

# SZAKDOLGOZAT

Módos Katalin Nikolett - Szakdolgozat

Módos Katalin Nikolett

2025



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

**Budai Campus**

**ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET**

**Alapképzési szak**

**Automatizált koktélkészítő berendezés  
tervezése és kivitelezése mobilapplikációs-  
vezérléssel**

Belső konzulens: dr. Gillay Zoltán  
egyetemi docens

Belső konzulens  
intézete/tanszéke: Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Külső konzulens neve: dr. Lukács Aurél István  
egyetemi docens

Külső konzulens  
intézete/tanszéke: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Készítette: Módos Katalin Nikolett

Budapest

2025

# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzések .....	1
1.1	Bevezetés .....	1
1.2	Célkitűzések .....	2
2.	Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1	Az automatizálás és digitalizáció szerepe az élelmiszeriparban .....	4
2.1.1	Az automatizálás jelentősége az élelmiszer- és italgyártásban .....	4
2.1.2	Ipar 4.0 technológiák az italgyártásban .....	5
2.2	Élelmiszeripari szabványok és higiéniai előírások .....	6
2.3	Koktélkészítő gépek, piaci és fogyasztói trendek az automatizált italgyártás területén .....	7
2.3.1	Barsys .....	7
2.3.2	Bartesian .....	8
2.3.3	Black+Decker .....	8
2.3.4	Keurig Drinkworks .....	9
2.3.5	Összehasonlító értékelés .....	9
2.4	Okos rendszerek technológiai áttekintése .....	11
2.4.1	Adatkommunikáció és IoT az élelmiszeriparban .....	11
2.4.2	Mikrovezérlők .....	13
2.4.3	Mobil applikációk tervezésének alapelvei, vezérlési funkcióinak kialakítása .....	14
2.4.4	Felhasználói élmény (UX) és interfész (UI) tervezése .....	16
3.	Anyagok és módszerek .....	18
3.1	Mikrokontroller - Arduino .....	18
3.2	Bluetooth modul - HM10 BLE .....	20
3.3	Adagoló mechanizmus - Perisztaltikus szivattyú .....	21
3.4	Folyadék szállítás - Szilikoncsövek .....	22
3.5	Üvegek - Italokhoz szükséges alapanyagok .....	23
3.6	Folyadékadagolás kalibrációjának módszertana .....	24
3.7	Felhasználói visszajelzések gyűjtése .....	25
3.8	3D nyomtatás .....	26
4.	Eredmények és értékelésük .....	27
4.1	A berendezés felépítése .....	27
4.1.1	Kezelőfelület (UI) .....	28
4.1.2	Mobilapplikáció programjának bemutatása .....	30
4.1.3	A berendezés elektronikai felépítése .....	34
4.1.4	A mikrokontroller vezérlőprogramjának bemutatása .....	35
4.2	Kalibráció és tesztelési módszertan és validáció .....	38
4.3	Összehasonlítás a versenytársakkal .....	41
4.4	Felhasználói visszajelzések .....	42
4.4.1	Mobilapplikáció értékelése .....	43

4.4.2	Koktélok érzékszervi értékelése .....	43
5.	Következtetések és javaslatok .....	45
6.	Összefoglalás .....	49
7.	Irodalomjegyzék.....	51
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke .....	54
8.1	Ábrajegyzék .....	54
8.2	Táblázatjegyzék .....	55
9.	I sz. Melléklet: Arduino forráskódja .....	1
10.	Hallgatói nyilatkozatok.....	5
11.	Köszönetnyilvánítás.....	8
12.	Konzulensi nyilatkozatok.....	9

Módos Katalin Nikolett – Szakdolgozat

# 1. Bevezetés és célkitűzések

## 1.1 Bevezetés

A vendéglátóipar napjainkban egyre nagyobb mértékben támaszkodik az automatizálási és digitalizációs technológiákra annak érdekében, hogy hatékonyabb, gyorsabb és egységesebb szolgáltatásokat nyújtson. A fogyasztók elvárásai egyre inkább az élményalapú kiszolgálás, a személyre szabhatóság és az interaktív megoldások irányába tolódnak el, így a technológiai újítások nem csupán előnyt, hanem sok esetben már alapelvárást jelentenek az iparág szereplői számára. Az automatizált italkeverő rendszerek megjelenése is ebbe a trendbe illeszkedik, lehetővé téve, hogy a koktélkészítés folyamata gyorsabbá, pontosabbá és felhasználóbarátabbá váljon - mind otthoni környezetben, mind a vendéglátásban.

A dolgozat célja egy automatizált koktélkészítő berendezés tervezése és megvalósítása, amely egy Arduino alapú vezérlőrendszerre és egy mobilapplikációs irányítási felületre épül. A projekt olyan megoldást keres, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználó saját okostelefonján keresztül válassza ki a kívánt koktélt, majd egyetlen gombnyomással elindítsa az ital automatikus elkészítését. A rendszer háttérben működő perisztaltikus szivattyúk precízen adagolják az összetevőket, figyelembe véve azok fizikai tulajdonságait, melyeket a fejlesztés során végzett kalibrációs és tesztelési folyamatok eredményei alapján állítottam be.

A szakdolgozati projekt alapját egyrészt a mérnöki szemléletű tervezés, másrészt az élelmiszeripari szabványok és higiéniai előírások alapos figyelembevételével adja. A fejlesztés során külön hangsúlyt kaptak a felhasználói élményt meghatározó szempontok is, mint például az egyszerű kezelhetőség, az intuitív UI/UX kialakítás, valamint a rendszer modularitása és skálázhatósága. Emellett figyelembe vettem a piacon már jelen lévő hasonló berendezések - mint a Barsys vagy Bartesian - működési elveit, előnyeit és hiányosságait, hogy egy innovatív és költséghatékony alternatívát tudjak kidolgozni.

A dolgozat bemutatja a tervezés és kivitelezés teljes folyamatát - az elméleti háttértől a gyakorlati megvalósításig -, így egyszerre nyújt betekintést az automatizálási technológiák élelmiszeripari alkalmazásába, valamint az innovatív felhasználói interfészek kialakításába.

## 1.2 Célkitűzések

A szakdolgozati projekt legfőbb célja egy olyan automatizált koktélkészítő berendezés létrehozása, amely a felhasználói igényekre szabott, megbízható, higiénikus, valamint hatékony működést biztosít, miközben egyszerűen kezelhető és költséghatékony is marad.

A projekt során olyan technológiai megoldásokat kívánok kifejleszteni és integrálni, amelyek nemcsak a koktélkészítés automatizálását teszik lehetővé, hanem hozzájárulnak az IoT-alapú élelmiszeripari alkalmazások fejlesztéséhez is.

Dolgozatomban az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

1. Hogyan befolyásolja a kalibrációs paraméterek (idő, csőhossz, viszkozitás) változtatása az adagolást különböző italok esetében?
2. Milyen mobilalkalmazás-funkciók (pl. kategóriaszűrés, kedvencek, véletlenszerű ajánlás) növelik a felhasználói elégedettséget és csökkentik a döntési időt?
3. Hogyan integrálhatók IoT-alapú megoldások (Bluetooth BLE, felhőszinkronizáció) az élelmiszeripari automatizálásba a nyomonkövethetőség és adatbiztonság javítása érdekében?
4. Milyen hatással vannak az általam alkalmazott UI/UX tervezési elvek (vizuális hierarchia, konzisztencia, rezponzivitás) alkalmazása a felhasználói élményre és hibaarányra?

### Hipotézisek

1. A perisztaltikus szivattyúk  $\pm 2$  ml pontossággal képesek adagolni különböző viszkozitású italokat, ha a kalibrációs paraméterek optimalizáltak.
2. Az applikációban elérhető kategóriaszűrés és kedvencek funkció legalább 20%-kal csökkenti a koktélválasztási időt a felhasználói tesztek alapján.
3. A vizuális hierarchia és konzisztencia alkalmazása legalább 15%-kal csökkenti a hibás műveletek számát a felhasználói interakciók során.
4. Az IoT-alapú adatkapcsolat és felhőszinkronizáció növeli a rendszer megbízhatóságát és lehetővé teszi a prediktív karbantartást, ami csökkenti az állásidőt.

A célkitűzés megvalósítását az alábbi módszertani lépésekkel kívánom elérni:

1. Egy Arduino alapú hardverrendszer megtervezése és összeállítása, amely képes több folyadékfajtát különböző mennyiségben, pontosan és időzítetten adagolni.
2. Egy felhasználóbarát mobilapplikáció létrehozása, amely biztosítja a gép távoli vezérlését, a receptek megjelenítését és a keverési előzmények nyomon követését.
3. A rendszer kalibrálása különböző italokra, figyelembe véve azok fizikai tulajdonságait (viszkozitás, sűrűség), ezzel biztosítva az állandó adagolási pontosságot.
4. Az alkalmazott technológia modularitásának biztosítása, azaz a rendszer legyen könnyen bővíthető több szivattyúval vagy új funkciókkal.
5. A költséghatékonyság maximalizálása, hogy a berendezés ne csupán működő prototípusként, hanem potenciális termékként is versenyképes legyen.
6. A higiéniai és élelmiszerbiztonsági előírások betartása, különös tekintettel a folyadékkal érintkező anyagok anyagminőségére, tisztíthatóságára és a keresztszennyeződések megelőzésére.
7. A szakirodalom alapján a piacon elérhető hasonló berendezések elemzése, és ezek alapján egy egyedi koncepció kialakítása.

## **2. Szakirodalmi áttekintés**

Az automatizált koktélkészítő berendezés fejlesztése olyan interdiszciplináris területet érint, amely az élelmiszeripari technológia, az ipari automatizálás, a digitális rendszerek és a felhasználói élménytervezés metszéspontjában helyezkedik el. A szakirodalmi áttekintés célja, hogy megalapozza a dolgozatban bemutatott fejlesztési folyamatot, és bemutassa azokat az elméleti és gyakorlati ismereteket, amelyek a rendszer tervezését és kivitelezését támogatták. A fejezet áttekinti az automatizálás és digitalizáció szerepét az élelmiszeriparban, különös tekintettel az italgyártásra, bemutatja a vonatkozó higiéniai és szabályozási követelményeket, valamint elemzi a piacon elérhető hasonló berendezéseket. Emellett kitér az okoseszközök és IoT-megoldások technológiai hátterére, valamint a mobilalkalmazások fejlesztésének és felhasználói felületének tervezési szempontjaira is.

### **2.1 Az automatizálás és digitalizáció szerepe az élelmiszeriparban**

A 21. század gazdasági környezetében az automatizálás és digitalizáció alapvetően megváltoztatta az ipari folyamatokat, és ez alól az élelmiszeripar sem kivétel. Az Ipar 4.0 koncepciójának terjedésével az élelmiszergyártás területén is egyre hangsúlyosabbá válnak a digitális megoldások, amelyek nemcsak a termelés hatékonyságát javítják, hanem a fenntarthatóság és az élelmiszerbiztonság szempontjából is jelentős előrelépést jelentenek. Az alábbiakban áttekintjük az automatizálás és digitalizáció jelenlegi helyzetét és jövőbeli lehetőségeit a magyar élelmiszeriparban, különös tekintettel a gyakorlati alkalmazások és stratégiai célkitűzések szempontjából.

#### **2.1.1 Az automatizálás jelentősége az élelmiszer- és italgyártásban**

A digitalizáció és automatizálás jelentősége az élelmiszeriparban napjainkra stratégiai fontosságúvá vált. 2019-ben Magyarország kormánya elfogadta a Digitális Agrár Stratégiát (DAS), amely külön rendelkezett a Digitális Élelmiszeripari Stratégia (DÉS) kidolgozásáról, elismerve az Ipar 4.0 nyújtotta lehetőségek fontosságát az élelmiszeripari szektorban ("Magyarország Digitális Élelmiszeripari Stratégiája," 2022).

A digitális technológiák, automatikai és robotikai megoldások alkalmazása bizonyítottan növeli a termelési folyamatok hatékonyságát, csökkenti a selejt és hulladék mennyiségét, valamint elősegíti innovatív technológiák és új üzleti modellek kialakítását ("Magyarország Digitális Élelmiszeripari Stratégiája," 2022).

### 2.1.2 Ipar 4.0 technológiák az italgyártásban

Az Ipar 4.0 koncepciója az italgyártásban is nagy jelentőséggel bír, mivel a fogyasztói elvárások egyre inkább a személyre szabott termékek és azonnali kiszolgálás irányába mutatnak. Az Ipar 4.0 kifejezést kettős jelentéstartalommal használják: egyrészt mint fejlődési szint a szervezeti működésben, másrészt mint a negyedik ipari forradalom megnevezése (Husi, 2016).

Az Ipar 4.0 technológiáknak három fő területe az általam létre hozni kívánt berendezés tervezése és kivitelezése esetén is hatékonyan alkalmazható (Erdei, 2019). Az első az, hogy felhő alapú rendszerek lehetővé teszik nagy mennyiségű koktéltrecept tárolását és megosztását receptadatbázisokban, valamint Big Data elemzések segítségével a fogyasztói preferenciák és trendek részletes elemzését. Ezeken túlmenően okos alkalmazások és mobil applikációk révén személyre szabott ital-ajánlások is megvalósíthatók.

A második terület a kiber-fizikai (Cyber Physical System) rendszerek alkalmazása. A kiber-fizikai rendszerek (CPS) olyan komplex, integrált rendszerek, amelyekben a szoftveres (kiber) elemek szorosan összekapcsolódnak a fizikai folyamatokkal. Ezek a rendszerek szenzorok és aktuátorok segítségével folyamatosan gyűjtik és feldolgozzák a fizikai világ adatait, majd ezek alapján valós időben képesek beavatkozni és vezérelni a környezetüket. A CPS rendszerek lényege, hogy a fizikai és digitális világ között folyamatos, dinamikus interakciót biztosítanak, miközben nagy hangsúlyt fektetnek a megbízhatóságra, biztonságra, rugalmasságra és autonóm működésre (Alguliyev et al., 2018).

A kiber-fizikai rendszerek egyik legfontosabb sajátossága, hogy különféle szenzorok – például folyadékszint-, nyomás- és hőmérséklet-érzékelők – alkalmazásával lehetővé teszik a berendezések működésének precíz, folyamatos monitorozását és optimalizálását. Az intelligens adatkommunikáció biztosítja a rendszerelemek (gépek, eszközök) közötti gyors

és hatékony információcserét és együttműködést, így támogatva az automatizált folyamatokat. Különösen jelentős előnye a prediktív karbantartás, amelynek révén a szenoradatok alapján előre jelezhető a pumpák, szelepek vagy más alkatrészek állapotromlása. Ez lehetővé teszi a karbantartási beavatkozások időzítését, csökkentve a váratlan meghibásodások és leállások kockázatát, valamint növelve a rendszer megbízhatóságát és élettartamát.

A harmadik terület az ember-gép együttműködés intuitív felhasználói interfészekon keresztül valósul meg. A moduláris rendszerépítés biztosítja a bővíthető és konfigurálható koktélkeverő állomások kialakítását.

## 2.2 Élelmiszeripari szabványok és higiéniai előírások

Az automatizált koktélkeverő rendszer tervezése és megvalósítása során az élelmiszerbiztonsági és higiéniai követelményeket is követtem, amelyek alapvetően befolyásolják a berendezés elfogadhatóságát és megbízhatóságát.

Az automatizált italgyártó berendezések az élelmiszerrel érintkező anyagokra vonatkozó EU rendelet 1935/2004/EK hatálya alá tartoznak, amely előírja, hogy ezek az anyagok nem veszélyeztethetik az emberi egészséget és nem változtathatják meg elfogadhatatlan mértékben az élelmiszer összetételét (1935/2004/EK rendelet, 2004). A 2023/2006/EK rendelet a Helyes Gyártási Gyakorlatról további követelményeket ír elő a nyomonkövethetőségre, minőségbiztosításra és dokumentációra vonatkozóan (2023/2006/EK rendelet, 2006). Emellett a 852/2004/EK rendelet általános higiéniai követelményeket határoz meg az élelmiszerlánc szereplői számára, ideértve az élelmiszerrel közvetlenül érintkező technológiai rendszereket is (852/2004/EK rendelet, 2004).

Az uniós rendeletek mellett kiemelkedő szerepet játszik az ISO 22000 szabvány is, amely egy nemzetközileg elismert élelmiszerbiztonsági irányítási rendszer követelményeit határozza meg. Az ISO 22000 lehetővé teszi az élelmiszerbiztonsági veszélyek azonosítását és ellenőrzését a teljes élelmiszerláncon belül, így növelve a fogyasztói bizalmat és támogatva a berendezések biztonságos működését ("ISO 22000," 2022). Ez a szabvány különösen fontos az olyan automatizált rendszerek esetében, mint a koktélkeverő berendezések, mivel

elősegíti a biztonságos és megbízható élelmiszer-előállítást, függetlenül a gyártó méretétől vagy tevékenységi körétől.

A HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) rendszer szerint, veszélyelemzés során figyelembe kell venni a biológiai veszélyeket, mint például az *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. és *Listeria monocytogenes* jelenlétét, valamint az élesztők és penészek növekedésének lehetőségét magas cukortartalmú környezetben. A kémiai veszélyek közé tartoznak a tisztítószer-maradványok, az élelmiszerrel érintkező anyagokból történő migráció, valamint a különböző italok közötti keresztszennyeződés lehetősége (Mortimore és Wallace, 2013).

## 2.3 Koktélkészítő gépek, piaci és fogyasztói trendek az automatizált italgyártás területén

Az alábbiakban bemutatom a legjelentősebb koktélkészítő berendezéseket gyártó vállalatok termékeit, kitérve azok funkcionalitására, vezérlési módjára, méretére és elérhetőségére.

A piackutatás során különös figyelmet fordítottam a felhasználói élményt befolyásoló tényezőkre, mint például a vezérlési lehetőségek (applikációs vagy érintőképernyős irányítás), a tisztítási folyamatok elvégezhetősége, valamint az italválaszték bővíthetősége.

Jelenleg a piacon három jelentős gyártó kínál automatizált koktélkészítő berendezéseket: a Barsys ("Barsys," 2025), a Bartesian ("Bartesian," 2025) és a Black+Decker ("Black+Decker," 2025), amelyek különböző megoldásokat kínálnak az italadagolás és a felhasználói élmény területén. Főbb jellemzőiket az 1. táblázat foglalja össze. (2025 elején még elérhető volt egy negyedik típusú koktélkészítő berendezés is, amelyet azóta már kivontak a forgalomból ("Keurig Drinkworks," 2025)).

### 2.3.1 Barsys

A Barsys nevű gyártó jelenleg kétféle automatizált koktélkészítő berendezést kínál: a Barsys 2.0+ és a Barsys 360 modelleket. Ezek a készülékek okostelefonos alkalmazás segítségével vezérelhetők, amely Bluetooth-kapcsolaton keresztül csatlakozik a géphez. Az applikációban a felhasználónak meg kell adnia, hogy milyen italokkal töltötte fel a tartályokat, ezt követően a rendszer egy beépített adatbázis alapján felajánlja az elérhető alapanyagokból elkészíthető koktélokat. A berendezés tisztítófunkcióval is rendelkezik,

emellett lehetőséget biztosít saját receptek szerinti italok készítésére is. Az adagolás folyamata LED-es fényjelzésekkel követhető nyomon.

