

Česká technologická platforma pro zemědělství

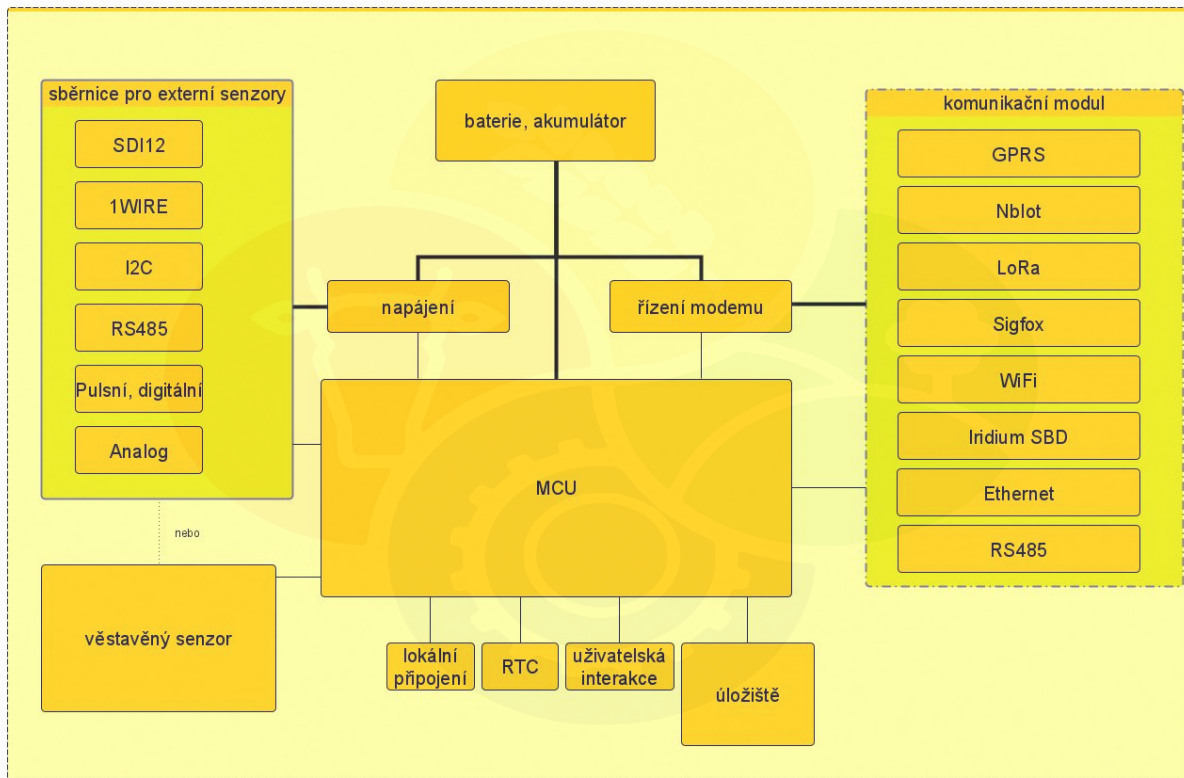
Koncept autonomní telemetrické stanice pro zemědělství ve světě internetu věcí

Marek Musil

Historie

- Rozvoj hardware, gsm komunikace
- Rozvoj přenosových technologií
 - více možností přenosu dat
 - snižování energetických nároků
 - cenová dostupnost
 - pokrytí signálem
- Nové standardy pro výměnu dat
- Uplatnění digitálních sběrnic v senzorové technice
- Adaptace nových senzorů pro nízkospotřebové měření
- Rozvoj bezúdržbových autonomních senzorů s vysokou mírou přesnosti
- Zdroje s vysokou hustotou uložené energie
- Dobíjení zdrojů pomocí energy harvestingu

