



# Napsugárzás-intenzitás és szélesebesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 3. rész

## Solar radiation intensity and wind velocity measuring system on a landfill hill, part 3

<sup>1</sup>Pálinkás Tibor, <sup>1</sup>Felker Péter, <sup>2,3</sup>Ürmös Antal, <sup>4</sup>Mile Gábor, <sup>1,2</sup>Imre Emőke, <sup>5</sup>Weidinger Tamás

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar. Budapest, Hungary, [felker.peter@uni-obuda.hu](mailto:felker.peter@uni-obuda.hu)

<sup>2</sup> Óbudai Egyetem, EKIK HBM Kutatóközpont. Budapest, Hungary, [imre.emoke@uni-obuda.hu](mailto:imre.emoke@uni-obuda.hu)

<sup>3</sup> Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Kar. Budapest, Hungary, [urmos.antal@uni-obuda.hu](mailto:urmos.antal@uni-obuda.hu)

<sup>4</sup> FKF Zrt, Budapest, Hungary, [mileg@fkf.hu](mailto:mileg@fkf.hu)

<sup>5</sup> ELTE, TTK. Budapest, Hungary, [weidi@caesar.elte.hu](mailto:weidi@caesar.elte.hu)

---

### Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontjának irányításával a 2007-ben indult (BME-SZIE-ELTE) Jedlik és norvég-kutatási projekt folytatásaként a Bánki kar önálló munkát végez, adatbázis bővítést hozva létre a hazai kommunális hulladéklerakókról diák kutatás révén. Partnerek többek között a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, a Naplopó Kft, valamint a KFKI ELKH Energetikai Kutatóközpontja. A diákok a pusztazámori kommunális hulladéklerakón napsugárzás intenzitás mérést és szélesebesség mérést végeznek, a mért adatokat összehasonlítják a meteorológiai kutatóállomáson mért adatok alapján prognosztizált adatsorokkal. Jelen munka a napsugárzás intenzitás mérő és a szélesebességmérő egység prototípusának elkészítéséhez kapcsolódik, ez a harmadik, áramkörös /programozási rész.

Kulcs szavak: napsugárzás intenzitás mérés, szélmérés, kommunális hulladéklerakó

---

### Abstract

Under the direction of the EKIK HBM Systems Research Center of the University of Óbuda, as a continuation of the Jedlik and Norwegian research project started in 2007, the Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering is doing independent work, making an extension of the existing database of domestic municipal landfills. Partners include the Department of Energy Engineering of the BME, Naplopó Kft., and the ELKH Energetic Research Center of KFKI. The solar radiation intensity measurements and wind speed measurements are carried out at the municipal landfill of Pusztazámor, by students. The measured data are compared with the forecasted data sets based on meteorological research station data. This work is related to the preparation of the prototype of the solar radiation intensity meter and the wind speed measuring unit; this is part 3 on the electric circuits.

Keywords: solar intensity meter, wind speed measuring unit, MSW landfill

---

## 1.Bevezetés

A közlemény második részében bemutattuk a diákok számára készítendő meteorológiai kísérleti rendszer (mérőcella) érzékelőit. Része egy analóg feszültség-jelet szolgáltató piranométer, az ahhoz kifejlesztett, analóg feszültségelet szolgáltató hőfokérzékelő, valamint egy impulzusfrekvencia-

kimenőjelű kanalas anemométer jeleinek kondicionálására, digitalizálására és az adatsomagok eltárolására alkalmas. E harmadik rész célja az áramkörök, a programozás, valamint a tervezett eszközök telepítésének bemutatása.

## 2. Az áramkörök részletezése

Az egész projekt megvalósítása során igyekeztünk minél költségkímélőbb, egyben a leggyorsabban eredményt hozó módon eljárni. A nyomtatott áramkörti paneleket például házilagos technológiával, vasalásos eljárással gyártottuk le [5]. Az elektronikai alkatrészek zöme felületszereléses, de igazodva a meglévő alkatrész készletünkhöz, néhányuk hagyományos, furatszerelt.

A prototípus-mérőcella áramköreit három kisméretű nyomtatott áramkörti lapon helyeztük el: az analóg áramkörti rendszer nagyobb részét az alappanelen, kisebb egységeit – mivel azokat később dolgoztuk ki – a feltétpanelen, a mikroszámítógépet és közvetlen áramkörti környezetét a Raspberry panelen. A végleges kivitelben az alppanel és a feltétpanel rendszerei közös nyáklapra kerülnek majd. A panelek egymáshoz képest párhuzamosan helyezkednek el, menetes távtartókkal egymáshoz erősítve. A fentiek értelmében a prototípus kivitele hárompaneles, míg a végleges mérőcellaké kétpaneles „szendvicsszerkezet”.

A kapcsolási rajzokon feltüntetett, ill. a szövegben hivatkozott feszültség szintek a közös, *GND* potenciálhoz viszonyítva értendők. A jeladók fémburkolata, az árnyékolt jelkábelek árnyékoló harisnyája a „valódi földeléshez”, azaz egy talajba szúrt földelőszondához fog csatlakozni. Az, hogy ezt a két potenciált célszerű-e közösitni vagy sem, a gyakorlat fogja eldönteni. A földponton hozzávezető kábel faston jellegű csatlakozó dugója az alppanelen található. A *GND*-vel való közösitése a Jp6 jumperen történhet, egy hüvelyhíd felhelyezésével.

