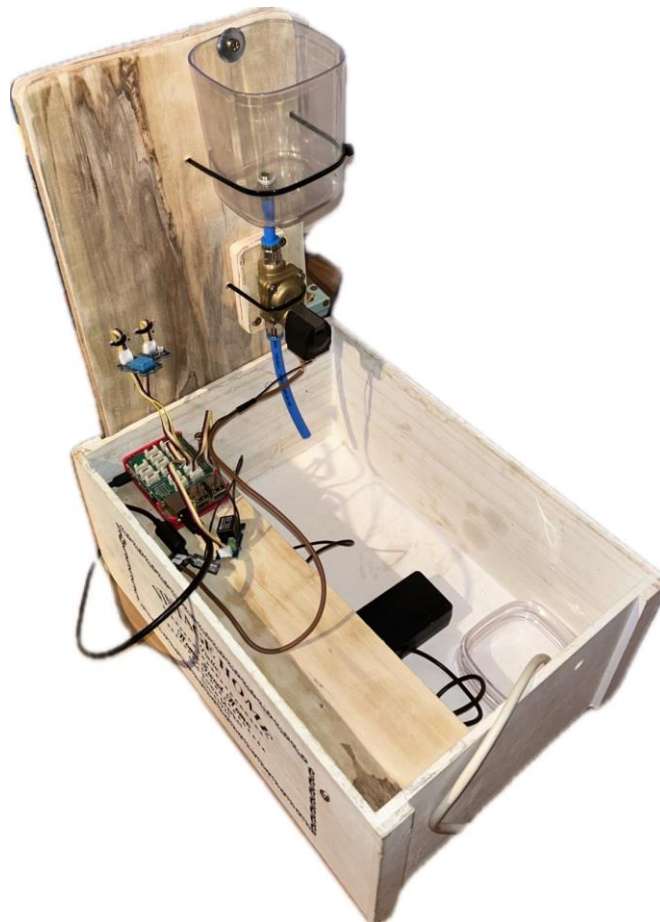


Smart-watering

Fejlesztői dokumentáció



Hardver elemek

Raspberry Pi 3B+

Egy kis méretű SBC (Single Board Computer), amelyet a Raspberry Pi Foundation fejlesztett ki. Alacsony árának és jó támogatottságának köszönhetően gyakran alkalmazzák IoT projektek vezérlőegységeként vagy kisebb erőforrás igényű szerverként.

A Smart-watering projektben is a vezérlőegység szerepét látja el. Ezen az eszközön fut a Python vezérlőszoftver és a távoli kezelést lehetővé tevő weboldal.



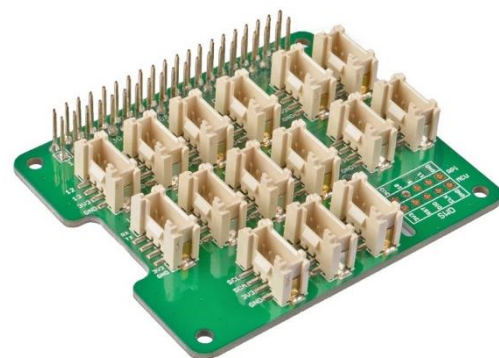
- **CPU:** BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
- **Memória:** 1GB LPDDR2 SDRAM
- **Wifi:** IEEE 802.11 b/g/n/ac szabványú kétsávú (2.4GHz és 5GHz)
- **LAN:** Microchip LAN7515 Gigabit Ethernet (csak 300Mbps-ra képes)
- **4xUSB2.0, HDMI, 4-pólusú jack (stereo audio és composite video), CSI camera port, DSI display port**
- **5V/2.5A DC bemenet**
- **40-pines GPIO header**

Termék weboldala: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>

Grove ökoszisztéma és a Grove Base Hat Raspberry Pi-hez

A Grove egy moduláris, szabványos csatlakozó prototípusrendszer. Moduláris építőblokk megközelítése könnyűvé teszi az összeszerelést. A Grove ökoszisztéma különböző szenzorokat, hálózati modulokat, LCD kijelzőket, LED mátrixokat, motorvezérlőket, reléket és még sok mást kínál.

