

ÉLELMISZERSZÁRÍTÓ BERENDEZÉS TERVEZÉSE

DESIGN OF A FOOD DEHYDRATOR UNIT

Kapitány Pálma, Dr. Rónai László***

ABSTRACT

Nowadays, thanks to technical developments, more and more tasks can be automated. Food drying can now be carried out with machines available in the household. The article aims to deal with the mechanical and electronic design of a food drying device. A concept design of the device's appearance was made, and the control program was also written and tested.

1. BEVEZETÉS

Az emberiséget már ősidők óta foglalkoztatja az ételek tartósításának, későbbi felhasználásának lehetőségei. Erre több megoldás is kínálkozik, amelyek között meg lehet említeni a sóval- szárítással-, cukorral- vagy a fagyasztással történő tartósításokat.

Szárítás során a cél az adott termék nedvességtartalmának a csökkentése, ezáltal megakadályozható legyen a lebontásért felelős mikroorganizmusok és enzimek elszaporodása. Ennek biztosítására a szárítandó termék pl. gomba vagy gyümölcs esetén a víztartalmat 10% körüli értékre szükséges lecsökkenteni [1]. Kezdetben a Nap közvetlen erejét használták fel a szárításra, ennek eszközei pl. a cserény és a szűrőpálca volt, de közvetett módszereket is használtak, mint pl. a padláson történő szárítás. A Napon történő szárítás hátrányai közé tartozik az időjárástól való függés, amely így akár hosszú szárítási időket is eredményezhet. A XX. században tapasztalható nagyfokú informatikai, elektronikai fejlődésnek köszönhetően mára már nagyon sok, fűtőszálat tartalmazó gép érhető el a kereskedelemben.

Manapság már különféle, a háztartásokban is alkalmazható élelmiszer szárítógépeket lehet vásárolni, melyek az ár függvényében különféle felszereltségekkel rendelkeznek. Ezen gépek egyik legfontosabb jellemzői közé tartozik a beállítható hőmérsékletintervallum, a szárításra alkalmas, rendelkezésre álló felület, továbbá a tálcaszám. A hőmérséklet határok rugalmas beállítása különösen fontos, hiszen vannak olyan termékek pl. gyógynövények, amelyek nem száríthatók túl nagy hőmérsékleten. Ennek egyik oka a szárítmány esztétikai megjelenésében keresendő, mivel megbarnulhat, de a minőségére is kihatással van.

Több publikáció is foglalkozik ételszáritásra alkalmas berendezés fejlesztésével. A [2] forrás egy

energiatakarékos, PID szabályozóval ellátott aszalógép tervezéséről ír, amelyben a számításokon felül a rendszer 3D-s modellje is megjelenik. A rendszer egy Arduino Uno fejlesztői platformot és egy hőmérséklet szabályozó modult tartalmaz. A szárítási tér hőmérséklete 10 °C-os tartományt tud lefedni 45 °C és 55 °C között. Egy másik kutatás egy zöldség- és gyümölcszsárító berendezés fejlesztésével foglalkozott, amely akár 50 kg terméket is képes egyenletes hőmérsékleten szárítani [3]. A tesztek során 11,5 kg banánt helyeztek be a szárítóba, a mérésekből kiderült, hogy a lenti- és a felső hőmérsékleteltérés közel van egymáshoz, a maximum 9 °C, az átlagos hőmérséklet-különbség pedig körülbelül 2 °C volt.

A [4] cikk egy alacsony költségű élelmiszerszáritó hatékonyságának és környezeti hatásának javítását elemezte. Kijelentették, hogy a szárító teljesítménytényezője (COP) 39%-kal nőtt egy a kibocsátott hőt visszanyerő (VHR) rendszer bevezetésekor, a szén-dioxid-kibocsátás egyenértéke 35%-kal csökkent, és a termék szárítási ideje is csökkent, növelve a rendelkezésre álló termelési időt. Miranda és szerzőtársai egy napelemes átalakítóval rendelkező berendezést fejlesztettek, amely Arduino fejlesztői platformot tartalmaz PID szabályozóval kiegészítve, hogy a hőmérséklet vonatkozásában az értéktartó szabályozás kivitelezhető legyen. Ezen egység 20 tálcával rendelkezik, a beállított hőmérsékletet 2,4%-os hibahatáron belül tartja [5].