### 2.1 Analóg tápegység és feszültségreferencia

A cím szerinti áramköröket már a kétpaneles verzió szerint, egyetlen kapcsolási rajzon helyeztük el (1. ábra). Az akkumulátor feszültsége a kétpólusú *ACCU* (Jp3) csatlakozón keresztül kapcsolódik a rendszerre. Megjegyezzük, hogy a pozitív ágban minden mérőcellához egy-egy olvadóbiztosító is tartozik, amelyek az akkumulátoregységen helyezkednek el, ezért a rajzon nem szerepelnek. Az esetleges fordított polaritású rákapcsolás káros hatásai ellen a D1 védi az elektronikai rendszert.

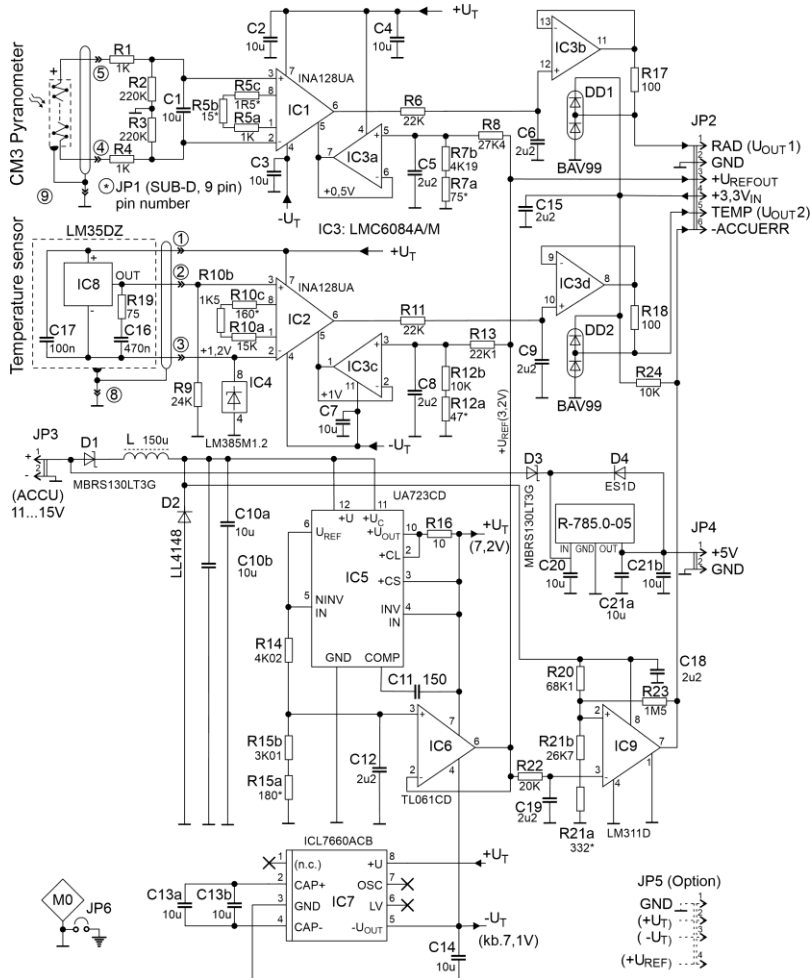
Mivel a kisebb veszteség érdekében ez jelentős visszarámú Schottky dióda, a szivárgási áram elvezetésére a D2 normál szilíciumdiódát is beiktattuk. A viszonylag hosszú tápvezetéken indukálódó környezeti zavarok, pl. a telepítési helyhez aránylag közeli, mára hosszúhullámra (135,6 kHz-re) átállított lakihegyi nagyadó RF zavarása, tápvezetékek erőterének zavarása ellen az L és a C10 védi az IC<sub>5</sub> feszültségstabilizátort. Látható, hogy ezek a viszonylag nagy kapacitású kondenzátorok nem elektrolitkondenzátorok vagy tantálkondenzátorok, hanem kerámia dielektrikumúak. Tekintettel a telepítés körülményeire, az elektronikát igyekeztünk stabil, időtálló paraméterekkel bíró alkatrémekből felépíteni. Így az áramkörökben sem elköt vagy tantálkondenzátort, sem trimmerpotenciométert nem alkalmaztunk. Az ellenállások többsége 1%-os értéktűrésű.

Az IC<sub>5</sub> egy „ösi” (1967-ben került először forgalomba), de máig szinte minden jelentős IC-gyártó által gyártott, jól bevált áteresztő jellegű precíziós feszültségstabilizátor, a jól ismert 723-as. A tok itt a legegyszerűbb alkapcsolásában üzemel: a kimenőfeszültsége, azaz a rendszer +U<sub>T</sub> tápfeszültsége megegyezik a belső feszültségreferenciája feszültségével. Ez a feszültség a különböző gyártók adatlapja szerint eléggé nagy szórású.

A megengedett határai gyártónként eltérők, az értéke összességében példánytól függően

+6,8...7,4 V között várható. Mivel a referenciaszültségeket is közvetve ebből az IC-ből származtatjuk, több példányból választottuk ki a melegítés hatására legkevesebbet változó referenciáját. Ilyeneket a tapasztalataink szerint többnyire a 7,1...7,3 V-osak között találunk.

### CM3 SIGNAL CONDITIONER FOR RASPBERRY PI PICO



1. ábra. A kapcsolási rajz

A fő referenciaszültséget úgy kell beállítani az R14, R15 feszültségosztó alsó tagjainak válogatásával, hogy az IC6 referenciabuffer kimenetén +3,2 V jelenjen meg. A Raspberryvel ui. az a probléma, hogy az A/D-t is tartalmazó mikrokontroller +3,3 V-os tápfeszültsége képezi az A/D referenciaszültséget is, ami nem túl szerencsés, hiszen ezt a tápfeszültséget egy kapcsolóüzemű tápáramkör biztosítja, így nemcsak a kimenőfeszültség stabilitása nem felel meg egy 12 bites A/D igényeinek, de zajtűskékkel erősen terhelt. Szerencsére a mikroszámítógép rendelkezik egy VREF csatlakozóponttal, amin keresztül külső, minimálisan + 3 V-os, de +3,3 V-nál mindenképpen

alacsonyabb referenciafeszültséget lehet rákényszeríteni a 200 ohmos ellenállással leválasztott belső referenciapontra. Az elmondottak az [1]-ben szereplő kapcsolási rajzok alapján értelmezhetők.