Architektura obecné telemetrické jednotky



Řízení toku dat

```
57
58 | if isnan btemp then print "NA" else ssave 340340092 0 t btemp ""
59 | if isnan bhumi then print "NA" else ssave 410130092 0 t bhumi ""
60
61
62 | if w = 1 then send 0 0 0
63 | if w = 2 then send 0 0 0 "now"
64 | v = t - m
65 | if v > 3800 then gosub "batt"
66 | wait interval 0
67 | wakeupby w
68 | until 1 = 0
69
70 |:tsynchro
71 |   wait 1200 0
72 |   ntpdate
73 |   gettime u
74 | return
75
76 |:batt
77 |   wait 600 0
78 |   gettime t
79 |   sget "power1" 0 0 batt
80 |   ssave 360200000 0 t batt ""
81 |   gettime m
82 | return
83
84 |:measure
85 |   invalidate
86 |   power "on"
87 |   sleep 3 0
88
89 |   sget "sdi121" 1 0 eps1
90 |   sget "sdi121" 1 1 stemp1
91 |   sget "5tm1" 1 2 vwc1
92
93 |   sget "sdi121" 2 0 eps2
94 |   sget "sdi121" 2 2 stemp2
95 |   sget "5tm1" 2 2 vwc2
96
97 |   sget "sdi121" 3 1 atemp
98 |   sget "sdi121" 3 2 ahumi
99
100 | sget "am23151" 0 0 btemp
```

- Řízeno uživatelským skriptem nebo parametrizací jednotky
- Sběr na základě času, události, změny, uživatelské interakce
- Přiřazení časové značky
- Přiřazení identifikátoru měření - kanál nebo jedinečné id
- Zpracování dat v jednotce - korekce, přepočítání, suma, průměr, limit ...
- Ukládání do permanentní paměti
- Odesílání vestavěným rádiovým modulem
- Akceptace potvrzení o přijetí

Senzorové sběrnice

- Sensory se připojují pomocí digitálních sběrnic, analogových a stavových signálů
- Digitální sběrnice umožňují adresování, tedy připojení více senzorů stejných nebo i různých typů na jednu sběrnici
- Na digitální sběrnici nemůže dojít ke zkreslení dat
- Analogové signály lze multiplexovat nebo užít vícekanálový převodník
- Analogový signál je nutné převádět na digitální
- Stavový signál lze použít také k měření frekvence, případně časového úseku
- Sběrnice poskytuje řízené napájení senzoru nebo je senzor napájen vlastním zdrojem, případně jen část

Typy užitých sběrnic

SDI12

Asynchronní sériový sběrnicový protokol pro inteligentní senzory
Univerzální bez nutnosti dalšího programování pro konkrétní senzor
Široké spektrum profesionálních senzorů, zejména environmentálních



Dvoudrátová sériová sběrnice
Pouze low level protokol, obsluha konkrétního senzoru
Široká základna různých senzorů - čipy, moduly, zařízení

RS-485



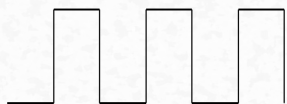
Dvoudrátová diferenciální sběrnice
Podpora Modbus RTU nebo proprietárního protokolu
Průmyslové senzory

Typy užitých sběrnic

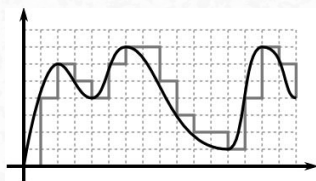
1-Wire

Jednodrátová sběrnice pro teploměry

Teploměr Dallas DS18B20 případně senzory vlhkosti, převodníky
Levný, dostupný, dostatečně přesný senzor teploty



Pulsní vstup
Měření frekvence, periody
nebo stavového signálu (0,1)



Analogový vstup
Měření napětí (0-10V) nebo proudu (4-20mA)

Senzory - výběr typů podle měřených veličin

Kompletní meteostanice

Objemová vlhkost půdy nebo sací tlak

Pyranometr - oslunění, případně albedo

Senzor plynu - metan, amoniak, oxid uhličitý (NDIR)