A *Barsys 2.0+* modellhez ötféle töményital csatlakoztatható speciális rögzítő kupakkal, valamint három különböző mixer tölthető be a készülék oldalába illeszthető tartályokba. A gép alsó részén található egy mozgatható alátét, amelyre a poharat kell helyezni. A rendszer automatikusan a megfelelő adagolófejek alá pozicionálja a poharat, majd megkezdí az ital adagolását. A készülék méretei: 50 × 34 × 40 cm.

A *Barsys 360* modell hat darab tartállyal rendelkezik, amelyek tetszőleges folyadékkal feltölthetők. Ez a változat kisebb méretű: 44 × 20 × 43 cm. Bár hivatalosan kizárólag az Egyesült Államokban kapható, a gyártó nemzetközi szállítást is biztosít ("Barsys," 2025).

### **2.3.2 Bartesian**

A *Bartesian* koktélkészítő berendezés érintőképernyőn keresztül vezérelhető, és minden koktél elkészítése után automatikusan elindít egy öntisztító mechanizmust. A készülék öt darab, egyenként 900 ml-es tartállyal rendelkezik, amelyekbe meghatározott szeszes italokat kell tölteni: vodkát, tequilát, whiskyt, gint és rumot. Ugyanakkor a gép egyszerre legfeljebb négy tartályt képes kezelni.

A koktélok elkészítéséhez speciális kapszulák használhatók, amelyek különféle gyümölcsleveket, keserűlikőröket és aromakivonatokat tartalmaznak. Minden kapszula egyedi vonalkóddal van ellátva, amelyet a gép beolvas a behelyezést követően. A rendszer ez alapján azonosítja a kívánt koktélt, és a kijelzőn megjeleníti az italhoz ajánlott pohártípust. A felhasználó négyféle alkoholtartalom közül választhat: alkoholmentes (mocktail), gyenge, normál vagy erős változatot is készíthet.

Az Egyesült Államokban több mint 60-féle kapszula érhető el, míg nemzetközi piacokon jelenleg mindössze három típus vásárolható meg. A berendezés méretei: 32 × 32 × 34 cm ("Bartesian," 2025).

### **2.3.3 Black+Decker**

A Black+Decker koktélkészítő berendezése a Bartesian által gyártott koktélkapszulákkal kompatibilis. A készülék működtetése nyomógombokkal történik, és – a Bartesian modellhez hasonlóan – négyféle ital-erősség választható: alkoholmentes, gyenge, normál és erős. A

gép öt darab, egyenként 750 ml-es tartállyal rendelkezik, amelyeket előre meghatározott szeszes italokkal – vodkával, tequilával, whiskyvel, ginnet és rummal – kell feltölteni.

Ez a típus kizárólag Németországban érhető el, jelenleg más piacokon nem forgalmazzák. A készülék méretei: 34 × 33 × 40 cm ("Black+Decker," 2025).

#### 2.3.4 Keurig Drinkworks

2025 elején még elérhető volt egy negyedik típusú koktélkészítő berendezés is, amelyet azóta már kivontak a forgalomból. A készülék vezérlése érintőképernyő és fizikai gombok kombinációjával történt, emellett egy mobilalkalmazás is tartozott hozzá. Az applikáció karbantartással kapcsolatos értesítéseket küldött, tippeket adott a használatához, illetve vásárlási lehetőségeket is biztosított.

A berendezés kapszulaalapú működésre épült, azonban ebben az esetben nem volt szükség külső töményitalok hozzáadására, mivel azokat a kapszulák már tartalmazták. A gép kizárólag hideg vizet adagolt a keverékhez, szükség esetén pedig szénsavasította az italt. A készülék méretei: 35 × 35 × 33 cm ("Keurig Drinkworks," 2025).

#### 2.3.5 Összehasonlító értékelés

**1. táblázat:** Piacon elérhető koktéلكeverő gépek összehasonlítása.

(Forrás: Saját szerkesztés)

Gyártó	Előnyök	Hátrányok	Tanulságok
<b>Barsys *</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Telefonos applikációval vezérelhető</li><li>• Saját receptek készítése</li><li>• Látványos fényjelzések</li><li>• Tisztító funkció</li><li>• Nagy italválaszték</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Drága (\$1,050)</li><li>• Applikáció hibák és összeomlások</li><li>• Szivárgás problémák</li><li>• Korlátozott mixerválaszték (3 tartály)</li><li>• Csak az USA-ban kapható</li></ul>	Fontos a szoftver stabilitása és a szivárgásmentes kialakítás. A látványos megjelenés és az applikáció alapvető igény.

Gyártó	Előnyök	Hátrányok	Tanulságok
<b>Bartesian **</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Érintőképernyős vezérlés</li> <li>• Öntisztító mechanizmus</li> <li>• Kapszulás rendszer (60+ koktél az USA-ban)</li> <li>• Állítható erősség</li> <li>• Kompakt méret</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapszulák csak korlátozottan elérhetők az USA-n kívül</li> <li>• Nem támogatja több alapanyag egyidejű használatát</li> <li>• Drágább kapszulák</li> </ul>	A kapszulás rendszer kényelmes, de globális elérhetőség szükséges. Az állítható erősség növeli a felhasználói élményt.
<b>Black+Decker ***</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egyszerű gombos vezérlés</li> <li>• Bartesian kapszulákkal kompatibilis</li> <li>• Állítható erősség</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Csak Németországban kapható</li> <li>• Kevésbé modern vezérlés (nincs érintőképernyő vagy applikáció)</li> </ul>	A regionális elérhetőség korlátozott. Az egyszerűség vonzó lehet bizonyos fogyasztói csoportok számára.
<b>Keurig Drinkworks ****</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapszulás rendszer alkoholos tartalommal</li> <li>• Mobilalkalmazás támogatás (karbantartási tippek)</li> <li>• Szénsavasítás funkció</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Már nem kapható</b></li> <li>• Limitált italminőség (nem friss alapanyagokkal dolgozik)</li> </ul>	Az integrált szénsavasítás és karbantartási tippek innovatívak, de a minőség és elérhetőség kulcsfontosságú.

\*("Barsys," 2025); \*\*("Bartesian," 2025); \*\*\*("Black+Decker," 2025); \*\*\*\*("Keurig Drinkworks," 2025)

A versenytársak elemzéséből több értékes tanulság is levonható, amelyek segítették a saját projekt fejlesztési irányainak meghatározását. Elsősorban a felhasználói élmény javításának fontossága emelhető ki: a stabilan működő, interaktív és könnyen kezelhető applikáció alapvető feltétele annak, hogy a felhasználók elégedettek legyenek. Emellett a fenntarthatóság és költséghatékonyság szerepe is meghatározó, hiszen bár a kapszulás rendszerek kényelmet nyújtanak, hosszú távon szükség van környezetbarátabb, gazdaságosabb megoldásokra. Végül a rugalmasság az italválaszték terén szintén lényeges tanulság: a többféle alapanyag egyidejű alkalmazása nemcsak a gép sokoldalúságát növeli, hanem a fogyasztói igények szélesebb körének kielégítését is lehetővé teszi.

A jelenlegi megoldások fő korlátai a kapszulafüggőség, a korlátozott italtválaszték és a magas ár. Ezért a tervezett rendszer célja ezek kiküszöbölése: szélesebb alapanyagválasztékkal, kapszulamentes működéssel, költséghatékonysággal, valamint cél egy felhasználóbarát mobilalkalmazás biztosítása.

## 2.4 Okos rendszerek technológiai áttekintése

Jelen fejezet célja bemutatni a releváns korszerű technológiai megoldásokat, áttekintve az IoT rendszerek általános jellemzőit, valamint azok élelmiszeripari alkalmazásait.

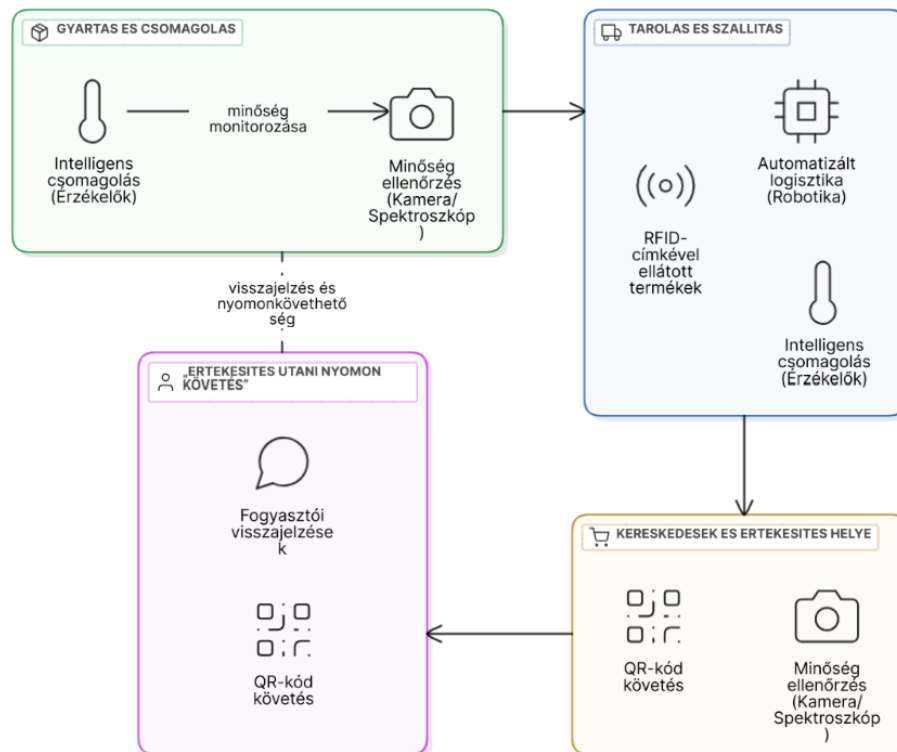
### 2.4.1 Adatkommunikáció és IoT az élelmiszeriparban

A vezeték nélküli kommunikáció lehetővé teszi az adatátvitelt fizikai kapcsolat nélkül, ami mobilitást, kényelmet és gyors üzembe helyezést biztosít. Egyik gyakran alkalmazott technológia a Bluetooth Low Energy (BLE), mivel kis energiafogyasztás mellett stabil, rövid hatótávolságú kapcsolatot kínál, ideális mobilalkalmazás-vezérléshez. (Gupta, 2016). A BLE két üzemmódot támogat: kapcsolat nélküli adatküldést (broadcasting) és biztonságos, kétirányú kommunikációt (connection), amely lehetővé teszi a parancsok megbízható továbbítását (Tosi et al., 2017). Alternatív megoldások, mint a Wi-Fi és LiFi, nagyobb adatátviteli sebességet és lefedettséget biztosítanak, azonban sokszor a Bluetooth választása a költséghatékonyság és egyszerű integráció miatt előnyös. A Wi-Fi rádiófrekvenciás alapú, míg a LiFi fényhullámokat használ, akár 10 Gbps sebességgel, de korlátozott lefedettséggel. A hibrid rendszerek (HLWNet) ötvözik a két technológia előnyeit, ám a koktélkeverő prototípus esetében a BLE egyszerűsége és energiatakarékossága bizonyult optimálisnak (Ma et al., 2022; Wu et al., 2021).

Az IoT (Internet of Things, Dolgok Internete) olyan hálózat, amelyben érzékelőkkel és internetes kommunikációs modulokkal ellátott eszközök adatokat gyűjtenek és cserélnek, lehetővé téve a folyamatok távoli felügyeletét és vezérlését. Az élelmiszeriparban az IoT technológia alkalmazásával és használatával növelhető a gyártási hatékonyság, csökkenthetők a veszteségek és nagy mértékben segítheti a dolgozók munkáját. Az IoT technológia nem csak a gyártásban hanem a teljes élelmiszerláncban a nyomonkövetés, minőségbiztosítás és élelmiszerbiztonság területén is fontos szerepet játszik (Gokhale et al., 2018). Az élelmiszerlánc különböző szakaszaiban sokféle minőségbiztosítási technológiákat

alkalmazhatnak, amik hatékony használatát segítheti az IoT technológia, erre mutat egy lehetséges példát az 1. ábra.

**1. ábra:** IoT az élelmiszerbiztonság és minőségellenőrzésben.  
(Forrás: saját szerkesztés)



A gyártás és csomagolás során alkalmazhatnak intelligens csomagolást, ami érzékelőkkel van ellátva, ezáltal a termék minősége folyamatosan monitorozható. Az intelligens csomagolásba épített érzékelők folyamatosan monitorozzák a gázösszetételt, mikrobiológiai aktivitást és hőmérsékletet, hozzájárulva az eltarthatóság és biztonság növeléséhez (Popa et al., 2019). Egyre jobban terjednek a minőségellenőrzésben a kamerák, amelyek mesterséges intelligenciával működnek, és a közeli infravörös spektroszkópia (Lukacs et al., 2025). A tárolás és szállítás során további IoT-vel kombinált korszerű megoldások, mint például RFID (rádiófrekvenciás azonosítás) és automatizált logisztikai robotok segítik a termékek nyomonkövethetőséget, és az intelligens raktárirányítás – javítják a hatékonyságot (Maulana et al., 2021). A valós idejű adatgyűjtés lehetőséget ad az útvonal-optimalizálásra, a keresleti előrejelzésekre, valamint az eszközök és termékek pontos nyomon követésére is (Dadhaneeya et al., 2023) Az adatok kezelésének felhőalapú IoT-megoldásai és blokklánc-technológiák (pl. DaTaOnX, ChainOnX) garantálják az adatok

hitelességét (Lukacs et al., 2025). A kereskedelemben főleg a QR-kódok biztosítják a termékek azonosítását, mert ezeket a vásárlók könnyen azonosíthatják okostelefonjuk segítségével. A kereskedelemben is a mesterséges intelligencia térhódításával elérhetővé válnak az intelligens látórendszerek, amik segíthetik a minőségbiztosítást és a fogyasztó viselkedések analizálását. Végezetül egyre jobban terjed és a köztudatban is egyre jobban benne van a vásárlás utáni fogyasztói visszajelzés. Mindezen információk visszahathatnak a gyártásra és tervezésre, ezzel biztosítva a hatékonyságot, személyreszabottságot és vásárlói elégedettséget. (Bouzembrak et al., 2019). Az így nyert adatok hozzájárulnak az élelmiszeripar folyamatos fejlődéséhez, javítva a termékek minőségét és biztonságát az élelmiszerlánc minden szintjén (Dadhaneeya et al., 2023).

#### **2.4.2 Mikrovezérlők**

A mikrokontroller (MCU - microcontroller unit) egy kompakt integrált áramkör, amelyet beágyazott rendszerek egyedi vezérlési feladatainak ellátására terveztek. Egyetlen chipen foglalja magában a processzort, a memóriát (RAM, EEPROM) és a be- és kimeneti (I/O) perifériákat, például időzítőket, számlálókat vagy analóg-digitális átalakítókat (Hashemi-Pour és Lutkevich, 2025; Schneider és Smalley, 2024). Ezek az eszközök képesek valós idejű adatfeldolgozásra, amely során az I/O egységeken keresztül beérkező jeleket ideiglenesen eltárolják, majd a programmemóriában tárolt utasítások segítségével feldolgozzák, és végrehajtják a megfelelő műveleteket (Hashemi-Pour és Lutkevich, 2025).

A mikrokontrollerek számos eszközben megtalálhatók: járművekben (pl. ABS, kipörgésgátló), robotokban, orvostechikai berendezésekben, háztartási gépekben és ipari automatizálási rendszerekben. Egy eszköz gyakran több mikrokontrollert is tartalmaz, amelyek egymással és egy központi vezérlőegységgel kommunikálnak (Hashemi-Pour és Lutkevich, 2025).

Kiemelt szerepük van az IoT (Internet of Things) alapú rendszerekben, ahol különféle intelligens szenzorokhoz és modulokhoz kapcsolódva adatokat küldenek a központi rendszerbe (El-Khozondar et al., 2024). Ezekben a beágyazott rendszerekben a hardver- és szoftverelemek együttműködnek, és a működésüket fejlett algoritmusok optimalizálják az adott alkalmazás céljainak megfelelően (Chinthamu et al., 2024).

### 2.4.3 Mobil applikációk tervezésének alapelvei, vezérlési funkcióinak kialakítása

A mobil alkalmazások fejlesztéséhez kapcsolódó programozási nyelvek és platformok megismerése alapvető fontosságú a modern szoftverfejlesztésben. Az operációs rendszerek szerint kategorizált fejlesztési környezetek és a blokkprogramozási megoldások különböző előnyöket kínálnak a fejlesztők számára.

Az Android platform fejlesztése során a Java volt hosszú ideig az egyetlen támogatott nyelv, azonban a Kotlin 2017-es hivatalos megjelenése óta egyre nagyobb népszerűsége tett szert. A Google által támogatott Android Studio napjaink legelterjedtebb fejlesztői környezete, amely kifejezetten az Android alkalmazások fejlesztésére optimalizált (Moskala és Wojda, 2017, pp. 823).

Az iOS fejlesztés területén a Swift és az Objective-C nyelvek dominálnak, azonban a Swift 2014-es bevezetése óta fokozatosan átvette a vezető szerepet, mivel modernebb szintaxist és biztonságosabb programozási környezetet kínál (Kore, 2024). Az Apple hivatalos fejlesztői környezete, az Xcode, integrált eszközkészletet biztosít az alkalmazások tervezéséhez, fejlesztéséhez és teszteléséhez (Ekren, 2025).

Az iOS fejlesztés előnye a magas színvonalú felhasználói élmény és a kiváló teljesítmény, azonban a fejlesztőknek szigorú irányelveket kell követniük az App Store-ba való bekerüléshez. A platform zárt ökoszisztémája egyszerre jelent előnyt a minőségellenőrzés szempontjából és korlátozást a fejlesztői szabadság tekintetében.

A cross-platform fejlesztési megoldások lehetővé teszik, hogy egyetlen kódbázisból több operációs rendszerre is készüljön alkalmazás, ezáltal csökkentve a fejlesztési időt és költségeket. A legnépszerűbb ilyen keretrendszerek közé tartozik a Flutter (Dart), a React Native (JavaScript) és a Xamarin (C#) (MakeIT, 2024). A Flutter a natív teljesítményt megközelítő működésével vált kedveltté, a React Native a webfejlesztők számára kínál egyszerű átjárhatóságot, míg a Xamarin a Microsoft ökoszisztémájába való integrációja révén emelkedik ki (Aziz, 2024).

A Thunkable, mint vizuális fejlesztési platform, a blokkprogramozás előnyeit egyesíti a cross-platform megközelítéssel. Ez a kombináció ideális belépési pontot jelent a mobil alkalmazásfejlesztés világába, különösen a programozói háttérrel nem rendelkező felhasználók számára.

