji tudi (temperatura na soncu, temperatura v bučki).

Detektor za razelektritve je deloval zadovoljivo. Med sezono kurjenja je občasno zaznaval lažne razelektritve, ki verjetno pripadajo vžigom oljne peči ali kaloriferja. V celem letu je zaznal skupno okrog 6000 razelektritev, kar je relativno malo. Enak senzor v Solkanu jih je zaznal preko 25.000. Med letom sem vzporedno priključil še en enak senzor, vendar ni bilo dovolj časa za sistematično testiranje delovanja.

Detektor za delce PM2.5 in PM10 je deloval razmeroma dobro. Občasno se je »zataknil« na maksimalni vrednosti. V vseh primerih je verjetno šlo za kakšnega živalskega obiskovalca. Konec novembra so bile koncentracije PM2.5 in PM10 povišane (AQI okrog 100-150), zato sem kontrolno priključil enak (nov) senzor višje na travniku. Vrednosti so bile primerljive. Očitno imamo v Tolminu pozimi kar precej smoga in posledično slab zrak. Zelo dobrodošlo bi bilo tak (ali boljši!) senzor postaviti v center Tolmina in k šoli – če ne zaradi drugega, vsak za občutek. Cena sensorja je okrog 20 EUR + 20 EUR za Raspberry.



*Ilustracija 3: Senzor za merjenje debeline snežne odeje.*

Tudi letos sem postavil senzor za merjenje višine snežne odeje. Tokrat je bil izdelan malce bolje, vendar se še ni izkazal. Ko je padlo tisti en centimeter snega, iz podatkov ni bilo razbrati nič – precej variacij. V kodo za beleženje sem dodal kompenzacijo za temperaturo zraka. Hitrost zvoka je namreč odvisna od temperature zraka. Na spletni strani prikazujem obe vrednosti – nekompenzirano in kompenzirano. Dokler ne bo padlo vsaj nekaj centimetrov snega, ne bo mogoče potrditi, če senzor deluje pravilno. Postavitev senzorja je prikazana na Ilustraciji 3, senzor od blizu pa na Ilustraciji 4.



*Ilustracija 4: Senzor HC-SR04 od blizu.*

V letu 2019 sem prvotni dodal še dve kameri, tako da je zdaj moč videti nebo proti severu, vzhodu ter deloma jugu. Dve kameri sta povezani na Raspberry Pi (5 M točk, made in China), najnovejša pa je povezana na Raspberry Pi Zero W in je uradna fisheye kamera (8 M točk). Razliko v kvaliteti je videti predvsem ob šibkejših svetlobnih pogojih. Fisheye kamera je povezana na Raspberry Pi Zero W, ki je nameščen na novo vremensko hiško. Zaradi slabšega wifi signala se povezava občasno prekine. Ravno ob prehodu 2019/2020 sem signal malce izboljšal in v letu 2020 bi moralo biti delovanje zanesljiveje.



*Ilustracija 5: Pogled nove kamere.*



*Ilustracija 6: Nova kamera od blizu.*

V vseh treh Raspberry Pi (navadni in ZeroW) teče Python HTTP server, podatki pa so koncentrirani v enem, s katerega nato glavni računalnik pobira datoteke (JSON, txt, jpg). V »glavnem« Raspberry Pi je tudi letos odpovedala SD kartica, menjavo sem naredil takoj, tako da je bil sistem spet polno delujoč v kakšni uri.

Letos je glavni računalnik deloval brezhibno, z izjemo enega sesutja Windowsov. Izgube podatkov ni bilo. Zaradi relativno majhnega diska (120 GB) sem izklopil arhiviranje t.i. timelapse videoposnetkov. Lanski cilji so bili posodobiti grafe, dodati grafe temperature zemlje ter objaviti podatke o debelini snežne odeje in padavinski bilanci. Grafe sem posodobil (odstranil večino statičnih in dodal dinamične, ki jih izrisuje web client), dodati moram še podatek o padavinski bilanci. Cilj je bil tudi dodati senzor vlažnosti tal. »Kitajske« različice so zelo poceni (par EUR), vendar precej nezanesljive in imajo kratko življenjsko dobo. Kvalitetni Davisov senzor, skupaj z oddajnikom, ni več tako poceni in končna cena narase do 200 in več EUR. Zaradi tega sem ta cilj izpustil.