Orosení listů

Detekce radiačního mrazu

Senzor kyslíku v půdě

Senzor teploty a vlhkosti vzduchu

Univerzální čidlo teploty

Senzor NDVI indexu

Detekce zaplavení

Výška hladiny kapaliny

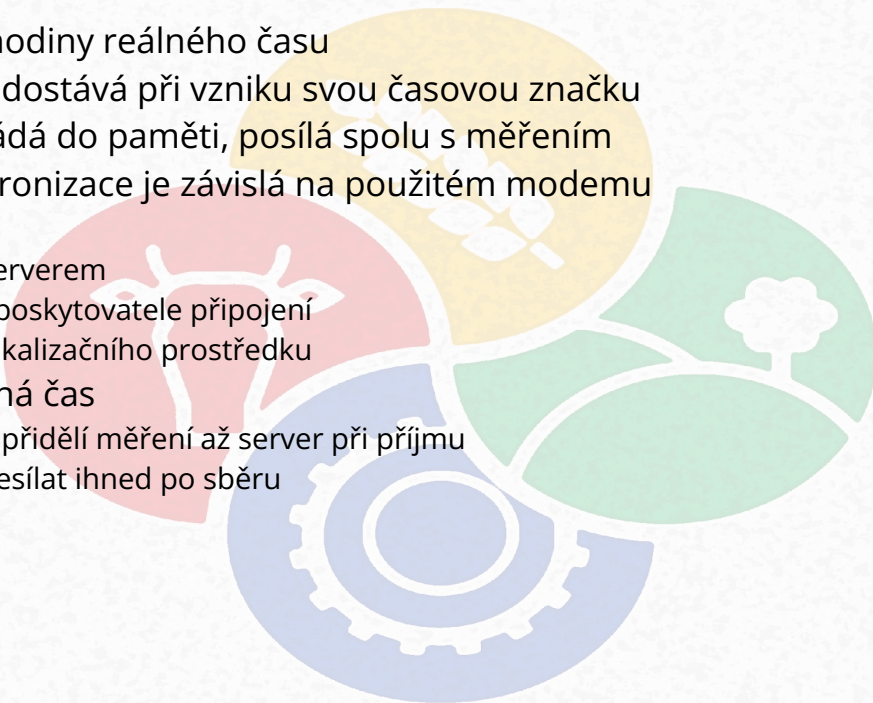
Pluviometr - monitoring množství srážek

Dendrometr



Časová značka

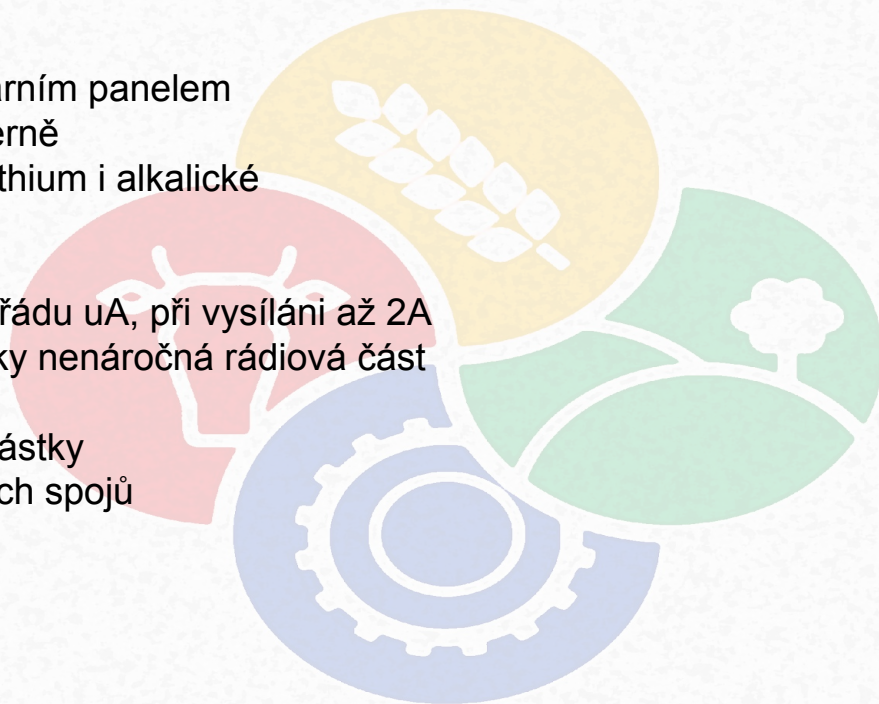
- Jednotka obsahuje hodiny reálného času
 - Každé měření dostává při vzniku svou časovou značku
 - Značka se ukládá do paměti, posílá spolu s měřením
 - Metoda synchronizace je závislá na použitém modemu
 - se sítí
 - cílovým serverem
 - cloudem poskytovatele připojení
 - pomocí lokalizačního prostředku
- Pokud jednotka nezná čas
 - časovou značku přidělí měření až server při příjmu
 - data je nutné odesílat ihned po sběru