### **A blokkprogramozás jelentősége a mobil fejlesztésben**

A vizuális, blokkprogramozáson alapuló fejlesztőkörnyezetek – mint például az MIT App Inventor, a Kodular és Thunkable vagy hasonló platformok – leegyszerűsítik az alkalmazásfejlesztés folyamatát, és különösen hasznosak azok számára, akik nem rendelkeznek mélyebb programozási ismeretekkel. Ezek a rendszerek előre definiált logikai blokkok összekapcsolásával teszik lehetővé az alkalmazások működésének meghatározását, ami nemcsak a tanulási folyamatot gyorsítja fel, hanem hatékony eszközt kínál oktatási célokra és prototípusok gyors elkészítésére is általánossá téve a mobil alkalmazásfejlesztést a következő szempontok miatt (Patton et al., 2019):

1. **Akadályok csökkentése:** Lehetővé teszik a fejlesztést programozási ismeretek nélkül is, szélesítve a potenciális fejlesztők körét.
2. **Gyors prototípuskészítés:** Az ötlettől a működő alkalmazásig vezető út jelentősen lerövidül, ami gyorsabb iterációt tesz lehetővé.
3. **Oktatási érték:** Ideális eszközök a programozási logika és az alkalmazásfejlesztési alapelvek oktatásához, különösen fiatalabb korosztályok számára.
4. **Korlátozott komplexitás:** Bár a blokkprogramozással létrehozott alkalmazások általában nem érik el a hagyományos fejlesztéssel készült alkalmazások komplexitását, a legtöbb alapvető funkcionalitás megvalósítható velük.

### **A különböző mobil fejlesztési megközelítések ismerete több szempontból is lényeges:**

Az alkalmazásfejlesztés során kiemelt jelentőségű az erőforrás optimalizálás, hiszen a megfelelő platform és programozási nyelv kiválasztása jelentősen befolyásolja a fejlesztési időt, a költségeket és az alkalmazás teljesítményét. Mivel az iOS és az Android együtt a mobilpiac több mint 99%-át fedi le (Qadir, 2025), a cross-platform megoldások alkalmazása hatékony eszközt jelent mindkét piac egyidejű elérésére. A mobiltechnológiák

gyors fejlődéséből fakadóan fontos a különböző fejlesztési megközelítések ismerete, amelyek segítik a fejlesztőket abban, hogy rugalmasan alkalmazkodjanak a változó környezethez. Emellett a blokkprogramozási felületek lehetővé teszik, hogy a technológiai szakértelemmel nem rendelkező felhasználók is aktívan részt vehessenek az alkalmazás-fejlesztési folyamatban, ezzel általánosítva és szélesebb körben elérhetővé téve azt.

A mobil fejlesztési technológiák és platformok alapos ismerete nemcsak technikailag előnyös, hanem üzleti szempontból is kulcsfontosságú a sikeres alkalmazásfejlesztési stratégia kialakításához és a változó piaci igényekhez való alkalmazkodáshoz.

Az Android és iOS platformok fejlesztési költségstruktúrája jelentős különbséget mutat. Az Android környezetben történő alkalmazásfejlesztés alapvetően költségmentes, mivel a fejlesztési eszközök és a publikálási infrastruktúra ingyenesen hozzáférhető. Ezzel szemben az iOS alkalmazások fejlesztése megköveteli az Apple Developer Program előfizetés megletét, amely éves díjfizetési kötelezettséggel jár, és előfeltétele az App Store-ban történő alkalmazás-publikálásnak.

#### **2.4.4 Felhasználói élmény (UX) és interfész (UI) tervezése**

Az applikáció tervezése során nemcsak a kezelőfelület funkcionalitását tartottam lényegesnek, hanem a felhasználói élmény színvonalas kialakítását is, ezért a kutatás keretében áttekintettem a modern tervezési alapelveket. A felhasználói felület (UI) tervezése a digitális termékek – például weboldalak vagy mobilalkalmazások – azon vizuális és interaktív elemeinek megalkotását jelenti, amelyekkel a felhasználó közvetlen kapcsolatba lép. Célja egy esztétikus, könnyen kezelhető felület létrehozása, amely elősegíti a pozitív felhasználói élmény kialakulását (Hamidli, 2023). A UI (user interface) fogalma szorosan összekapcsolódik a felhasználói élmény (user experience, UX) tervezésével, mivel a UI tekinthető a UX vizuális és funkcionális megvalósulásának is (Serfőző, 2023a). Míg a UI alapvetően vizuális komponensekre fókuszál, addig a UX sokkal inkább stratégiai tervezési terület.

A felhasználói élmény tervezésének célja, hogy az applikáció használata logikus, érthető és kényelmes legyen, valamint semmilyen nehézséget ne okozzon a felhasználónak a funkciók közötti tájékozódás. A UX tervezést gyakran érzelmentervezésnek is nevezik, hiszen a cél az elégedettség és pozitív érzelmi reakció kiváltása. A UX dizájnerek feladatai közé olyan

tevékenységek tartoznak, mint a célcsoport és a versenytársak elemzése, a felhasználói útvonalak megtervezése, a felhasználóbarát funkciók kialakítása, drótvázak készítése, az elkészült felület felülvizsgálata felhasználói szemszögből, valamint folyamatos együttműködés a fejlesztőkkel és a UI dizájnnerrel (Serfőző, 2022a).

A UI dizájn feladata ezzel szemben a felhasználói felület vizuális kialakítása, vagyis a UX dizájnner által megalkotott struktúra és tartalom esztétikus és egységes megjelenítése. A UI dizájnner meghatározza a vizuális szabályrendszert, amely alapján megtervezi a kezelőelemeket – például gombokat, menüket és ablakokat –, továbbá elkészíti a vizuális style guide-ot, amely a színek, formák és tipográfiai megoldások következetes használatát tartalmazza. Emellett a fejlesztők instruálása és munkájuk ellenőrzése is része lehet a feladatkörének (Serfőző, 2023b).

Az alkalmazás fejlesztése során kiemelten törekedtem a UI dizájn alapelveinek következetes alkalmazására. A matéria és fény elve szerint a vizuális mélységet árnyékok és fényhatások segítségével kell érzékeltetni, ezáltal megkülönböztetve az interaktív és statikus elemeket. A konzisztencia elve biztosítja a vizuális és funkcionális egységességet, amely elengedhetetlen a felhasználói élmény kiszámíthatóságához. A vizuális hierarchia megfelelő kialakítása a tartalmat fontosság szerint strukturálja, támogatva ezáltal a gyors információfeldolgozást. A rezponzivitás garantálja, hogy a felület minden eszközön optimálisan jelenjen meg. Végül a lefejleszthetőség elve a technikai megvalósíthatóság folyamatos figyelembevételét hangsúlyozza, mivel csak az a design értékes, amely a gyakorlatban is megvalósítható (Serfőző, 2022b).

### **3. Anyagok és módszerek**

A koktélkeverő gép tervezése és megvalósítása során kulcsfontosságú volt a megfelelő hardverkomponensek kiválasztása és integrálása, valamint a rendszer pontos működésének biztosítása. A projekt sikeres megvalósításához szükség volt egy megbízható mikrokontrollerre, hatékony kommunikációs megoldásra, precíz folyadékadagolási mechanizmusra és kalibrációs folyamatra. A fejlesztés során különös hangsúlyt fektettem arra, hogy a választott komponensek ne csak műszakilag megfelelőek legyenek, hanem költséghatékonyak és könnyen beszerezhető alkatrészek is legyenek, lehetővé téve ezzel a rendszer reprodukálhatóságát és továbbfejlesztését.

#### **3.1 Mikrokontroller – Arduino**

A berendezés működésének programszerű irányítását egy Arduino fejlesztőpanel végzi, amelynek vezérlőprogramja az Arduino IDE nevű integrált fejlesztői környezetben (lásd: 2. ábra) készül. Az Arduino platform kiválasztása különösen indokolt volt egy kezdő fejlesztő számára, mivel a rendszer egyszerűsége, áttekinthetősége és a rendelkezésre álló kiterjedt dokumentáció lehetővé teszi a mikrovezérlő-alapú rendszerek alapjainak gyors elsajátítását. Emellett az Arduino eszközök alacsony költségűek, könnyen beszerezhetők, valamint a közösségi támogatás és a nyílt forráskódú megközelítés megkönnyíti a fejlesztést és hibakeresést.

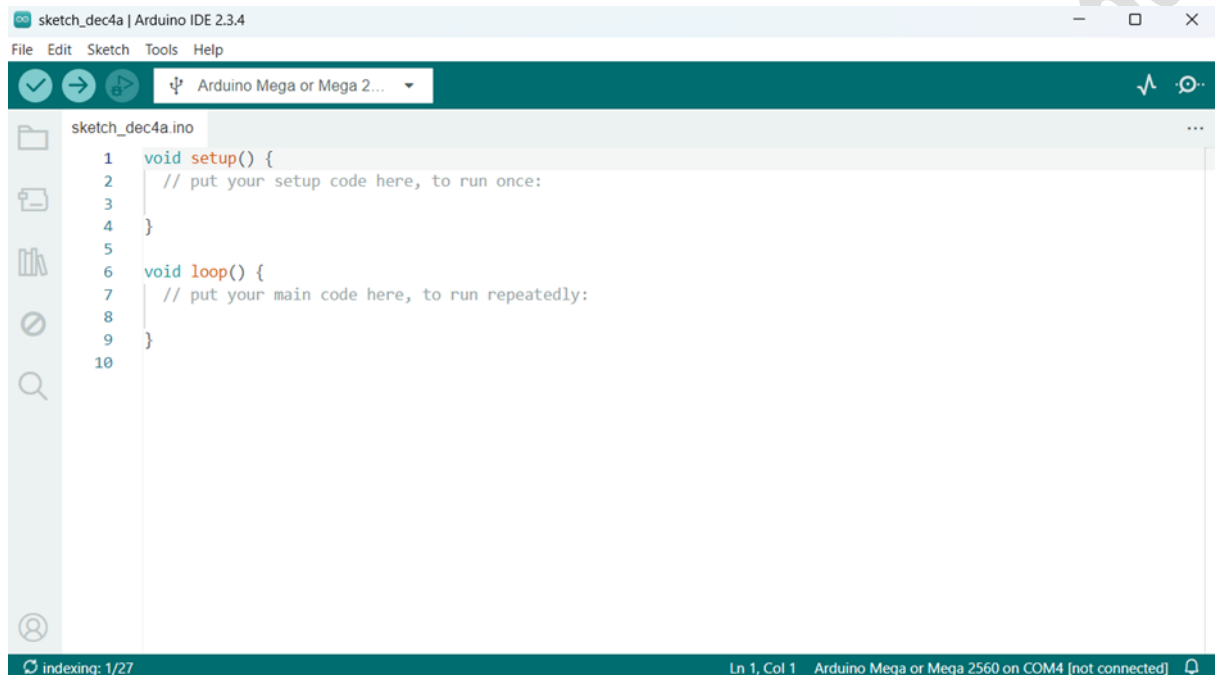
Az Arduino rendszer két fő részből áll: a hardver és a szoftver komponensből. A hardver alatt magát a fejlesztőpanelét és a kapcsolódó perifériákat értjük, míg a szoftverkomponens az Arduino IDE, amely egy nyílt forráskódú fejlesztői környezet.

A programozás alapját a C++ nyelv egyszerűsített változata képezi. A fejlesztés során minden Arduino program két fő részből épül fel: `setup()` és `loop()` függvényből. A `setup()` szekcióban a program indulásakor egyszer lefutó inicializálásokat hajtjuk végre, például változók deklarálását, kommunikációs portok beállítását vagy szükséges könyvtárak betöltését. Ezzel szemben a `loop()` rész folyamatosan, ciklikusan ismétlődve fut mindaddig, amíg a rendszer áramellátása biztosított, vagy manuálisan le nem állítjuk a folyamatot.

Az Arduino rendszerek különösen elterjedtek kisebb, oktatási célú vagy egyszerűbb automatizálási projekteknél, mivel:

- költséghatékony megoldást kínálnak,
- széles körben hozzáférhető,
- nyílt forráskódú platformként számos segédanyag és könyvtár érhető el hozzájuk,
- felhasználóbarát fejlesztőkörnyezettel rendelkeznek, amely lehetővé teszi a gyors prototípusfejlesztést.

**2. ábra:** Arduino fejlesztőkörnyezet (Arduino IDE).  
(Forrás: saját szerkesztés.)



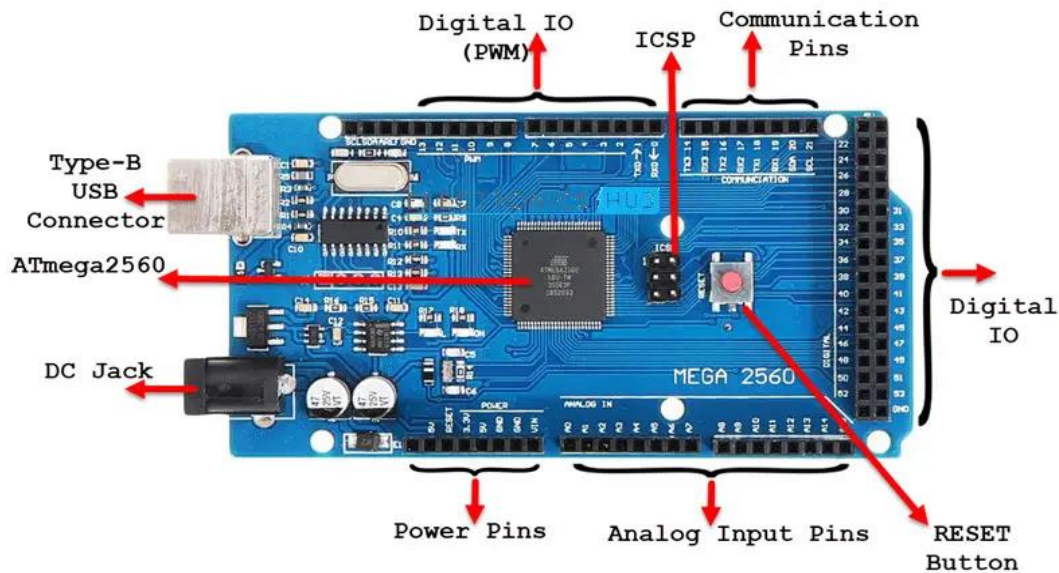
### A modellnél alkalmazott Arduino Mega 2560

A rendszer vezérlését az Arduino Mega 2560 mikrovezérlő biztosítja (3. ábra). A választás indoka a nagy számú bemeneti és kimeneti csatorna, valamint a megbízható működés és a széles körű kompatibilitás volt. A mikrokontroller működési (I/O) feszültsége 5 V, míg a javasolt tápfeszültség 7-12 V között van. A kimeneti feszültség 3,3 V vagy 5 V lehet, ami rugalmasságot biztosít a különböző perifériák csatlakoztatásához.

Az eszköz több kommunikációs interfészt támogat, köztük az SPI-t (soros kommunikáció), az I2C-t és az UART-ot, amelyek lehetővé teszik a különböző modulok és szenzorok integrálását. A digitális be- és kimenetek száma összesen 54, ebből 15 PWM (Pulse Width Modulation) funkcióval rendelkezik, ami különösen fontos a motorok és szivattyúk vezérléséhez. Emellett 16 analóg bemeneti pin áll rendelkezésre, amelyek a különböző érzékelők adatainak feldolgozását teszik lehetővé. A panel további jellemzői közé tartozik a beépített LED és a

reset gomb, amelyek a fejlesztés és hibakeresés során segítenek. A programok tárolására 256 KB flash memória áll rendelkezésre, amely elegendő a rendszer vezérlési logikájának és kiegészítő funkcióinak megvalósításához ("Arduino Mega 2560 Rev3 Documentation," 2024).

**3. ábra:** Arduino Mega 2560 főbb részei.  
(Forrás: (Teja, 2024).



### 3.2 Bluetooth modul - HM10 BLE

A rendszer vezeték nélküli kommunikációját biztosító HM-10 Bluetooth Low Energy (BLE) modul (4. ábra) számos olyan tulajdonsággal rendelkezik, amelyek alkalmassá teszik az élelmiszeripari automatizálási alkalmazásokhoz. A modul a Bluetooth 4.0 szabványt alkalmazza GFSK modulációval, amely stabil és energiatakarékos adatátvitelt biztosít. Az átviteli sebesség eléri az 1 Mbps értéket, ami elegendő a vezérlési parancsok gyors továbbításához. A kommunikáció UART vagy SPI interfészen keresztül valósul meg, így könnyen integrálható különböző mikrokontrolleres rendszerekbe.

A modul kétféle üzemmódot támogat: Master és Slave, ami rugalmasságot biztosít a hálózati konfigurációk kialakításában. Hatótávolsága nyílt terepen meghaladja a 70 métert, ami bőségesen elegendő a kóktélkészítő berendezés és a mobilalkalmazás közötti stabil kapcsolat fenntartásához. A tápfeszültség 2 és 3,6 V között mozog, így alacsony energiaigényű megoldást kínál, míg kompakt mérete (27 × 13 × 1,6 mm) lehetővé teszi a helytakarékos beépítést ("Bluetooth Low Energy 4.0 Module – HM-10," 2025).

**4. ábra:** HM10 BLE modul.  
(Forrás: (David, 2023).



### 3.3 Adagoló mechanizmus – Perisztaltikus szivattyú

A folyadékok adagolására eredetileg mágnesszelepeket terveztem használni, mivel a gravitációs elven működő adagolás elsőre egyszerűbb és gyorsabb megoldásnak tűnt. A rendszer első verziójában tehát mágnesszelepekkel végeztem a folyadékok adagolását. A gyakorlati tapasztalatok azonban hamar rávilágítottak a mágnesszelepes rendszer korlátaira. A szelepek belsejében található membránon mindössze egy milliméter átmérőjű nyílás engedte át a folyadékot, ami rendkívül lassú, lassan csepegő áramlást eredményezett. Tesztelés során közel egy percbe telt, mire egy centiliter folyadék lefolyt, annak ellenére, hogy a vizsgálatokhoz vizet használtam, így a folyadék sűrűsége sem okozhatta a problémát. Mivel nyitott rendszert használtam, a levegőhiány sem gátolta az áramlást.

Később különféle módosításokat próbáltam ki a teljesítmény javítása érdekében: szétszereltem a szelepet, növeltem az átfolyási keresztmetszetet, kísérleteztem különböző lyukméretekkel is. Bár az áramlási sebességet sikerült némileg növelni, a módosított szelepek zárt állapotban is áttersztettek, így már nem voltak használhatók, hiszen használat nélkül is elfogytak volna a hozzávalók, valamint pontos kalibráció sem lett volna kivitelezhető. A rugóerő módosítása sem hozott eredményt, ahogy a feszültség megemelése sem: a 12 V-os szelepeket 24 V-tal próbáltam működtetni, de ez sem javította a teljesítményt. Miután minden lehetséges hibaforrást átvizsgáltam és kiküszöböltem, be kellett látnom, hogy a mágnesszelepek ebben az alkalmazásban nem nyújtanak kielégítő megoldást.

