

# SZAKDOLGOZAT

Jakatics András

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

**Pálinkamester szaktanácsadó szakirányú továbbképzési szak**

**A lepárlás korszerű vezérlési technológiái - a PLC vezérlésben rejlő  
lehetőségek bemutatása egy megvalósult projekt tapasztalatain  
keresztül**

**Belső konzulens: Dr. Bánvölgyi Szilvia**

**Belső konzulens intézete/tanszéke:**

**Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

**Belső konzulens: Dr. Gillay Zoltán**

**Belső konzulens intézete/tanszéke:**

**Élelmiszeripari Méréstechnika és**

**Automatizálás Tanszék**

**Készítette: Jakatics András**

**Budapest**

**2024**

# TARTALOMJEGYZÉK

1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	3
2 SZAKIRODALMI ÉS JOGSZABÁLYI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásához köthető aktuális jogszabályok.....	5
2.2 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásához köthető szakirodalom bemutatása.....	6
2.3 Az alkohol lepárló berendezések fajtáinak ismertetése.....	9
2.4 A lepárlás vezérlésének lehetséges módjai.....	14
2.5 A lepárlás és részfolyamatainak automatizálására alkalmas vezérlő eszközök.....	16
2.6 Az elektronikusan vezérelt lepárlás kiépítésénél leggyakrabban használt rendszerkomponensek.....	24
3 ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	28
4 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	30
4.1 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásának előnyei és hátrányai, elterjedése kereskedelmi pálinkafőzdeknél.....	30
4.2 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásának előnyei és hátrányai, elterjedése magánfőzésnél.....	34
4.3 A jelen szakdolgozat keretében kifejlesztett PLC alapú pálinkafőző vezérlés bemutatása.....	36
4.3.1 A lepárlás vezérlésének fő egységei.....	36
4.3.2 A saját fejlesztésű deflegmátor vezérlés bemutatása.....	37
4.3.3 A PLC vezérlő rendszer komponensei.....	40
4.3.4 A PLC vezérlő rendszer AC oldali áramkörei.....	41
4.3.5 A PLC vezérlő rendszer DC oldali áramkörei.....	42
4.3.6 A PLC vezérlő rendszer kommunikációs csatornáit.....	42
4.3.7 A PLC vezérelt rendszer tervezett funkciói.....	42
5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	44
6 ÖSSZEFOGLALÁS.....	46
7 IRODALOMJEGYZÉK.....	47
8 ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	49
9 MELLÉKLETEK.....	51

# 1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Talán az egyik legmegosztóbb technológiai jellegű kérdés a pálinkafőző szakemberek között a lepárlás elektronikus vezérlése, automatizálása. Olyan ez, mint például a hangtechnikában az analóg kontra digitális technika: a tradíció és a high-tech „örök csatája” - rengeteg érvel és ellenérvel alátámasztva a két ellentétes táborba tartozók részéről.

Nem is céлом a szakdolgozatommal, hogy egyértelműen állást foglaljak bármely irányvonal mellett! Inkább az elektronikusan vezérelt lepárlás lehetőségeinek bemutatását szeretném bemutatni a személyes kivitelezési és üzemeltetési tapasztalataim alapján. Így bárki eldöntheti, hogy számára bármiféle előnyt, segítséget jelent az automatizálás vagy inkább a hagyományos manuális vezérlés mellett teszi le a voksát.

A MATE Pálinkamester szaktanácsadó képzésem megkezdésekor már megfogalmazódott bennem, hogy majdan két évvel később a szakdolgozatomat is ebből a témából írjam. Ennek oka, hogy már tíz éves korom óta - első sorban hobbiként a munkám mellett – foglalkozok programozással, webes fejlesztéssel – emellett munkám során ipari környezetben történő villamossági szereléssel is.

Az elmúlt években – akár az említett szak keretein belül, akár szakmai rendezvényeken keresztül - sok pálinkafőző mesterrel ismerkedtem meg, sok kereskedelmi pálinkafőzdet volt alkalmam tanulmányozni. Úgy látom, hogy rengeteg kiváló főzőmester van az országban és rengeteg kitűnő ipari automatizálási szakember is. Azonban kifejezetten a pálinkafőzés/alkohol desztillálás vezérléséhez csak nagyon kevés szakember ért igazán magas szinten.

Ez kihívást is jelent számomra például a szakdolgozatom elkészítésénél felhasznált szakirodalom terén. Mára már rengeteg automatizálással foglalkozó könyv, publikáció érhető el. Szerencsére folyamatosan gyarapszik a pálinkafőzéssel kapcsolatos magyar szakirodalom is. Azonban hosszas kutakodás után is alig találtam olyan nemzetközi szakirodalmat, szakmai cikket, ami kifejezetten az alkohol desztillálás automatizálásával foglalkozna. Magyar nyelven pedig egyáltalán nem találkoztam ilyennel.

Emiatt kicsit hiánypótló jelleggel is készült ez a dolgozat, amelyben egyik fő célom a PLC vezérelt lepárló berendezések elterjedésének vizsgálata a kisüzemi főzdek és magánfőzők



körében egyaránt. Emellett összegyűjtöm a PLC vezérelt főzés előnyeit és hátrányait kisüzemeknél és otthoni magánfőzésnél is - ezáltal lehetőséget ad arra, hogy az olvasó maga döntse el, hogy számára megéri-e a desztilláció automatizálásába beruházni vagy sem.

Bemutatásra kerülnek a desztillálás automatizálásának lehetséges vezérlő eszközei és nélkülözhetetlen rendszerkomponensei. Végül ismertetem egy a szakdolgozathoz kapcsolódó projekt részeként általam tervezett és kivitelezett magánfőző jellegű 98 literes egylépcsős lepárló berendezés PLC általi vezérlését – beleértve a vezérlés funkcionális felépítését, az áramköri és műszaki terveket, alkatrészlistát és egy általam kifejlesztett kis űrtartalmú egylépcsős desztilláló berendezések hűtését szabályozó vezérlési technológiát.

## 2 SZAKIRODALMI ÉS JOGSZABÁLYI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásához köthető aktuális jogszabályok

A 2008. évi LXXIII. törvény – amelyet a szakma egyszerűen „Pálinkatörvény” néven említ – a pálinka előállításának szabályozásával is foglalkozik.

Arra azonban nem tér ki a jogszabály, hogy a desztillálást milyen módon kell végezni. Így elméletben alkalmazható szakaszos és folyamatos lepárlás is – utóbbi valójában nem jellemző. Az sincs általa szabályozva, hogy automatizált vagy manuálisan vezérelt lepárlás alkalmazható-e.

Egyetlen korlátozást tartalmaz csupán: *kisüsti pálinkának nevezhető az a gyümölcs- és törkölypálinka, amelyet legfeljebb 1000 liter űrtartalmú, részfelületet is tartalmazó lepárló berendezésben, legalább kétszeri szakaszos lepárlással állítottak elő.*

A 2. § első pontja értelmében *pálinkának csak az (EU) 2019/787 európai parlamenti és tanácsi rendelet I. melléklet 9. pontjában meghatározott eljárással készített olyan gyümölcspárlat nevezhető, amelyet Magyarországon termelt gyümölcsből – ideértve a gyümölcsvetőt is - készítettek, és amelynek cefrészését, párlását, érlelését és palackozását is Magyarországon végeztek.*

Az említett EU 2019/787 rendeletben ugyancsak nem található megkötés a desztillálás, desztillálás vezérlése terén. Az egyetlen desztillálás-technológiai megkötése az, hogy minden lepárlás után maximum 86 térfogatszázalékos lehet a kifolyó párlat alkoholtartalma ennél az alkoholos ital kategóriánál.

Van azonban egy rendelet, amely sokkal jobban érinti a lepárlás vezérlésének témakörét. Ez pedig a 16/2008. NFGM rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról. Az említett rendelet 1. számú mellékletében az 1.2 pontja részletesen határozza meg a vezérlőrendszerek tervezésével és kivitelezésével szembeni követelményeket.

Az alábbi felsorolásba a desztillálás vezérlésének kiépítésénél legfontosabb követelmények lettek kigyűjtve a teljesség igénye nélkül:

- *A gép nem indulhat el váratlanul.*
- *A gépet ne lehessen megakadályozni a leállásban, ha a leállítási parancsot kiadták.*
- *Lehetővé kell tenni minden mozgó rész automatikus vagy kézi megállítását.*
- *A vezérlőberendezés legyen jól látható és azonosítható, úgy elhelyezve, hogy működése ne okozhasson további veszélyt.*
- *A gépet el kell látni a biztonságos működéshez szükséges jelzőrendszerrel.*
- *Biztosítani kell, hogy a gép csak az e célra szolgáló vezérlőberendezés szándékos működésbe hozatalával legyen elindítható.*
- *A gépet fel kell szerelni olyan vezérlőberendezéssel, amellyel biztonságosan teljesen leállítható.*
- *Amint a gép leállt, vagy annak veszélyes funkciói megszűntek, a hozzájuk tartozó működtető szerkezetek energiaellátását meg kell szakítani.*
- *Nem vezethet veszélyes helyzetbe a gép bármilyen módú energiaellátásában bekövetkezett megszakadás vagy ingadozás, megszakadás után az energiaellátás helyreállítása.*
- *A meglévő vagy a lehetséges veszély elhárítása érdekében a gépet egy vagy több vészleállító berendezéssel kell ellátni. Ez alól kivételt képez az olyan gép, amelyen egy vészleállító berendezés nem csökkentené a kockázatot, akár azért, mert nem csökkentené a leállási időt, akár azért, mert nem tenné lehetővé a kockázat kezeléséhez szükséges különleges intézkedéseket.*

A felsorolt rendeleti elemek alapján látható, hogy a 16/2008. NFGM rendelet első sorban munkavédelmi szempontból szabályozza a témakört.

## **2.2 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásához köthető szakirodalom bemutatása**

Ahogy már a bevezetésnél is szót ejtettem róla – az alkohol lepárlás elektronikus vezérléséről sajnos nem létezik magyar nyelvű szakirodalom, mivel ez egy nagyon speciális témakör.