Dodatni cilj je bil postaviti novo vremensko postajo na lokacijo v hribih in ponuditi podatke preko spleta. Pred postavitvijo v Veterniku sem postajo en mesec testiral blizu Ajdovščine, kjer je bil najvišji izmerjeni sunek vetra okrog 110 km/h, vetrovna epizoda pa je trajala kakšen dan. Veternik je na izpostavljeni lokaciji, kjer so povprečne hitrosti in sunki vetra visoke ter trajajo dlje. Postajo sem postavil nad Kanalski Lom na nadmorsko višino 910 m. Na lokaciji je že nameščena Davis Vantage Pro2, so pa podatki z nje prihajali nezanesljivo. Poleg sem namestil Weatherflow Sky in Air (izdelal vremensko hiško in nosilec). Senzor za veter je postavljen na vrh 6 m droga, podatki pa so osveženi v 2.5 sekundnem intervalu. Med letom je prišlo do težav s senzorjem zato sem dobil in tudi namestil novega. Tokrat sem se odločil za nižjo namestitev (približno 3 metre od tal). Senzor še vedno ne deluje zanesljivo; v letu 2020 bom namestil že drugi nadomestni senzor, o rezultatih bom poročal v naslednjem poročilu. Maksimalni zabeleženi sunek vetra je bil 119 km/h.



*Ilustracija 7: Vremenska postaja Veternik.*

Osnovna šola Ivana Roba (Šempeter pri Gorici) se je odločila za postavitve vremenske postaje. Pomagal sem pri odločitvi ter tudi postavil sistem za beleženje podatkov in objavo v spletu. Kupili so postajo Davis Vantage Pro2 s solarnim senzorjem. Postaja je nameščena na strehi šole in izpostavljena soncu ter vetru z vseh strani. Zaradi popolne odprtosti lahko preko solarnega senzorja določim stanje neba (sončno, delno/pretežno/ oblačno). Podatki se zbirajo v Raspberry Pi s programom weewx. Od postavitve (septembra 2019) ni bila potrebna nobena intervencija, postaja deluje zanesljivo. Zadnjih nekaj dni leta 2019 je bilo opaziti nekaj anomalij pri beleženju sončnega obsevanja – možen je problem s kontakti solarnega senzorja. Maksimalni zabeleženi sunek vetra je bil 95 km/h (13.12.2019). <http://www.i-tech.si/vreme/sempeter>

Ob vsem naj še omenim meni najljubšo postajo v Solkanu na našem podjetju. Na streho podjetja sem dodal kamero s čudovitim pogledom proti zahodu (Brda), ADS-B anteno z dosegom do 200 nm, detektor za gama žarke (radioaktivnost), v kratkem pa bom dodal še eno kamero s pogledom proti vzhodu. Maksimalni zabeleženi sunek vetra je bil 83 km/h (14.2.2019). <http://www.i-tech.si/vreme/info.html>