Ez vezetett ahhoz a döntéshez, hogy perisztaltikus szivattyúkra térjek át (5. ábra), amelyek megbízhatóbb és pontosabb adagolást biztosítanak. A koktélkészítő berendezésben így végül perisztaltikus szivattyúk végzik a folyadékok adagolását, amelyek ideális megoldást nyújtanak élelmiszeripari alkalmazásokhoz. Működési elvük egyszerű: forgó görgők nyomják

össze a rugalmas szilikoncsövet, így a benne lévő folyadék továbbhalad anélkül, hogy közvetlenül érintkezne a szivattyú belső alkatrészeivel. Ez higiénikus, könnyen tisztítható és szennyeződésektől mentes működést biztosít. A perisztaltikus szivattyúk legnagyobb előnye, hogy milliliter pontos adagolást tesznek lehetővé, biztosítva ezzel a koktéltreceptek következetes betartását. Emellett higiénikus működést garantálnak, mivel a folyadék nem érintkezik mozgó alkatrészekkel. A karbantartás is egyszerű: a szilikoncső az egyetlen kopóalkatrész, amely gyorsan és könnyen cserélhető. Mindezek mellett a szivattyúk csendes működése, könnyű vezérelhetősége és megbízhatósága tovább növeli alkalmazhatóságukat az automatizált italadagolásban.

A választott modell 12 V feszültséggel működik, alacsony energiafogyasztás mellett. Kompakt mérete és egyszerű rögzíthetősége lehetővé teszi több egység párhuzamos telepítését. A szállítási irány a polaritás megfordításával egyszerűen változtatható, ami nagyfokú rugalmasságot biztosít a rendszer integrációja során. A folyadékáramlás sebessége a szivattyú fordulatszámától és a cső belső átmérőjétől függően szabályozható. A szilikoncsövek méretét és hosszát kalibrálással optimalizáltam, hogy az adagolt mennyiségek minden ital esetében pontosan megfeleljenek a receptúráknak.

**5. ábra:** Perisztaltikus szivattyú.  
(Forrás: ("Perisztaltikus szivattyú," 2025))



### 3.4 Folyadékszállítás – Szilikoncsövek

A koktélkészítő rendszerben a folyadékok szállítása élelmiszeripari minőségű szilikoncsöveken keresztül történik, amelyek kiválasztása több szempont figyelembevételével történt. Elsődleges követelmény volt az élelmiszerbiztonság: a csövek

megfelelnek a 1935/2004/EK rendelet előírásainak, ellenállnak a mikrobiológiai szennyeződéseknek, és könnyen tisztíthatók, fertőtleníthetők. Az áttetsző anyaghasználat lehetővé teszi az áramló folyadék vizuális ellenőrzését, így az esetleges szivárgások, levegőbuborékok vagy szennyeződések azonnal észlelhetők.

A csövek belső átmérőjének megválasztása kulcsfontosságú volt a perisztaltikus szivattyúk hatékony működéséhez, mivel ez biztosítja a megfelelő átfolyási sebességet. A sima belső felület csökkenti a nyomásvesztést, ezáltal növeli az adagolás pontosságát. Anyagtulajdonságaik szintén előnyösek: a szilikon hő- és vegyszerálló, nem ad át ízt vagy szagot az italoknak, valamint kellően rugalmas ahhoz, hogy könnyen illeszkedjen a rendszer különböző elemeihez. A modularitás szintén fontos szempont volt, ezért a csövek könnyen cserélhetők, bővíthetők és hosszabbíthatók, ami lehetővé teszi a rendszer későbbi bővítését és karbantartását.

### **3.5 Üvegek - Italokhoz szükséges alapanyagok**

A koktéلكészítő berendezéshez tízféle alapanyagot választottam ki: vodka, gin, fehér rum, tequila, triple sec, blue curacao, grenadine, narancslé, áfonyalé és citromlé. Ezen tíz összetevő kombinációjával összesen 84 különböző koktél készíthető el. A cél az volt, hogy a lehető legnagyobb italválasztékot biztosítsam a lehető legkevesebb alapanyag felhasználásával.

Az alapanyagok kiválasztása során olyan italokat kerestem, amelyek a leggyakoribb koktéltreceptekben szerepelnek, és amelyek kombinációja minél többféle italtípust képes lefedni. Kezdetben olyan összetevőket is figyelembe vettem, mint például a whisky, tonic vagy cola, mivel ezek is gyakori alapanyagok számítanak italkeverésnél. Ugyanakkor a tapasztalatok azt mutatták, hogy ezekkel nem lehetett olyan sokféle koktélt előállítani, mint a végül kiválasztott tíz összetevő kombinációival, így végül ezek elvetésre kerültek. A végleges alapanyaglista tehát egy tudatosan megalkotott kompromisszum eredménye, amely egyszerre biztosít széles receptválasztékot, kezelhető mennyiségű tárolt italalapot, és egyszerűsíti a rendszer kialakítását.

A kiválasztott italok tárolásának módja szintén fontos tervezési szempont volt. A hozzávalók eredeti palackban történő tárolása és felhasználása nem csupán esztétikai vagy logisztikai

kérdés volt, hanem jogi, higiéniai és célpiaci szempontból is fontos döntés. A választott megoldás, miszerint az italok a saját, gyári csomagolásukban maradnak, több szempontból is lényeges, különösen akkor, ha a cél nem kizárólag az otthoni felhasználók, hanem a vendéglátóipar, például bárók, szórakozóhelyek, éttermek kiszolgálása is.

Egyrészt, a vendéglátóipari egységek esetében jogszabályi előírások vonatkoznak az italok kezelésére. A NAV (Nemzeti Adó- és Vámhivatal) szempontjából fontos, hogy az alkoholos italok eredeti zárjegyes, gyári palackban kerüljenek felhasználásra, mivel csak így bizonyítható, hogy az adott ital eredeti, nem hamisított, és megfelel az adózási szabályoknak, a 1997. évi CIII. törvény szerint. Ebből következik, hogy kereskedelmi célú vagy nyilvános felhasználás esetén a gyári palack használata elengedhetetlen.

Ezzel szemben, ha a célcsoport elsősorban háztartási, otthoni felhasználók, akkor felmerülhet az igény az egységes, helytakarékosabb tárolás iránt. Ebben a kontextusban az italok áttöltése átlátszó, azonos méretű tartályokba praktikusabb lehet: könnyebb a rendezés, takarékosabb a helyhasználat, és akár a gép kialakítása is egyszerűbbé válhat.

### **3.6 Folyadékadagolás kalibrációjának módszertana**

A folyadékadagolás pontosságának biztosítása érdekében három lépcsőben végeztem méréseket a perisztaltikus szivattyúval.

Elsőként vizsgáltam a perisztaltikus szivattyú adott idő alatt átáramlott folyadék térfogatát többszörös ismétléssel, hogy meghatározhassam a szivattyú megbízhatóságát. A mérés során 10 másodpercig működtettem a szivattyút egy az ehhez a vizsgálathoz írt Arduino program segítségével. Az átáramlott folyadék térfogatát mérőhengerrel mértem, aminek a beosztása 1 ml volt. A mérést mind a tíz folyadékra elvégeztem, 12 szeres ismétléssel.

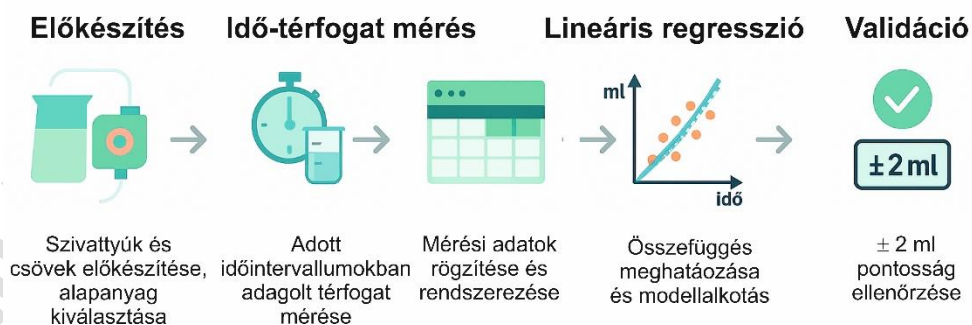
A második vizsgálat során a csövek feltöltődési idejét és a bennük maradó folyadék mennyiségét vizsgáltam, annak meghatározására, hogy mekkora térfogat fér a szilikoncsövekbe. A méréseket párosával végeztem, először alaphelyzetből indulunk, ami azt jelenti jelen esetben, hogy a szilikoncsövek nem tartalmazzak folyadékot. A méréspár első része, hogy működtetem meghatározott ideig (5-15mp) a szivattyút, és lemérem az átfolyt folyadék térfogatát mérőhengerrel. A második részében, pedig kivettem a szilikoncső végét a folyadékból, hogy ne szívjon fel több folyadékot és kiürítettem a csövet és ezután

lemértem az összes térfogatot mérőhengerrel. A kettő különbségéből, pedig megkaptam, hogy mekkora térfogat tárolására képesek az egyes csövek. Ahhoz, hogy megbízhatóan meghatározzam, ennek a mennyiségét, ezért ezen méréspárokat többször elvégeztem 5 és 15 másodperc között. A vizsgálatok eredményeként pontosan meg tudtam határozni, hogy mekkora térfogatú folyadék fér el a csövekben.

Illetve a harmadik mérési kalibráció után, interpolációt követően meghatároztam, hogy mennyi idő szükséges ahhoz, hogy a folyadék teljes egészében átáramoljon rajtuk. Ez használata előtt volt fontos. Ennek köszönhetően a tényleges használat megkezdésekor a csövek már teljesen feltöltve állnak rendelkezésre, biztosítva a pontos adagolást. A vizsgálat során határoztam meg a kalibrációt, ami ahhoz szükséges, hogy meg lehessen határozni az időket, amiket a szükséges mennyiségű folyadék adagolásához kell használni. Ehhez 1-30 másodperc közötti időintervallumban, másodpercenként mértem az átfolyt folyadék térfogatát. (6. ábra). Az idő-térfogat adatpárokat lineáris modellt illesztettem  $V(t) = a \cdot t + b$ . Az illeszkedés minőségét  $R^2$ -tel, a hibákat RMSE mutatóval jellemeztem, továbbá megadtam a reziduálisok  $\pm 2$  ml-en belüli arányát. A mintavétel minden italnál  $n = 31$  pont ( $t=0-30$  s).

**6. ábra:** A kalibrációs folyamat lépései.  
(Forrás: saját szerkesztés)

### Kalibrációs folyamat lépései



### 3.7 Felhasználói visszajelzések gyűjtése

A koktélműködésének objektív minősítéséhez és a koktélok érzékszervi tulajdonságainak rögzítése céljából készítettem két különálló kérdőívet.

Az egyik kérdőív a mobilapplikáció működésére vonatkozik, az adatkapcsolat stabilitását, a funkciók kialakítását és a felhasználói felület megjelenését méri fel. Ezt a kérdőívet elegendő

egyszer kitölteni, azonban az alkalmazás frissítéseit követően javasolt az újbóli kitöltés az esetleges változások visszajelzése érdekében.

A második kérdőív a koktélok érzékszervi jellemzőinek meghatározására szolgál, amelyhez strukturált értékelőskálát alkalmaztam. Az így nyert eredményeket a későbbiekben az applikáció fejlesztéséhez kívánom felhasználni, például a többször egyhangúan értékelt jellemzőket címkékkel jelölném az alkalmazásban. Az ilyen jellegű kiegészítések növelhetik a felhasználói elégedettséget, hiszen a fogyasztók előre tájékozódhatnak arról, milyen ízkarakterisztikára számíthatnak az adott koktél esetében.

### **3.8 3D nyomtatás**

A berendezés alkatrészeinek elrendezése és rögzítése érdekében több egyedi tervezésű, 3D nyomtatással készült elemet is előállítottam. A tervezéshez TinkerCad szoftvert használtam, amely lehetővé tette a pontos méretezést és a gép térbeli elrendezésének optimalizálását. A modell szeletelése a márka saját szoftvere (Bambu Studio) segítségével történt, a nyomtatás Bambu Lab A1 típusú nyomtatóval készült, fehér színű PLA filament felhasználásával. A PLA alapanyagot az egyszerű nyomtathatóság érdekében, a kedvező mechanikai tulajdonságai miatt választottam. A folyadékok közvetlenül nem érintkeznek a nyomtatott alkatrészekkel.

A 3D nyomtatás lehetővé tette a gyors prototípus-készítést, valamint a tervek szükség szerinti módosítását a fejlesztési folyamat során. Így a különböző alkatrészek illeszkedése, pozíciója és funkciója iteratív módon optimalizálható volt.

## **4. Eredmények és értékelésük**

A rendszer három fő komponensből épül fel. Az első csoportba tartozik a berendezés fizikai felépítése: a mechanikai szerkezet, a beavatkozók és elektromos berendezések. A második komponens a mobil alkalmazás, amely Bluetooth-kommunikáción keresztül biztosítja a kezelői felületet, és a harmadik az Arduino alapú mikrokontrolleres vezérlés és a vezérlőprogram.

A fejezetben részletesen bemutatom a vezérlőprogram logikai felépítését, a mobilalkalmazás funkcionalitását, továbbá a mechanikai konstrukció tervezési és kivitelezési szempontjait, végül pedig összehasonlító elemzést végzek a piacon elérhető hasonló berendezésekkel.

### **4.1 A berendezés felépítése**

A folyamat a szerkezeti és funkcionális elemek háromdimenziós tervezésével indult, amelyet az elektronikai rendszer bekötési rajzának elkészítése követett. A teljes folyamat eredményeként létrejött a fizikai prototípus, amely lehetővé tette a rendszer gyakorlati tesztelését és működésének értékelését.

A 7. ábra a koktélkeverő gép szerkezetének háromdimenziós modelljét mutatja be, amely TinkerCad szoftver segítségével készült a megvalósítást megelőző tervezési fázis során. A térbeli modell lehetőséget adott az egyes alkatrészek elrendezésének és méretezésének előzetes megtervezésére, valamint a szerkezeti szintek közötti funkcionális kapcsolatok vizualizálására, ami hozzájárult a hibalehetőségek csökkentéséhez még a fizikai összeszerelés előtt. A modell jól szemlélteti az alumíniumprofilokból összeállított vázszerkezetet, valamint a különböző szintek elhelyezkedését és funkcióját. Az alsó szinten kaptak helyet a folyadéktartályok (palackhelyek), míg a felső szinten az adagolóhoz szükséges egységek kerülnek beépítésre.

A perisztaltikus szivattyúk rögzítése, a tömlővezető és egyéb rögzítő elemek egyedileg tervezetten, PLA filamentből 3D nyomtatással készültek.

Az elkészült szerkezet képét a 8. ábra mutatja.

**7. ábra:** A berendezés 3D modellje.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**8. ábra:** Az elkészült szerkezet képe.  
(Forrás: saját szerkesztés)



A szerkezet váza 30×30 mm-es installációs alumíniumprofilokból épül fel, melynek külső méretei 420×560×570 mm. A vázelemek közötti tér több szintre tagolódik, külön rétegeken helyezkednek el az elektronikai egységek, a hardverelemek, valamint egyéb alkatrészek. A felső szinten helyezkednek el az Arduino vezérlőhöz csatlakoztatott komponensek, azaz az elektronikai egységek többsége, mint a relé és a Bluetooth modul. Ez alatt helyezkedik el az úgynevezett hardware szint, amelyen a perisztaltikus szivattyúk és a hozzájuk kapcsolódó szilikon tömlők kerültek elhelyezésre. Ez a rétegzett elrendezés kiemelten fontos a biztonság szempontjából, hiszen egy esetleges szivattyúhiba vagy szivárgás esetén az elektronika védve marad, ezáltal elkerülhető a beázás és a meghibásodás.

#### 4.1.1 Kezelőfelület (UI)

A koktéلكeverő gép vezérlésére egy egyedi fejlesztésű, Bluetooth-kapcsolaton alapuló mobilalkalmazás szolgál, amely lehetővé teszi a felhasználó számára a kívánt ital gyors és intuitív kiválasztását. Az alkalmazás letisztult, modern grafikai felületet kínál, amely a funkcionalitást és a felhasználói élményt egyaránt előtérbe helyezi. Az alkalmazást a Thinkable felületén terveztem. A koktélok képeit a Figma online grafikai tervezőben készítettem elő.

## **Főképernyő – Koktélválasztás**

Az alkalmazás kezdőképernyőjén (9. ábra) a következő elemek találhatóak:

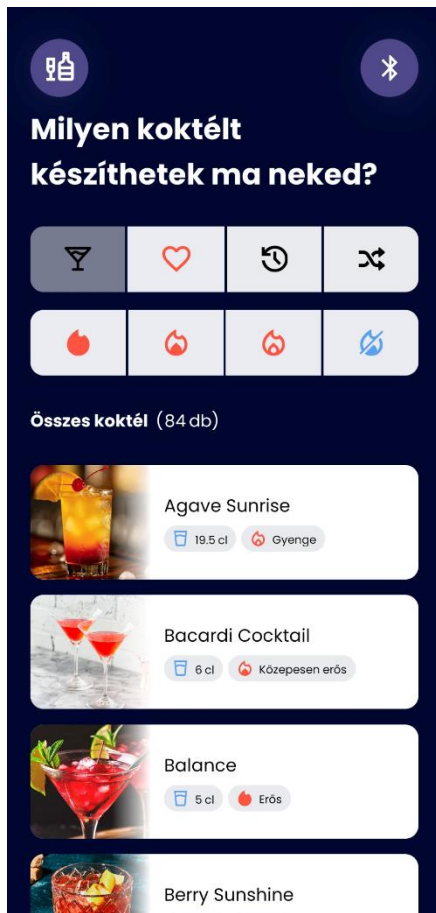
- **Bluetooth ikon** a jobb felső sarokban, amely a koktélgéphez való csatlakozást jelzi vagy kezdeményezi.
- **Kategóriaszűrők** a koktélok típusának (alkoholos, alkoholmentes) és erősségi szintjének (gyenge, közepes, erős, alkoholmentes) kiválasztásához. Ezek segítségével a felhasználó gyorsan szűkítheti a listát preferenciái szerint.
- **Koktélkatalógus**, amely listázza az elérhető italokat. Minden elemnél megjelenik a koktél neve, egy fotó, az ital térfogata (cl-ben) és az erősségi szint ikonikus formában (pl. „gyenge”, „közepesen erős”).

## **Receptoldal**

A kiválasztott italra kattintva megnyílik annak részletes adatlapja (10. ábra), amely a következő információkat tartalmazza:

- **Ital neve és fotója.**
- **Italmennyiség (cl) és erősség** vizuálisan és szövegesen is megjelenítve.
- **Hozzávalók listája**, külön sorban feltüntetve az összetevők nevét és pontos mennyiségét (cl-ben).
- **„KEVERD!” gomb**, amely az elkészítés folyamatát indítja el, egyben elküldi az Arduinonak a szükséges parancsokat a relévezérléshez, és aktiválja a megfelelő szivattyúkat a recept szerint.