Külföldi könyvek, cikkek elérhetők, azonban jellemzően inkább a nagyipari desztillálással foglalkoznak.

Az egyik legrészletesebb angol nyelvű alapmű a *Practical Distillation Control* (Luyben, 1994) Rendkívül részletes mű a témában, azonban egyrészt nem kifejezetten alkohol

desztillálással foglalkozik, másrészt mára már technológiailag is elavult, hiszen 30 éve íródott.

Ennél naprakészebb kiadású kiadású angol nyelven íródott szakkönyv a *Distillation control, optimization and tuning* (Robins, 2011). A könyv belemélyül a különböző lepárlás vezérlési módokba és részletesen tárgyalja a modern PID alapú szabályozást is, azonban szintén általános desztillációval foglalkozó szakkönyv.

Srinivasan és munkatársai (2013) kifejezetten alkohol desztillálás automatizálásával foglalkoztak az *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering* című folyóiratban. A cikk erőssége, hogy kifejezetten alkohol desztillációról szól, azonban inkább nagyüzemi körülmények között. Munkaerőigénnyel és energiahatékonysággal kapcsolatos megállapításai első sorban nem a kisüzemi desztilláló üzemekre vonatkozik.

A pálinka készítésének technológiai alapműve Panyik Gáborné (2019) *Pálinkafőzés* című könyve. Rendkívül részletesen taglalja a pálinka készítés technológiai hátterét. A magyar pálinkafőző szakma egyhangúan ismeri el, hogy munkásságával ő tette Magyarországon a legtöbbet a minőségi pálinka készítésének elterjedéséért.

Számos más pálinkafőzéssel kapcsolatos magyar könyv szerzője az ő növendéke. Az általa átadott tudást adják ők is tovább, így személy szerint sok magyar pálinkafőzéses könyvet olvasva nem sok értelmét látom más könyvek elemzésének, mivel szakmai anyaguk az előbbi tudásanyagon alapszik. Említés szinten érdemes csak kiemelni Raffai (2020) *A Pálinka* és Pach és munkatársai (2022) *A lepárlás technológiája* c. könyveket – melyek szintén alaposan mutatják be a pálinkafőzés technológiáját.

A szerzők tekintetében magyar vonatkozása is van a *Processes* szakmai folyóirat 2022/10 számában megjelent *Low-Cost and Efficient Solution for the Automation of Laboratory Scale Experiments: The Case of Distillation Column* című tanulmánynak, amely egy Arduino alapú általános célú lepárlás felépítését mutatja be – első sorban laboratóriumi használatra. Ez a tanulmány azonban szintén nem kifejezetten alkohol desztillálás vezérléséhez köthető.

Az *IEEE Transactions on Control Systems Technology* című szakmai folyóirat 1997 júliusi számában megjelent *Control structure selection and robust control system design for a high-purity distillation column* című cikk technológiai szempontból veszi számba desztillálás

vezérlésének lehetőségeit, lehetséges rendszer komponenseit (szenzorok, vezérlőegységek, stb). Bár nem kifejezetten alkohol desztillálásra fókuszál és közel 30 éve íródott, de megállapításai javarészt ma is érvényesek.

A PLC rendszerek tervezése és programozását szerencsére számtalan magyar és külföldi könyv is taglalja. Juhász (2016) *Ismerkedés a PLC-vel* című tankönyve a PLC történetét és alapjait mutatja be. Hasznos tananyag a témával ismerkedőknek - ha valaki előzetes PLC programozó ismeretek nélkül vág bele egy desztilláció vezérléses projektbe.

Pletl és Kincses (2014) *PLC és SCADA rendszerek* egyetemi tankönyve pedig mélyebb betekintést nyújt a PLC világába – amelyet a SCADA rendszerek bemutatásával is kiegészít.

Jancskár-Anweiler *PLC programozás az IEC1131-3 szabvány szerint* című egyetemi tankönyve elsősorban a PLC-k strukturált programozását mutatja be. Bonyolultabb PLC programokhoz a létra diagrammal szemben inkább ennek a programozási módnak az alkalmazása javasolt – sőt sokszor elkerülhetetlen.

Mitsubishi FX3U rendszerű PLC-t választottam az automatizálási projektemhez - korábbi Mitsubishi PLC programozó tapasztalat nélkül. Így rendkívül hasznosak voltak számomra a Mitsubishi Electric saját kiadású tananyagai – amelyek nagy számban és ingyenesen elérhetők angol nyelven - és néhány esetben magyar nyelven is - a gyártó Mitsubishi Electric weboldalán digitális formátumban. Az említett gyártó alábbi könyveinek tudásanyagát használtam fel a munkámhoz:

- *Applications of programming (Ladder diagram/Melsec iQ-R series)*
- *Programming manual (Structured text)*
- *FX3S/FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS programming manual - Basic & Applied Instruction Edition*
- *FX3S/FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS user's manual - MODBUS Serial Communication Edition*
- *A PLC programozás alapjai (Strukturált szöveg)*

Az általam kiépített lepárlás vezérlő elektronika komponensei az iparban elterjedt nyílt forráskódú RS485/MODBUS kommunikációs szabvány használatával kommunikálnak. Ennek részletes magyar nyelvű bemutatása elérhető a modbus.org szervezet weboldalán *Bevezetés a Modbus kommunikációba* címen.

Rendszeremhez Kinco GL100E típusú HMI-t választottam, amelyhez a gyártó szintén ingyenesen elérhető online tananyagokat kínál a weboldalán:

- A *Kinco GL100/GL100E user manual* a HMI kijelző telepítéséhez ad segítséget angol nyelven

- *Kinco Dtools user manual* pedig a HMI programozó szoftverének kezeléséhez ad szintén angol nyelven részletes leírást, tananyagot.

- *Kinco hmi ware 2.0 - Kinco típusú univerzális kijelzők programozói környezete* pedig a HMI programozó szoftverének kezeléséhez ad szintén magyar nyelven részletes leírást, tananyagot.

A vezérlő rendszer cefre keverő motorjának vezérléséhez Bonfigliori S2U típusú frekvenciaváltó került beépítésre. Ennek paraméterezéséhez, MODBUS kommunikációs protokoll általi eléréséhez elengedhetetlen segédanyag a gyártó weboldaláról letölthető *S2U Operating Instructions* megnevezésű angol nyelvű útmutató.

### **2.3 Az alkohol lepárló berendezések fajtáinak ismertetése**

Ahhoz, hogy jobban lássuk az automatizálás célját, korlátait, lehetőségeit érdemes először röviden tisztázni, hogy milyen lepárló berendezéseknél alkalmazhatók, illetve tisztázni néhány alapfogalmat is röviden:

**Lepárlás:** Más néven desztilláció. A lepárlás olyan hőtechnikai folyamat, amelynél a lepárolandó elegyet melegítéssel gőz állapotba visszük át, majd hőelvonással újra cseppfolyóssá tesszük (Panyik, 2019)

Pálinkafőzésnél alkohol, víz és egyéb járulékos anyagok elegyét desztilláljuk arra alkalmas berendezésben az alkoholtartalmának és a kellemes aromaanyagok kinyerése céljából.

**Cefre:** Alkohol desztillálás esetén a szesziparban a lepárlás kiinduló anyaga, amely jellemzően gyümölcs vagy gabonaféle. Pálinka készítésekor gyümölcscefrét párolunk le megfelelően aprított, feltárt és kierjedt állapotban.

**Párlat:** A lepárlás során keletkező végtermék.

**Lepárló berendezés:** Olyan berendezés, amely alkalmas a cefre elpárologtatására, majd a pára kondenzálására és visszahűtésére.

**Pálinkafőző berendezés:** Olyan lepárló berendezés, amely kifejezetten alkalmas a pálinka készítésére. Jellemzően olyan lepárló berendezések a legalkalmasabbak a pálinka készítésére, amelyek az elvárt hatásfokkal történő alkohol kinyerési képességük mellett kellő mennyiségű aroma anyagot is képesek a keletkező párlatba juttatni. Kevésbé alkalmasak azonban neutrális jellegű alkohol termékek előállítására (pl. Vodka)

**Kondenzáció:** A pára teljes mértékű lecsapódása, amely során folyékony halmazállapotú anyag – párlat - keletkezik. A kondenzáció folyamata a kondenzátorban zajlik.

**Deflegmáció:** A pára csupán részleges lecsapódásának folyamata. Kisebb részben a lepárló berendezések több alkotóelemében is zajlik, azonban legnagyobb mértékben és jellemzően irányított/tervezett módon a deflegmátorban.

**Reflux:** A deflegmáció során a hőközlés alatt álló cefrébe visszacsorgó folyadékelegy.

A lepárlás folyamatát tekintve lehet szakaszos és folyamatos. Folyamatos lepárlás esetén a párlatot folyamatos üzemben, megszakítás nélkül választjuk el a lepárlás közben a cefrétől. Ez úgy valósítható meg, hogy a cefre folyamatosan van adagolva és a párlat folyamatos elvezetése is megoldott.

Ezzel szemben a szakaszos lepárlásnál egy adott/korlátozott mennyiségű cefréből nyerjük ki a párlatot, majd a művelet befejezése után a berendezés ürítése és újratöltése szükséges.

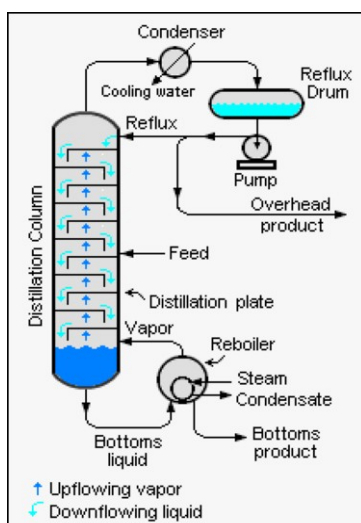
A folyamatos lepárlás technológiája jellemzően költséghatékonyabb, mint a szakaszos lepárlásé. Azonban rendkívül beruházásigényes és kevésbé optimális az aromák kinyerése szempontjából. Ebből kifolyólag a szesziparon belül jellemzően inkább a nagyüzemek használják ezt a technológiát - főleg élelmiszeripari és ipari minőségű tiszta szesz előállítására költséghatékony tömegtermelésük során.