Jelen cikkben egy kisteljesítménnyel rendelkező elektromos szárítógép koncepcionális tervezése a cél, amelyet a háztartásban, időszakos üzemre lehet használni. A költséghatékonyság fontos szempont, ez az elektronikai piacon olcsón elérhető, a vezérlés kialakításához szükséges hardverelemekkel biztosítható. A témából 2023-ban egy szakdolgozat is született [6].

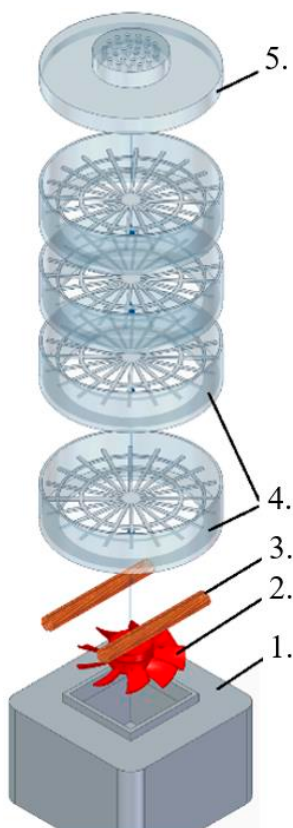
A cikk az alábbiak szerint strukturalta: a második fejezet az ételszáritóval szemben megfogalmazott követelményekre, valamint a koncepció modelljének megalkotására összpontosít. A harmadik fejezet a vezérlőrendszer megtervezésével és tesztek elvégzésével foglalkozik. Az utolsó fejezet tartalmazza az elért eredményeket és a jövőbeni terveket.

* egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet

** egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet

2. A SZÁRÍTÓEGYSÉG MODELLJE

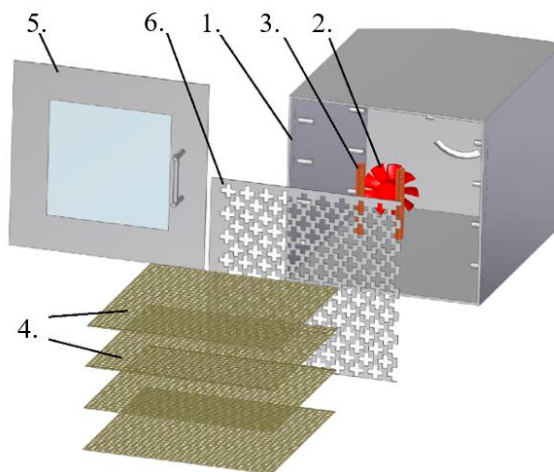
Ételszáritó egységek vonatkozásában a háztartásokban két fő típussal lehet találkozni, ezek a hengeres és a szögletes kialakítások. Ezen berendezések főbb részei az 1. és 2. ábrákkal összhangban: 1. alap, amely tartalmazza a vezérlést; 2. ventilátor a megfelelő légáramlás biztosítására; 3. fűtőszálak a kívánt hőmérséklet eléréséhez; 4. tálcák a szárítandó termékek elhelyezésére; 5. szellőztető fedél a hengeres konstrukció esetén, míg a szögletes változatnál az ajtót jelöli; 6. védőrács a 2. ábrán látható konstrukciónál.



1. ábra A hengeres aszalógép felépítése

Hogyha a két alapvető konstrukciót egymással összehasonlítjuk, akkor a piacon elérhető berendezések alapján látható, hogy a hengeres változat anyagfelhasználás szempontjából sokkal több műanyag elemet tartalmaz.

A tálcakialakítások tekintetében a szögletes változat kedvezőbb helykihasználást tesz lehetővé.