A Grove Base Hat a Raspberry Pi számára digitális, analóg, I2C, PWM, UART Grove portokat biztosít a GPIO header-ön keresztül.



A Raspberry Pi 3B+ nem rendelkezik beépített analóg GPIO pinekkel, ezért a fény szenzor és a talajnedvesség szenzor használatához a Base Hat egy 12-bites ADC-ként funkcionál. A digitális adatok az I2C interfészen keresztül jutnak el a Raspberry-hez.

- **Kompatibilis Raspberry Pi 2/3B/3B+/4/Zero SBC-kkel**
- **Beépített STM32 mikrovezérlő**
- **8 csatornás 12-bites ADC**
- **Grove portok:** 6x Digitális, 4x Analóg, 3x I2C, 1x PWM, 1x UART
- **Működési feszültség:** 3.3V

Grove ökoszisztéma: https://wiki.seeedstudio.com/Grove_System/

Termék weboldala: https://wiki.seeedstudio.com/Grove_Base_Hat_for_Raspberry_Pi/

Grove Talaj-nedvesség szenzor

A Seeed Studio SEN92355P egy kapacitív szenzor, amely a talaj dielektromos állandójának változásán alapul. A szenzor két elektródát tartalmaz. Ha a talaj nedves, a dielektromos állandója csökken, ami az elektródok közötti kapacitás csökkenéséhez vezet.

Lehetővé teszi a talaj nedvességének megállapítását vagy víz érzékelését. A szenzor kimeneti feszültsége a nedvességtartalommal fordítottan arányos, pontossága a talaj anyagától, szerkezetétől és a behelyezési mélységétől függ.

- **Mért érték:**
 - **0-299:** száraz talaj
 - **300-699:** nedves talaj
 - **700-950:** vizes talaj
- **Működési feszültség:** 3.3V – 5V

Termék weboldala: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Moisture_Sensor/

Grove Hőmérséklet és páratartalom szenzor

A Seeed Studio SEN11301P egy DHT11 szenzor, amely egy előre-kalibrált digitális kimenettel rendelkezik. Kiváló megbízhatósággal és hosszú távú stabilitással rendelkezik, azonban figyelembe kell venni, hogy nem működik 0 fok alatti hőmérsékleten.

- **Pontosság:** ± 2 °C, $\pm 2\%$ RH
- **Érzékenység:** 1 °C, 1% RH
- **Tartomány:** 0-50 °C, 20-90% RH
- **Működési feszültség:** 3.3V – 5V

Termék weboldala: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-TemperatureAndHumidity_Sensor/

Grove Fény szenzor

A Seeed Studio 101020132 egy fényérzékelő, amely fotorezisztort használ a fény intenzitásának megállapítására. Az OpAmp LM358 chip a fényerőnek megfelelő feszültséget állítja elő.

A kimeneti érték egy közelítő trendet mutat, nem reprezentálja a pontos Lumen értéket.

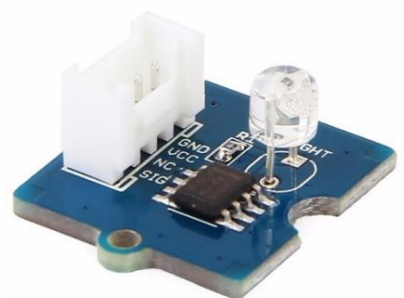
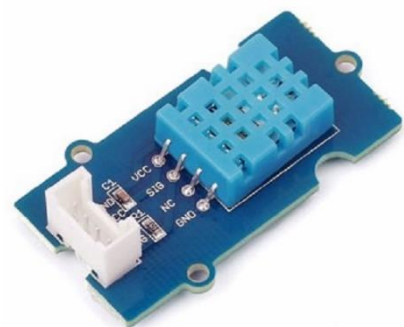
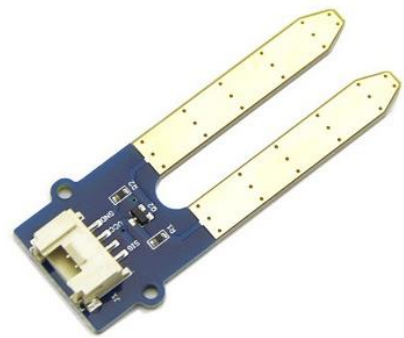
- **Működési feszültség:** 3V – 5V