Az 1. számú ábra b) részén egy folyamatos üzemű lepárló berendezés funkcionális elvi metszete látható, míg az a) részén egy tipikus folyamatos üzemű lepárló torony fényképe.

1.a Ábra: Folyamatos üzemű  
lepárló berendezés  
(Forrás: Internet1)



1.b Ábra: folyamatos üzemű lepárló  
berendezés funkcionális elvi  
metszete (Forrás: Internet1)



Egy mai modern nagyüzemi folyamatos lepárlású berendezés működése jellemzően számítógépes rendszerrel (pl. PLC+SCADA) irányított és automatizált üzemű. A szakaszos üzemű lepárló berendezésekkel ellentétben nem is igazán lehet az automatizálás ellen érveket felsorolni. A technológia komplexitása és a berendezés nagyságrendje megköveteli az irányítástechnológia alkalmazását.

Kisüzemi szinten szinte kizárólag szakaszos lepárló berendezésekkel történik a párlat előállítás. Emiatt a jelen szakdolgozat célja is a szakaszos lepárlás korszerű vezérlési technológiáinak bemutatása.

Ennek érdekében célszerű tovább bontani a szakaszos lepárló berendezéseket két csoportra: a kétlépcsős és az egylépcsős lepárló berendezésekre.

**Kétlépcsős lepárló berendezések:** Hagyományos lepárlási technológia, amely több száz – más források szerint több ezer – éves múltra tekint vissza. A technológia lényege, hogy a lepárlás során először az illó komponenseket választjuk el a nem illó komponensektől, amelyből a jellemzően 20-30 v/v% közti töménységű alszeszt, illetve a művelet végén visszamaradó mellékterméket, a cefreosléket kapjuk.

A kapott alszesz még jellemzően nem az elvárt töménységű, ezért azt vagy ugyanabba a kiürített üstbe visszatöltve (jellemzően magánfőzők esetén) vagy egy ú.n. finomító üstbe töltve (kereskedelmi főzdék) és újra lepárolva kapjuk meg az immáron megfelelő töménységű

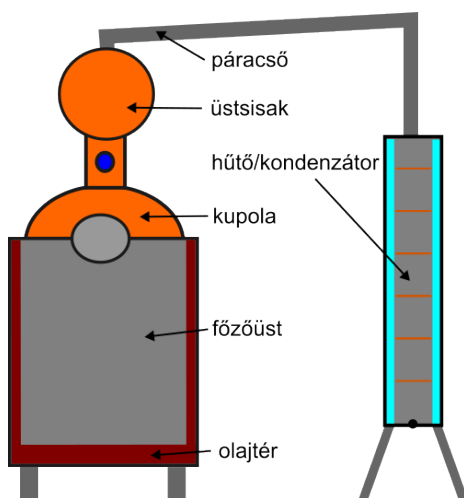


(jellemzően 40-70 v/v%) párlatot. A 2. számú ábrán egy kétlépcsős pálinkafőző berendezés funkcionális elvi metszete látható. Ennek a technológiának a legkisebb a beruházási igénye és technológiailag is a legegyszerűbb lepárlási módszernek tekinthető, azonban ez a lepárlási mód jellemzően a leginkább idő- és energiaigényes.

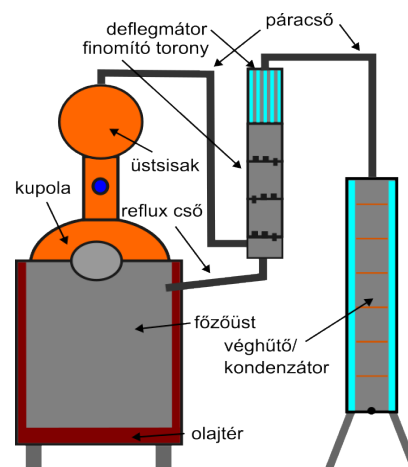
**Egylépcsős lepárló berendezések:** A kétlépcsős lepárlási technológia közül a korszerűbbnek számít – 3. számú ábra is jól szemlélteti. Legfontosabb különbség a kétlépcsős berendezésekhez képest, hogy az egylépcsős gép részét képezi az ún. finomító vagy más néven rektifikációs torony – melynek célja, hogy benne zajló intenzív deflegmáció által töményítse a kifolyó párlatot. Alkalmazásával a berendezés képes már egy lépcsőben megfelelően tömény kész párlatot előállítani - így ez a technológia költséghatékonyabb, kevésbé energia- és időigényes, mint a hagyományos kétlépcsős lepárlás. Hátránya azonban, hogy a kétlépcsősökhöz képest nagyobb a beruházás igénye és a komolyabb műszaki tartalom nagyobb szakértelmet igényel, illetve kevésbé megbízható.

Az egylépcsős lepárlás művelete többféle módon kivitelezhető. A legrégebbi és legegyszerűbb módja Pistorius-tányérok sorosan történő alkalmazása (legalább három darab), de történhet a töltetes, spirális és reflux vezérléses technológiával is. A pálinkakészítésnél legelterjedtebb megoldás mégis a 3. számú ábrán látható tányéros kialakítás – ahol jellemzően három-öt szinten történik buboréksapkás, harangsapkás vagy épp szitatányéros finomítósínek alkalmazásával. Ezek felett található a finomító toronyban egy vízhűtéses deflegmátor, amely hőmérsékletének változtatása által finoman szabályozható az oszlopon a véghűtő felé

2. Ábra: Két lépcsős pálinkafőző berendezés funkcionális metszete  
(Forrás: saját munka)



3. Ábra: Egylépcsős buboréksapkás pálinkafőző berendezés funkcionális metszete (Forrás: saját munka)



továbbhaladó pára mennyisége/töménysége. Az egylépcsős lepárló berendezésekkel jellemzően sokkal töményebb párlat készíthető, mint a kétlépcsőssel, azonban például a kinyert aroma megfelelő koncentrációjának elérése odafigyelést és szaktudást igényel.

Emellett ma már kutatások bizonyítják – többek között a MATE Sör és Szeszipari Tanszék által is végzett kutatások is – hogy a kétlépcsős lepárlással készített párlatot aromái jellemzően hosszabb távon maradnak meg a párlatban, míg az egylépcsős berendezéssel készült párlatok aromaanyagai előbb „szétesnek”. Szakmai körökben ismert az a tézis is, miszerint a kétlépcsős lepárló berendezés ízben erősebb, illatban gyengébb, míg az egylépcsős lepárló berendezés illatban erősebb, ízben neutrálisabb párlat előállítására képes. Ezt a tézist azonban nem sikerült még egyértelműen és széles körben elismerten bebizonyítani senkinek.

A szakaszos lepárló berendezéseket a vezérlési lehetőségek szempontjából érdemes csoportosítani a fűtési módjuk szerint is:

**Szilárd tüzelőanyaggal történő fűtés:** Technológiailag legkezdetlegesebb, de mégis -főleg a magánfőzőknél- az egyik legelterjedtebb fűtési mód a szilárd tüzelés. Gazdaságossága nem egyértelműen meghatározható, hiszen nagyban függ attól, hogy a párlat készítője milyen áron jut a tüzelőanyaghoz. Technológiai szempontból azonban nem tartozik az ajánlott fűtési módok közé, hiszen nehezen szabályozható. Folyamatosan változik az üst felé leadott hő mértéke, ami főleg az egylépcsős lepárlás kiegyensúlyozott szabályozását teszi nehezkessé. Könnyen leég a főzőben a cefre még dupla falú üst esetén is túlfűtés esetén.

**Vezetékes földgázzal történő fűtés:** Viszonylag jól szabályozható és sokáig költségtakarékos fűtési módnak számított a vezetékes földgázzal történő fűtés, ezért meglehetősen sok kereskedelmi főzde választotta. A közelmúltban történt nagyon jelentős gáz áremelkedés azonban a kevésbé gazdaságos fűtési módok közé tette. Hátránya, hogy a gáz rendszerének kiépítése terv- és engedélyköteles és könnyen költséges tud lenni. Ráadásul az ország sok településén még mindig nincs vezetékes gázhálózat.

**PB palackos gázzal történő fűtés:** Szinte kizárólag magánfőzésnél használt fűtési mód. Szabályozhatóságát csökkenti, hogy a palack ürülésével csökken a gáznyomás – így a leadott hő is. Amennyiben főzés közben ürül ki a palack, úgy megszakad a főzési folyamat is a csere idejére – ami főleg az egylépcsős lepárlásnál jelent nagyobb gondot. Fagypontra kerül és az alatti környezeti hőmérsékletnél ugyancsak körülményes a használata, mivel a palack meleg

vizes edényben áztatása nélkül szintén alacsony a gáznyomás. Amennyiben nem kifejezetten gázzal történő üzemelésre lett tervezve a lepárló berendezés, úgy sokszor meglehetősen rossz hatásfokkal üzemel. Ez az egyébként nem a legköltségesebbnek számító fűtési módot könnyen azzá teheti a gyakorlatban.

**Elektromos fűtés:** Jellemzően nagy teljesítményű (100 l alatti főző berendezéseknél minimum 5 kW – kereskedelmi méretű főzőknél minimum 10 kW) fűtőpatronokkal történik a fűtés dupla falú főzőüstben hőközlő olajnak vagy vizes közegnek leadva a hőt. Előnye, hogy rendkívül precízen szabályozható, kiépítése jellemzően nem túl költséges – feltéve, ha a felvett teljesítményére méretezett elektromos hálózat áll rendelkezésre. Amennyiben alulméretezett a hálózat, úgy annak bővítése viszont akár rendkívül költséges is lehet. Ezt leszámítva viszonylag költséghatékony fűtési módnak számít.

**Gőzgenerátorral történő indirekt fűtés:** Inkább kereskedelmi főzdéknél elterjedt fűtési mód. Meglehetősen költséges a kiépítése, azonban hosszú távon, illetve több lepárló üst párhuzamos üzemeltetésénél már költséghatékony és rendkívül jól szabályozható fűtési módnak számít. A külső gőzgenerátor által termelt gőz szabályozó szelepen át jut a dupla falú üst gőzterébe, ahonnan egy puffertartály segítségével visszajut a gőzgenerátorba.