A jelkondicionáló áramkörökben alkalmazott műszererősítők (INA-k) és műveleti erősítők (OPA-k) elvileg működnek szimpla tápfeszültségről is, de tapasztalataink szerint kedvezőbb a viselkedésük a szimmetrikus táplálás esetén. Ezért iktattuk a rendszerbe az IC7 kapcsolt kapacitású tápfeszültség-invertert, a szükséges külső kondenzátorokkal ( $C_{13}$ ,  $C_{14}$ ). Tekintettel arra, hogy a  $-U_T$  negatív tápfeszültségről az összes fogyasztás csak néhány milliamper, ez az egyszerű megoldás tökéletesen megfelel a célnak.

## 2.2 A piranométer jelkondicionáló rendszere

Előjáróban leszögezzük, hogy a korábbi gyártású, kétvezetékes CM3-ről beszélünk! Az ugyanezen típusjelű újabb eszközöknek szimmetrikus kimenettel, azaz három kivezetéssel rendelkeznek.

Kétkivezetéses piranométerünk jelét az R1-R4, C1 szimmetrikus bemeneti aluláteresző szűrő közbeiktatásával vezetjük az IC1 INA bemeneteire. A bemeneti szűrő csillapítását is figyelembe véve, az INA erősítését  $A_{u1} = 50,25$ -re állítottuk be az R5 soros hálózat segítségével. Így az eredő erősítés 50-szeres, tehát az 50 mV-os maximális bemenőjel  $+2,5$  V kimenőfeszültséget eredményez az IC1 kimenetén. Elvileg a mikrokontroller analóg bemenetei 0 és  $+U_{REF}$  közé eső bemenőfeszültséget képesek feldolgozni, de tapasztalataink szerint a 0 és  $+U_{REF}$  közelében erősen romlik a linearitás. Ezért az IC1 5-ös (*Ref*) bemenetére 0 helyett  $+0,5$  V-ot kapcsolva a kimenet potenciálját ennyivel eltoljuk. A kimeneti feszültségtartomány így  $+0,5 \dots 3$  V-ra módosul. Az A/D 12 bites, azaz 4096 kvantálási egységgel reprezentált felbontása a  $0 \dots 3,2$  V-os tartományra vonatkozik. A  $2,5$  V-os redukált tartományra ebből 3200 egység jut. Azt sajnos, tudomásul kell vennünk, hogy a bonyolult digitális áramköri lapkán integrált A/D nettó felbontása a zajos környezetben csak legfeljebb 11 bit. Az adott tartományra vetítve tehát 1600 egység, ami, tekintve a piranométer pontosságát, még mindig több, mint elegendő.

A  $0,5$  V-ot a  $+3,2$  V-os rendszer-referencia R7, R8 osztóhálózattal való leosztásával állítjuk be. A *Ref* ponton kívánatos 0 forrásellenállást a feszültségkövetőként üzemelő IC3a biztosítja. A kimenőjel a kb. 50 ms időállandójú R6, C6 elemi aluláteresző tagon jut az IC3b feszültségkövető bemenetére, amely szintén 0 forrásellenállást biztosít a mikrokontroller analóg multiplexere felé. Ennek azért láttuk szükségességét, mert az RP3040 mikrokontroller vaskos kézikönyvének ([6]) egy eléggé eldugott táblázatában, a 617. oldalon szerepel az „ADC input impedance”, amelyet  $100$  k $\Omega$ -ként deklarál. Mivel sem tűrés, sem semmiféle stabilitási adat nem szerepel mellette, úgy döntöttünk, hogy nem számolunk vele.

1. táblázat Az analóg multiplexerre jutó TEMP jel feszültsége

	LM35 kimenet; V (10 mV/°C)	$A_u = 4$ (V; 40 mV/°C)	$U_{ki2}$ : +1 V eltolás; [24] V
+50 °C	0,5	2	3
+20 °C	0,2	0,8	1,8
0 °C	0	0	1
-20 °C	-0,2	-0,8	0,2

A kimeneten egy feszültségghatároló diódapárt (DD1) találunk. A két dióda a mikroszámítógép  $+3,3$  V-os tápfeszültségével záróirányban elő van feszítve. Ha valamilyen tranziens jelenség vagy meghibásodás folytán az IC3b kimenőfeszültsége abszolút értelemben túlságosan megemelkedne, a túlfeszültség irányától függően azt vagy az alsó dióda fogja meg  $-0,65$  V-nál, vagy a felső  $+3,95$  V-nál. A mikrokontroller analóg bemenetei ezt még meghibásodás nélkül elviselik.

### 2.3 A hőfokérzékelő jelkondicionáló rendszere

A CM3 hőfokérzékelőjeként a National Semiconductor régóta bevált LM35DZ típusú, alacsony fogyasztású, analóg feszültségkimenetű, TO-92 tokozású hőfokérzékelő chipjét alkalmaztuk (IC<sub>8</sub>). Ez az eszköz +4...30 V-os tápfeszültségről üzemelhet, a mérhető hőfoktartomány -55...+150 °C, az érzékenysége 10 mV/°C. Pl. 30 °C tokhőmérséklet esetén a kimenetén 300 mV mérhető. Ez az IC 50 pF-nál nagyobb önkapacitású kábelhez csatlakoztatva gerjedésre hajlamos, az ilyen esetekre javasolt RC hálózatot (R19, C16) is beépítettük a számára készített alumínium tokba, amit aztán műgyantával kiöntöttünk.