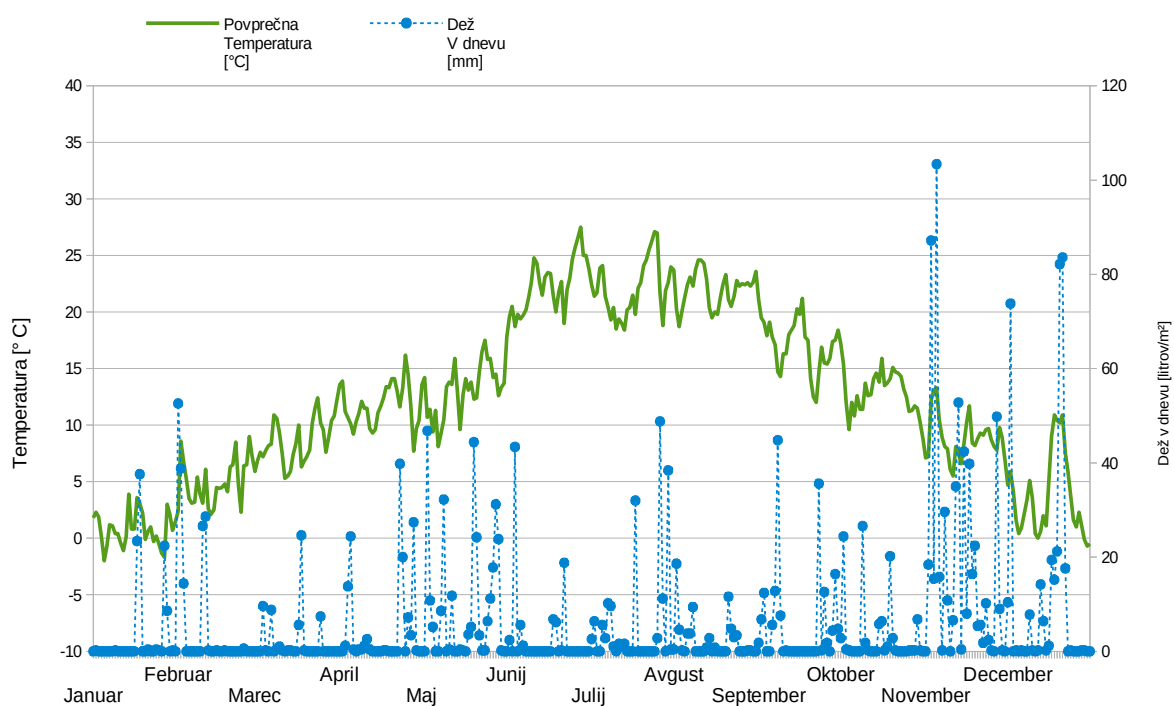
## Povprečne in skupne vrednosti

Povprečna letna temperatura je znašala 12,4 °C. Padavin je bilo za okrog 2300 litrov/m<sup>2</sup>. Najtoplejši mesec je bil junij, najhladnejši pa januar. Padavin je bilo največ novembra ko je padlo za okrog 600 litrov/m<sup>2</sup>. Najmanj moker je bil marec (58 litrov). Sončnega obsevanja je bilo največ začetek poletja (junij, 182 h), izpostavitve pa velja zelo sončne januar, februar in marec (77, 110, 132 h) in zelo mračen maj (55 h).

Povprečne temperature ter kumulativa padavin ter sončnega obsevanja po mesecih je prikazana v Tabeli Tabela 1 in na sliki Ilustracija 8.

Tabela 1: Povprečne vrednosti po mesecih.

Mesec	Povprečna temperatura [°C]	Skupne padavine [litrov/m <sup>2</sup> ]	Sončno obsevanje [h]
Januar	0,8	94	77,3
Februar	4,9	162	110,4
Marec	8,5	58	132
April	11,7	143	91,6
Maj	13,0	288	54,6
Junij	22,2	85	182
Julij	22,1	176	167,4
Avgust	22,0	69	158,3
September	17,2	168	121
Oktober	12,9	101	63,3
November	8,9	589	21,3
December	3,7	354	48,8
Skupno / povprečno	12,4	2288	1228



Ilustracija 8: Povprečne temperature in padavine čez leto 2019.

## Ekstremne vrednosti

Najvišja temperatura, **36,8°C**, je bila izmerjena 25.7.2019 ob 14h. Nad 30°C se je ogrelo v kar **52** dneh, nad 25°C pa v **99** dneh. Nad 30 °C se je prvič segrelo 3.6.2019 (30,1 °C), zadnjič pa 1.9.2019 (33,3 °C). Največ vročih dni (nad 30°C) je bilo v juniju (**19**). Ekstremno vročih dni (nad 35°C) je bilo skupno **4**. Najnižja jutranja temperatura v **3** dneh ni padla pod 20 °C, kar se šteje kot tropska noč.