Termék weboldala: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Light_Sensor/

Grove Relé

A Grove Relay modul egy digitális, alapállapotban nyitott kapcsoló. Segítségével alacsony feszültséggel (3.3V – 5V) szabályozható a magas feszültségű áramkör. Egy jelző LED is található rajt, ami világít amikor a vezérelt terminálok zárt állapotban vannak.

Termék weboldala: <https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Relay/>



Elektromágneses szelep

A Buschjost 0000000.9100 egy 24V-os feszültséggel működő ½ hüvelykes NPT menetes elektromágneses szelep. A test anyaga réz. A szelep alapesetben nyitott helyzetben van, az elektromágnes bekapcsolásával zárt helyzetbe kerül.

A szelep elektromágneses mező segítségével vezérli vagy szabályozza a folyadék vagy gáz áramlását egy csővezetékben vagy rendszerben.

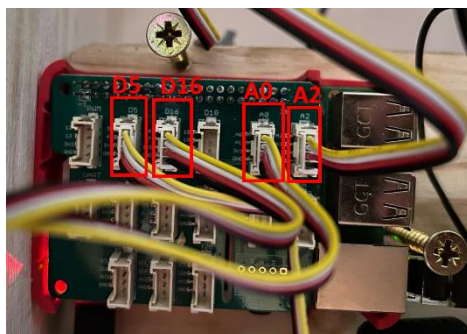


Tápegységek

- **5V-os (2A) USB töltő:** A Raspberry Pi 3B+ tápellátásáért felel, melyet egy microUSB porton keresztül csatlakoztathatunk az eszközhez.
- **20V-os (4.5A) DC tápegység:** Az elektromágneses szelep tápellátásáért felel, a relé nyitja és zárja az áramkört.

A rendszer összeállítása

1. A fényszint, hőmérő és páratartalom szenzorok az oldalfalra vannak rögzítve az 1. ábrán látható módon, és innen kábellel csatlakoznak a Grove Base Hat-hez. Figyeljünk arra, hogy a fényszint szenzort ne takarja el semmi, hogy pontosan mérhesse a környezeti fényviszonyokat.
2. A talajnedvesség szenzort a növény földjébe kell lebökní az 2. ábrán látható módon. Optimális eredmények érdekében ajánlott a szenzort a növényhez közel elhelyezni, ezzel biztosítva, hogy a rendszer pontosan fel tudja mérni a növény vízigényét.
3. A relé a Raspberry mellett helyezkedik el. Ez az elem össze van kötve a mágnesszeleppel és a tápegységgel a 3. ábrán látható módon.
4. A Raspberry Pi tetején elhelyezkedő Grove Base Hat-re csatlakoznak az imént említett elemek, a következő módon:



D5 – Relé

D6 – Hőmérséklet, páratartalom szenzor

A0 – Fény szenzor

A2 – Talajnedvesség szenzor



1. ábra

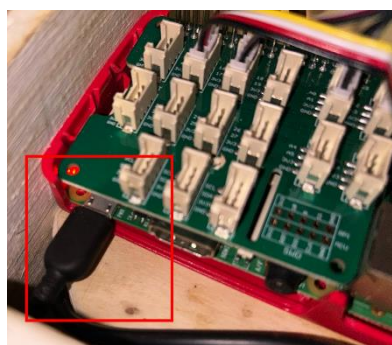


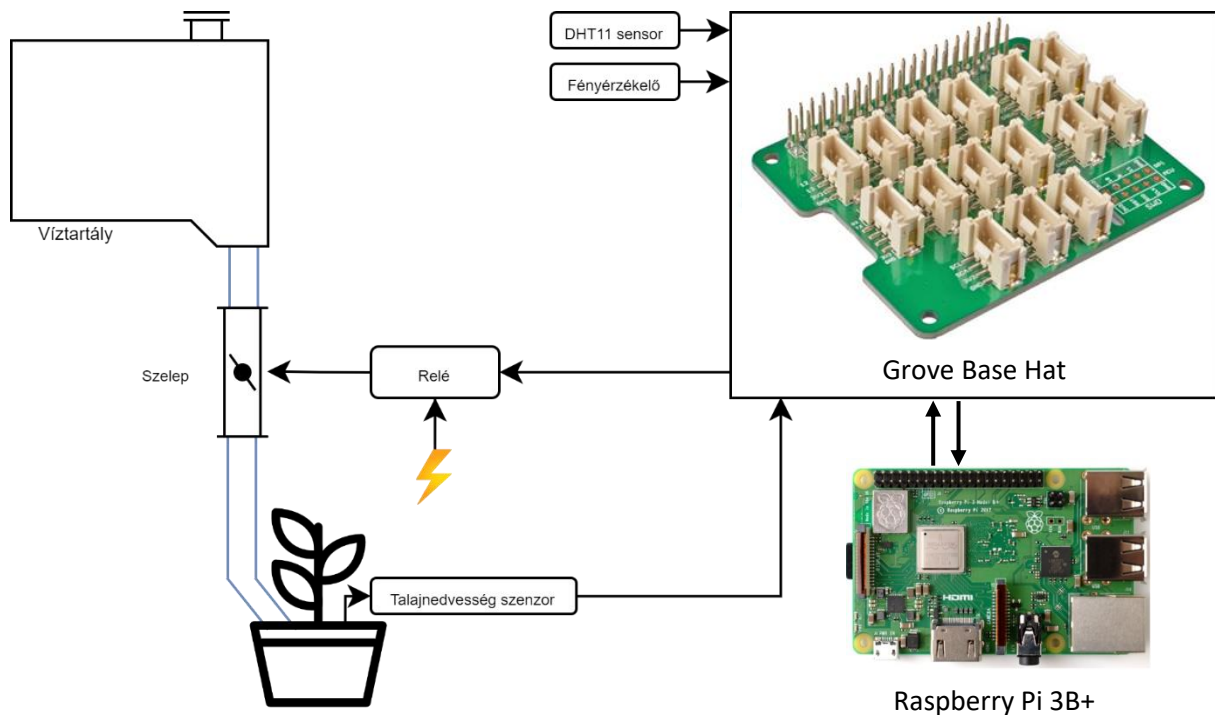
2. ábra



3. ábra

5. A Raspberry Pi, valamint a mágnesszelep tápegységét csatlakoztassuk az áramhálózathoz. A rendszer azonnal működésbe lép, amint áramellátást kap.





Szoftver elemek

Controller

A vezérlőszoftver egy Python-ban elkészített alkalmazás, amely a rendszer legfontosabb eleme. Feladatai közé tartozik a szenzor adatok kiolvasása, a meghatározott szabályok kiértékelése, a relé vezérlése, az értesítések elküldése, valamint az adatok feltöltése az adatbázisba.