Energetické možnosti

- Akumulátor Li-ion
 - Dobíjený solárním panelem
 - Dobíjený externě
- Primární baterie - lithium i alkalické
- Externí zdroj

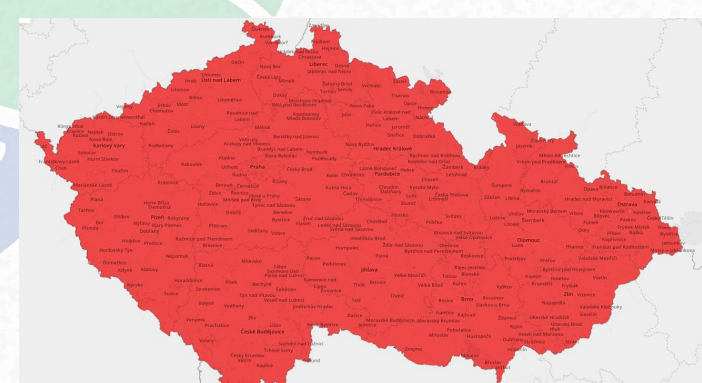
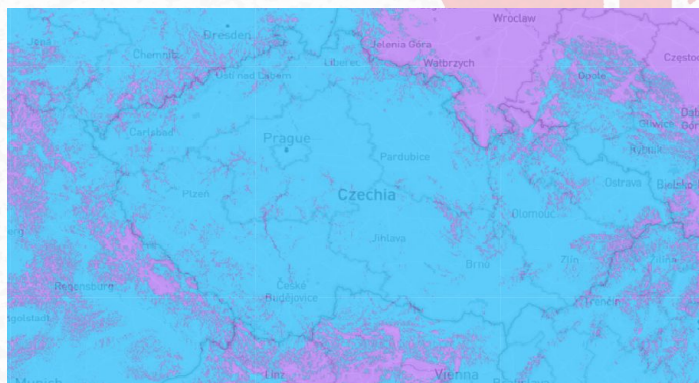
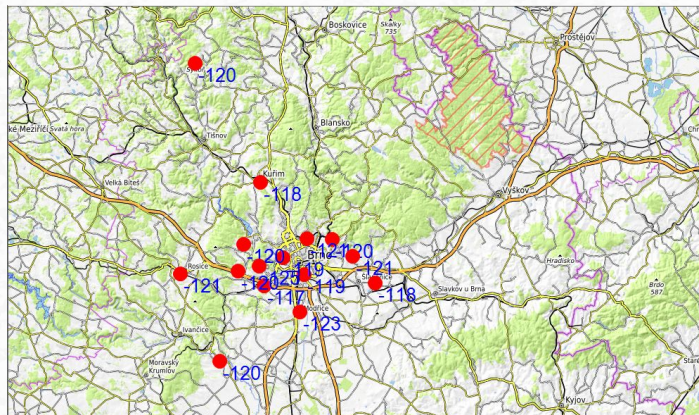
- Klidová spotřeba v řádu uA, při vysílání až 2A
- Příklon k energeticky nenáročná rádiová část
 - zdroj
 - balastní součástky
 - deska plošných spojů