2. ábra A szögletes kialakítású egység felépítése

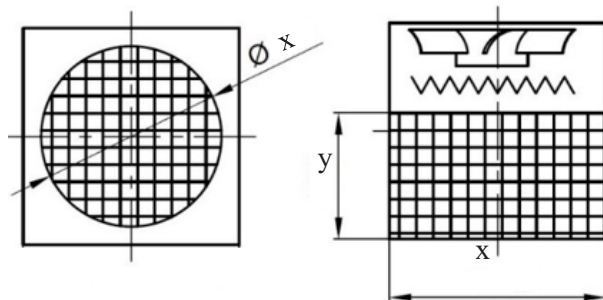
Amennyiben egy adott hengeres tálca átmérőt veszünk alapul, amely feleljen meg a szögletes változat hosszának, akkor annak mélysége könnyen számítható összhangban a 3. ábrával:

$$y = x \frac{\pi}{4} \quad (1)$$

További előnyei közé tartozik a tálcaszám növelése a gyárilag kialakított darabszámon felül.

A szögletes, fémházas szárítók nagy előnye a fűtőelem elhelyezkedése, amely a szárító oldalán, közepén található, ezért minden tálca egyenletesen melegszik fel, nem kell időnként változtatni a sorrendjüket, mint a hengeres verzió esetén.

Előzetes számítások alapján a szigetelőanyagot is tartalmazó acél burkolatú szárítóberendezés jobban szigetel a csak műanyag burkolattal szemben.



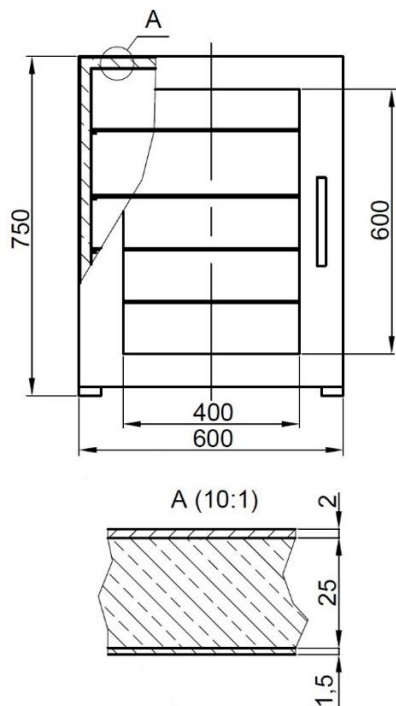
3. ábra Szárításra használható területek összehasonlítása

Az összehasonlítások alapján az alábbi követelmények kerültek megfogalmazásra a tervezendő egységgel szemben:

- A cél egy szögletes kialakítású változat megtervezése, fém burkolattal, ehhez rozsdamentes acél legyen felhasználva.
- Az egyes szárítótálcák mérete legyen 450 mm x 540 mm.
- A tálcák száma legyen 5 db.

- A saját fejlesztésű vezérlésnek hőmérséklet-szabályozást és időzítő funkciókat is el kell majd látnia.
- HMI funkció elérhetősége.
- Üzem módok közötti egyszerű váltás lehetősége.

A követelmények alapján a 4. ábra mutatja a sematikus rajzát a főbb méretekkel a berendezésnek.



4. ábra A tervezett rendszer főbb méretei



5. ábra A tervezett rendszer 3D-s modellje

A kialakítandó tálcák egyenként $0,24 \text{ m}^2$ alapterülettel rendelkeznek, így öt tálcával $1,2 \text{ m}^2$ szárításra alkalmas felület érhető el. Ezzel akár 8-12 kg gyümölcs is szárítható lesz egyszerre.