Említés szinten tartozik csak a felsorolásba a direkt gőzfűtés – ahol a cefrébe direkt módon van bevezetve a gőz. Ez a fűtési mód azonban inkább kis térfogatú üstben laboratóriumi körülmények között elterjedt.

Összességében megállapítható, hogy elektronikusan vezérelt lepárlás megvalósítására az elektromos fűtés és a gőzgenerátorral történő indirekt fűtés a legalkalmasabb. A gázzal történő fűtési módoknál kevésbé egyszerű a kivitelezése, de megoldható. Szilárd tüzelésű rendszereknél körülményes és nehezen kontrollálható precízen, így ott nem ajánlott.

## 2.4 A lepárlás vezérlésének lehetséges módjai

A lepárlás folyamatát három különböző módon tudjuk irányítani:

**Manuális vezérlésű lepárlás:** A főzést a hőközlés kézi kapcsolással magunk indítjuk el, állítjuk le. A főzés folyamatáról analóg vagy digitális műszerek szemrevételezésével tudunk tájékozódni. A döntéseket kizárólag az emberi agy hozza meg. Feltétlenül szükséges a

folyamatos személyes jelenlét is a lepárlás egész művelete alatt és elengedhetetlen a megfelelő szaktudás.

**Félautomata vezérlésű lepárlás:** A főzés egészét nem, azonban bizonyos részfunkcióit, folyamatait elektronikus vezérlőegységre bizzuk. A főzés folyamatáról analóg vagy digitális műszerek szemrevételezésével tájékozódhatunk, de az adott részfolyamatra telepített vezérlőegység tőlünk függetlenül a saját szenzorain érzékel és saját hatáskörében hoz logikai döntést a funkciójának ellátása érdekében. Ennél a lepárlási módnál a döntéseket már nem kizárólag az emberi agy hozza meg, de a személyes felügyelet ajánlott az általa irányított folyamatok és az elektromos vezérlő által irányított folyamatok kontrollálása érdekében. Ennek ellenére jellemzően kevesebb figyelmet igényel egy jól megtervezett és kiépített félautomata vezérlésű rendszer, mint egy manuális. Fontos tervezési szempont, hogy az automatizált részfolyamat a lepárlás művelete alatt mindvégig felülbíráható legyen.

**Automata vezérlésű lepárlás:** A legkorszerűbb lepárlás vezérlési módszer. Az előpárlat és utópárlat leválasztása kivételével a főzés egésze automatikusan zajlik a vezérlő elektronika irányítása alatt. Itt is fontos szempont a felülbírási, beavatkozási lehetőség biztosítása a művelet egésze alatt, azonban a főzőmester személyes felügyelete nem feltétlenül szükséges az egész főzés alatt. A főzést betanított személyzet is felügyelheti az előre beállított főzőprogramok lefuttatásával és felügyeletével. A legfejlettebb rendszerek interneten, mobilapplikáción keresztüli monitorozást és távfelügyeletet is biztosítanak a főzőmester számára. Ilyen rendszereknél a betanított személyzet csupán az üst töltés/ürítés és biztonsági szempontok miatt a főzés passzív, de jelenléti felügyelete céljából szükséges.

Itt érdemes megjegyezni, hogy az alkohol lepárlás technológiájának kettő olyan lépése is van, amit a jelenlegi lepárlás technológiai tudomány nem tud precízen automatikusan kezelni:

- 1. Az előpárlat leválasztása**

- 2. Az utópárlat leválasztása**

Ezt a két folyamatot megkönnyíteni ugyan tudja az automatizálás, de a precíz végrehajtásuk továbbra is érzékszervi alapon a főzőmester által elvégezve tud csak megtörténni!

Vannak a leválasztás automatizálásával kapcsolatban próbálkozások, mint például a holland iStill cég által kifejlesztett légnyomás mérésen alapuló leválasztás. Ez azonban nem

helyettesíti az érzékszervi alapú leválasztást . Olyan alkoholtermékekénél javasolt, ahol fix arányszámokkal történik a leválasztás – ami azonban pálinkánál aromavesztéssel járhat.

A legnehezebben vezérelhető funkció egylépcsős lepárló berendezéseknél a deflegmátor hűtésének szabályozása. Az olyan egylépcsős lepárlást vezérlő rendszereknél, ahol ez nincs vezérelve csak félautomata vezérlésről beszélhetünk. Ezt az egy funkciót leszámítva automatizálási szempontból meglehetősen egyszerű feladat a lepárlás vezérlése, hiszen a fűtést, a kondenzátor hűtését, különféle elemek hőmérsékletének monitorozását és a keverő motor vezérlését lehet elektronikusan vezérelni.

## **2.5 A lepárlás és részfolyamatainak automatizálására alkalmas vezérlő eszközök**

Az alábbi felsorolásban bemutatásra kerülnek azok az eszközök, amelyek használata leginkább jellemző automatizálásnál:

**Analóg termosztát:** Egy folyadék vezérlésre alkalmas mágnesszeleppel kiegészülve a legegyszerűbb, legolcsóbb módja a kondenzátor hőmérsékletének szabályozására. Mágneskapcsolóval vagy szilárdtest relével kiegészülve pedig elektromos vagy földgázzal működő fűtés vezérlésére is alkalmas. Működtetése rendkívül egyszerű – ahogy az a 4. számú ábrán látható – egy hőmérséklet skálás korong tekerésével beállíthatjuk a kívánt hőmérsékletet.

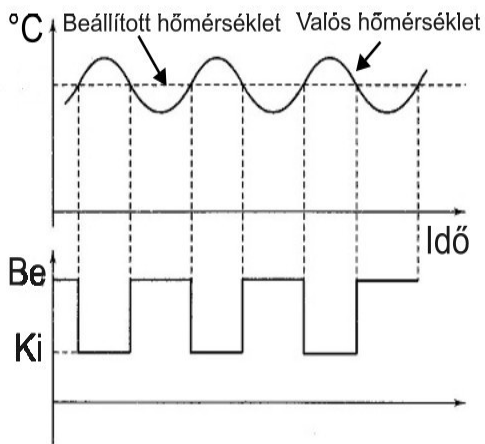
Amennyiben az érzékelt hőmérséklet egy jellemzően gyárilag adott fix értékkel (általában 0,5-2 °C) hűtő üzemmód esetében magasabb, fűtő üzemmód esetében alacsonyabb a beállított értéknél, akkor a vezérlő áramkört bekapcsol és addig bekapcsolva is marad, amíg a gyárilag adott fix értékkel hűtő üzemmód esetén alacsonyabb, fűtő üzemmód esetén magasabb nem lesz. Hátránya, hogy viszonylag nagy hőmérsékleti sávban ingadozik a hőmérséklet – amelyet az 5. számú ábrán jól megfigyelhetünk.

**Digitális termosztát:** Egy folyadék vezérlésre alkalmas mágnesszeleppel kiegészülve szintén egyszerű és olcsó módja a kondenzátor hőmérsékletének szabályozására. Mágneskapcsolóval vagy szilárdtest relével kiegészülve pedig elektromos vagy földgázzal működő fűtés vezérlésére is alkalmas.

4. Ábra: Analóg termosztát  
(Forrás: Internet1)



5. Ábra: Analóg termosztát hőmérséklet/idő grafikon (Forrás: saját munka)



Működtetése egyszerű – ahogy az a 6. számú ábrán látható – a digitális kijelzőn az értéket növelő vagy csökkentő gombok segítségével tudjuk a SV (célhőmérséklet) értéket beállítani, a PV (aktuális érték) kijelzőn pedig az aktuális mért értéket láthatjuk. Jellemzően egy szerviz menüben tudjuk beállítani, hogy hűtő vagy fűtő üzemmódban működjön. Hátránya az analóg termosztáthoz hasonlóan, hogy viszonylag nagy hőmérsékleti sávban ingadozik a hőmérséklet.

6. Ábra: Digitális termosztát  
Forrás: (Internet2)



**PID hőmérséklet szabályozó:** A PID egy mozaikszó: P=Proportional, I=Integral és a D=Derivative. Ezek jelentik a szabályozó logikájának három fő komponensét.

- A **P** komponens arányosan reagál a hiba mértékére, segít a rendszer gyors reakcióképességének növelésében.
- Az **I** komponens a hiba időbeli integrálját veszi figyelembe, segít a hosszú távú hiba kiküszöbölésében.
- A **D** komponens a hiba időbeli deriváltját veszi figyelembe, segít a túllövések számának csökkentésében.

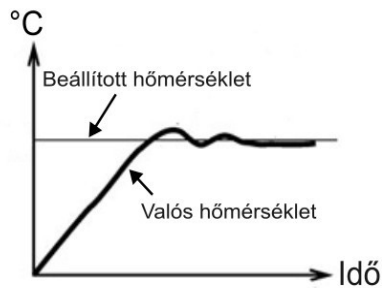
Hétköznapi nyelven megfogalmazva a PID hőmérséklet szabályozók segítségével kiküszöbölhetők és/vagy lecsökkenthetők az egyszerű termosztátokra jellemző hőmérséklet kilengések és sokkal precízebben tartható a beállított érték (SV). Működését jól szemlélteti a 7. számú ábra. A régebbi PID hőmérséklet szabályozóknál ezt még főleg paraméterezéssel lehetett elérni, azonban az utóbbi években már széles körben elterjedtek az „öntanuló” funkcióval rendelkező modellek – szinte már csak ilyenek elérhetők a piacon.

Az öntanuló funkció egy szakaszos lepárló berendezés esetén azt jelenti, hogy pl. kondenzátor vezérlésnél figyeli, hogy a mágnesszelep által a rendszerbe engedett hűtővíz egységnyi idő alatt milyen hőmérséklet változást ér el, majd próbálja úgy optimalizálni a szelepnnyitások számát, hogy a megadott célértéket (SV) a lehető legkisebb kilengésekkel tudja szinten tartani. Váratlan nagy arányú hőmérséklet kilengés esetén pedig úgy vezérelni a mágnesszelepet, hogy a célértékhez közelítve fokozatosan ritkítva a szelepnnyitások idejét próbálja elkerülni a hőmérsékleti túllengést.