Mivel negatív hőmérsékletet is mérnünk kell, az eszköz adatlapjának ajánlását követve a „talpát” 1,2 V-tal felemeltük a közös potenciálról (IC<sub>4</sub>; az IC<sub>8</sub>-ra jutó feszültség így 6 V), a kimenete és a közös pont közé pedig beiktattunk egy 24 kohmos R<sub>9</sub> ellenállást. Az így kialakított érzékelőáramkör kimeneti pontjai az IC<sub>2</sub> INA-ra csatlakoznak, amelyet az R10 soros hálózattal A<sub>u2</sub> = 4-re állítottunk be. Tekintettel a negatív hőfoktartományhoz tartozó jeltartományra, az IC<sub>2</sub> Ref pontját ezúttal +1 V-tal toljuk el, a megfelelően megválasztott R12, R13 osztóhálózattal. Az INA kimenőfeszültsége, végül az analóg multiplexerre jutó TEMP jel feszültsége az 1. táblázat szerint alakul. A -20...+50 °C-os hőfoktartomány tehát 2,8 V-os feszültségtartományra képződik le, amihez elvileg 3584 pontos felbontás tartozna, de a 2.2.-ben írtak alapján csak 1792 pontossal számolhatunk, ami kb. 0,04 °C-os felbontásnak felel meg. A kompenzáláshoz 1 °C-os felbontás is bőven elegendő volna, ami, figyelembe véve a hőfokérzékelő gyártási tűréséből, a jelkondicionáló áramkör kalibrációs hibájából és hőfokfüggéséből adódó hibákat is, megvalósítható.

A hőmérsékletjel-kondicionáló áramkör további fokozatai azonosak a piranométer jelkondicionálójáéval. A hőfokérzékelő is kapott egy apró panelt, amin a kiegészítő RC elemek SMD-k; ezzel együtt helyeztük a tokba, majd öntöttük ki műgyantával.

### 2.4 +5 V-os tápegység és akkufeszültség-indikátor

Ezt a két áramköri részletet a prototípus feltépaneljére szereltük. A mikroszámítógép és az anemométer-csatorna tápellátását a szokásos módon, egy 5 V-os soros áteresztő „tápkockával”, pl. egy 7805-tel is megoldhattuk volna. Tekintettel arra, hogy a mérőcella akkumulátorról, terepi viszonyok között, felügyelet nélkül, folyamatosan működik, törekedni kellett a minél alacsonyabb fogyasztásra. Miután kiderült, hogy a hazai kereskedelemben megvásárolható, a 7805 kiváltására tervezett, annak kivezetés-elrendezésével azonos kivezetésekkel bíró R-785.0-05 típusú kis DC/DC modul (már-már tényleg kocka), vásároltunk egyet. Ezt az 500 mA-es maximális terhelésénél nagyságrenddel kisebb 10 mA-es terhelés mellett összehasonlítottuk hatásfok szempontjából egy 7805-tel. A bemenőfeszültség mindkét esetben 12 V volt. Míg a kapcsolótáp számított hatásfoka 48,25%-ra, a disszipatív táp 33,2%-ra adódott. A mérőcella áramfelvétele jelenleg 30 mA körül van.

A kapcsolótápra a D3 polaritásvédő diódán át jut a nyers feszültség, az esetleges későbbi fejlesztések során beépítendő további pufferkondenzátorok kikapcsoláskori káros hatásától a D4 védi meg a modult. Az akkumulátorokkal foglalkozó szakirodalom szerint egy 12 V-os ólomakkumulátort akkor tekintünk kimerültnek, ha a kapocsfeszültsége terhelés közben 11,5 V-ra csökken. Az IC<sub>9</sub> komparátor neminvertáló bemenetére kapcsolódó R20, R21 osztóhálózat úgy van beállítva, hogy a bemenet szintje akkor csökken +3,2 V-ra, amikor az akkumulátor kapocsfeszültsége 11,5 V-ra esik. A neminvertáló bemenetre természetesen a +3,2 V-os rendszerreferencia kapcsolódik, az R<sub>22</sub>, C<sub>19</sub> aluláteresztő tagon keresztül. Az akkufeszültség csökkenése lassú folyamat, ezért a komparátoron pozitív visszacsatolással 0,2 V körüli átkapcsolási hiszterézist állítunk be (R23). Az akkumulátor lemerült állapotát a -ACCERR jel a nyugalmi H szintről L-re váltása jelzi. Az analóg rendszer +9,5 V-os bemenőfeszültségig még megfelelően

működik, a DC/DC még ennél kisebb feszültségről is előállítja az 5 V-ot. Viszont az adatsomagokban egy időponttól kezdve szerepelni fog a kimerültséget jelző 0 értékű státuszbit, így kiértékeléskor meg lehet ítélni az akkumulátortelep állapotát.

A **2. ábra** az alappanelt a GND potenciálú, telefóliás oldala felől mutatja, a rászertelt és szigetelt huzalokkal bekötött feltétpanellel. Jól látszik a 9 pólusú SUB-D aljzat (Jp1), a 6 pólusú tükösesor (Jp2) és a Jp3, 12 V-os csatlakozópár. A **3. ábrán** az alppanel alsó, mintázatos, felületszereléses oldalát láthatjuk. Mindkét képen megfigyelhető a 4 mm-es faston földelőcsatlakozó is.