**9. ábra:** Alkalmazás főképernyője.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**10. ábra:** Alkalmazás receptoldala.  
(Forrás: saját szerkesztés)



#### 4.1.2 Mobilapplikáció programjának bemutatása

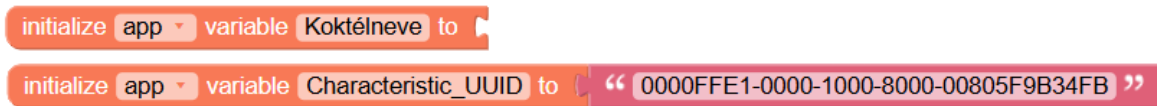
A mobilalkalmazás a rendszer felhasználói interfészeként szolgál, amely Bluetooth-kapcsolaton keresztül kommunikál az Arduino vezérlőegységgel. Az alkalmazás működése több egymást követő logikai egységre bontható: az inicializálásra, a kapcsolat létrehozására, a navigációra, a kedvencek kezelésére, a receptek megjelenítésére és a keverési folyamat indítására.

Az alkalmazás indításakor megtörténik a kulcsfontosságú változók inicializálása (lásd 11. ábra). Ezek közül kiemelt szerepe van a *Koktélneve* változónak, amely a felhasználó által kiválasztott ital azonosítását szolgálja, valamint a *Characteristic\_UUID* értéknek, amely a Bluetooth-kommunikációhoz szükséges.

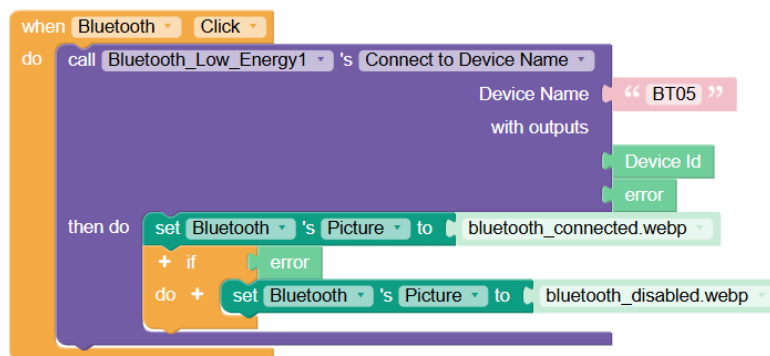
A Bluetooth-kapcsolat létrehozása a felhasználó interakciójára történik: a csatlakozás gomb megnyomásakor az alkalmazás megpróbál kapcsolódni a „BT05” nevű eszközhöz (12.

ábra). A sikeres kapcsolatot az ikon megváltozása jelzi, míg hiba esetén a rendszer visszajelzést ad a felhasználónak. A kapcsolat létrejötte után az alkalmazás képes parancsokat továbbítani az Arduino felé, valamint fogadni az eszköz azonosítóját és az esetleges hibakódokat.

**11. ábra:** Változók inicializálása.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**12. ábra:** Bluetooth kapcsolat létrehozása. Forrás: saját szerkesztés.

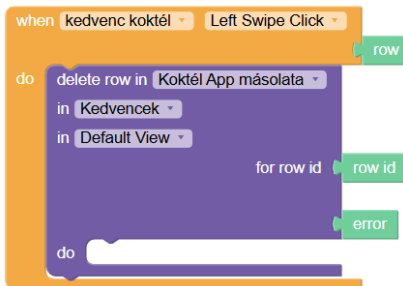


Az alkalmazás több képernyőből áll, amelyek között a felhasználó navigálhat (13. ábra). A főképernyőről elérhetők a különböző kategóriák – például erős, közepes, gyenge és alkoholmentes koktélok –, valamint a kedvencek és az előzmények oldalai. A kedvencek kezelése interaktív gesztusokkal történik: a koktélok listájában jobbra húzással hozzáadható egy ital a kedvencekhez, míg balra húzással eltávolítható onnan (14. ábra, 15. ábra, 16. ábra). A kedvencek funkció célja a felhasználói élmény növelése és a választási idő csökkentése.

**13. ábra:** Oldalak közti navigálás.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**14. ábra:** Koktél eltávolítása a kedvencek közül.  
(Forrás: saját szerkesztés)

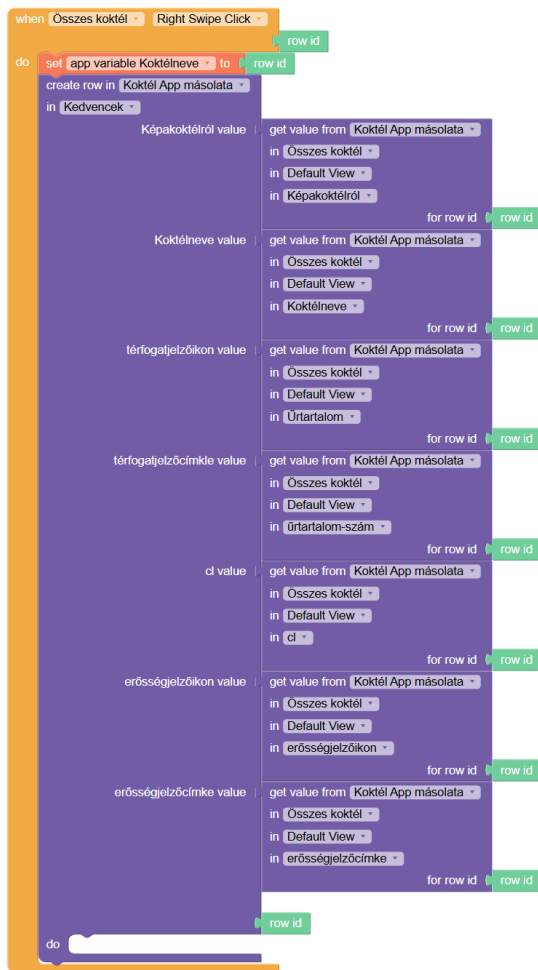


**15. ábra:** Koktélreceptek megnyitása.  
(Forrás: saját szerkesztés)



Módosítás

16. ábra: Kocktél hozzáadása a kedvencekhez.  
(Forrás: saját szerkesztés)

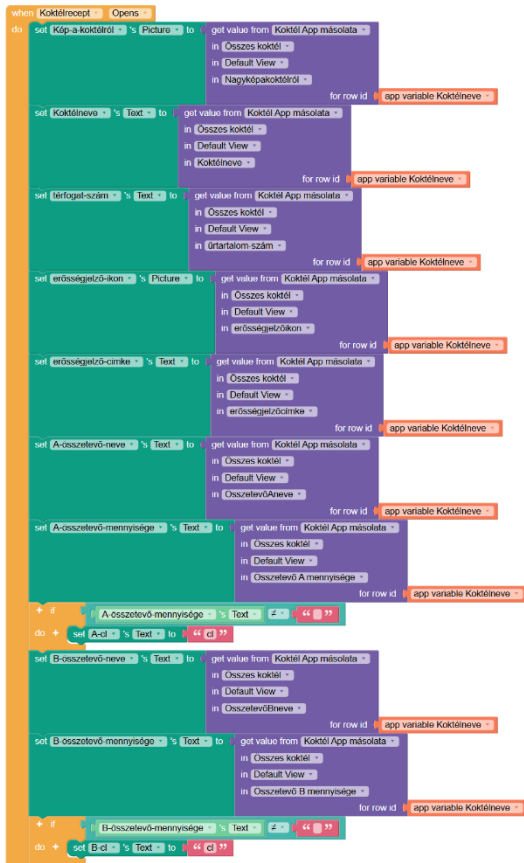


A receptek megjelenítése adatbázis-műveleteken alapul (17. ábra). Minden kocktélhoz több attribútum tartozik, például kép, név, térfogat és erősségi szint. A felhasználó a kiválasztott ital adatlapján megtekintheti a hozzávalók listáját és mennyiségét, valamint elindíthatja a keverési folyamatot a „KEVERD!” gomb megnyomásával (18. ábra). A parancs elküldése után az alkalmazás rögzíti az elkészített kocktét az előzmények között, amely lehetővé teszi a későbbi visszakeresést.

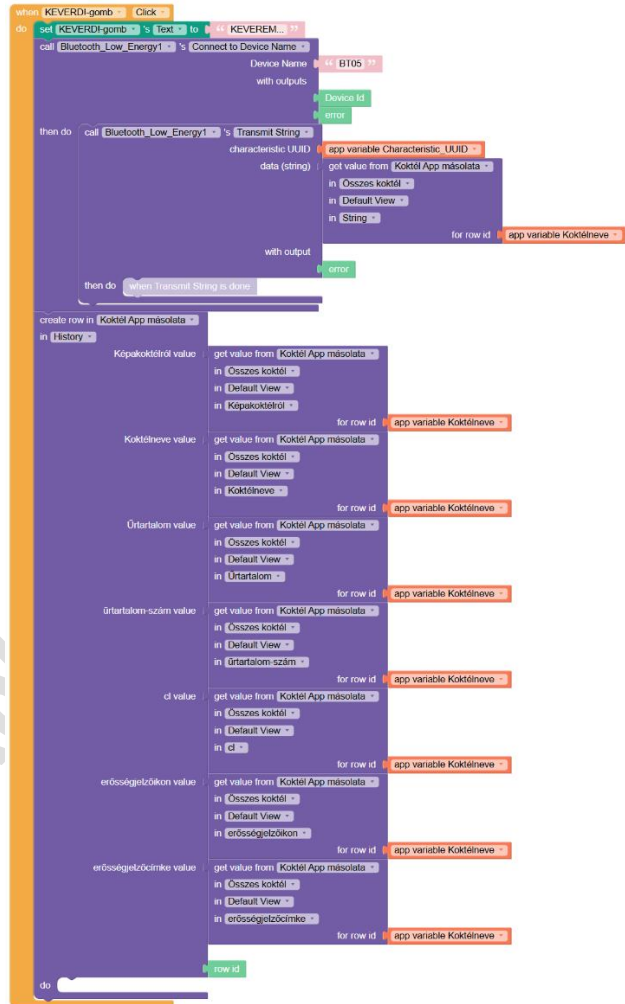
A felhasználói felület kialakítása során kiemelt szempont volt az intuitív használhatóság és a vizuális konzisztencia. A dizájn modern, kártyaalapú elrendezést alkalmaz, amely jól illeszkedik a különböző kijelzőméretekhez, biztosítva a reszponzív megjelenést. A színséma és a tipográfia a fiatalos, dinamikus megjelenést szolgálja, miközben a funkcionális elemek egyértelműen elkülönülnek a kiegészítő információktól. A vizuális hierarchia és a reszponzív

elrendezés hozzájárul a felhasználói élmény javításához, amelyet a felhasználói tesztek is megerősítettek.

**17. ábra:** Koktéltreceptek megjelenítése.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**18. ábra:** Keverés indítása.  
(Forrás: saját szerkesztés)



### 4.1.3 A berendezés elektronikai felépítése

A berendezés elektronikai egységeinek kapcsolási elrendezését a 19. ábra szemlélteti.

A rendszer központi eleme az Arduino Mega 2560 mikrokontroller, amely több komponens vezérléséért felelős. Az Arduino digitális kimenetei egy 16 csatornás relémodulhoz csatlakoznak, amelyen keresztül a perisztaltikus szivattyúk (aktuátorok) vezérlése történik.

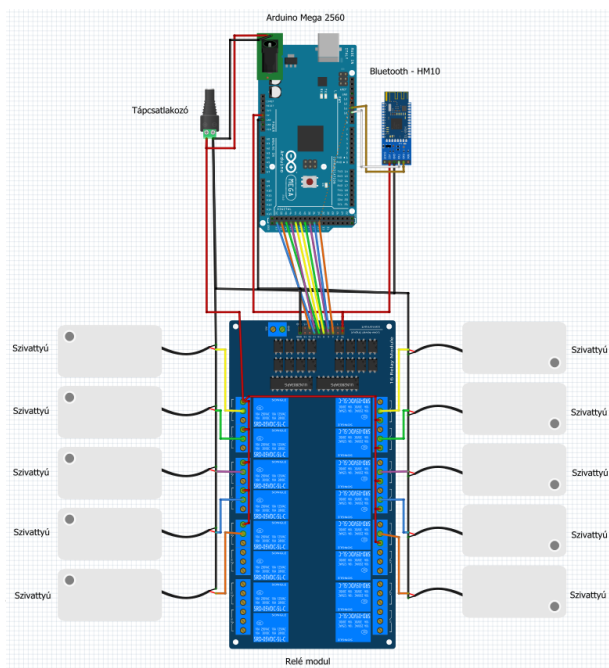
A relémodulhoz összesen tíz szivattyú csatlakozik, ezek az ábra felső és alsó részén látható szürke blokkokkal vannak jelölve. Az egyes relék kimenete a szivattyúk tápellátását szakítja meg vagy engedélyezi, így lehetővé téve azok külön-külön történő aktiválását.

Az Arduino a működéséhez szükséges 5V-os tápellátást egy külső tápegységen keresztül kapja, amely szintén ábrázolva van a rajzon. A tápegység a relémodul és az aktuátorok energiaellátását is biztosítja, megfelelő földelési kapcsolatokkal kiegészítve.

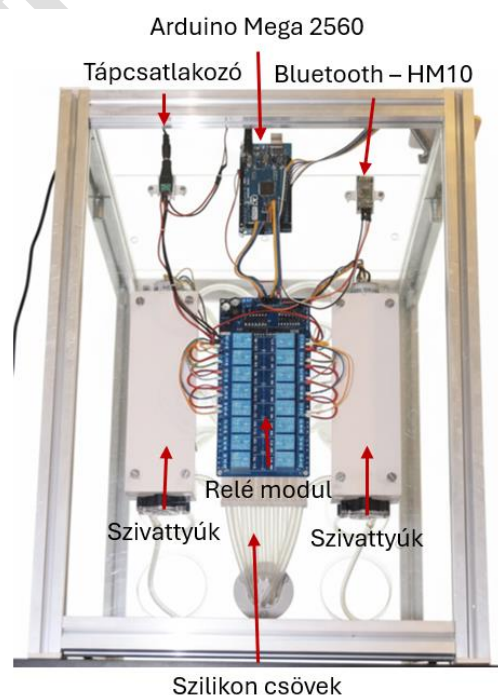
A rendszer vezeték nélküli kommunikációjának eléréséhez HM-10 Bluetooth modul csatlakozik az Arduino soros portjához, amely lehetővé teszi a mobilalkalmazás általi vezérlést. A modul RX/TX (fogadó/küldő) lábai a megfelelő Arduino pinekhez csatlakoznak, így biztosítva a kétirányú adatkapcsolatot (UART kommunikációval).

Az ábra jól szemlélteti az áramkör logikai felépítését, az egyes komponensek bekötési pontjait, valamint a tápellátási útvonalakat is. A kapcsolási rajz a megvalósított fizikai szerkezet alapjául szolgált, és a prototípus hibamentes működését biztosította. A megvalósult berendezés elektronikai rendszerét a 20. ábra mutatja be.

**19. ábra:** A berendezés elektronikai kapcsolási rajza.  
(Forrás: saját szerkesztés)



**20. ábra:** A megvalósult berendezés elektronikus rendszere.  
(Forrás: saját szerkesztés)



#### 4.1.4 A mikrokontroller vezérlőprogramjának bemutatása

A vezérlőprogram az Arduino Mega 2560 mikrokontrolleren fut, és a rendszer működésének alapját képezi. A program felépítése moduláris, amely lehetővé teszi az egyes funkciók

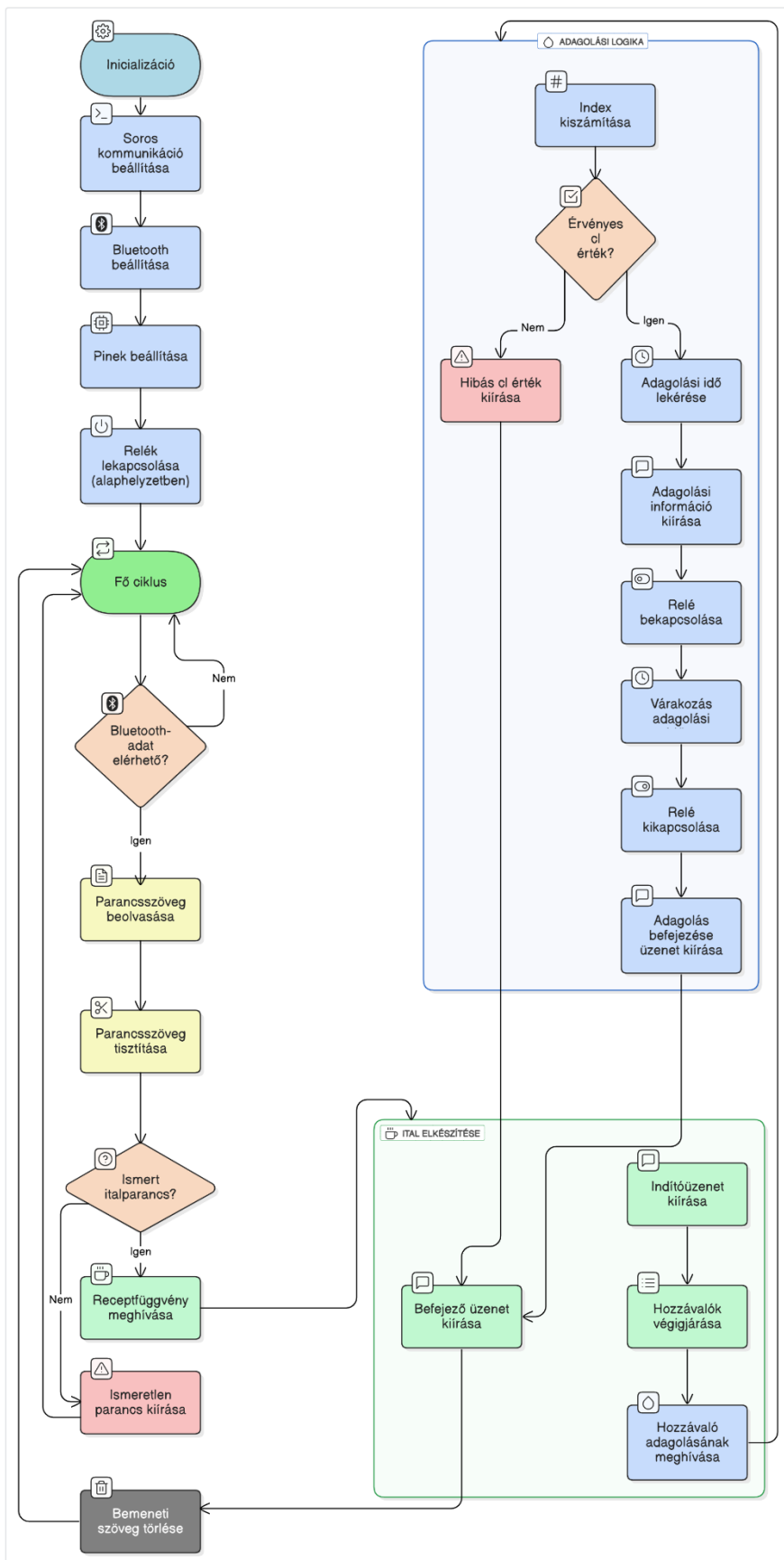
könnyű bővítését és karbantartását. A kód szerkezete három fő logikai egységre bontható: az inicializálási szakaszra, a fő ciklusra és a köztételek készítését végző függvényekre.