Fűtés vezérlése esetén a hűtéshez hasonlóan szintén nagyon kiegyensúlyozott precízen értéken tartott fűtőközeg hőmérséklet érhető el vele – ezáltal például precízebben kivitelezhető az elő- és utópárlat leválasztása.

Működtetése egyszerű – ahogy az a 8. számú ábrán látható – a digitális kijelzőn az értéket növelő vagy csökkentő gombok segítségével tudjuk a SV (célhőmérséklet) értéket beállítani, a PV (aktuális érték) kijelzőn pedig az aktuális mért értéket láthatjuk. Mindent egy jellemzően sok állítható paramétert tartalmazó szervizmenüben tudjuk paraméterezni – többek között a hűtő vagy fűtő módot, az öntanuló üzemmódot beállítani, PID funkciót finomhangolni.

7. Ábra: PID hőmérséklet szabályozó  
hőmérséklet/idő grafikon *Forrás: saját munka*



8. Ábra: PID hőmérséklet szabályozó  
(*Forrás: Internet3*)



**PLC:** A PLC mozaikszó a Programmable Logic Controller rövidítése – magyarosítva Programozható Logikai Vezérlő. Egy speciális ipari számítógép, amelyet analóg vagy digitális módon vezérelhető folyamatok irányítására fejlesztettek ki – első sorban ipari környezetben történő használatra az 1960-as években. (Juhász, 2015) A fejlesztők legfőbb célja az iparban használt bonyolult - relék által vezérelt és nehezen diagnosztizálható - logikai áramkörök kiváltása volt.

Mára világszerte elterjedté vált az ipari termelésben a PLC és nemzetközi szabványok szabályozzák – többek között az IEC-61131-3 – ami foglalkozik a PLC-k programozási lehetőségeinek szabványaival is (pl.: létradiagramos programozás standardizált rendszere)

Általános jellemzőjük, hogy tartós ipari használatra alkalmas alkatrészekből készül, bemeneti és kimeneti pontokkal rendelkeznek (digitális és/vagy analóg jelek kezelésére), a rajta futó program ciklikusan és folyamatosan ismétlődik. A 9. számú ábrán látható Siemens Logo! PLC vezérlő talán az egyik legismertebb, legelterjedtebb kompakt modell a PLC-k között, de fejleszt PLC vezérlőket többek között a Wago, Schneider, Mitsubishi, Allen Bradley és még sokan mások. Általános funkcionális felépítésük a 10. számú ábrán látható. A logikai műveleteket a CPU végzi.

A programot és változó, illetve konstans értékeket a memória tárolja. A bemeneti egységen keresztül fogadja a beérkező jeleket, míg a kimeneti egységen adja ki a logikai művelet elvégzése után a megfelelő kimeneti jelet. Külső tápegység látja el a PLC-t árammal

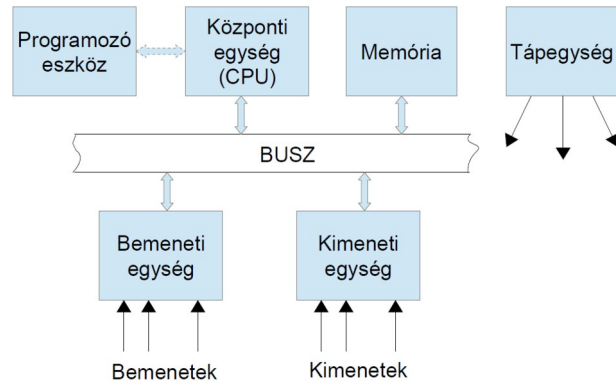


(jellemzően 24V DC) és külső eszköztől történik a programozása ( számítógépről a gyártó saját fejlesztő környezetével).

9. Ábra: Siemens Logo! PLC  
(Forrás: Internet4)



10. Ábra: a PLC funkcionális felépítése (Forrás: Juhász – Ismerkedés a PLC-vel , 2015)



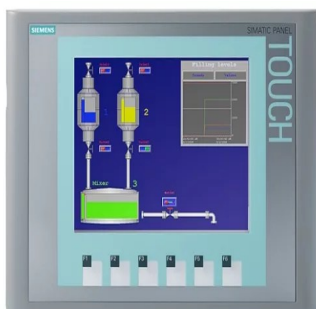
Léteznek kisebb, kevésbé bonyolult logikai műveletek elvégzésére optimalizált kompakt modellek, illetve komplexebb célra – pl. gyártósorok vezérlésére – fejlesztett nagyobb teljesítményű moduláris felépítésű rendszerek. Utóbbi a gyakorlatban azt jelenti, hogy külön bővítőkártyákkal van bővítve az analóg, digitális kimenetek vezérléséhez, szervomotor vezérlők a villanymotorok meghajtásához. Alkalmazása költségghatékony megoldást jelent irányítástechnikai feladatoknál, hiszen nincs szükség egyedi hardver és szoftver tervezésére és gyártására. Univerzálisan alkalmazhatók rendkívül széles körű feladatokra – pl. gyártósor vezérlés, épület automatizálás, jelzőlámpák vezérlése, melegház monitorozás stb. A mai modern PLC vezérlők már jellemzően rendelkeznek PID típusú vezérlési funkcióval is, így nem szükséges külső PID szabályozót alkalmazni mellette.

Általában külső kezelőegységgel lehet a PLC-t működés közben szabályozni (amennyiben szükséges), illetve külső kijelzőegység ad visszajelzést a folyamatokról, esetleges hibákról. Ez a két egység manapság már egy HMI egységben egyesülve található - az elmúlt évtizedek technológiai fejlődésének köszönhetően.

A HMI szintén mozaikszó, jelentése Human-Machine Interface. Szó szerinti fordításban ember-gép közötti felület. A gyakorlatban manapság ez egy színes érintőképernyőt jelent, amely kifejezetten a PLC-vel való együttműködésre van kifejlesztve és optimalizálva. Világszerte elterjedt HMI sorozat például a 11. számú ábrán látható Siemens SIMATIC sorozathoz tartozó HMI érintőpanel.

## 11. Ábra: Siemens SIMATIC HMI

(Forrás: Internet5)



Kompakt vezérlést tesz lehetővé a HMI alkalmazása, hiszen nincs szükség egyes adatokhoz dedikált különálló LCD kijelzőkre, gombokra, külső billentyűzetre – minden egyetlen egységbe van integrálva. A fejlesztők dolgát könnyíti, hogy gyárilag részét képezi a PLC vezérlőkhöz tartozó kommunikációs protokoll („megértik egymás üzeneteit”), illetve WYSIWYG („Amit látsz-azt kapod”) grafikus kezelőfelület szerkesztő szoftver tartozik a fejlesztő környezethez. PLC-vel vezeték (BUS rendszer, soros kommunikáció vagy hálózati kommunikáció) vagy vezeték nélküli (WIFI) kapcsolaton keresztül kommunikál.

A fejlettebb modellek képesek a működésük alatt a PLC-ből gyűjtött adatok helyi vagy internetes adatbázisba, memória kártyára történő adatrögzítésre, az adatok feldolgozására, grafikonokon való megjelenítésükre, naplózásra. Emellett jellemzően előre beépített biztonsági elemekkel vannak ellátva (felhasználói jogosultságok, jelszavak kezelése).

Az általam Magyarországon megtekintett -már telepített- pálinkafőző PLC vezérlő rendszerek szinte kivétel nélkül HMI-n keresztül vannak vezérelve. A PLC+HMI rendszer a legköltséghatékonyabb megoldás a lepárlás automatizálására és tulajdonságai alkalmassá teszik a desztilláció nem csupán részleges, hanem teljes körű automatizálására! Mivel mind a PLC, mind a HMI modellek ipari felhasználásra vannak tervezve, ezért kifejezetten ajánlottak kisüzemi kereskedelmi pálinkafőzdék és nagyüzemi alkohol lepárló üzemek gépeinek felügyeletére is.

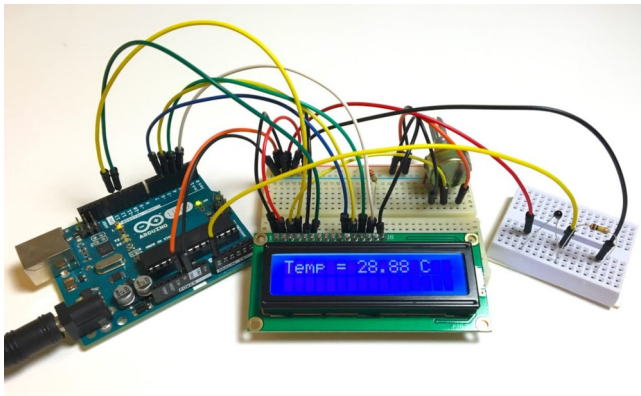
**Arduino/Raspberry PI, stb.:** Bár kifejlesztőik máshogy kategorizálják őket ( fejlesztőpanel, mikroszámítógép stb.) automatizálás szempontjából mégis egy kategóriába sorolhatók közös jellemzőik alapján. Mikroprocesszorral, memóriával, digitális, analóg kimeneti és bemeneti

egységekkel rendelkező univerzális használatra tervezett programozható elektronikai vezérlők. Saját fejlesztő környezetük jellemzően valamilyen magas szintű programnyelv (általában C szintaktikájú) ismeretét igényli. Papírforma szerint szinte minden olyan irányítástechnikai és automatizálási folyamatra alkalmasak, amire egy PC és egy PLC. A 12. számú ábrán például egy hőmérséklet monitorozás vezérlése látható Arduino rendszerrel.

Mégsem látni az ipari üzemekben Arduino vagy Raspberry vezérléseket és ennek oka van: Ezek az eszközök tudományos és oktatási célokra lettek eredetileg tervezve – sok esetben nyílt forráskódú közösségi fejlesztés által létrehozva. Jellemzően olyan alacsony árkategóriás alkatrészekből állnak össze, amelyek a PLC-vel ellentétben nem a folyamatos és tartós ipari használatra lettek kifejlesztve. Ezáltal nem biztosított a tartós és megbízható működésük!