A programkód fő részei:

- A program több modulra van bontva
 - **database.py** – a MySQL adatbázissal való kommunikációért felel, függvényei segítségével a program többi része könnyedén írhat és olvashat az adatbázisban
 - **hardware.py** – a hardware elemekkel való kommunikációért felel, lehetővé téve az egyszerű és gyors szenzor olvasást és a relé vezérlését. A relé állapotát is nyomon követi.
 - **rule.py** – a szabály-rendszer funkcióiért felel, amelybe beletartozik az adatbázisból lekért feltételek értelmezése, tárolása, szükség esetén átalakítása, valamint a szabályok kiértékelése.
 - **notify.py** – az értesítések kezeléséért felel
 - **app.py** – a program implementációja, amely az imént felsorolt modulok összehangolásával éri el a kívánt folyamatok hatékony elvégzését
- Egyéb elemek
 - **test.py** – egyszerű parancssorból futtatható eszköz, amely egyes modulok funkcióinak tesztelésére szolgál
 - **fail.py** – egyszerű script, amely meghívásra kerül abban az esetben, ha a vezérlőszoftver leáll. Fő feladata a hardware biztonságos leállítása (a szelep elzárása).
 - **watchdog.sh** – egy háttérben futó bash script, amely ellenőrzi, hogy a vezérlőszoftver megfelelően működik. Amennyiben a vezérlő leállt, a script elindítja az imént említett fail.py scriptet.

A program futásának folyamata:

- A program induláskor betölti a konfigurációs fájlt, inicializálja a naplózást, hardware-t, ütemezőt, értesítés kezelőt, valamint előkészíti az adatbázis kapcsolatot.
- Ha az inicializálás megtörtént a szoftver küld egy értesítést a felhasználónak, hogy a rendszer elindult, majd beütemezi az első szenzor olvasást.
- 5 másodpercenként
 - Megtörténik a szenzorok olvasása, majd ezután a szabályok kiértékelése.
 - Amennyiben a szabályok közül legalább egy teljesül, a szelep nyitott pozícióba kerül, ellenkező esetben pedig zárt pozícióba. A felhasználó értesítést kap amennyiben a szelep állapota változik, ezzel jelezve az öntözés elejét és végét.
 - A szenzorok által mért adatok feltöltésre kerülnek az adatbázisba
 - A következő szenzor olvasás beállításra kerül az ütemező által
- 1 percenként (ekkor lépnek életbe a felhasználó változtatásai)
 - A szabályok újra-töltése az adatbázisból
 - Az értesítési beállítások újra-töltése az adatbázisból
- Amennyiben a program leállásra kényszerül, vagy hiba történik a relé visszaáll alapállapotba.

Webes felület

A webes felület egy PHP-ban írt weboldal, melynek fő feladata a felhasználóval való kommunikáció. Az adatbázison keresztül kommunikál a controllerrel, innen olvassa ki a mérési adatokat, szabályokat, beállításokat.

A frontend-en két népszerű webes framework-öt használ a weboldal:

- **Bootstrap** – a weboldal modern kinézetét és reszponzivitását biztosítja, valamint lehetővé teszi a weboldal gyors fejlesztését a hatalmas mennyiségű előre elkészített UI elemek segítségével.
- **jQuery** – a weboldalon található beviteli mezők, lekérdezések és interakciók megvalósításában játszik nagyon fontos szerepet.

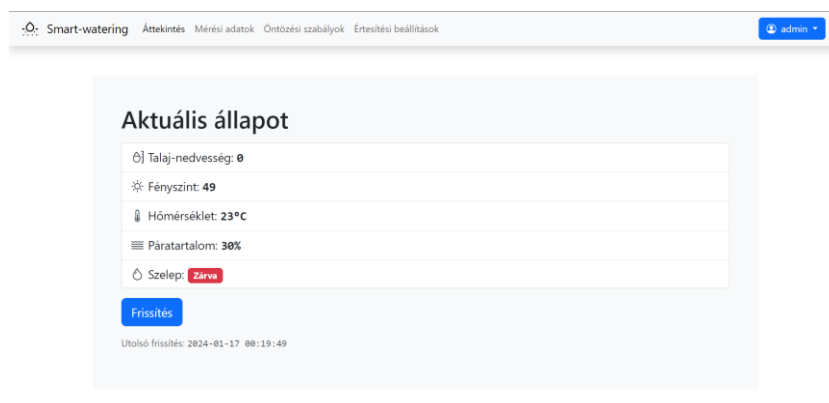
A backend kód egyrészt a frontend kiszolgálásáért, másrészt egy az adatok lekérdezésére és manipulálására alkalmas API-t tartalmaz. Ezt az API-t hívja meg a kliens oldal a jQuery segítségével.