Az inicializálási szakaszban a szükséges könyvtárak betöltése és a hardveres erőforrások konfigurálása történik. A `SoftwareSerial` könyvtár importálása biztosítja a soros kommunikációt a Bluetooth-modullal, míg a pin-kiosztás meghatározása lehetővé teszi a relék és a perisztaltikus szivattyúk vezérlését. Ebben a szakaszban kerül sor az adatátviteli változók deklarálására is, például az `Incoming_value` változóra, amely a Bluetooth-on keresztül érkező parancsokat tárolja. A kalibrációs adatok alapján meghatározott adagolási idők egy tömbben kerülnek eltárolásra, így minden összetevőhöz hozzárendelhető a megfelelő működtetési idő.

A `setup()` függvény feladata a kommunikációs csatornák megnyitása és a hardver inicializálása. A soros port és a Bluetooth-kapcsolat elindítása után a program kimeneti üzemmódba állítja a relékhez tartozó pineket, majd alapállapotba helyezi azokat, hogy a rendszer indításakor ne történjen véletlen adagolás.

A program működési elvét a 21. ábra mutatja be egy döntési fa segítségével.

21. ábra: Arduino program döntési fája.  
(Forrás: saját szerkesztés)

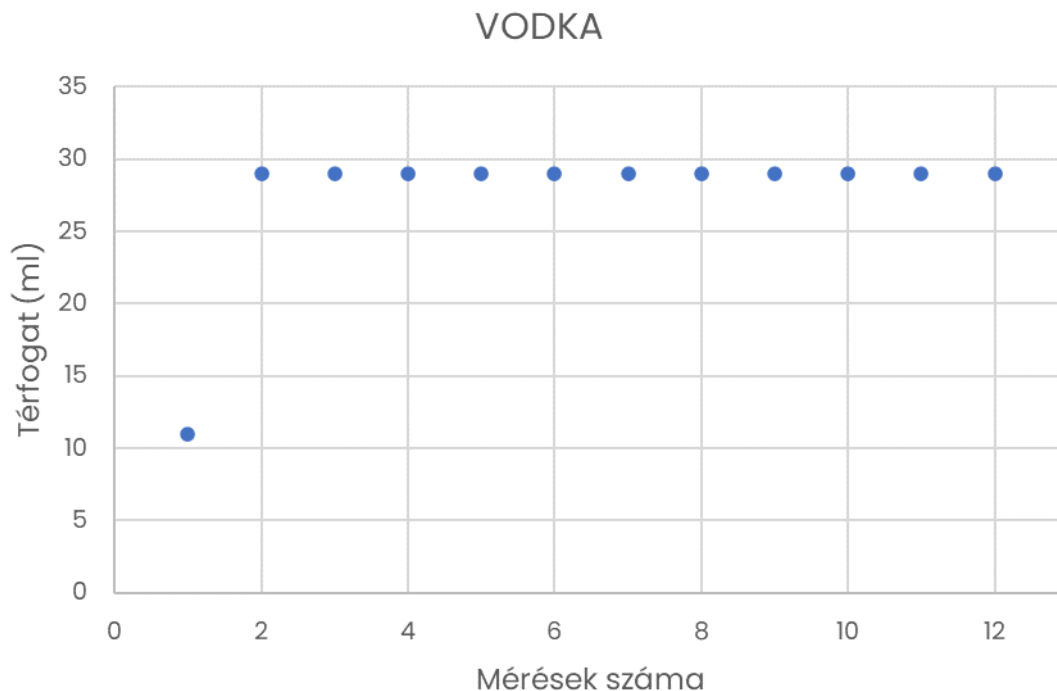


A program fő ciklusa a `loop()` függvényben valósul meg, amely folyamatosan figyeli a Bluetooth-modulról érkező adatokat. Amennyiben a beérkező parancs egy koktél nevét tartalmazza, a program meghívja a megfelelő függvényt, amely az adott ital elkészítéséért felel. A koktélkészítő függvények moduláris felépítésűek: minden koktélhoz külön függvény tartozik, amely a hozzávalók listáját és mennyiségét tartalmazza. Az adagolás a `pourIngredient()` függvény segítségével történik, amely kiszámítja a szükséges működtetési időt a kívánt mennyiség és az adott összetevőhöz tartozó áramlási sebesség alapján. A relék vezérlése digitális jelekkel történik: a relé bekapcsolása után a program a kiszámított ideig működteti a szivattyút, majd kikapcsolja azt.

## 4.2 Kalibráció és tesztelési módszertan és validáció

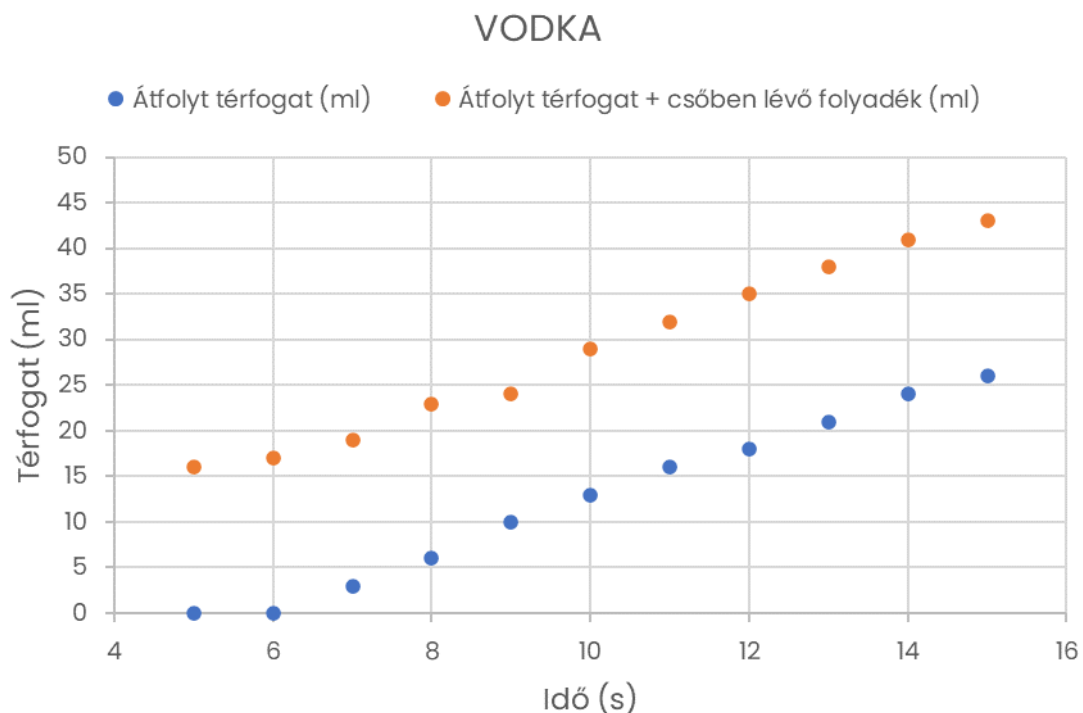
A folyadékadagolás pontosságának biztosítása érdekében végzett háromlépcsős kalibráció eredménye. Az első teszt eredménye, aminek az volt a célja, hogy mennyire jól ismételi a perisztaltikus szivattyú, azt kaptam, hogy minden folyadék esetén az ismételt mérések során kapott térfogatok a mérőhengerrel mérve azonosnak bizonyultak (lásd: 22. ábra).

**22. ábra:** Első kalibrációs teszt vodka esetében.  
(Forrás: saját szerkesztés)



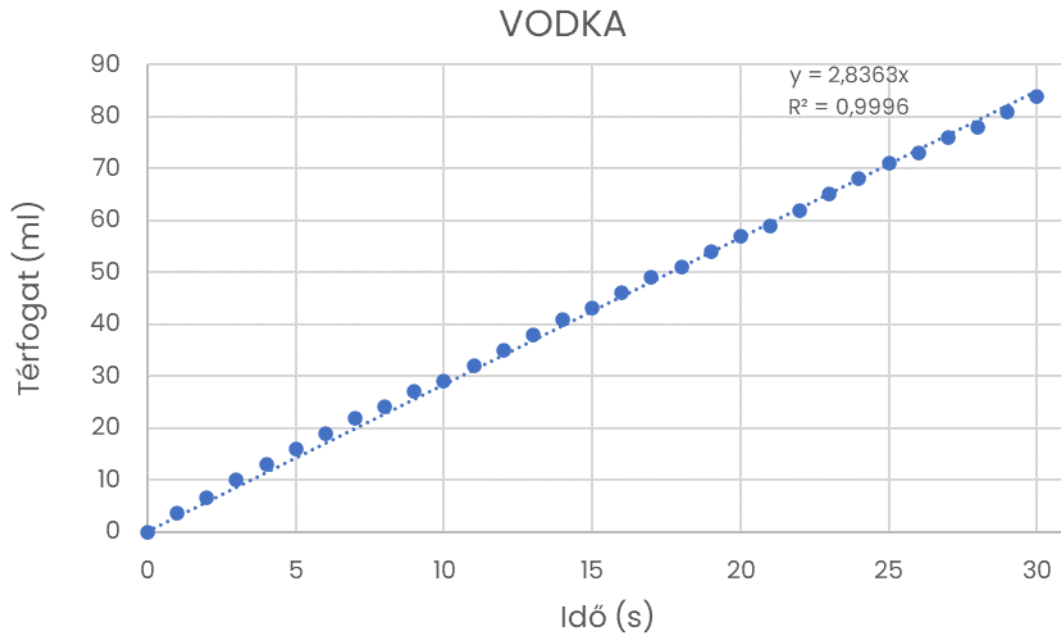
A második vizsgálat eredményeként pontosan meg tudtam határozni, hogy mekkora térfogatú folyadék fér el a csövekben, illetve mennyi idő szükséges ahhoz, hogy a folyadék teljes egészében átáramoljon rajtuk (lásd: 23. ábra). Ez azért fontos, hogy az adagolások közt ne legyen eltérés, ezért a probléma kiküszöbölésére a létrehoztam a mobilapplikációban egy külön felületet, amely lehetővé teszi, hogy a berendezés használata előtt minden egyes alapanyag átvezethető legyen a hozzá tartozó csövön. Ennek köszönhetően a tényleges használat megkezdésekor a csövek már közel feltöltve állnak rendelkezésre, biztosítva a pontos adagolást. Ezek a kalibrációs idők, úgy lettek meghatározva, hogy a kalibráció során a folyadékok ne folyjanak ki a csőből, hanem a végében megálljanak.

**23. ábra:** Második kalibráció vodka esetén.  
(Forrás: saját szerkesztés)



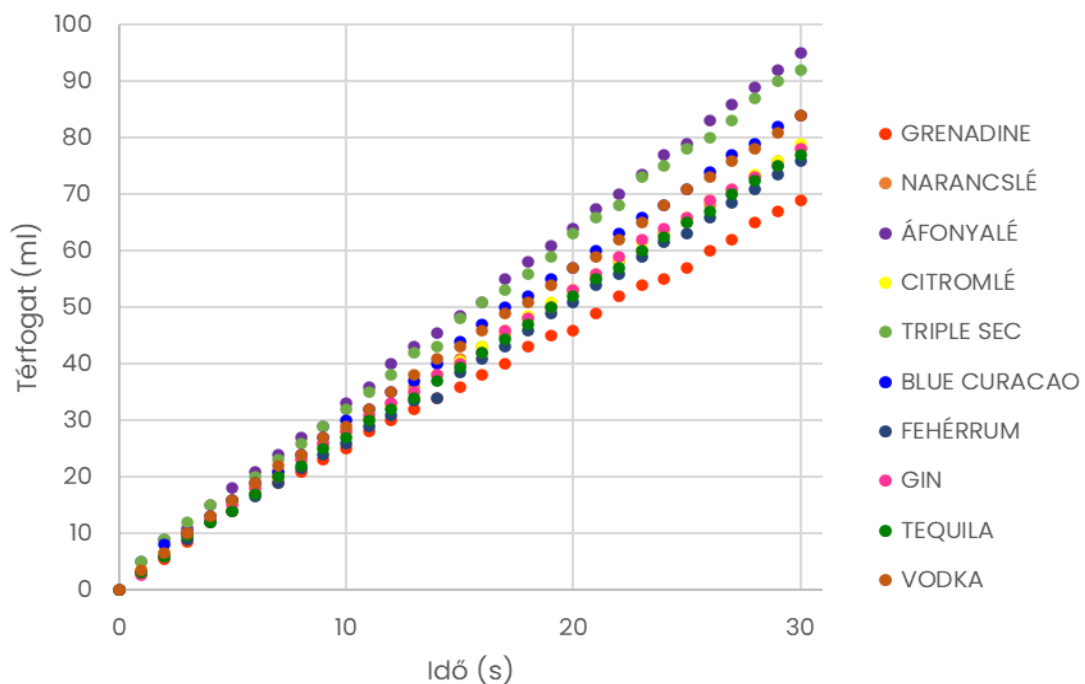
A harmadik mérési sorozat eredményeit használtam az adagolási idők meghatározásához. A 24. ábra mutatja a vodkára végzett mérés eredményét. Az adatpontjaira trendvonalat illesztettem és lineáris regresszió segítségével, meghatároztam az egyenest, melyre a pontok illeszkednek.

**24. ábra:** Harmadik kalibráció vodka esetén.  
(Forrás: saját szerkesztés)



Az összes folyadékra vonatkozó eredményt a 25. ábra mutatja. Az ábrán jól láthatóak alapanyagonként a kalibrációs összefüggések különbözőek, ami bizonyítja, hogy italonként különböző kalibrációra van szükség.

**25. ábra:** Harmadik kalibráció eredményeinek összesítése, különböző folyadékok esetén  
(Forrás: saját szerkesztés)



Az idő-térfogat adatpárookra lineáris modellt illesztettem ( $V(t) = a \cdot t + b$ ). Az illeszkedés minőségét  $R^2$ -tel, a hibákat RMSE mutatóval jellemeztem, továbbá megadtam a reziduálisok  $\pm 2$  ml-en belüli arányát. A mintavétel minden italnál  $n = 31$  pont ( $t=0-30$  s). Az eredmények szerint a meredekség 2,34-3,20 ml/s tartományban változott, az illeszkedés kiváló ( $R^2 = 0,9987-0,9997$ ), az RMSE 0,79-1,46 ml közötti. A reziduálisok 94-100%-a  $\pm 2$  ml-en belül maradt, ami igazolja a  $\pm 2$  ml adagolási pontosságot (2. táblázat).

**2. táblázat:** Összefoglaló táblázat a kalibrációról és annak pontosságról.  
(Forrás: saját szerkesztés)

Ital fajtája	Meredekség (ml/s)	$R^2$	RMSE (ml)	$\pm 2$ ml-en belül (%)
<b>Áfonyalé</b>	3,2048	0,9996	1,1271	96,8
<b>Blue Curacao</b>	2,8617	0,9996	1,0481	96,8
<b>Citromlé</b>	2,6646	0,9995	1,0779	96,8
<b>Fehérrum</b>	2,5516	0,9997	0,7904	100
<b>Gin</b>	2,6572	0,9993	1,1939	96,8
<b>Grenadine</b>	2,3460	0,9987	1,4650	96,8
<b>Narancslé</b>	2,6436	0,9991	1,3951	96,8
<b>Tequila</b>	2,6088	0,9997	0,8522	100
<b>Triple Sec</b>	3,1224	0,9995	1,1970	93,6
<b>Vodka</b>	2,8363	0,9996	1,0507	96,8

Az eredmények alapján kialakított vezérlési logika  $\pm 2$  ml pontosságot biztosít, ami megfelel az élelmiszeripari követelményeknek. A kalibrációs adatok lehetővé tették a rendszer rugalmas alkalmazását különböző italokhoz, figyelembe véve azok fizikai tulajdonságait és a csövek konfigurációját.

### 4.3 Összehasonlítás a versenytársakkal

Méreteit tekintve az általam megépített berendezés ( $42 \times 56 \times 57$  cm) a legnagyobb a vizsgált eszközök közül. Ez részben annak tudható be, hogy a rendszer tíz különböző alapanyag befogadására alkalmas, ami jóval meghaladja a Barsys (6-8), valamint a Bartesian és a Black+Decker (4-5) tartályos megoldásait. A készülék tervezésénél nem alkalmaztam egységesített üveg- vagy kapszulafoglalatokat, így rugalmasan tölthetők fel különböző méretű és típusú palackok, szemben a Bartesian és a Black+Decker gépekkel,

amelyek kizárólag meghatározott szeszeket és speciális kapszulákat használnak. Ennek következtében a berendezésnek nagyobb a helyigénye, azonban sokkal szélesebb alapanyagválasztékot képes kezelni.

A koktélválaszték tekintetében a prototípus szintén kiemelkedik: a tíz betöltött összetevő kombinációjából összesen 84 különböző koktél állítható elő. Ez meghaladja a Barsys rendszerek kínálatát, ahol a repertoár ugyan elméletben nagy, de mindig az aktuálisan betöltött alapanyagokra korlátozódik, valamint a kapszulás rendszereket (Bartesian, Black+Decker), ahol a választék a gyártó által forgalmazott kapszulaportfóliótól függ, és nemzetközi szinten erősen korlátozott. A saját rendszer legnagyobb előnye tehát a széles italválaszték és az alapanyagok szabad variálhatósága, amely jól ellensúlyozza a nagyobb fizikai méretből adódó hátrányt.

#### **4.4 Felhasználói visszajelzések**

A berendezés tesztelési fázisában felhasználói visszajelzéseket gyűjtöttem, amelyek értékes információkat szolgáltattak a rendszerrel kapcsolatban. A felhasználói élmény és a termékminőség értékelése két fő területen történt: a mobilapplikáció használhatósága és a koktélok érzékszervi megítélése. A kérdőíveket Google Formsban készítettem el, a kitöltés telefonos applikáció használatával történt. A kérdőívek eléréséhez 3D-s QR kódokat nyomtattam, amiket a szerkezet vázán helyeztem el.

#### 4.4.1 Mobilapplikáció értékelése

A kérdőívet eddig 12 fő töltötte ki. Az eredmények alapján az applikáció összességében pozitív értékelést kapott lásd (3. táblázat). A kérdőív kitöltése során a felhasználók 1–5 skálán értékelték az applikáció egyes elemeit.