12. Ábra: Hőmérséklet monitorozás Arduino rendszerrel

(Forrás: Internet6)



Magam is próbálkoztam a saját magánfűző üstömnél évekkal ezelőtt Arduino alapú lepárlás vezérlés kiépítésével, azonban ugyanezzel a problémával szembesültem: Megbízhatatlan volt a rendszer – ha nem is rendszeresen, de a legváratlanabb időpontban képes volt „lefagyni” hőmérséklet monitorozás vagy épp a kondenzátor hűtésének vezérlése közben. Ez azonban üzemi körülmények között veszélyes tud lenni és alkalmatlanná teszi komolyabb vezérlési feladatok ellátására.

**PC általi vezérlés:** Természetesen a PC (Personal Computer), azaz a személyi számítógép univerzális mivoltából fakadóan alkalmas önállóan is elektronikai vezérléses feladatok ellátására. Alkalmazása azonban kevés esetben indokolt. Sokszor bonyolultabb és időigényesebb a vezérlési célú programozása, illetve speciális hardver elemet igényelhet a vezérlési feladat. Emellett az operációs rendszere idővel elavulhat és sebezhetővé válhat – a

frissítés azonban hardver kompatibilitási gondokat okozhat. A jellemzően Windows alapú operációs rendszernél rendszeresen előfordulnak lefagyási, vírus fertőzéses problémák, amelyek szintén veszélyeztethetik a PC által vezérelt folyamat működését. Olyan eszközök vezérlésénél javasolt első sorban, amely speciális és bonyolult szoftver funkciókat igényel – ilyen pl. egy CNC gép kezelése, amelyhez saját kezelő, szerkesztő szoftvert szükséges fejleszteni.

Előfordul a PC olyan jellegű alkalmazása is, amikor a konkrét vezérlést a PLC végzi, de az irányítása nem HMI-n, hanem PC-n keresztül történik. Kisüzemi pálinkafőzdeák vezérlésénél nem tartom szükségesnek a rendszert kifejlesztő szakember részéről, hogy a PC-t válassza a desztilláció felügyeletére. Nagyüzemi szinten azonban az u.n. SCADA rendszer részét képezi a PLC vezérlő mellett jellemzően a PC is.

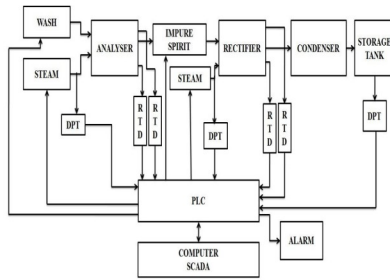
A SCADA mozaik szó - Supervisory Control and Data Acquisition – egy komplex folyamat irányító rendszer, ami képes akár az egész gyártási folyamatot felügyelni. Kapcsolatot teremt a vállalati erőforrás tervezést (ERP) irányító rendszerekkel, lehetővé teszi az ipari folyamatok vizualizációját, a vizuális felület általi beavatkozást, valamint az adatgyűjtést (Pletl- Kincses , 2014).

Hasonló funkciójúnak tűnhet a SCADA és a HMI a jellemzői alapján, azonban valójában teljesen más funkciót lát el a két rendszer. A HMI egy adott gép, gépsor PLC vezérlését teszi lehetővé, míg a SCADA fő funkciója egy egész gyáregység gyártósorainak adatgyűjtése, a menedzsment különböző szintjeinek adat oldali támogatása.

Az International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering (IJAEIE) 2013 februári számában Srinivasan részletesen elemzi a PLC+SCADA rendszer alkalmazásának lehetőségét és konkrét tervet mutat be alkohol desztillálás automatizálása céljából. A folyamatot a 13. számú ábra szemlélteti. Röviden összefoglalva a kutatás eredményeit a szerző arra a következtetésre jutott, hogy a főzés automatizálása PLC+SCADA rendszerrel időt és energiát is megtakarít a főzés során. Azonban a cikkben egy viszonylag nagy üzemméretű alkohol desztilláló üzemet vesz alapul a helyi indiai környezet igényeire szabva – így a véleményem szerint a megállapításai egy magyarországi kisüzemi pálinkafőzdeére nem feltétlenül helytállóak.

13. Ábra: PLC+SCADA rendszer folyamatábrája

(forrás: IJAEIE 2013. februári száma)



## 2.6 Az elektronikusan vezérelt lepárlás kiépítésénél leggyakrabban használt rendszerkomponensek

Az előző fejezetben bemutatásra kerültek a vezérlő eszközök. Ezek az eszközök azonban további kimeneti és bemeneti eszközöket igényelnek jellemzően a folyamatok kontrollálásához.

**Hőmérséklet érzékelők:** Mivel a desztilláció létrejöttéhez hőhatás szükséges ezért nagyon fontos a folyamat hőmérsékletének érzékelése több ponton is. Ezt hőmérséklet érzékelő szenzorokkal tudjuk mérni.

A hőmérséklet érzékelő szenzoroknak alapvetően kettő fajtája van:

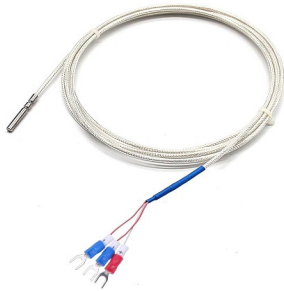
- 1) analóg kimeneti jelet adó szenzorok
- 2) digitális kimeneti jelet adó szenzorok

Az analóg jelet adó szenzorok (RTD – Resistance Temperature Detector) jellemzően ellenállás változás elvén működnek. Az iparban leginkább elterjedt típusok a PT100 és magasabb hőmérséklet mérésére a PT1000, illetve a K szenzor.

A lepárlásnál a leggyakrabban alkalmazott PT100 szenzor (14. számú ábra) kettő, három és négyeres verzióban is elérhető a piacon. Az erek számával a szenzor pontossága növekszik. A jelfeldolgozó egységtől nagyobb távolságra elhelyezkedő szenzorok esetén célszerűbb a három vagy négy eres szenzorokat választani, mivel azokban egy vagy kettő kompenzációs ér található. Ez a megoldás lehetővé teszi a vezeték hosszából fakadó – a szenzor ellenállás értékéhez hozzá adódó - ellenállás kiszűrését, így pontosabb eredményt kap a jelfeldolgozó.

Az analóg hőmérséklet érzékelő szenzorok előnye, hogy egyszerű felépítésükből fakadóan tartósak és megbízhatóak, olcsók és magas hőmérsékleti környezetben is megfelelően működnek.

14. Ábra: PT100 három eres hőmérséklet érzékelő (Forrás: Internet7)



A digitális kimeneti jelet adó szenzorok (DTS – Digital Temperature Sensor) közös jellemzője, hogy saját jelfeldolgozó chippel rendelkeznek, amely digitális jelként küldi a mért hőmérsékleti értéket a vezérlő egységnek. Számatalan típusa létezik (pl. DS18B20). Előnyük, hogy jellemzően nagyon pontosak, hátrányuk viszont, hogy meghibásodásra hajlamosabbak, mint az analóg társaik és típustól is függően jellemzően alacsonyabb környezeti hőmérsékleten tudnak tartósan működni.

**Villamos relék:** A vezérlő villamos bemenő áramkörökben bizonyos feltételek teljesülése esetén egy vagy több villamos kimenő áramkörben hirtelen, előre meghatározott változások létrehozására kialakított készülék (Kemény,2008)

Nagyon sok fajtája van, de a legalapvetőbb közös jellemzőjük, hogy legalább két áramkör – egy működtető és egy kapcsolt áramkör tartozik hozzájuk. A vezérlő és vezérelt áramkörök lehetnek váltakozó (AC) és egyenáramúak (DC) egyaránt egymástól függetlenül és a rajtuk haladó áram feszültsége is különbözhet. Ipari vezérléseknél a rendszer szinte kihagyhatatlan alkotóeleme! A vezérlés tervezésekor fontos felmérni a relé várható igénybevételét is, mert a kapcsoló rész mechanikai alkatrészei különböző mértékű igénybevételre vannak tervezve és a helytelen típusválasztás idő előtti meghibásodást okozhat. Alapállapotban zárt (NC – Normally Closed), alapállapotban nyitott (NO - Normally Open) állapotú is lehet a vezérelt

áramkör, illetve ezek egyidejű kombinációja is. A 15. számú ábrán egy ipari felhasználású relé látható.

15. Ábra: Finder típusú villamos relé ipari felhasználásra  
(Forrás: Internet8)



A villamos relék legmodernebb fajtái közé tartoznak a szilárdtest relék (SSR – Solid State Relay). Megnevezésük arra utal, hogy nincs bennük mozgó alkatrész, hanem a tranzisztorokhoz hasonlóan félvezető végzi a kapcsolást. Jellemzően a hagyományos villamos relékhez képest kisebb maximális áramerősséget tudnak kapcsolni, ugyanakkor sűrű kapcsolgatású áramkörök esetén előnyük, hogy hangtalanul működnek és nincsenek bennük a sok kapcsolástól hamarabb amortizálódó elektromos kontaktok. Hátrányuk, hogy kifejezetten nagy a hőtermelésük működés közben, így általában külön hűtés kiépítését igénylik.

**Mágnesszelepek:** A mágnesszelep egy elektromágnes által működtetett szelep. A folyékony és gáznemű anyagok szabályozásának fontos kelléke. Rendkívül sok fajtája ismeretes (16. ábra) – desztilláló berendezéseknél jellemzően hűtővíz szabályozásra használják. Léteznek váltakozó árammal működő és egyenárammal vezérelt típusok. Két- és többállású, útválasztó szelepek is közöttük. Logikai szempontból alapállapotban zárt (NC – Normally Closed) és alapállapotban nyitott (NO – Normally Open) állapotú lehet.