Najnižja temperatura, **-5,2°C**, je bila izmerjena 27.1.2019 zjutraj okrog 7:30. Temperatura pod 0°C je bila izmerjena v **69** dneh. Zadnjič je bila temperatura pod lediščem 21.3.2019 (-1,2°C), prvič pa 1.12.2019 (-1,1 °C). Najvišja dnevna temperatura je vsak dan presegla ledišče.

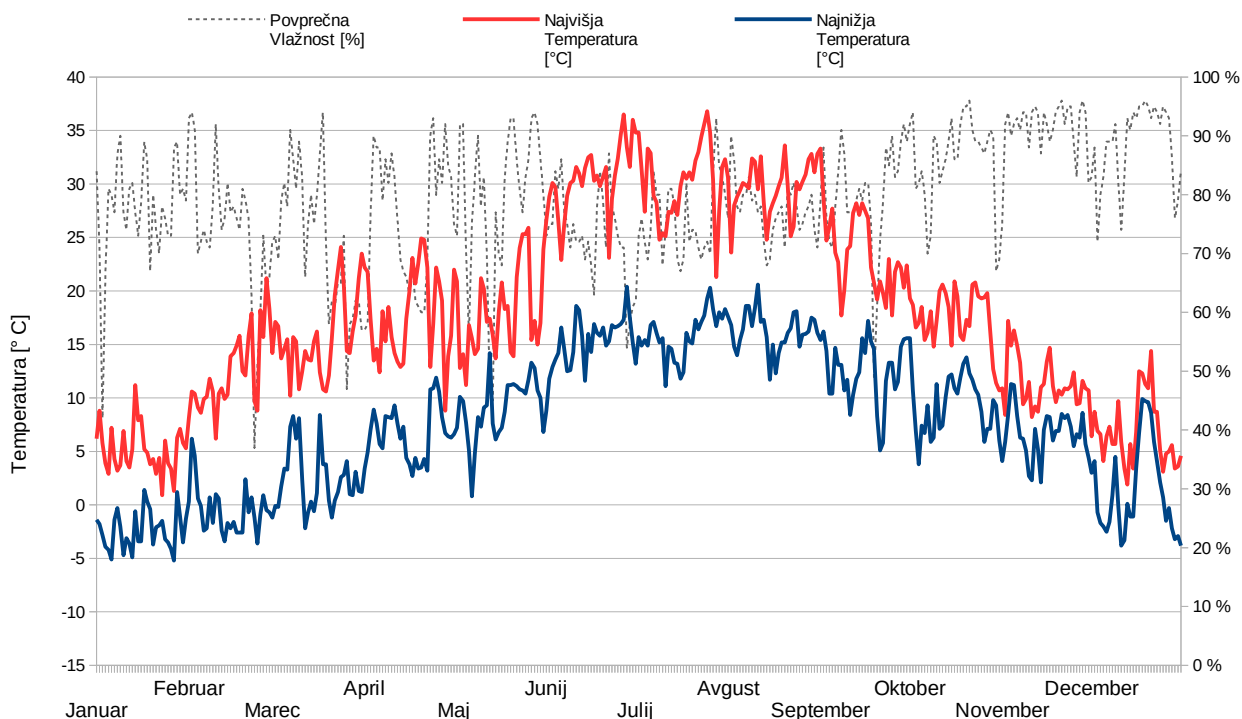
Konec februarja je bila zabeležena najnižja relativna vlažnost (14%).

Tabela 2 vsebuje zbrane ekstremne vrednosti.