**3. táblázat:** Felhasználói visszajelzések eredménye a kezelőfelülettel kapcsolatosan.  
(Forrás: saját szerkesztés)

Mutató	Átlag	Szórás	Kitöltések száma
Összelégedettség	4,83	0,58	12
Első beállítás könnyedsége	4,75	0,62	12
Kezelőfelület egyértelműsége	4,83	0,39	12
Dizájn/vizuális megjelenés	4,92	0,29	12
Bluetooth-kapcsolat stabilitása	4,00	1,26	11
Koktélindítás könnyedsége	4,25	1,42	12

A válaszadók 75%-a könnyen megtalálta a keresett funkciókat, a „Kedvencek” funkciót 50% használja, és 5/5 hasznosnak ítélte. A szöveges megjegyzések alapján a felhasználók különösen értékelték a logikus működést és a dizájnt, ugyanakkor fejlesztési javaslatként felmerült a „Leállítom” gomb, a fél/dupla adag opció, a készlet-visszajelzés, valamint a valós italforrók használata.

A résztvevők kiemelték, hogy nagyra értékelik a koktélok széles választékát, mivel ez lehetőséget biztosít számukra különféle íz kombinációk kipróbálására. Ugyanakkor többen jelezték, hogy a bőséges kínálat miatt sokszor nehézséget okoz a döntés, mivel túl sok opció közül kell választaniuk.

Ennek a problémának a megoldására az alkalmazást egy új funkcióval bővítettem: létrehoztam egy külön oldalt, amely egy gombnyomásra véletlenszerűen kiválaszt egy koktélt, majd megjeleníti azt a felhasználónak.

#### 4.4.2 Koktélok érzékszervi értékelése

A kóstolói kérdőívet 35 alkalommal töltötték ki. Az összbenyomás-átlag 4,60/5, ami magas elégedettséget jelez és az automata és a programozás precíz működésére utal. Az automata működésével a válaszadók 60%-a teljes mértékben elégedett volt (4. táblázat)

A legkedveltebb koktélok között szerepelt a Blue Hawaiian, a Finlandia Light és a Green Eye's, amelyek mind 5,00 átlagpontszámot értek el ( $n \geq 2$ ). A szöveges megjegyzések kiemelték a pontos adagolást és az élményszerű működést, ugyanakkor többen jelezték, hogy az applikációban megjelenített képek nem mindig egyeznek a valós ital megjelenésével.

**4. táblázat:** Legtöbbet készített koktélok összbenyomás és a koktélokra jellemző ízkomponensek pontszámai.

(Forrás: saját szerkesztés)

Koktél	Összbenyomás	N*	Édes	Savanyú	Keserű	Citrusos	Gyümölcsös	Alkoholos
<b>Blue Hawaiian</b>	5,00	3	3,33	3,33	4,67	4,67	4,67	4,67
<b>Finlandia Light</b>	5,00	2	5,00	1,00	1,50	1,50	4,50	2,50
<b>Green Eye's</b>	5,00	2	4,00	3,00	2,00	3,50	3,00	2,50
<b>Blue Day</b>	5,00	1	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>Blue Lady</b>	5,00	1	1,00	2,00	3,00	1,00	3,00	5,00
<b>Blue Margarita</b>	5,00	1	2,00	3,00	4,00	5,00	1,00	5,00
<b>Californication</b>	5,00	1	1,00	4,00	2,00	3,00	1,00	3,00
<b>Chelsea Sidecar</b>	5,00	1	2,00	4,00	2,00	4,00	2,00	4,00
<b>Citrus Punch</b>	5,00	1	5,00	1,00	1,00	4,00	5,00	2,00
<b>Cosmopolitan</b>	5,00	1	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00

\*N: a mérések száma

## 5. Következtetések és javaslatok

A dolgozat során megépített automatizált koktélkészítő berendezés sikeresen ötvözi az élelmiszeripari automatizálás, a digitális vezérlés és a felhasználóbarát interfésztervezés alapelveit. A berendezés képes tíz különböző alapanyag precíz adagolására, Bluetooth-kapcsolaton keresztül vezérelhető mobilalkalmazással, és 84 különböző koktélt tud elkészíteni. A hardveres és szoftveres komponensek integrációja stabilan működőképes, a kalibrációs tesztek pedig egyrészt megalapozták, másrészt igazolták az adagolási pontosságot. A folyadékadagolási pontosság, a rendszer megbízhatósága és a felhasználói élmény tekintetében elért eredmények megfelelnek az előzetesen megfogalmazott célkitűzéseknek.

A kifejlesztett berendezés nemcsak otthoni felhasználásra, hanem vendéglátóipari környezetben is alkalmazható, mivel képes nagyobb italválaszték kezelésére és gyors, pontos adagolásra. Az ipari alkalmazás előnyei közé tartozik a munkaerő-megtakarítás, a kiszolgálási idő csökkentése és a hibaarány minimalizálása, ami közvetlen költségcsökkentést eredményezhet. Otthoni környezetben az élményfaktor és a személyre szabhatóság növeli a felhasználói elégedettséget, miközben a rendszer egyszerű kezelhetősége és modularitása hosszú távon fenntartható megoldást kínál.

A berendezés tesztelése során szerzett tapasztalatok alapján több továbbfejlesztési irány is körvonalazódott. Általános szinten szükséges a meglévő funkciók finomítása és a rendszer modularitásának erősítése, hogy a későbbi bővítések egyszerűen megvalósíthatók legyenek. Ez különösen fontos a hardver és a szoftver integrációja szempontjából, hiszen a berendezés hosszú távú fenntarthatósága és skálázhatósága ezen múlik.

A felhasználói visszajelzések alapján a mobilalkalmazás összességében kiváló értékelést kapott, különösen a dizájn, a kezelőfelület egyértelműsége és az első beállítás könnyedsége terén. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az alkalmazás alapvető funkciói és vizuális megoldásai jól illeszkednek a felhasználói elvárásokhoz. Ugyanakkor a Bluetooth-kapcsolat stabilitása terén nagyobb szórás figyelhető meg, ami arra utal, hogy bizonyos eszközökön

vagy környezetekben előfordulhatnak problémák. Ez a terület fejlesztési prioritást igényel, például célzott hibajavítások és kompatibilitási tesztek formájában.

A felhasználók által megfogalmazott javaslatok között szerepel a „Leállítom” gomb bevezetése, a fél vagy dupla adag készítésének lehetősége, valamint a készlet-visszajelzés funkció. Ezek a fejlesztések hozzájárulhatnak a használhatóság és a felhasználói élmény további javításához. Emellett többen jelezték, hogy az applikációban megjelenített italok képei nem mindig egyeznek a gép által kevertével, ezért a vizuális konzisztencia érdekében célszerű új fotókat készíteni és azokat alkalmazni.

Az érzékszervi értékelések eredményei szintén kedvezőek: a koktélok átlagos kedveltségi értékelése magas, ami a termékminőség és a receptúrák sikerességét jelzi.

Fontos megjegyezni, hogy a jelenlegi eredmények korlátozott mintán alapulnak. Nagyobb számú kitöltő bevonásával a jövőben sokkal pontosabb és általánosíthatóbb következtetések vonhatók le, különösen a preferenciák és az ízprofil-hatások elemzése terén.

Összességében a visszajelzések alapján a rendszer jelenlegi formájában is magas színvonalú felhasználói élményt nyújt, ugyanakkor a jelzett fejlesztési irányok megvalósítása – különösen a kapcsolat stabilitásának javítása, a kiegészítő funkciók bevezetése és a vizuális konzisztencia erősítése – hozzájárulhat a termék piaci versenyképességének és hosszú távú fenntarthatóságának növeléséhez.

A mobilalkalmazás fejlesztése során a felhasználói élmény további javítása kiemelt cél. Ennek érdekében célszerű olyan funkciókat bevezetni, mint a felhasználói fiókok és profilok kezelése, az alapanyagok szerinti szűrési lehetőségek bővítése, valamint a véletlenszerű ajánlások megjelenítése. A jövőben a mesterséges intelligencia integrálása lehetőséget adhat személyre szabott ízprofil-ajánlásokra, míg a hangvezérlés a kezelhetőséget és az interaktivitást növelheti. Ezek a fejlesztések nemcsak a felhasználói élményt fokozzák, hanem a rendszer piaci versenyképességét is erősítik.

A hardver oldaláról a legfontosabb fejlesztési irány a mikrokontroller cseréje egy nagyobb teljesítményű, IoT-képességekkel rendelkező modellre, például az ESP32-re. Ez a megoldás számos előnyt kínál: beépített Wi-Fi és Bluetooth/BLE modulokat tartalmaz, így egyszerűsíti

a bekötést és csökkenti a hibalehetőségeket. Emellett nagyobb számítási kapacitással, több memóriával és fejlettebb perifériakezeléssel rendelkezik, ami lehetővé teszi összetettebb programok futtatását és új funkciók integrálását. Az ESP32 alkalmazása megnyitja az utat a felhőalapú adatkapcsolat, az OTA (Over-The-Air) frissítések és a webes vezérlőfelület kialakítása előtt, ami jelentősen növeli a rendszer rugalmasságát és távoli elérhetőségét. További előnye a kompakt méret és az energiatakarékos üzemmód, amelyek hozzájárulnak a költséghatékonysághoz és a hosszú távú megbízhatósághoz. Az ESP32 alkalmazása nemcsak a vezeték nélküli kommunikációt egyszerűsíti, hanem lehetővé teszi a felhőalapú adatkapcsolatot és az OTA frissítéseket is, amelyek révén a rendszer távolról is karbantartható.

A vizsgálatok eredményei alapján a kalibrációs paraméterek, így az adagolási idő, a csőhossz és az italok viszkozitása jelentősen befolyásolják a rendszer adagolási pontosságát. Optimalizált beállítások mellett egységes, pontos adagolás valósítható meg. A mobilalkalmazás tervezése során beépített kategóriaszűrés és kedvencek funkció érzékelhetően lerövidítette a felhasználók döntési idejét, miközben a véletlenszerű ajánlások pozitív benyomást keltettek. Az IoT-alapú megoldások, különösen a Bluetooth kommunikáció és a felhőszinkronizáció, sikeresen járultak hozzá az italadagoló rendszerben a folyamatok nyomonkövethetőségéhez. Az alkalmazott UI/UX tervezési elvek – például a vizuális hierarchia, konzisztencia és rezponzivitás – csökkentették a felhasználók által elkövetett hibák arányát, ugyanakkor növelték az általános elégedettséget és a rendszer használhatóságát.

A hipotézisek igazolására végzett tesztek azt mutatták, hogy perisztaltikus szivattyúk a kalibrálást követően  $\pm 2$  ml pontossággal dolgoztak – mind hígabb, mind sűrűbb italok esetében. A tesztelés során az applikáció speciális funkciói (kategóriaszűrés, kedvencek) 20%-os időmegtakarítást hoztak a koktélválasztásban. Részletes felhasználói tesztek alapján a vizuális hierarchia és a konzisztens megjelenés 15 %-kal csökkentette a hibás műveletek számát, míg a folyamatos IoT alapú adatkapcsolat és felhőszolgáltatás révén nőtt a rendszer megbízhatósága.

A fejlesztés során fontos figyelembe venni a környezeti hatásokat is. A jelenlegi rendszer egyik előnye, hogy nem képződik hulladék, szemben a kapszulás megoldásokkal, amelyek jelentős mennyiségű műanyag hulladékot termelnek. Az újratölthető rendszer nemcsak fenntarthatóbb, hanem gazdaságosabb is, mivel csökkenti a csomagolóanyag-felhasználást és a logisztikai terheket. A jövőben érdemes tovább vizsgálni az anyagválasztás és az energiahatékonyság optimalizálását, hogy a berendezés ökológiai lábnyoma minimális legyen.

A jövőbeni fejlesztések között szerepelhet a rendszer bővíthetőségének biztosítása moduláris keretrendszerrel, amely lehetővé teszi a tetszőleges számú és típusú alapanyag kezelését. Emellett érdemes megfontolni olyan kiegészítő funkciókat, mint az AI-alapú képfelismerés vagy az időzített működés, amelyek tovább növelhetik a rendszer intelligenciáját és felhasználói élményét. A mesterséges intelligencia integrációja továbbá személyre szabott koktéllajánlásokat és ízprofil-alapú preferenciakezelést tehet lehetővé, ami jelentősen növeli a felhasználói élményt és a piaci értéket.

Összességében a javasolt fejlesztési irányok célja, hogy a berendezés ne csupán egy működő prototípus maradjon, hanem egy olyan innovatív, skálázható és felhasználóbarát megoldássá váljon, amely hosszú távon is versenyképes az élelmiszeripari automatizálás területén.

## 6. Összefoglalás

A dolgozat célja egy automatizált koktélkészítő berendezés fejlesztése volt, amely Arduino-alapú vezérléssel és mobilapplikációs irányítással működik. A rendszer tíz perisztaltikus szivattyú segítségével képes különböző italok pontos adagolására, Bluetooth-kapcsolaton keresztül vezérelhető, és 84 koktél elkészítését teszi lehetővé. A fejlesztés során kiemelt figyelmet kaptak az élelmiszerbiztonsági előírások, a felhasználóbarát UI/UX kialakítása és a modularitás. A prototípus működőképességét kalibrációs tesztek és felhasználói visszajelzések igazolták. Az eredmények alapján a rendszer technológiai és felhasználói szempontból is ígéretes megoldást kínál, amely alapot teremt a további fejlesztésekhez, például IoT-integráció és felhőalapú adatkezelés irányában.

A kutatás során megfogalmazott hipotézisek teljesültek: a perisztaltikus szivattyúk  $\pm 2$  ml pontossággal adagoltak, a mobilalkalmazás funkciói csökkentették a döntési időt, a felhasználói felület konzisztenciája pedig mérsékelte a hibaarányt. A Bluetooth Low Energy alapú kommunikáció stabil működése és a felhőszinkronizáció előkészítése igazolta az IoT-technológiák integrációjának előnyeit. A felhasználói tesztek és az érzékszervi értékelések egyaránt magas elégedettséget mutattak, ami alátámasztja a rendszer piaci potenciálját.

A projekt egyik legfontosabb hozadéka az interdiszciplináris megközelítés: a mérnöki tervezés, az élelmiszeripari szabványok és a digitális technológiák ötvözése. Ez a szemlélet nemcsak a prototípus létrehozását tette lehetővé, hanem hozzájárult ahhoz is, hogy a fejlesztés megfeleljen a biztonsági és higiéniai követelményeknek, miközben a felhasználói élményt is előtérbe helyezte. A dolgozatban bemutatott megoldás jól illeszkedik az Ipar 4.0 trendjeihez, és példát mutat arra, hogyan alkalmazhatók az IoT és az automatizálás elvei a vendéglátóiparban.

A rendszer alkalmazhatósága széleskörű: otthoni felhasználás mellett a vendéglátóipari egységekben is jelentős előnyöket kínálhat. A gyors és pontos adagolás csökkenti a kiszolgálási időt, mérsékli a hibaarányt, és hozzájárul a munkaerő-megtakarításhoz. Emellett a felhasználói élmény növelése – például a személyre szabott koktélaajánlások és a vizuálisan vonzó kezelőfelület – versenyelőnyt jelenthet a piacon. A rendszer moduláris

felépítése lehetővé teszi a bővíthetőséget, így a jövőben akár több alapanyag kezelésére, új funkciók integrálására is alkalmas lehet.

A fenntarthatósági szempontok szintén fontos szerepet kaptak a fejlesztésben. A kapszulamentes működés csökkenti a hulladéktermelést, ami környezetvédelmi és gazdasági előnyökkel egyaránt jelent. A rendszer energiahatékonysága és az anyagválasztás optimalizálása további lehetőségeket kínál a környezeti terhelés mérséklésére. A jövőben érdemes vizsgálni az újrahasznosítható anyagok alkalmazását, valamint az energiafogyasztás minimalizálását célzó megoldásokat.

A kutatás korlátai között említhető, hogy a felhasználói tesztek és az érzékszervi vizsgálatok viszonylag kis mintán alapultak, mivel a berendezés egyelőre nem széles körben elérhető. Nagyobb számú kitöltő bevonásával a jövőben pontosabb és általánosíthatóbb következtetések vonhatók le, különösen az ízpreferenciák és a felhasználói élmény összefüggéseinek feltárása terén. Emellett a Bluetooth-kapcsolat stabilitásának további vizsgálata és optimalizálása is indokolt, különösen különböző eszköztípusok és operációs rendszerek esetében.

A jövőbeni fejlesztési irányok között kiemelt szerepet kaphat a rendszer IoT-képességeinek bővítése, például felhőalapú adatkapcsolat és távoli vezérlés megvalósítása, valamint a mesterséges intelligencia integrálása személyre szabott ajánlások és prediktív karbantartás céljából. A felhasználói élmény további javítása érdekében érdemes olyan funkciókat bevezetni, mint a készlet-visszajelzés, az automatikus frissítések és a hangvezérlés. Ezek a fejlesztések nemcsak a felhasználói elégedettséget növelhetik, hanem hozzájárulhatnak a rendszer piaci versenyképességének erősítéséhez is.

Összességében a jelenlegi prototípus nem csupán egy működő technológiai megoldás, hanem egy olyan innovációs platform, amely új lehetőségeket nyit az élelmiszeripari automatizálás és a digitális szolgáltatások területén. A dolgozat eredményei megalapozzák a további kutatásokat és fejlesztéseket, amelyek révén a rendszer hosszú távon is fenntartható, skálázható és piacképes megoldássá válhat.

## 7. Irodalomjegyzék

- 852/2004/EK rendelet, 2004. , DD.  
1935/2004/EK rendelet, 2004. , OJ L.  
2023/2006/EK rendelet, 2006. , OJ L.
- Arduino Mega 2560 Rev3 Documentation, 2024. . Arduino. URL <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560/> (accessed 12.4.24).
- Aziz, 2024. Cross-Platform Mobile App Development Tools Comparison: React Native vs. Flutter vs. Xamarin. Huawei Dev. URL <https://medium.com/huawei-developers/cross-platform-mobile-app-development-tools-comparison-react-native-vs-flutter-vs-xamarin-bfd3b1236081> (accessed 5.3.25).
- Barsys, 2025. URL <https://barsys.com/> (accessed 1.26.25).
- Bartesian, 2025. . Bartesian. URL <https://bartesian.com/en-eu/products/the-bartesian> (accessed 1.26.25).
- Black+Decker, 2025. URL <https://www.blackanddecker.de/produkt/behb101-qs/bev-blackdecker-cocktail-maschine> (accessed 1.26.25).
- Bluetooth Low Energy 4.0 Module - HM-10, 2025. . Arduino Online Shop. URL <https://store-usa.arduino.cc/products/bluetooth-low-energy-4-0-module-hm-10> (accessed 5.14.25).
- Bouzembrak, Y., Klüche, M., Gavai, A., Marvin, H.J.P., 2019. Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. Trends Food Sci. Technol. 94, 5464. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.002>
- Chinthamu, N., Gopi, A., Radhika, A., Chandrasekhar, E., Udham Singh, K., Mavaluru, D., 2024. Design and development of robotic technology through microcontroller system with machine learning techniques. Meas. Sens. 33, 101210. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101210>
- Dadhaneeya, H., Nema, P.K., Arora, V.K., 2023. Internet of Things in food processing and its potential in Industry 4.0 era: A review. Trends Food Sci. Technol. 139, 104109. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.07.006>
- Ekren, E.K., 2025. What is Xcode and How to Use It?. URL <https://www.netguru.com/blog/what-is-xcode-and-how-to-use-it> (accessed 5.3.25).
- El-Khozondar, H.J., Mtair, S.Y., Qoffa, K.O., Qasem, O.I., Munyarawi, A.H., Nassar, Y.F., Bayoumi, E.H.E., Halim, A.A.E.B.A.E., 2024. A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller. E-Prime - Adv. Electr. Eng. Electron. Energy 9, 100666. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100666>
- Erdei E., 2019. Az Ipar 4.0 fejlődése, használata és kihívásai napjainkban = The Development, Use and Challenges of Industry 4.0 Today. Acta Carolus Robertus Az Eszterházy Károly Egy. Gyöngyösi Károly Róbert Campusának Tudományos Közleményei 9., 4963.
- Gokhale, P., Bhat, S., Bhat, O., 2018. Introduction to IOT. ResearchGate. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517>
- Gupta, N.K., 2016. Inside Bluetooth Low Energy, Second Edition. Artech House.
- Hamidli, N., 2023. Introduction to UI/UX Design: Key Concepts and Principles.
- Hashemi-Pour, C., Lutkevich, B., 2025. What is a Microcontroller (MCU)?. Search IoT. URL <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/microcontroller> (accessed 5.2.25).