16. Ábra: Rainbird HV-100 mágnesszelep öntözőrendszerekhez  
(Forrás: Internet9)



**Átfolyásmérő, áramlásmérő szenzorok:** Szintén széles körű a felhasználási módjuk, kivitelük. Folyadékok gázok átfolyásának, áramlásának mérésére használják elektronikus vezérléseknél. A legmodernebb ultrahangos típusok mellett az előbbinél egyszerűbb és olcsóbb hagyományos turbinás, lapátos áramlásmérők is elterjedtek a kávégépektől (17. számú ábra) az ipari rendszerekig az élet szinte minden területén.

17. Ábra: Kávégépben használt árfolyásmérő

(Forrás: Internet10)





### 3 ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A szakdolgozat egyik célja a lepárlás automatizálás elterjedésének vizsgálata és előnyeinek, hátrányainak bemutatása kereskedelmi pálinkafőzdék, bérfőzdék és magánfőzők körében. A kereskedelmi pálinkafőzdeknél nyilvános - interneten is elérhető - adatbázis alapján lett felmérve a Magyarországon üzemelő pálinkafőzdék automatizáltsági szintje.

Kifejezetten a szakdolgozathoz kapcsolódóan került kiépítésre egy PLC által irányított lepárlás vezérlő rendszer egy saját tulajdonú magánfőző berendezésen. Tehát a projekt másik célja a saját tulajdonú egylépcsős, különálló rektifikációs toronnyal és tányéros rendszerű kondenzátorral rendelkező elektromos fűtésű 98 literes pálinkafőző berendezés automatikus szabályozásának kiépítése.

A pálinkafőzőn korábban PID vezérelt elektromos fűtés és szintén PID vezérelt kondenzátor hűtés volt kiépítve Arduino alapú hőmérséklet monitorozással kiegészülve. Az új rendszer kiépítésével egyidejűleg ez a korábbi vezérlő/monitorozó rendszer megszüntetésre került.

A projekt szakmai háttérét informatikai és villanyszerelői végzettségem adják. Emellett jelenleg – a szakdolgozat készítésének idején – PLC programozó államilag elismert képzésre is járok. Az említett szakképzettségek alapján jogosult vagyok a szakdolgozathoz kapcsolódó villamossági kivitelezések és a programozás szakszerű elvégzésére a jelenleg hatályos jogszabályok alapján.

A rendszer tervezésénél kiemelt szempont volt, hogy egy magánfőző számára is megfizethető alkatrészekből álljon össze, illetve ezzel együtt a megbízható napi szintű, de nem ipari jellegű felhasználásra tervezés volt a fő cél.

Ipari felhasználásra méretezett alkatrészekből ugyanis könnyen több millióra növekedett volna a költségkeret. Ennek szellemében esett a választás a kínai gyártású Mitsubishi FX3U kompatibilis PLC-re a rendszer vezérlőegységként történő felhasználása céljából. A tapasztalataim szerint ezek a PLC-k tartósak, stabilak, megbízhatóak – áruk pedig kifejezetten kedvező az ismertebb PLC gyártók termékeihez képest.

A projekthez konkrétan az FX3U-24MT típusú kompakt PLC vezérlőt választottam ki. Ez a PLC vezérlő 8 db digitális, 6db analóg bemeneti, 10 db digitális kimeneti, illetve RS232 és RS485 (MODBUS) csatlakozási ponttal rendelkezik. A kompakt PLC vezérlők közös

jellemzője, hogy nem rendelkeznek bővítő kártyával történő bővítési lehetőséggel – ellentétben a moduláris felépítésű PLC vezérlőkkel. Ez sok kimeneti és bemeneti egységgel rendelkező vezérlés tervezése esetén hátrány, ugyanakkor egyszerűbb PLC rendszerek kiépítésekor költséghatékonyabb megoldás.

A projektben szereplő rendszer alap esetben egyetlen analóg bemeneti csatlakozási igényel a digitális átfolyásmérő számára. A hőmérsékleti szenzorok egy külső RTU egység fogadja, ami MODBUS rendszerű kommunikációval küldi az adatokat a PLC felé. A deflegmátor hűtésének vezérléséhez 6db digitális bemenet szükséges, illetve a végűtő és a fűtés vezérléséhez 1-1db. Ez azt jelenti, hogy a fenti konkrét típus esetén nyolc darab digitális bemenet van alkalmazásban és egy analóg-digitális a hat darabból. Szándékosan választottam több bemenettel és kimenettel rendelkező egységet, hogy a későbbiekben legyen lehetőségem további szenzorok beépítésére kísérleti jelleggel történő adatok rögzítéséhez (pl. légnyomás mérő szenzor).

Az FX3U-24MT típuskódból a T betű arra utal, hogy az adott PLC tranzisztoros vezérlésű. Létezik a típusból MR végű is – ami relés vezérlést jelent a digitális kimeneti pontokon. Azért tranzisztoros PLC-t választottam, mert a tranzisztor ugyan kisebb áramerősséget tud kezelni a relénél, azonban nincs benne mechanikus alkatrész, így tartósabb és megbízhatóbb konstrukciónak számít sűrűn/sokat kapcsoló rendszereknél.

Az általam tervezett rendszernél maga a PLC a tranzisztor által egy külső Finder típusú ipari felhasználásra tervezett relét kapcsol – ami moduláris felépítéséből fakadóan meghibásodás esetén is könnyen javítható pótalkatrészekkel és ipari jellegéből fakadóan nagyon nagy igénybevételre lett tervezve.

Az FX3U-24MT memóriája 8000 lépést képes tárolni. A jelenlegi projekthez körülbelül a memória kapacitásának fele szükséges – tehát ilyen téren is rendelkezik bőven tartalékokkal. Felprogramozása USB-Serial (COM) átalakító kábellel 38500 kbps átviteli sebességen lehetséges A Mitsubishi Electric világszerte elterjedt GX Works2 fejlesztő környezetén keresztül.

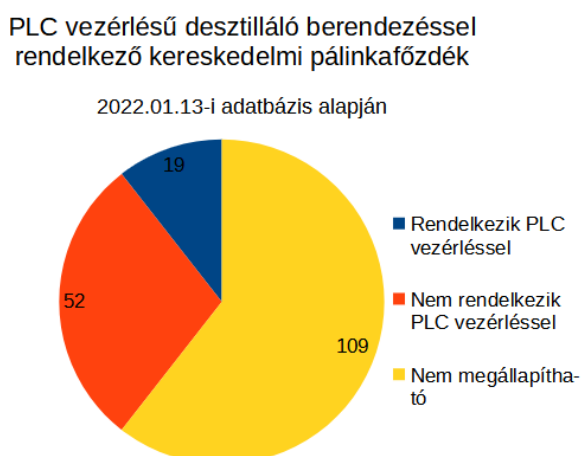
## 4 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásának előnyei és hátrányai, elterjedése kereskedelmi pálinkafőzdeknél

Végeztem egy felmérést, amelynek célja az országban működő kereskedelmi főzdek között a PLC általi lepárlás vezérlés elterjedésének vizsgálata volt. A palinkapont.hu szakmai weboldal folyamatosan frissülő nyilvántartást vezet és tesz közzé a NAV nyilvántartása alapján az engedéllyel rendelkező magyarországi kereskedelmi és bérfőzdekről.

Természetesen a két lista között jelentős átfedés van, hiszen sok kereskedelmi főzde egyben bérfőzde is. Közülük a kereskedelmi főzdeket vizsgáltam meg. Ennek egyik oka, hogy a főzdek weboldalán fellelhető adatok, főzde-képek alapján állapítottam meg, hogy rendelkezik-e az adott főzde PLC vezérelt lepárló berendezéssel. Weboldala azonban inkább a kereskedelmi főzdeknek van – közülük sem az összesnek. A - csupán bérfőzésre szakosodott - főzdek jelentős része régi elavult fatüzeléses kétlépcsős lepárlási technológiával rendelkezik, amelyek nem is igazán alkalmasak elektronikusan vezérelt főzés kialakítására. Feltételezhető tehát, hogy a csak bérfőzdeként üzemelő pálinkafőzdek - néhány kivételtől eltekintve (pl Pucok Sándor bérfőzdeje) – nem rendelkeznek fejlett, elektronikusan vezérelt lepárló technológiával. A 18. számú ábrán látható a felmérés eredménye:

18. Ábra: A PLC vezérlés elterjedése a kereskedelmi főzdek között (Forrás: saját munka)



Az 4. számú mellékletben található meg a diagram eredményeit alátámasztó lista és a felmérés adatainak pontos forrása. Amennyiben a listán szereplő 180db kereskedelmi

pálinkafőzdéhez viszonyítjuk a diagramon szereplő számokat, akkor kijelenthető, hogy nagy valószínűséggel a felmérésben szereplő kereskedelmi főzdek 11%-a rendelkezik, 29%-a nem rendelkezik PLC vezérelt lepárló berendezéssel – 60%-nál viszont internetes kutatással nem megállapítható.

Azonban figyelembe kell vennünk a lista alapján azt a tényt, hogy PLC vezérelt lepárló berendezéssel rendelkező kereskedelmi főzdek néhány kivételtől eltekintve az ország legnagyobb forgalmú kereskedelmi pálinkafőzdei is egyben. Eközben van 109 db olyan főzde, amelynél nem lehetett egyértelműen megállapítani. Ezek szinte kivétel nélkül kis forgalmú kereskedelmi főzdek, ezért nagy valószínűséggel feltételezhető, hogy néhány esetleges kivételtől eltekintve nem rendelkeznek PLC vezérelt lepárló berendezéssel.

Tulajdonképpen nem is a konkrét számok, főzdek nevei lényegesek, hanem az arányok! Költségesebb és pontosabb felmérés elkészítése nélkül is nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy ma 2024 tavaszán a kereskedelmi pálinkafőzdek vélhetően kevesebb, mint 10%-a rendelkezik PLC által vezérelt lepárló berendezéssel. Másképp fogalmazva ma 10 kereskedelmi főzdeből 9 esetében nem automatizált lepárlás.

Az okának felderítéséhez érdemes számba venni a PLC-vel vezérelt lepárlás legfőbb előnyeit és hátrányait kereskedelmi pálinkafőzdek esetében.