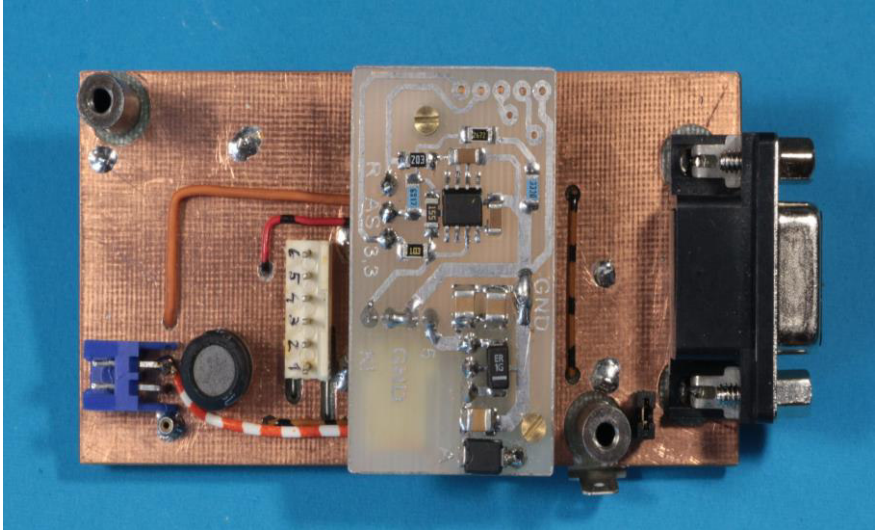
## 2.5 Az anemométer új áramköre

A kétvezetékesre átalakított szélesebbes mérő rendszernek a műszerbe szerelt új áramkört a **4. ábra** kapcsolási rajza mutatja. Az OC optovilla kivételében és paramétereiben nagyon hasonló az eredeti áramkörben levőéhez, a hozzá illesztett áramköri környezet viszont teljesen eltér azétól. Az IR LED-et elemi, tranzisztoros áramgenerátor (T, R1, D, R2) gerjeszti, mintegy 3 mA-rel. A régi típusú, 5 mm-es, 50 mA-es LED jelen alkalmazásban alig világít, inkább csak parázslík, viszont kitűnően kompenzálja a tranzisztor hőfokfüggését. Az IR LED a komparátor 1,1 V körüli referencifeszültségét is előállítja, ami az IC invertáló bemenetére kapcsolódik. A neminvertáló bemenet a fototranzisztor emitterfeszültségét érzékeli. A komparátor kimeneti terhelését a kimenőtranzisztor R4 emitterellenállása képezi, a kollektor a pozitív feszültségre kapcsolódik. A TS tranziensszupresszor a légköri elektromosság károsító hatását hivatott eliminálni.

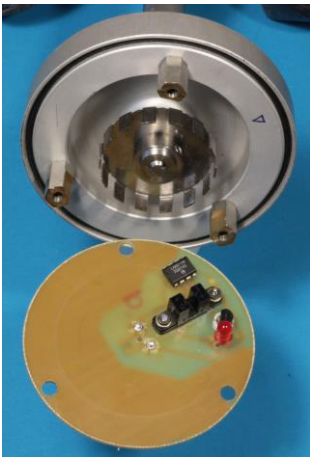
Az áramkör működtetése során a „+” vonal +5 V-ra, a „-” vonal eredőben 90 Ω-os ellenálláson keresztül GND-re csatlakozik. Ezen kondíciók mellett, szabad fénykapunál az eszköz áramfelvétele 6 mA, a figyelőellenálláson eső feszültség 0,55 V. Eltakart fénykapunál ezen értékpár 13,5 mA; 1,23 V. Utóbbi esetben az IC-re csupán 3,77 V-os tápfeszültség kerül, holott az adatlapján 4 V-os minimális tápfeszültség szerepel. Ez azonban az a garantált minimum, amelynél a főbb paraméterei, így pl. a működési sebessége a megadott határok között marad. A mi esetünkben a megkívánt működési sebesség nagyságrendekkel marad el a komparátor maximális sebességétől, úgyhogy ez nem túlságosan érdekes. A kísérletek során a kapcsolásban több gyártó 311-eseit is kipróbáltuk, és mindegyik megfelelően működött. A **5. ábrán** az új panel optovilla felőli oldala látható, fölötté a leendő beépítési helye, az anemométer hengeres háza. Jól látszik a 14 szárnyú sugárszaggató fémszerleg. A kerek panel forrasztási oldalának szerelt részletét az SMD-kkel a **6. ábra** mutatja.