*Tabela 2: Ekstremne vrednosti.*

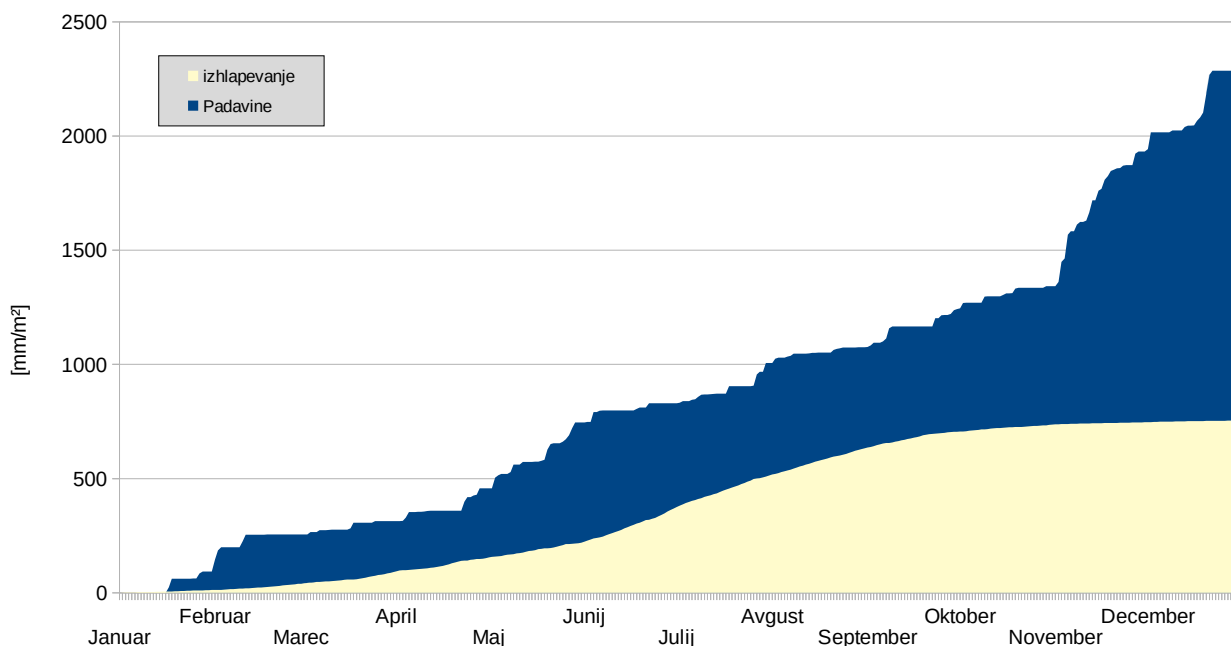
	Vrednost	Čas
Maksimalna temperatura	36,8 °C	25.7.2019 ob 14:00
Minimalna temperatura	-5,2 °C	27.1.2019 ob 7:33
Maksimalna temperatura rosišča	26,2 °C	27.6.2019 ob 13:35
Minimalna temperatura rosišča	-16,2 °C	3.1.2019 ob 13:02
Maksimalni sunek vetra	56 km/h, jugovzhod	30.10.2019 ob 7:31
Vetrovna pot (dnevna)	342 km	30.10.2019
Vetrovna pot (letna)	približno 16.900 km	
Maksimalni zračni tlak	1039,5 mb	24.2.2019 ob 7:36
Minimalni zračni tlak	984,9 mb	22.12.2019 ob 12:09
Največ padavin v enem dnevu	103,4 litrov	5.11.2019
Največ padavin v eni uri	38,8 litrov	4.6.2019 ob 15:27

Slika Ilustracija 9 prikazuje najnižje (modra črta) in najvišje (rdeča črta) dnevne temperature čez leto. Siva prekinjena črta označuje potek povprečne dnevne vlažnosti.



Ilustracija 9: Najvišje in najnižje dnevne temperature ter zračna vlažnost čez leto 2019.

Ilustracija 10 prikazuje padavine kumulativno čez leto (modro področje). Prva polovica januarja je bila suha in hladna, sledilo je padavinsko obdobje. Marec in april sta bila dokaj suha, maj je bil hladen in moker. Poletne nevihte so prinesle zadostno količino padavin, da zalivanje skoraj ni bilo potrebno. September in oktober sta bila spet relativno suha. November in december pa močno izstopata. Veliko dežja smo dobili v začetku novembra ter v decembru. Skupno sta zadnja dva meseca prispevala približno 950 litrov dežja. 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 755 litrov/m<sup>2</sup>.



Ilustracija 10: Padavine in izhlapevanje čez leto 2019.