IoT komunikační technologie

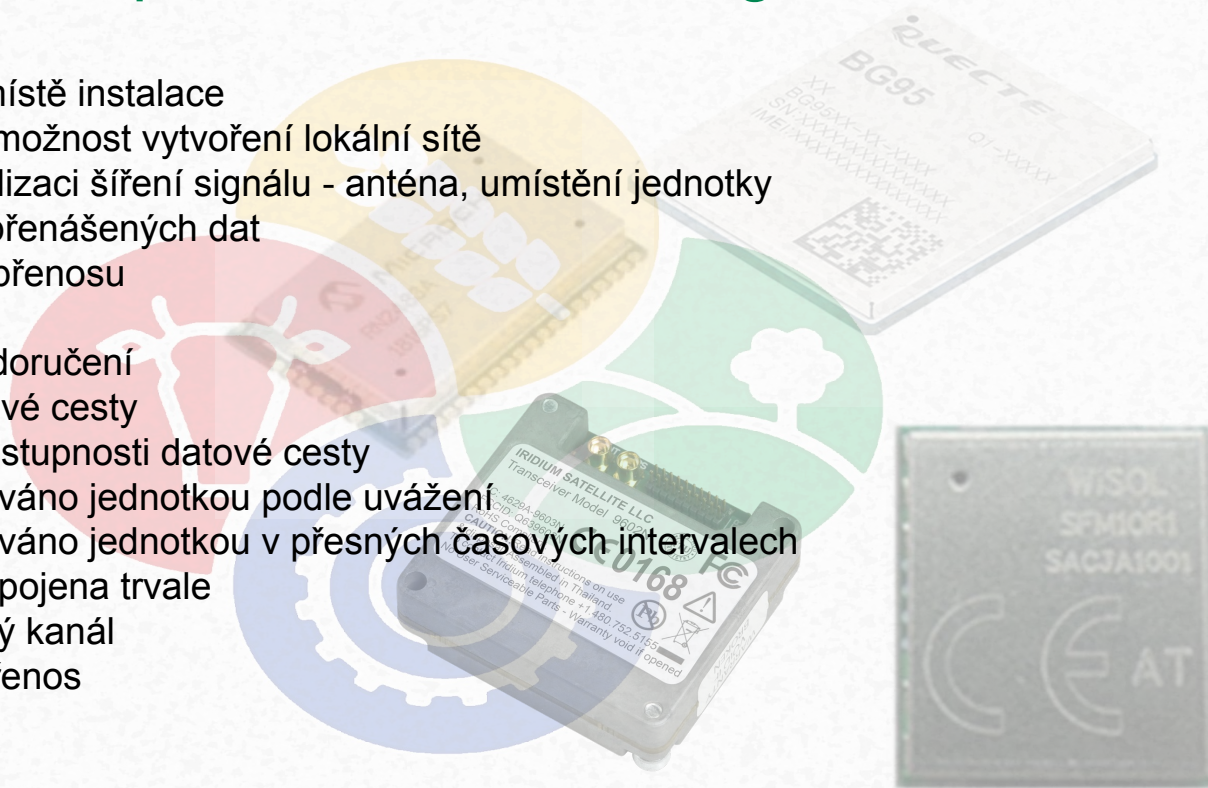
					
<p>národní nebo lokální síť otevřený standard zpětný kanál bezpečnost</p>	<p>roaming cena hardwaru backend operátora světové rozšíření</p>	<p>licencované rádiové pásmo garance dat objem dat velký tok dat pokrytí</p>	<p>pokrytí dostupnost</p>	<p>lokální síť rychlý přenos velký objem dat</p>	<p>neomezené pokrytí</p>
<p>pokrytí mimo ČR roaming nelicencované pásmo</p>	<p>proprietární protokol objem dat centralizované nelicencované pásmo</p>	<p>roaming operátoři správa sim počty zařízení kompatibilita operátorů</p>	<p>proudová spotřeba spotřeba režim sleep správa sim zastarává</p>	<p>spotřeba omezený dosah lokální síť</p>	<p>spotřeba cena hw cena přenosu speciální anténa</p>

Pokrytí signálem



Kritéria pro výběr přenosové technologie

- Pokrytí signálem v místě instalace
- Existence případně možnost vytvoření lokální sítě
- Možnosti pro optimalizaci šíření signálu - anténa, umístění jednotky
- Objem a frekvence přenášených dat
- Energetické nároky přenosu
- Požadovaná latence
- Žádaná míra jistoty doručení
- Bezpečnost přenosové cesty
- Míra požadované dostupnosti datové cesty
 - Připojení iniciováno jednotkou podle uvážení
 - Připojení iniciováno jednotkou v přesných časových intervalech
 - Jednotka je připojena trvale
- Požadavky na zpětný kanál
- Cena hw, cena za přenos



Tvar dat

- Odesílání vestavěným rádiovým modulem
 - proprietárním protokolem
 - nutnost dekodéru
 - široké možnosti obsahu
 - MQTT
 - princip publikuj - odebírej
 - data broker
 - mqtt-sn varianta pro senzorové sítě

- CRC error detection
- 500 B maximum packet size
- Up to 50 messages can be transmitted within one packet
- Different variable size describing measured value transfer

Data packet consists of header, body (data payload) and footer. Acknowledgement data packet has only header.