- Husi, G., 2016. Ipar 4.0. URL [https://www.researchgate.net/publication/301607839\\_Industry\\_40\\_Hungarian](https://www.researchgate.net/publication/301607839_Industry_40_Hungarian)
- ISO 22000, 2022. . ISO. URL <https://www.iso.org/iso-22000-food-safety-management.html> (accessed 5.23.25).
- Keurig Drinkworks, 2025. . Keurig. URL <https://www.keurig.com/drinkworks/old> (accessed 3.22.25).
- Kore, M., 2024. The Evolution of Swift: A Journey Through Apple's Game-Changing Programming Language. Medium. URL <https://medium.com/@mayurkore4/the-evolution-of-swift-a-journey-through-apples-game-changing-programming-language-ccaca14404d7> (accessed 5.3.25).
- Lukacs, M., Toth, F., Horvath, R., Solymos, G., Alpár, B., Varga, P., Kertesz, I., Gillay, Z., Baranyai, L., Felföldi, J., Nguyen, Q.D., Kovacs, Z., Friedrich, L., 2025. Advanced Digital Solutions for Food Traceability: Enhancing Origin, Quality, and Safety Through NIRS, RFID, Blockchain, and IoT. *J. Sens. Actuator Netw.* 14, 21. <https://doi.org/10.3390/jsan14010021>
- Ma, G., Parthiban, R., Karmakar, N., 2022. An Adaptive Handover Scheme for Hybrid LiFi and WiFi Networks. *IEEE Access* 10, 1895518965. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3151858>
- Magyarország Digitális Élelmiszeripari Stratégiája, 2022. URL <https://kormany.hu/dokumentumtar/magyarorszag-digitalis-elelmiszeripari-strategiaja> (accessed 5.2.25).
- MakeIT, 2024. Natív vagy Cross-platform mobil alkalmazás fejlesztés: Melyik a jobb választás?. MakeIT Online. URL <https://makeitonline.hu/blog/nativ-vagy-cross-platform-mobil-alkalmazas-fejlesztes/> (accessed 5.3.25).
- Maulana, H., Ginting, S.L.B., Aryan, P., Fadillah, M.R., Kamal, R.N., 2021. Utilization of Internet of Things on Food Supply Chains in Food Industry. *Int. J. Inform. Inf. Syst. Comput. Eng. INJIISCOM* 2, 103112. <https://doi.org/10.34010/injiiscom.v2i1.5457>
- Mortimore, S., Wallace, C., 2013. HACCP: A Practical Approach. Springer.
- Moskala, M., Wojda, I., 2017. Android Development with Kotlin. Packt Publishing Ltd.
- Nazemi, E., Tarokh, M.J., Djavanshir, G.R., 2012. ERP: a literature survey. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 61, 9991018. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3756-x>
- Patton, E.W., Tissenbaum, M., Harunani, F., 2019. MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development, in: Kong, S.-C., Abelson, H. (Eds.), *Computational Thinking Education*. Springer, Singapore, pp. 3149. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_3)
- Perisztaltikus szivattyú, 2025. . Fruugo. URL [https://www.fruugo.hu/mini-perisztaltikus-szivattyu-kivalo-minosegu-laboratoriumi-biomernokseghez-g528-dc12v-c-tipus/p-334744596-737431308?language=hu&ac=google&asc=pmax&gad\\_source=1&gad\\_campaignid=21346875724&gbraid=0AAAAADpXug3kA4rsTP0Wd6VdY90I0srvf&gclid=CjwKCAjwy7HEBhBJEiwA5hQNotRRIUdqwbz7obZGYAhtMG6E3qBEnGZuyfHTeTAToMcNV3ewpc3sbBoCeQcQAvD\\_BwE](https://www.fruugo.hu/mini-perisztaltikus-szivattyu-kivalo-minosegu-laboratoriumi-biomernokseghez-g528-dc12v-c-tipus/p-334744596-737431308?language=hu&ac=google&asc=pmax&gad_source=1&gad_campaignid=21346875724&gbraid=0AAAAADpXug3kA4rsTP0Wd6VdY90I0srvf&gclid=CjwKCAjwy7HEBhBJEiwA5hQNotRRIUdqwbz7obZGYAhtMG6E3qBEnGZuyfHTeTAToMcNV3ewpc3sbBoCeQcQAvD_BwE) (accessed 8.6.25).
- Popa, A., Hnatiuc, M., Paun, M., Geman, O., Hemanth, D.J., Dorcea, D., Son, L.H., Ghita, S., 2019. An Intelligent IoT-Based Food Quality Monitoring Approach Using Low-Cost Sensors. *Symmetry* 11, 374. <https://doi.org/10.3390/sym11030374>
- Qadir, S., 2025. Android vs iOS Statistics 2025: Users, Revenue, and Global Trends - TekRevol. URL <https://www.tekreval.com/blogs/android-vs-ios-statistics/> (accessed 5.23.25).

- Schneider, J., Smalley, I., 2024. What is a microcontroller? | IBM. URL <https://www.ibm.com/think/topics/microcontroller> (accessed 5.2.25).
- Serfőző P., 2023a. UX design: tényleg minden, amit a felhasználóiélmény-tervezésről tudnod kell -. brandguide. URL <https://brandguide.hu/ux-design/> (accessed 1.27.25).
- Serfőző P., 2023b. UI design: mit értünk user interface design alatt, és mit kell tudnod róla designerként? -. brandguide. URL <https://brandguide.hu/ui-design/> (accessed 1.27.25).
- Serfőző P., 2022a. Mi az a user experience? -. brandguide. URL <https://brandguide.hu/mi-az-a-user-experience/> (accessed 1.27.25).
- Serfőző P., 2022b. UI design alapelvek (az 5 legfontosabb tudnivaló) -. brandguide. URL <https://brandguide.hu/ui-design-alapelvek-az-5-legfontosabb-tudnivalo/> (accessed 1.26.25).
- Tosi, J., Taffoni, F., Santacatterina, M., Sannino, R., Formica, D., 2017. Performance Evaluation of Bluetooth Low Energy: A Systematic Review. *Sensors* 17, 2898. <https://doi.org/10.3390/s17122898>
- Wu, X., Soltani, M.D., Zhou, L., Safari, M., Haas, H., 2021. Hybrid LiFi and WiFi Networks: A Survey. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 23, 13981420. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3058296>
- Zhong, R.Y., Dai, Q.Y., Qu, T., Hu, G.J., Huang, G.Q., 2013. RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production. *Robot. Comput.-Integr. Manuf.* 29, 283292. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2012.08.001>

Módos Katalin Nikolett

## 8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

### 8.1 Ábrajegyzék

<b>1. ábra:</b> IoT az élelmiszerbiztonság és minőségellenőrzésben. (Forrás: saját szerkesztés) ....	12
<b>2. ábra:</b> Arduino fejlesztőkörnyezet (Arduino IDE). (Forrás: saját szerkesztés.).....	19
<b>3. ábra:</b> Arduino Mega 2560 főbb részei. (Forrás: (Teja, 2024). ....	20
<b>4. ábra:</b> HM10 BLE modul. (Forrás: (David, 2023). ....	21
<b>5. ábra:</b> Perisztaltikus szivattyú. (Forrás: ("Perisztaltikus szivattyú," 2025).....	22
<b>6. ábra:</b> A kalibrációs folyamat lépései. (Forrás: saját szerkesztés).....	25
<b>7. ábra:</b> A berendezés 3D modellje. (Forrás: saját szerkesztés) .....	28
<b>8. ábra:</b> Az elkészült szerkezet képe. (Forrás: saját szerkesztés).....	28
<b>9. ábra:</b> Alkalmazás főképernyője. (Forrás: saját szerkesztés) .....	30
<b>10. ábra:</b> Alkalmazás receptoldala. (Forrás: saját szerkesztés).....	30
<b>11. ábra:</b> Változók inicializálása. (Forrás: saját szerkesztés) .....	31
12. ábra: Bluetooth kapcsolat létrehozása. Forrás: saját szerkesztés.....	31
<b>13. ábra:</b> Oldalak közti navigálás. (Forrás: saját szerkesztés) .....	32
<b>14. ábra:</b> Koktél eltávolítása a kedvencek közül. (Forrás: saját szerkesztés) .....	32
<b>15. ábra:</b> Koktélreceptek megnyitása. (Forrás: saját szerkesztés) .....	32
<b>16. ábra:</b> Koktél hozzáadása a kedvencekhez. (Forrás: saját szerkesztés) .....	33
<b>17. ábra:</b> Koktélreceptek megjelenítése. (Forrás: saját szerkesztés) .....	34
<b>18. ábra:</b> Keverés indítása. (Forrás: saját szerkesztés) .....	34
<b>19. ábra:</b> A berendezés elektronikai kapcsolási rajza. (Forrás: saját szerkesztés) .....	35
<b>20. ábra:</b> A megvalósult berendezés elektronikus rendszere. (Forrás: saját szerkesztés) ....	35
<b>21. ábra:</b> Arduino program döntési fája. (Forrás: saját szerkesztés) .....	37
<b>22. ábra:</b> Első kalibrációs teszt vodka esetében. (Forrás: saját szerkesztés) .....	38
<b>23. ábra:</b> Második kalibráció vodka esetén. (Forrás: saját szerkesztés).....	39
<b>24. ábra:</b> Harmadik kalibráció vodka esetén. (Forrás: saját szerkesztés).....	40
<b>25. ábra:</b> Harmadik kalibráció eredményeinek összesítése, különböző folyadékok esetén (Forrás: saját szerkesztés) .....	40

## 8.2 Táblázatjegyzék

<b>1. táblázat:</b> Piacon elérhető koktélkeverő gépek összehasonlítása. (Forrás: Saját szerkesztés)	9
<b>2. táblázat:</b> Összefoglaló táblázat a kalibrációról és annak pontosságáról. (Forrás: saját szerkesztés)	41
<b>3. táblázat:</b> Felhasználói visszajelzések eredménye a kezelőfelülettel kapcsolatban. (Forrás: saját szerkesztés)	43
<b>4. táblázat:</b> Legtöbbet készített koktélok összbenyomás és a koktélokra jellemző ízkomponensek pontszámai. (Forrás: saját szerkesztés)	44

Módos Katalin Nikolett – Szakdolgozat

## 9. 1 sz. Melléklet: Arduino forráskódja

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial bluetooth(10, 11); //bluetooth modul a 10,11 -es pinen
String Incoming_value = ""; // Incoming_value nevű változó deklarálása string-
ként

// Pinek és Flow rate idők (ms) meghatározása 0.25-16 cl

int grenadine = 47;
const int flowrate_grenadine[64] = {
  1066, 2131, 3197, 3500, 5328, 6394, 7460, 7500, 9591, 10656, 11722, 12000,
  13853, 14919, 15985, 17050,
  18116, 19182, 20247, 21313, 22379, 23444, 24510, 26000, 26641, 27707, 28772,
  31000, 30904, 31969, 33035, 34101,
  35166, 36232, 37298, 38363, 39429, 40494, 41560, 42626, 43691, 44757, 45823,
  46888, 47954, 49020, 50085, 51151, 52217,
  53282, 54348, 55413, 56479, 57545, 58610, 59676, 60742, 61807, 62873, 63939,
  65004, 66070, 67136, 68201
};

int narancs = 35;
const int flowrate_narancs[64] = {
  946, 1791, 2400, 2800, 4728, 5674, 6620, 6800, 8511, 9457, 10402, 11348, 12294,
  13240, 14185, 14800, 16077,
  17022, 17968, 18914, 19859, 20805, 21751, 23000, 23642, 24588, 25533, 27000,
  27425, 28370, 29316, 30262, 31207,
  32153, 33099, 34044, 34990, 35936, 36882, 37827, 38773, 39719, 40664, 41610,
  42556, 43501, 44447, 45393, 46338,
  47284, 48230, 49175, 50121, 51067, 52012, 52958, 53904, 54849, 55795, 56741,
  57686, 58632, 59578, 60524
};

void setup() {
  bluetooth.begin(9600);
  Serial.begin(9600);

  //kimenetek
  pinMode(grenadine, OUTPUT);
  pinMode(narancs, OUTPUT);

  //minden relét alaphelyzetben kikapcsolt állapotba állítunk
  digitalWrite(grenadine, HIGH);
  digitalWrite(narancs, HIGH);
}
```

```

void loop() {
  while(blueetooth.available()) { //ellenőrzi, hogy érkezett-e adat a Bluetooth-
modulról
    Incoming_value = bluetooth.readString(); //Beolvassa az összes elérhető
adatot egy string formátumú változóba (Incoming_value)
    Incoming_value.trim(); //eltávolítja a string elején és végén található
felesleges szóközöket vagy új sor karaktereket

    if(Incoming_value == "agavesunrise") //ha a bejövő string ez, akkor...
      makeAgaveSunrise();
    else if(Incoming_value == "bacardicocktail")
      makeBacardiCocktail();
    else if(Incoming_value == "balance")
      makeBalance();

    else if(Incoming_value == "kalibracio") //kalibráció
      mindenklibralasa();

    else if(Incoming_value == "grenadinebe"){
      digitalWrite(grenadine, LOW);}
    else if(Incoming_value == "grenadineki"){
      digitalWrite(grenadine, HIGH);}
    else if(Incoming_value == "narancsbe"){
      digitalWrite(narancs, LOW);}
    else if(Incoming_value == "narancski"){
      digitalWrite(narancs, HIGH);}

    else
    {
      Serial.println("Unknown command");
    }
    Incoming_value = ""; // Ürítse ki a stringet a következő üzenethez
  }
}

void mindenklibralasa()
{
  Serial.println("Minden szivattyú kalibrálása...");

  pourIngredient(grenadine, 1.5, flowrate_grenadine);
  pourIngredient(narancs, 1.5, flowrate_narancs);

  Serial.println("Minden szivattyú kalibrálva!");
}

void makeAgaveSunrise()

```

```

{
Serial.println("Agave Sunrise készítése folyamatban...");

    pourIngredient(grenadine, 1.5, flowrate_grenadine);
    pourIngredient(narancs, 12, flowrate_narancs);
    pourIngredient(tequila, 6, flowrate_tequila);

Serial.println("Agave Sunrise kész!");
}

void makeBacardiCocktail()
{
Serial.println("Bacardi Cocktail készítése folyamatban...");

    pourIngredient(grenadine, 1, flowrate_grenadine);
    pourIngredient(citrom, 2, flowrate_citrom);
    pourIngredient(feherrum, 3, flowrate_feherrum);

Serial.println("Bacardi Cocktail kész!");
}

void makeBalance()
{
Serial.println("Balance készítése folyamatban...");

    pourIngredient(grenadine, 1, flowrate_grenadine);
    pourIngredient(triplesec, 1, flowrate_triplesec);
    pourIngredient(feherrum, 1, flowrate_feherrum);
    pourIngredient(vodka, 2, flowrate_vodka);

Serial.println("Balance kész!");
}

void pourIngredient(int relayPin, float cl, const int flowRates[]) {
    int index = (cl * 4) - 1; // cl - index átváltása (0.25 cl = index 0, 0.5 cl
= index 1, etc.)
    if (index < 0 || index >= 64) {
        Serial.println("Error: Invalid cl value. Must be between 0.25 and 16.");
        return;
    }
    int pourTime = flowRates[index]; // idő a kellő mennyiségű cl-hez
Serial.print("Pouring ");
Serial.print(cl);
Serial.print(" cl (Time: ");
Serial.print(pourTime);
Serial.println(" ms)...");

digitalWrite(relayPin, LOW); // relé bekapcsolása

```

```
delay(pourTime);           // vár a kellő ideig  
digitalWrite(relayPin, HIGH); // relé kikapcsolása  
  
Serial.println("Done pouring");  
}
```

Módos Katalin Nikolett - Szakdolgozat

## 10. Hallgatói nyilatkozatok

### NYILATKOZAT

#### Szakedolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Módos Katalin Nikolett  
A Hallgató Neptun kódja: POTTG5  
A dolgozat címe: Automatizált koktélkészítő berendezés tervezése és kivitelezése mobilapplikációs-vezérléssel  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
A konzulens tanszékének a neve: Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2025. év 10. hó 29. nap

  
Hallgató aláírása

# Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

## 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Módos Katalin Nikolett
Neptun-kódja:	POTTG5
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: TDK
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat
A munka címe:	Automatizált koktélkészítő berendezés tervezése és kivitelezése mobilapplikációs-vezérléssel

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

## 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

## 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

### I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Nyelvi korrekció, stílusjavítás, szövegszerkesztési javaslatok	ChatGPT (GPT-5, OpenAI, 2025)	

### II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka **mellékletében való csatolása szükséges.**)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
--				

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

-----  
-----  
-----  
-----

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

**Kelt:** Budapest, 2025. október 22.

.....  
*Módos Katalin*

**Hallgató aláírása**

.....  
*Gilg Katalin*

**Konzulens/Témavezető aláírása**

## **11. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném kifejezni hálámat konzulenseimnek dr. Gillay Zoltán egyetemi docensnek és dr. Lukács Aurél István egyetemi docensnek, akik szakmai iránymutatásukkal és támogatásukkal segítették a munkám elkészítését.

Köszönöm mindazoknak, akik részt vettek a tesztelésekben és értékes visszajelzéseikkel hozzájárultak a fejlesztés sikeréhez. Külön köszönet illeti Hellinger Pált és Módos Attilát, akik a berendezés vázának kiépítésében nyújtottak hasznos tanácsokat és gyakorlati segítséget.

Módos Katalin Nikolett – Szakdolgozat

## 12. Konzulensi nyilatkozatok

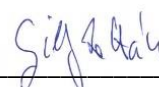
### NYILATKOZAT

Módos Katalin Nikolett (név) (hallgató Neptun azonosítója: POTTG5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom**<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2025. év 11. hó 2. nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.