## Sneg

»Pravega« snega nismo imeli. Do 17.1.2019 je bilo hladno z jutranjimi temperaturami pod lediščem, 17.1. pa je zvečer močno deževalo pri +5°C. Naslednje jutro je dež prešel v sneg, a so padavine oslabele in se ni prijel. Do 23.1. je pihalo, zjutraj pa je bilo po tleh belo (in nič več). V Solkanu in Novi Gorici je močnejše snežilo in za kratek čas pustilo belo podlago. 27.1. je popoldne padal zrnat sneg, ki je prešel v dež. Zvečer pa je bila prva nevihta s strelami in grmenjem!

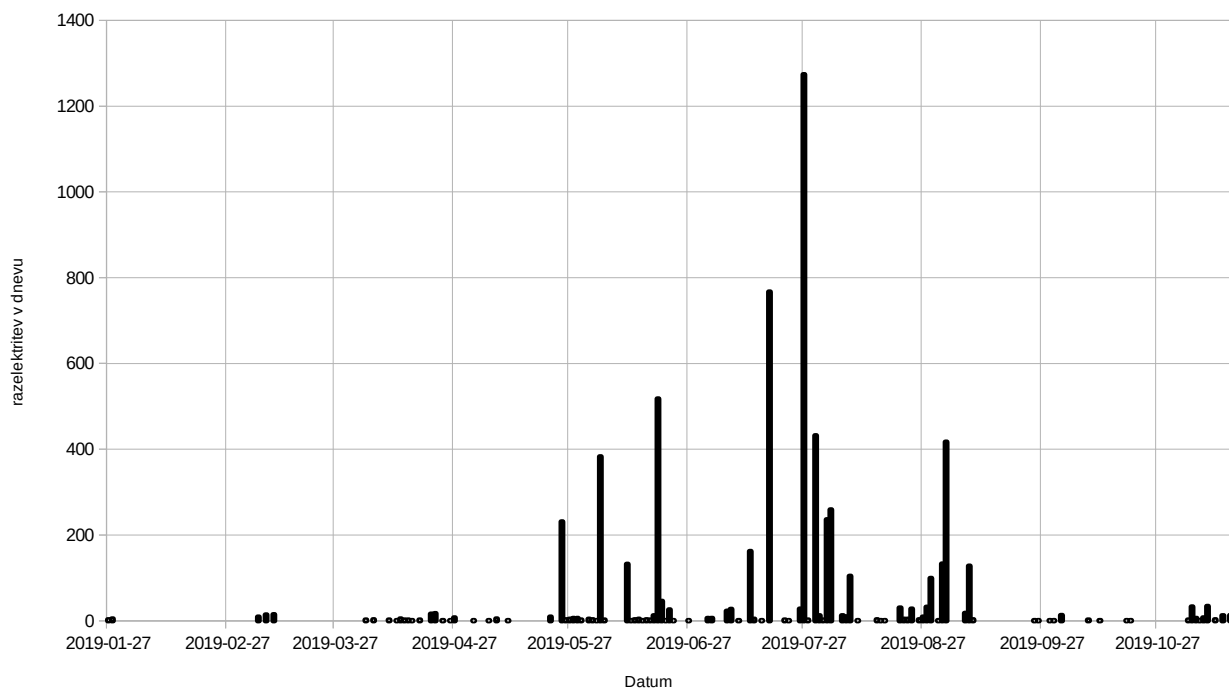
Sneg smo videli še decembra v noči z 12.12. na 13.12.. Padlo ga je ravno dovolj za eno kepo in veselje otrok. Ilustracija 11 prikazuje ostanek snežne odeje 13.12.2019 popoldne.



*Ilustracija 11: Snežna odeja 13.12.2019.*

## Strele

Prva nevihta s strelami nas je prešla že v noči s 27. na 28.1.2019. Zaznanih je bilo 8 razelektritev, je pa bilo zaradi noči videti kar nekaj oddaljenega bliskanja. Razelektritve so bile zabeležene tudi sredi marca, bolj izrazito pa kasneje konec aprila in maja. Razgibano je bilo sredi junija ter v juliju in začetku avgusta. Največ razelektritev, **1274**, je bilo zaznanih 27.7.2019.