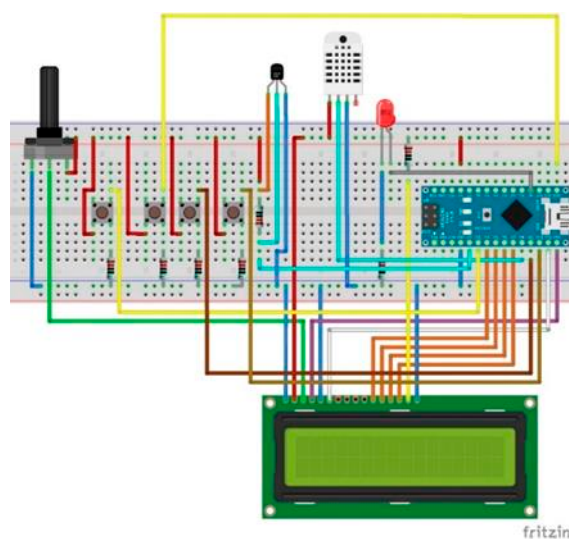
A levegő szellőztetésére axiális ventilátort fog használni a rendszer. Segítségével az ellenálláshuzalból

keletkező hő egyenletesen oszlik el a szárítóban, a gyümölcsökből és gombokból kiáramló nedvesség könnyebben tud a környezetbe kijutni. A megtervezett koncepciómodellt az 5. ábra szemlélteti.

A rendszert vezérlő egység a burkolat oldalán kapna helyet, ahogy azt az 5. ábra is szemlélteti.

3. VEZÉRLŐEGYSÉG PROGRAMOZÁSA

A működtetőprogram fejlesztése érdekében egy tesztrendszer elkészítése vált szükségessé. A tesztáramkör látványtervét szemlélteti a 6. ábra, míg a 8. ábra a tesztelésről készült fényképet mutatja. A teszthez egy számítógép ház került átalakításra, amelyen helyet kapott egy ventilátor és egy fűtőszál, amely egy szendvicssütőlapon található. Szenzorok vonatkozásában beépítésre került egy hőmérséklet- és páratartalom érzékelő modul.



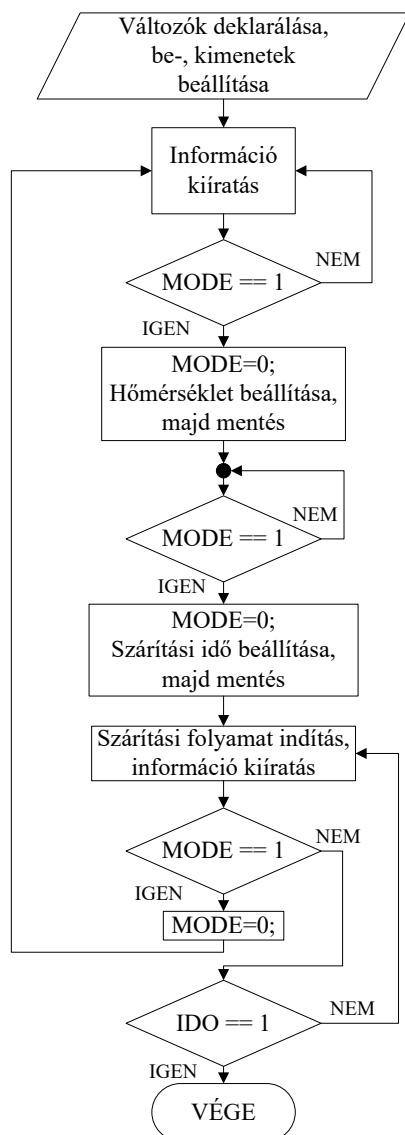
6. ábra A megtervezett vezérlőáramkör próbapanelen

A vezérlést egy Arduino Nano fejlesztői platform látja el. A programkód folyamatábrája a 7. ábrán figyelhető meg, amely Arduino IDE szoftverkörnyezetben lett megírva.