A frontend egy bejelentkezés oldalból, valamint az alább felsorolt 4 oldalból áll.

Pillanatnyi adatok követése

Az „Áttekintés” oldalon az adatbázis „latest_measurements” nézetéből kiolvassa láthatjuk a legutoljára beérkezett mérési adatokat.

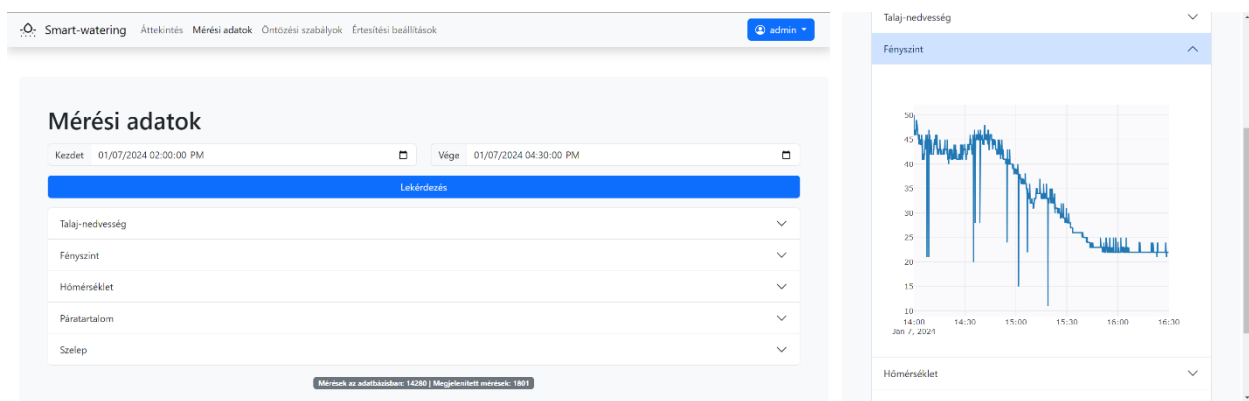
Az adatok 5 másodpercenként automatikusan frissülnek, azonban a „Frissítés” gomb segítségével ezt manuálisan is megtehetjük.



Mérési adatok megjelenítése

A „Mérési adatok” oldalon az adatbázisban tárolt adatokat tudjuk lekérdezni, majd ezeket az adatokat egy diagramon megjelenítve ellenőrizni. A lekérdezéseket az oldal jQuery segítségével elküldi a PHP-ban írt API-nak, amely válaszként elküldi a kért adatokat.

Az oldal betöltésekor alapértelmezés szerint az utolsó 1 órányi adatot tölti be az oldal.



Öntözési szabályok

Az „Öntözési szabályok” oldalon dinamikusan meghatározhatjuk a szabályokat és feltételeket, amelyek alapján a rendszer eldönti mikor szükséges elindítani az öntözést.

Az oldal teljes mértékben szerkeszthető, a változtatások az API-n keresztül jutnak el az adatbázisba. Feltételek törlése esetén a változtatás azonnal megtörténik.