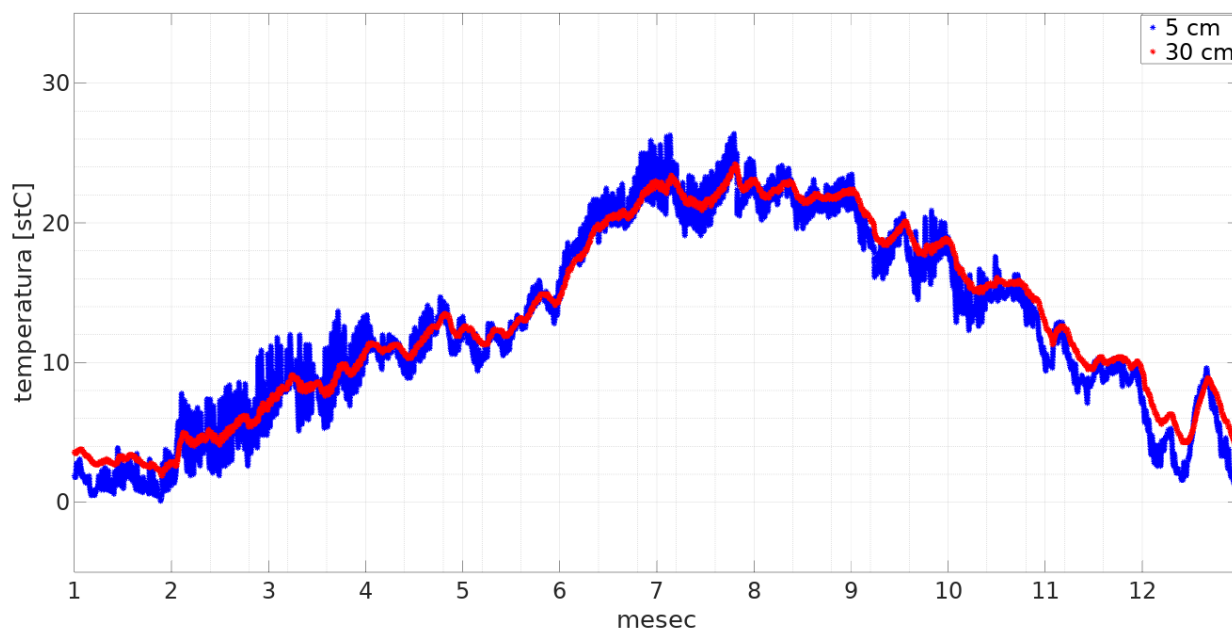


Ilustracija 12: Dnevne razelektritve čez leto 2019.

## Temperatura tal

Senzorja za merjenje temperature tal sta ostala na istem mestu in brez kakršnihkoli posegov. Branje je bilo nemoteno.

Negativnih temperatur v letu 2019 nisem zabeležil, je pa ostala zemlja hladna do konca maja. Šele v začetku junija se je ogrela nad 15°C in dosegla 20°C šele sredi junija. Pod 20°C se je znova ohladila začetek septembra in se postopno hladila do konca leta. Izstopa močan porast sredi decembra (padavine, toplo vreme), ko je dosegla skoraj 10°C.



Ilustracija 13: Temperatura tal v letu 2019.

## Zaključek

Investicij in stroškov je bilo za približno 200 EUR (Tolmin), 150 EUR (Veternik) in 150 EUR (Solkan). Solkanske stroške je pokrilo podjetje Instrumentation Technologies, ostale pa sam. Spletni prostor še vedno brezplačno zagotavlja <http://www.novagorica.eu>.

Na tolminski spletni strani [www.vremetolmin.si](http://www.vremetolmin.si) je možno oddati donacijo, sredstva pa bodo namenjena vzdrževanju senzorjev in vsega okrog vremenske postaje. V celotnem obdobju zbiranja donacij se je le-teh nabralo za 0 EUR :-)

Posebnega plana v letu 2020 ni. Poskrbel bom za brežhibno delovanje vseh postaj.

Hvala vsem za branje in se beremo čez eno leto.



*Ilustracija 14: Tolmin, 1.1.2020*