Data organization is big-endian (little byte first).

Data packet:

size [B]	description
13	header, packet start
vary	body, measured data
2	footer, contains CRC

Header:

size [B]		description
1 uint8_t	delimiter	separates messages, must be 0xFF. Can be used to lock receiver running on the stream oriented media (serial line) - in that case must be used in acknowledgement packet (CRC, because byte value 0xFF should not be unique)
8 uint64_t	id	unique identifier of device (node), could correspond with IMEI of GPRS modem. This item is used only once in packet so transfer of measurements from different device is not possible within one packet - takes into account for sensor networks.
2 uint16_t	seq	sequence number, this number must be in acknowledge message to identify message, which is acknowledged. Number is raised by 1 each transferred packet. Sequence is used by packet originator (node) to pair data packet and respective acknowledgement

- Strategie odesílání respektuje limity technologie
 - volné kanály - podle operátora
 - duty cycle
 - náhodný přístup k médiu - data se odesílají s náhodným zpožděním
 - potvrzování dat - je možno vynutit
- Mechanismus vzdálených příkazů

Příklady použití



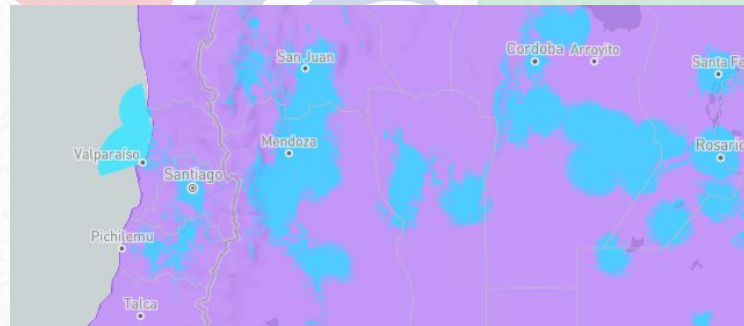
Měření kolísání hladiny podzemní vody v okolí uzavřeného povrchového lomu po těžbě hnědého uhlí



Sledování množství metanu v uzavřených stájích. Prevence nadlimitního množství plynu. Monitoring amoniaku, oxidu uhličitého.



Měření sacího tlaku vody, environmentálních podmínek a stavu zavlažování na vinici



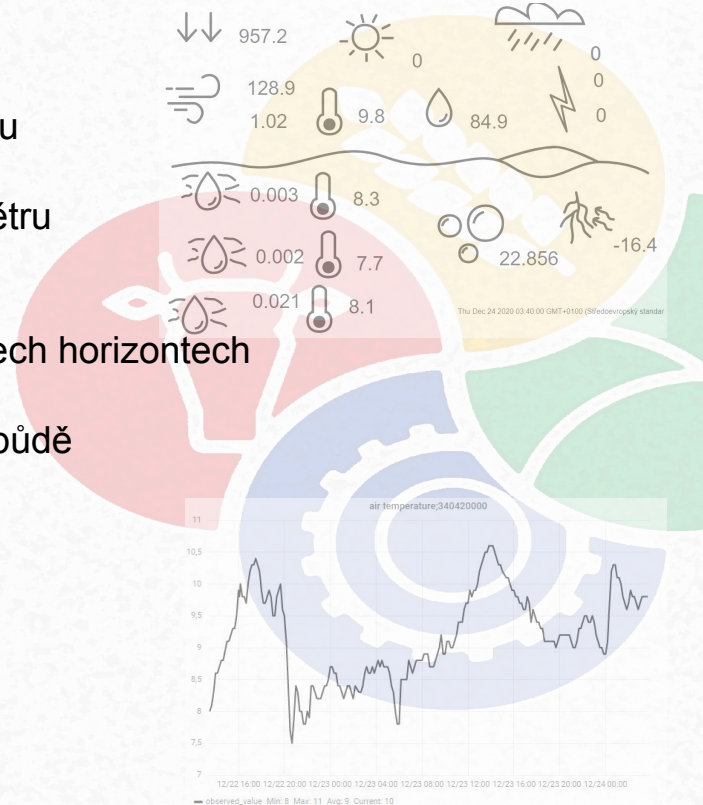
Měření sacího tlaku vody, environmentálních podmínek na vinici