Smart-watering Áttekintés Mérési adatok Öntözési szabályok Értesítési beállítások admin

Öntözési szabályok

1. szabály

Hőmérséklet < 40 Szerkesztés Törölés

Idő BETWEEN 07:00 22:00 Szerkesztés Törölés

Talaj-nedvesség <= 300 Szerkesztés Törölés

Új feltétel hozzáadása

VAGY

2. szabály

Hőmérséklet >= 40 Szerkesztés Törölés

Talaj-nedvesség <= 450 Szerkesztés Törölés

Új feltétel hozzáadása

Új szabály hozzáadása

A szabályok között VAGY logikai művelet van, azaz amennyiben a felsorolt szabályok közül bármely teljesül a rendszer öntözést indít. A szabályokon belül feltételeket határozhatunk meg, melyek között ÉS logikai művelet van, így a szabály csak akkor teljesül, ha minden hozzátartozó feltétel teljesül.

Az „Új szabály hozzáadása” gombbal hozhatunk létre új szabályokat, melyekhez az „Új feltétel hozzáadása” gombbal határozhatunk meg feltételeket. A feltételeket van lehetőség utólagosan szerkeszteni illetve törölni. Amennyiben egy szabály összes feltétele törlésre került, a szabály is törlődik.

Új feltétel hozzáadása a(z) 1. szabályhoz

Ellenőrzött érték

Hőmérséklet

Művelet

Nagyobb vagy egyenlő mint (>=)

Érték

123

Mégsem Hozzáadás

Feltételek hozzáadása és szerkesztése esetén a képen látható ablak látható.

Az „Ellenőrzött érték”-nél kiválaszthatjuk a vizsgált mérési adatot. Az elérhető opciók: Talaj-nedvesség, fényszint, hőmérséklet, páratartalom, idő.

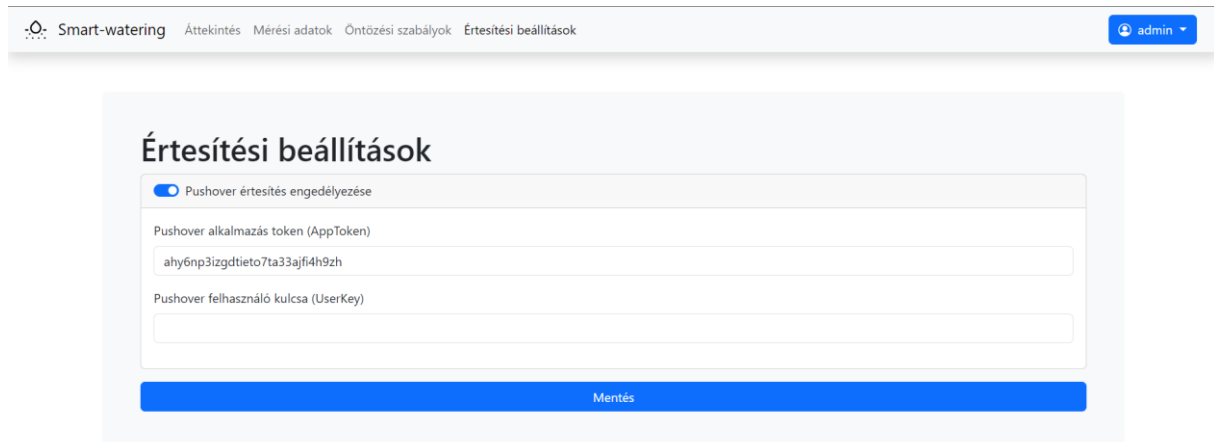
A „Művelet” legördülő menüből kiválaszthatjuk a mért adat és a megadott érték közti matematikai műveletet. (Elérhető továbbá a „Két érték között” opció, amely esetén egy intervallumban ellenőrizhetjük az értéket)

Az „Érték” mezőben mérési adattal való ellenőrzés esetén az összehasonlítani kívánt egész számot, idő alapú ellenőrzés esetén az időpontot adhatjuk meg.

Az öntözési szabályok érvénybelépése maximum 1 percen belül megtörténik.