## 2.5 A Raspberry panel

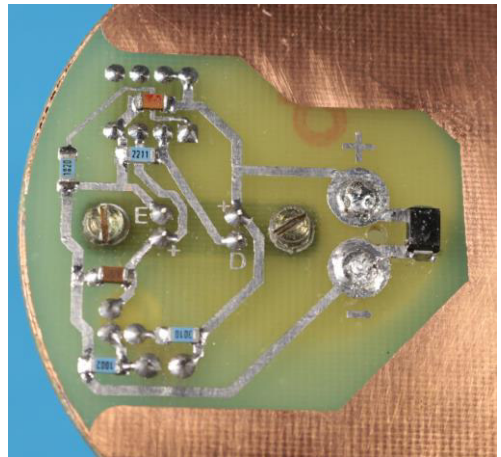
A „szendvics” tetején helyet foglaló panel kapcsolási rajza a **7. ábrán** látható. A tömbvázlattal kapcsolatban már szó esett az RTC (IC<sub>10</sub>, Xtal, B) és a Micro SD illesztéséről, aminek a részletei a ajánlott követhetők, további magyarázatra nem szorulnak. Az N nyomógombnak a Micro SD kártya cseréjénél lesz szerepe. A +5 V-os tápfeszültséget a D5-ön keresztül vezetjük be a Raspberry-be, az [1] gépkönyvben szereplő ajánlás szerint. Ezzel megakadályozzuk, hogy a laptop csatlakoztatásakor az USB csatlakozón bejutó, ill. az M DC/DC modulból kapott tápfeszültség „összeveessen” egymással. A szélesebbes mérő jelkondicionálja az IC<sub>11</sub> komparátoron alapul. A névlegesen 90 ohmos figyelő-ellenállást két, párhuzamosan kapcsolt 180 ohmos ellenállás képezi (R<sub>24</sub>). A komparátor felső kapcsolási szintjét közelítőleg az R<sub>24</sub>-en fellépő két feszültségérték középértékére, azaz +0,9 V-ra állítjuk be az R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub> osztóhálózattal. A komparátor R<sub>29</sub> kollektorköri munkaellenállása a +3,3 V-os tápfeszültségre kapcsolódik, így a VEL négyszögjelsorozat kimenőszintjei megfelelnek a mikrokontroller logikai szintjeinek. A nagy ellenállású R<sub>28</sub> néhányszor 10 mV-os hiszterézist állít be



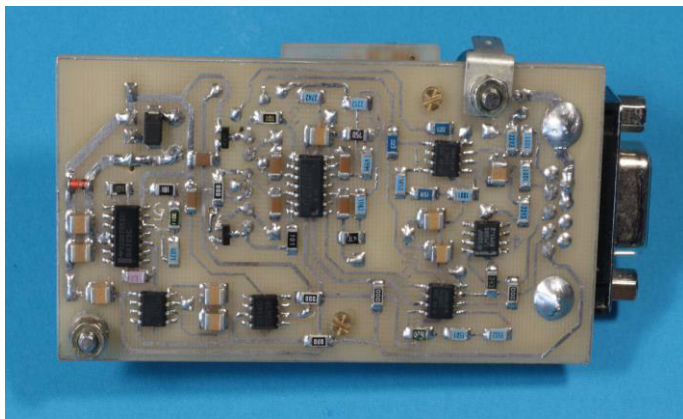
2. ábra. Az alappanel a GND potenciálú, telefóliás oldala felől



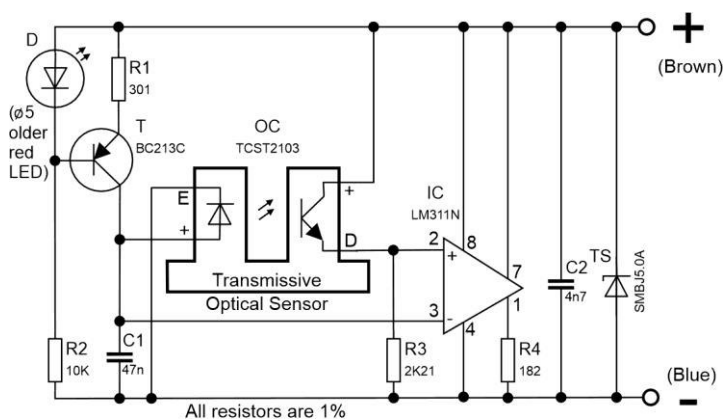
3. ábra. Az új panel optovilla felőli oldala