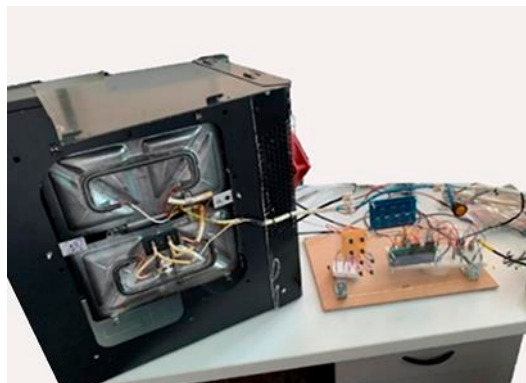
A vezérlőt bekapcsolva, megtörténik a változók deklarálása, kezdőértékek definiálása, továbbá a ki- és bemenetek beállítása. Ezután a rendszer egy LCD kijelzőre kiírja a fontosabb információkat pl. aktuális hőmérséklet és páratartalom a felhasználó számára. Összesen négy darab prellmentesített nyomógomb szükséges a feladat megoldásához. Az első gomb szolgál a módok közötti váltásra, ehhez a MODE bool típusú változó tartozik. Két nyomógomb szolgál az értékek beállítására, míg az utolsó lehetővé teszi az adott beállítások mentését.

A kezelő, ha először működteti a módválasztó nyomógombot, akkor beléphet a hőmérséklet beállító állapotba, ahol 25°C és 75°C között tudja a szárítási hőmérsékletet beállítani 5°C -os léptékekkel. A SET gomb működtetésével elmenthető a kívánt érték. Egy újabb megnyomása a módválasztó nyomógombnak eredményezi a szárítási időtartam beállítását, amelyet

félórás időközökkel lehet fél óra és 24 óra között megtenni. A SET gombbal történő mentés után kezdődik el a szárítási folyamat, amely vagy a beállított idő leteltéig fog tartani, vagy a módválasztó gomb ismételt megnyomásáig.



7. ábra A megírt program folyamatábrája



8. ábra A teszrendszer kiépítése

Egy hiszterézis tartomány definiálása történt meg. A fűtési fázisban, ha a beállított hőmérséklet értéke nem nulla, és az aktuális hőmérséklet a hiszterézis tartomány alatt van, akkor a rendszer bekapcsolja a fűtőelemet. Ha a hőmérséklet meghaladja a beállított hiszterézis tartomány felső értékét, a fűtés leáll.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikk egy élelmiszerekhez alkalmazható szárítógép koncepcionális tervezésével foglalkozott, amelynek során elkészült a rendszer 3D-s modellje és a működtető programkód. A program helyességének ellenőrzése érdekében egy teszrendszer felállítása történt meg.

A jövőbeni tervek között szerepel a berendezés elkészítése, valamint egy PID szabályozó implementálása a szárítási hőmérséklet vonatkozásában.

5. IRODALOM

- [1] Bründl, L., Felcser, G., Földes, S., Horváth, E., Kovács, L. Lukács, I., Retscher S. Végh, K.: *Erdei melléktermékek gyűjtése és felhasználása*, Budapest, Mezőgazd. Kiadó, (1965)
- [2] Madhankumar, S., Muthukkkumar, K.S.R., Navaneeth, R.A., Padmanabhan, M., Shriram, K.M.: *Design and Modelling of Automated Hot Oven Food Dehydrator*, 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), (2021), <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441881>
- [3] Perera, P.F.S.: *Research & Development of Uniform Drying, Efficient, 50 kg, Vertical Stalked Tray, Dehydrator for Dehydrated Vegetable Market*, Proceedings of the National Engineering Research Symposium (NERS), (2022)
- [4] Bowser, T. J., Frazier, R. S., Kakarala, R. R.: *Improvement of Efficiency and Environmental Impact of a Low-Cost Food Dehydrator*, The Open Food Science Journal, (2011), <https://doi.org/10.2174/1874256401105010037>
- [5] Miranda, R., Ramos, L., Vicencio, J.: *Development of Temperature-controlled Electric Food Dehydrator with Solar-Thermal Converter*, Institute of Electronics Engineers of the Philippines (IECEP), ISSN: 2244-2146, Vol. 06 No. 1, (2024)
- [6] Czigler, E. A.: *Kisteljesítményű szárítóberendezés tervezése, vezérlése, szakdolgozat*, Miskolci Egyetem, (2023)