Értesítési beállítások

A Controllernél már bemutatott módon a rendszer képes a Pushover szolgáltatás segítségével értesítéseket küldeni. Az ehhez szükséges paramétereket az „Értesítési beállítások” oldalon kezelhetjük.

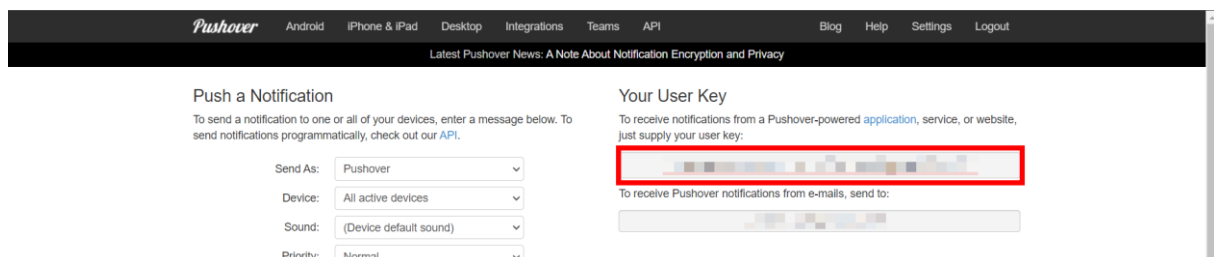


A Pushover szolgáltatásnál azonosítanunk kell az alkalmazást, amely küldi az üzenetet (AppToken), illetve a felhasználót, aki fogadja az üzenetet (UserKey). Ezeket az értékeket könnyedén megkaphatjuk a <https://pushover.net/> weboldalon való belépést követően.

A Smart-watering alkalmazás számára elkészült azonosító Token: ahy6np3izgdtieto7ta33ajfi4h9zh

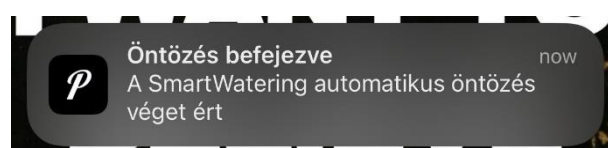
Minden alkalmazás havonta 10.000 értesítést küldhet a szolgáltatáson keresztül, ez az alkalmazás által használt céloknak megfelel.

A felhasználó kulcsának beállításához be kell lépni a <https://pushover.net/> weboldalra a saját felhasználói profilunkkal. Belépés után a „Your User Key” szekcióban található kulcsot kell bemásolnunk a Smart-Watering beállításaihoz.



A beállítást követően mentsük a beállításokat. A változtatások maximum 1 percen belül életbe lépnek.

Amennyiben öntözés indul vagy befejeződik a Pushover szolgáltatás push értesítést küld az eszközeinkre.



Operációs rendszer

A Smart-watering által használt szoftverek egy a Raspberry Pi Foundation által fejlesztett Raspberry Pi OS (régi nevén Raspbian)-en futnak.

Az operációs rendszer a népszerű Debian Linux disztribúció 11-es (bullseye) kiadására épül.

Tartalmaz eszközöket a Raspberry Pi hardver elemeinek könnyű beállításához és konfigurálásához, valamint python könyvtárakat a GPIO pinek használatához.

Felmerülő problémák

A projekt elkészítése során felmerülő legnagyobb akadályt a Seeed Studio által biztosított Python könyvtárak okozták, melyek a Grove Base Hat használatához készültek. A könyvtár sok esetben elavult, a legfrissebb Raspberry Pi OS-en már nem elérhető függőségeket használt, melyek alternatívákkal való pótlása nincs megfelelően dokumentálva.

Fejlesztési lehetőségek

A projekt továbbfejlesztési lehetőségei:

- Egyszerre több szelep vezérlése
- Hatékonyabb adatbázis használata (time-series database)
- Több típusú értesítési lehetőség támogatása (SMTP)
- Telefonos alkalmazás