4. ábra. Az új panel forrasztási oldalának szerelt részlete az SMD-kkel



5. ábra. Az alappanel alsó, mintázatos, felületszereléses oldala

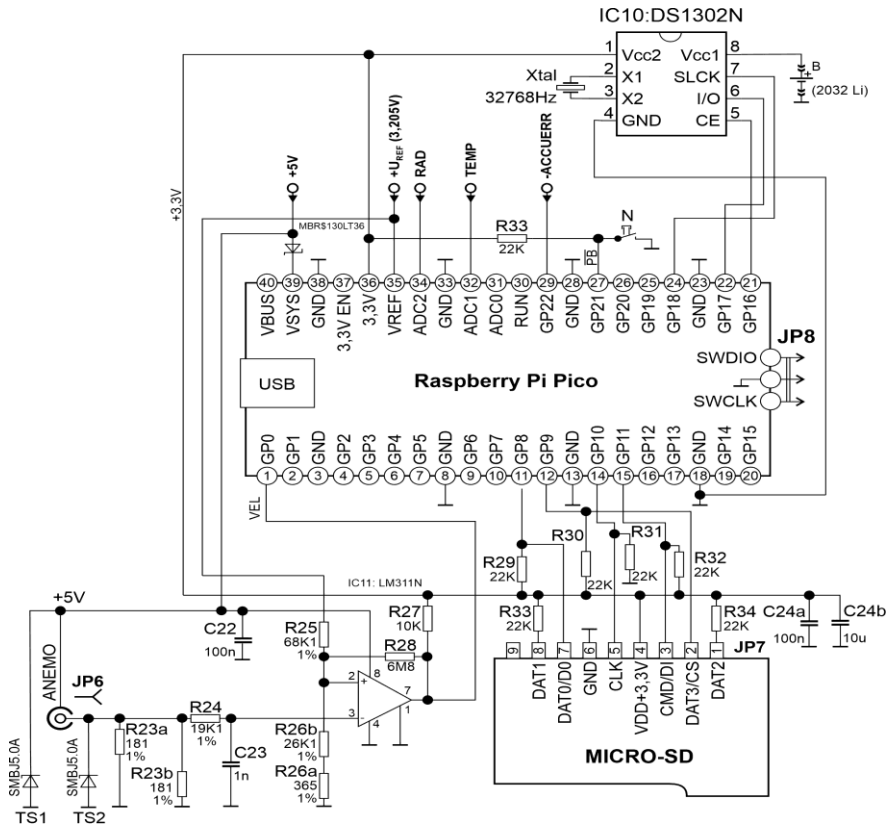


6. ábra. A kétvezetékesre átalakított szélességmérő új áramköre

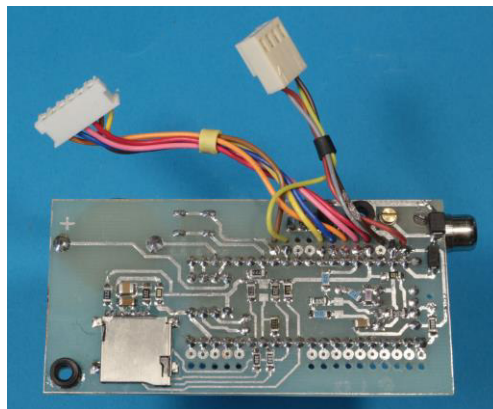
A **8. ábra** a Raspberry foglalata, azaz a szendvics felső lapja felől mutatja a panelt, amibe sem az RTC lítiumcelláját, sem a mikroszámítógépet nem helyeztük be. Így jól látszik a Raspberry alatt megbúvó RTC tok a 32 768 Hz-es kristállyal (IC<sub>10</sub>, Xtal), a hüvelysorok másik végénél pedig a szélességmérő jelét fogadó komparátor (IC<sub>11</sub>). A panel mintázatos oldalán (**9. ábra**) a néhány felületszerelt passzív alkatrészen kívül jól látható a Micro SD kártya szintén felületszerelt foglalata. Az RCA csatlakozóját az anemométer számára szereltük fel (Jp<sub>6</sub>).

A fotókon megfigyelhető, hogy az alappanel és a feltétpanel nyákba ültetett hüvelysor/huzalkötegre krimpelt tűsoros jellegű csatlakozópárokon keresztül kerül villamos kapcsolatba a Raspberry panellel. A végleges változatban ezektől el fogunk tekinteni, és az összeköttetéseket mindkét nyákba közvetlenül beforrasztott huzalokkal létesítjük. A kísérleti stádiumban levő rendszer esetén célszerű, ha az összeköttetések könnyen bonthatók, megkönnyítve a méréseket, tesztek, esetleges javításokat.





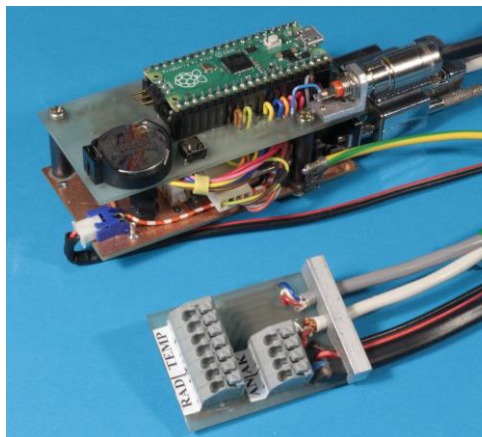
7. ábra. A „szendvics” tetején helyet foglaló panel kapcsolási rajza



8. ábra. A panel mintázatos oldalán a Micro SD kártya felületszerelt foglalatja



9. ábra. A panel a Raspberry foglalata, azaz a szendvics felső lapja felől



10. ábra. Rendezőpanel a komplett „szendvicsszerelvénnyel”

Ugyanezen okból a „szendvics” és az akkumulátorról, ill. Az érzékelőkről bejövő kábelek közbenső csatlakoztatására egy huzalrendezőt iktattunk a vezetékekbe. Ezen rugós szorítású nyák sorkapcsok találhatók, hogy a hozzájuk csatlakoztatott vezetékek ki ne lazulhassanak. A rendezőpanel a komplett „szendvicsszerelvénnyel” a **10. ábrán** figyelhető meg. Jól látható a fastonnal csatlakoztatott zöld/sárga földelővezeték. A végleges cellákban a huzalrendezőt is el fogjuk hagyni, miáltal nem csak költséget takarítunk meg, de az üzembiztonságot is javítjuk.

## 2.6 Az adatszerző rendszer és programozása

Az ELTE Meteorológiai Tanszéke vállalta az elkészített a mérőcella (piranométer és anemométer) valamint a 18 m magas árbócon elhelyezett szélmérő adatszerző rendszerének elkészítését és programozását.

## 3. A tervezett eszközök telepítése

Háromfajta eszközt telepítünk, időjárás állomást, 18 m magas árbóra szélmérőt és a mérőcellát. A mérőcella elhelyezésének elképzelését vázlatosan a **11., 12. ábrán** mutatjuk be, amelyen a mérőcella-prototípust ábrázoltuk. Az alapját a kereskedelemben kapható 110 mm átmérőjű, tokos (azaz O-gyűrűvel tömített csatlakozású) PVC lefolyócső-rendszer elemei képezik: az 1 egyenes csőszakasz és a 2 „Y” elágazás. A szerelvény függőlegesen lesz a talajba süllyesztve. A csövet a 3 alsó, az elágazást a 4 felső végelzáró kupak zárja le. Ezeket tömítetten fel is ragasztjuk. A felső dugó vízszintes síkjára erősítjük fel tömítetten a hőmérsékletérzékelővel felszerelt 5 piranométert [20, 21]. A másik négy cellán a piranométer nem vízszintes helyzetű lesz: azt egy-egy beállítható dőlésszögű lemezplatform közbeiktatásával rögzítjük a felső kupakhoz.