Posouzení vlivu užití biouhle při výsadbě révy na retenci vody v půdě



Monitoring

teploty vzduchu
vlhkosti vzduchu
atmosférického tlaku
množství srážek
rychlosti a směru větru
oslunění
výskytu blesků
půdní vlhkosti ve třech horizontech
sacího tlaku
množství kyslíku v půdě
teploty půdy



Instalace kompletní bezobslužné meteostanice

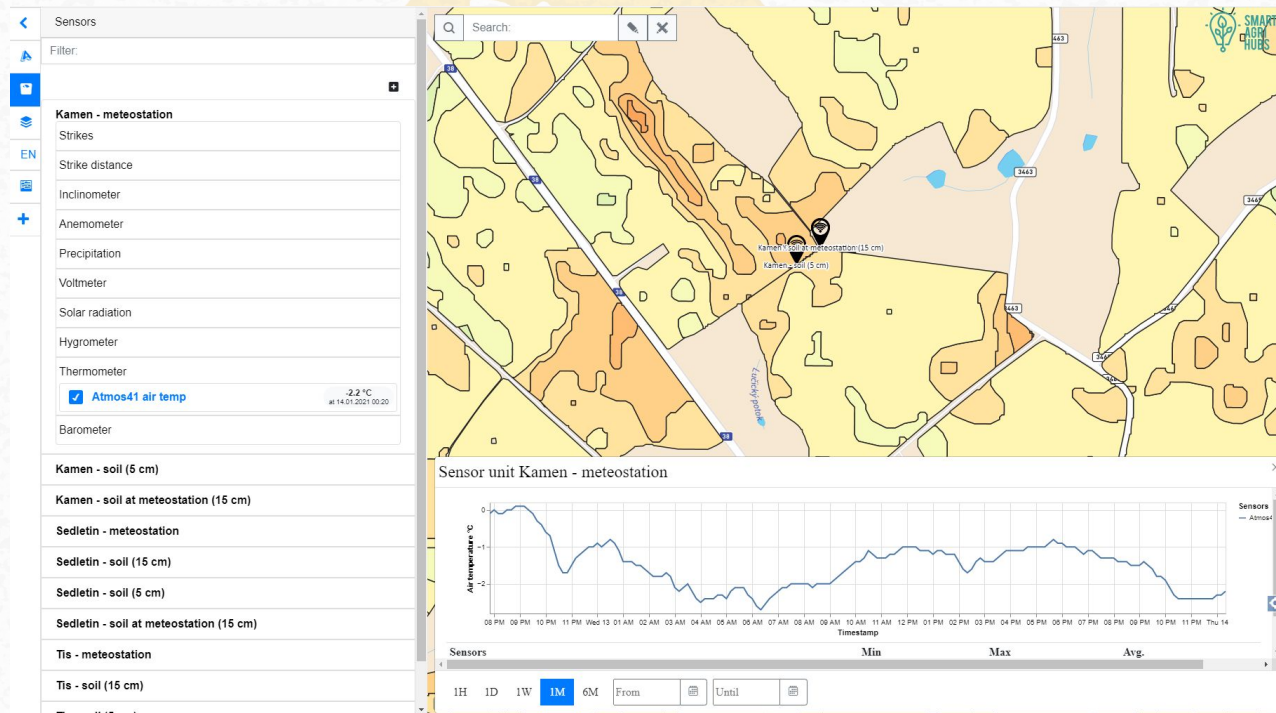


Analýza vztahu obecně dostupných měření a předpovědí s konkrétními mikroklimatickými podmínkami.

vlhkost a teplota vzduchu
vlhkost a teplota půdy
ovlhčení listů
pyranometr
pluviometr



Monitoring širších meteorologických podmínek sítí meteostanic



Snímání teploty porostu a polohové informace během aplikace postřiku na samochodném postřikovači

Měření bezkontaktním infračerveným radiometrem

Záznam meteorologických podmínek během aplikace postřiku.



Děkuji za pozornost