Az elágazás 45°-os csonkjába a 6 végdugó illeszkedik. Erre szereljük fel azokat a tömszelencéket, amelyeken keresztül a kábelek, vezetékek bevezethetők a cső a hermetikusan elzárt belső terébe, a 7 vezetékrendezőhöz, ill. közvetlenül a 8 elektronikai egységhez. A hermetikus elzárás meggátolja a csapadékvíz, talajvíz, por és egyéb légköri szennyeződés bejutását a szerelvény belsejébe, továbbá kizárja a hangyákat és más kis rovarokat. Az átvezetendő kábelek, vezetékek: 1: a piranométer kéteres árnyékolt kábele, 2: a hőfokérzékelő háromeres árnyékolt kábele, 3: az anemométer kéteres vezetéke, 4: az USB hosszabbítókábel (tömített dugóval ellátott üregben; a dugó

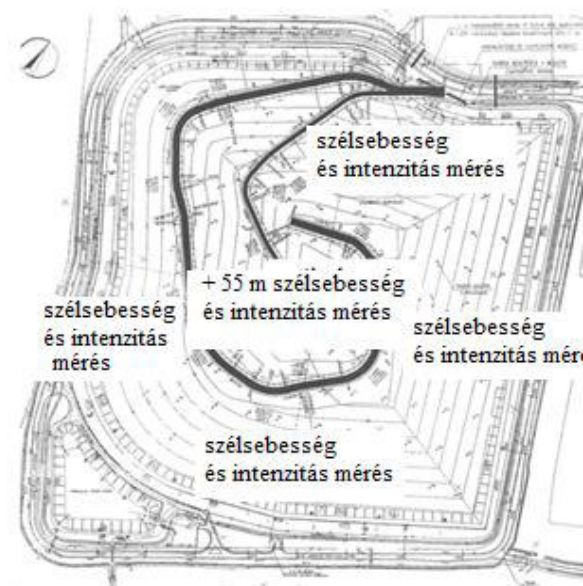
eltávolítása után az USB-A csatlakozós kábelvég előhúzható és csatlakoztatható egy laptophoz), 5: a bilincsel rögzített WiFi antennaszerelevény koaxiális kábele, 6: az akkumulátor kéteres vezetéke, 7: a földelővezeték.

A 18 m magas árboc került a rekultivált hulladéklerakó tetejére. A kanalas, árbocra szerelt szélsébségmérő műszer üzembe helyezése korábban megtörtént [7], de az érzékelő cseréje szükségessé vált. A szélmérő cseréje nagyvonalakban a következőkből áll. Az oszlop feszítése oldalanként 3 sodronyból áll, ezekhez nem kell nyúlni a ledöntéshez. Az egyik rögzítéshez a földön cső is megy, erre kell rákötni egy legalább 20m-es kötelet. A kötél másik végét pedig érdemes egy autóhoz kötni.

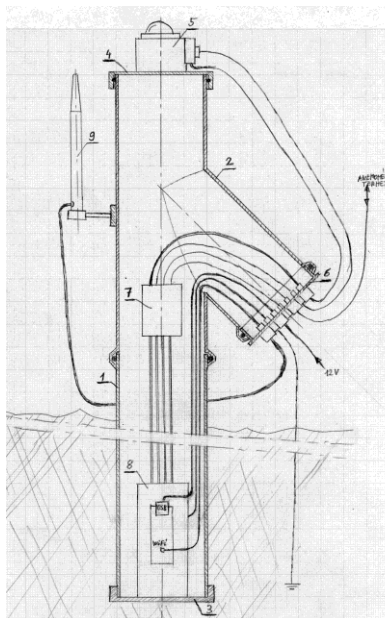
A földön fekvő cső 90°-ban van az árbochoz képest így ennek segítségével lehet leengedni a földre. A földön fekvő cső vége egy rövid sodronnyal és bilincsekkel van a földre szűrt karóhoz kötve, amit el kell lazítani. (Érdemes valakinek a csőre állnia hogy ne emelkedjen fel). Ezután lassan át lehet billenteni az oszlopot a súlypontján úgy hogy az autóra kötött kötél megfeszüljön majd lassan leengedni a földre. Az érzékelőt csak kábelkötöző rögzíti

## 2. Konklúzió

Amint a példa mutatja, régi, elavult meteorológiai jeladókat is fel lehet javítani, azokhoz a gyáriaknál olcsóbb jelkondicionálók készíthetők, valamint olcsó, eredetileg játéknak szánt mikroszámítógéppel is megoldható a mérőcellák autonóm adatgyűjtése. Sokat lehet spórolni a tokozási, telepítési módszereken is. A kutatás létrehozta a valós idejű mérési adatsorok lekérdezésének és az előrejelzési adatokkal való összevetésének lehetőségét.



11. ábra Az előzetes telepítési terv



12. ábra Mérőegység.

### 3. Hivatkozások

- [1] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico Datasheet An RP2040-based microcontroller board (netes dokumentáció)
- [2] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico W Datasheet An RP2040-based microcontroller board with wireless; (netes dokumentáció)
- [3] Kipp & Zonen: CM3 pyranometer Instruction Manual; (netes dokumentáció)
- [4] Kipp & Zonen: CM series Pyranometer range; Pyraometers for atmospheric researc and industry; (netes dokumentáció)
- [5] Pálinkás Tibor (2008) Rajzolat a nyáklemezen; Rádiótechnika 2016/06., pp. 195-197
- [6] Raspberry Pi Ltd.: RP2040 datasheet. A microcontroller by Raspberry Pi; (netes dokumentáció)
- [7] Kasperek, M. (2020) Szélesség-mérés a pusztazámori hulladékdombon. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.