#### **Előnyök:**

- Jellemzően képes a desztillálás folyamatát az elejétől a végéig felügyelni. Ezáltal nem feltétlenül szükséges a főzőmester helyszíni jelenléte a főzés teljes ideje alatt – amennyiben biztonsági okokból betanított munkaerő felügyeli a folyamatot a főzőmester távolléte esetén.
- A legtöbb PLC alapú lepárlás vezérlő funkciói közé tartozik a főzés naplózásának és utólagos visszakövethetőségének képessége. Ezáltal utólag elemezhetők akár évekkal korábbi lepárlások adatai is.
- Főzőprogramként menthetők az alkalmazott beállítások, és későbbi lepárlásoknál lefuttathatók. Ez a funkció főleg akkor rendkívül hasznos, ha nagy mennyiségű azonos fajta és minőségű, egy helyről származó, egy időben azonos módon lecefrézett alapanyaggal dolgozik a pálinkafőzde. Például az első alkalommal a főzőmester

felügyeli a lefőzést, majd – mivel feltételezhető, hogy azonos cefréből hasonló időben jelenik meg az előpárlat, utópárlat, azonos deflegmációs beállításokkal hasonló karakterű ízvilágot lehet kihozni – a további főzéseket az első főzésnél elmentett főzőprogram újbóli elindítása mellett elegendő a lepárlás csupán betanított munkaerő általi felügyelete.

- Több lepárló berendezés egyidejű működtetése esetén nagyban megkönnyíti a főzőmester munkáját, hiszen kevesebb dologra kell a figyelmének egy időben összpontosulni.
- Automatizálható az üst töltése, ürítése (akár hővisszanyerő rendszer alkalmazásával) és a berendezés mosása is.
- A főzőmester igényéhez igazodva vezérelheti a lepárlást konstans alkoholfok-növekvő fűtés hőmérséklet, konstans fűtés hőmérséklet-csökkenő alkoholfok alapon vagy ezek kombinálásával is egylépcsős lepárlás esetén.
- Fény és hang alapú figyelmeztetést adhat ki a főzés folyamatának folyamatos monitorozása közben rendellenes működés, veszély észlelése esetén.
- Jelszóval akadályozhatja meg a lepárló berendezés illetéktelenek általi működtetését, a folyamatokba történő véletlen vagy rossz szándékú beavatkozást (pl. látványfőzés közben).
- A főzés monitorozását, beavatkozást vagy veszélyre való figyelmeztetést akár interneten vagy telefonos applikáción keresztül is végezheti a főzőmester.
- A főzés adatai adatbázisba menthetők termelési menedzsment és/vagy statisztikai célú további elemzés céljára.
- Egy jól megtervezett és paraméterezett desztillálás vezérlő rendszer növelheti az energiahatékonyságot – ami termelési költség megtakarítást jelenthet.

#### **Hátrányok:**

- Meglehetősen nagy beruházási költség.
- Betanítás és számítógép kezelői alapismeretek szükségesek a használatához.

- A sok elektronikai alkatrész növelheti a meghibásodás kockázatát – javítása időnként meglehetősen költséges is lehet és elektronikai szaktudást kíván. Esetenként elhúzódhat a javítás – ami a termelés kiesése által a profit csökkenését is okozhatja.
- Mivel a pálinka sokak szemében a magyar tradícióval mosódik össze, ezért sokan a tradicionális pálinkakészítésben hisznek és megvetik a modern technika alkalmazását – akár főzőmesterként, akár fogyasztóként.

Az imént felsorolt előnyök és hátrányok áttekintése után látható, hogy a széles körű elterjedésének több gátja is van. Talán a legfőbb oka az, hogy nagyon nagy beruházási költsége van és leginkább azoknak a nagy főzdeknek éri meg beruházni, amelyek nagy termelési kapacitással, párhuzamosan több lepárló berendezés egyidejű működtetésével termelnek.

Kis pálinkafőzdek esetén vitatható a beruházás rövid távú megtérülése. Sok főzőmester idegenkedik a technológiai újdonságok használatától. Rövidebb távon azért sem várható a PLC vezérelt lepárlás további elterjedése, mert a COVID időszak óta a pálinka iránti kereslet visszaesése és a szektor számára hátrányos kormányzati intézkedések miatt rengeteg pálinkafőzde van tartósan rossz anyagi helyzetben és nagyon kevés az utóbbi években a pálinka szektor által igénybe vehető pályázati lehetőség is.

Hosszú távon azonban várható az elektronikus – így a PLC által – vezérelt főzőberendezések további térnyerése a pálinka szektor további tisztulása mellett. Az utóbbi jelenség viszont lassíthatja a terjedését, mivel folyamatosan szabadulnak fel a piacon használt, kevésbé korszerű manuális vezérlésű főzőberendezések is. Így fejlesztési célú pályázati támogatások híján valószínűleg többen választják a használt berendezések beszerzését pálinkafőzde fejlesztésekor vagy új főzde indításakor, mint a jóval tőkeigényesebb új gépeket.

Természetesen főzés automatizálásának kiépítését használt berendezés esetén is meg lehet utólag valósítani. Azonban az fajlagosan drágább, mint egy szériában gyártott új berendezés esetén, mert az adott gépre egyedileg kell tervezni és kivitelezni.

## 4.2 Az elektronikusan vezérelt lepárlás alkalmazásának előnyei és hátrányai, elterjedése magánfőzésnél

Az elektronikusan vezérelt lepárlásnak 100 liter alatti magánfőző üstök használatánál jóval kevesebb előnye van, mint kereskedelmi pálinkafőződéknél. Egyrészt rengetegen főznek pálinkát szilárd tüzelésű vagy PB gázzal üzemelő desztilláló berendezésekkel. Ezeknél az egyetlen automatizálható részfolyamat a kondenzátor hőfokának szabályozása.

Személyes tapasztalatom az, hogy ugyan néhány műszaki beállítottságú magánfőző alkalmaz PID hőmérséklet szabályozókat fűtésre-hűtésre, azonban még egyetlen olyan magánfőző berendezéssel sem találkoztam (a MATE pálinkamester szakának labortermében található Hagyó típusú kísérleti főzőberendezés és a sajátom kivételével), amely PLC által vezérelt lett volna. Ez persze nem zárja ki, hogy ne létezne ilyen lepárló berendezés ma Magyarországon, de legoptimistább becslésem szerint is maximum néhány példány akad.

Magam is évek óta használtam a főzés részben automatizálása érdekében PID hőszabályozókat az üst fűtésének és a kondenzátor hűtésének szabályozására. Mellette a főzés Arduino által vezérelt hőmérsékleti monitorozását is kiépítettem.

Négy érv fogalmazódott meg bennem magánfőzőként a teljesen automatizált PLC vezérelt lepárlás kiépítése mellett:

- Az egyik, hogy három kisgyermekkel a családban sokszor a lehető legrosszabb pillanatokban kellett kisebb-nagyobb időre otthagynom a főzést pl fürdetés, altatás céljából váratlanul.
- Emellett a hálózati víz nyomásának ingadozása instabillá tudta tenni az egylépcsős pálinkafőző berendezésem deflegmátorának hőmérsékletét – ami miatt szándékom ellenére belefutottam esetenként utópárlati komponensekbe is a kifolyó párlatnál.
- A harmadik érv inkább egy lehetőség: amennyiben precízen szabályozható automatizálást sikerül kiépíteni a pálinkafőzőnél, úgy a deflegmátor hőmérsékletének tudatos szabályozásával lehetséges a párlatba átengedett vezérromák befolyásolása. Ezáltal kissé lekvárosabb vagy illatosabb karaktert lehet a pálinkának kölcsönözni. Természetesen ezt manuálisan is el lehet érni, de sokkal több odafigyelést kíván, ha az

ember aroma karaktereket szeretne kiemelni. Meggyőződésem, hogy ezt egy nagyon precíz deflegmátor vezérléssel jobban meg lehet valósítani, mint manuálisan.

- A negyedik érv pedig a főzés adatainak naplózási lehetősége – ami alapján akár évek múlva is vissza lehet keresni, hogy az adott gyümölcs adott lepárlásánál milyen paraméterekkel dolgoztam, milyen hőmérséklet adatokat rögzített a rendszer.

Amennyiben valakinek magánfőzőként hasonló céljai, gondjai adódnak pálinka főzés közben, úgy akár számára is előnyös lehet a desztilláció PLC általi vezérlésének kiépítése és alkalmazása! Ezek azonban egy átlagos magánfőzőnek valószínűleg nem túlságosan nyomós érvek!

Másképp úgy fogalmaznám meg, hogy „versenyre főzők” számára van talán a legtöbb érv a PLC által vezérelt pálinkafőző használata mellett – azaz akiknek pálinkaversenyen kiváló helyezések elérése, a lehető legtökéletesebb pálinka előállítása a célja.

Ugyanakkor a mérleg másik oldalán ott van az ilyen rendszerek magas bekerülési költsége is. Az általam tervezett és kivitelezett PLC általi desztilláció vezérlés anyagköltsége meghaladja a félmillió forintot. A legprofesszionálisabb magánfőző berendezések ára ugyan több millió forintot is elérhet, de a legtöbb otthoni használatú kétlépcsős pálinkafőző teljes bekerülési költsége sem éri el az említett PLC vezérlés alapanyagainak költségét. Emiatt nyilvánvalóan látható, hogy a 100 litert nem meghaladó – magánfőzők által birtokolható - lepárló berendezések piacán még hosszabb távon sem várható, hogy a HMI+PLC által vezérelt főzők széles körben elterjednének.

Ezzel szemben például a PID hőmérséklet szabályozók beruházási költsége nagyságrenddel kisebb, mint a PLC rendszereké. Kevésbé neves gyártók alkatrészeiből akár hasonló is lehet a kivitelezés ára, mint a jelenleg elterjedt egyszerű manuális karos kapcsolós áramvezérléses rendszernek. Alkalmasak a desztillálás folyamatának részleges automatizálására és telepítésük, használatuk is viszonylag egyszerű. Úgy gondolom, hogy jelenleg indokolatlanul alacsony az elterjedési arányuk a magánfőzők piacán és rövid távon már várható a nagyobb fokú elterjedésük.



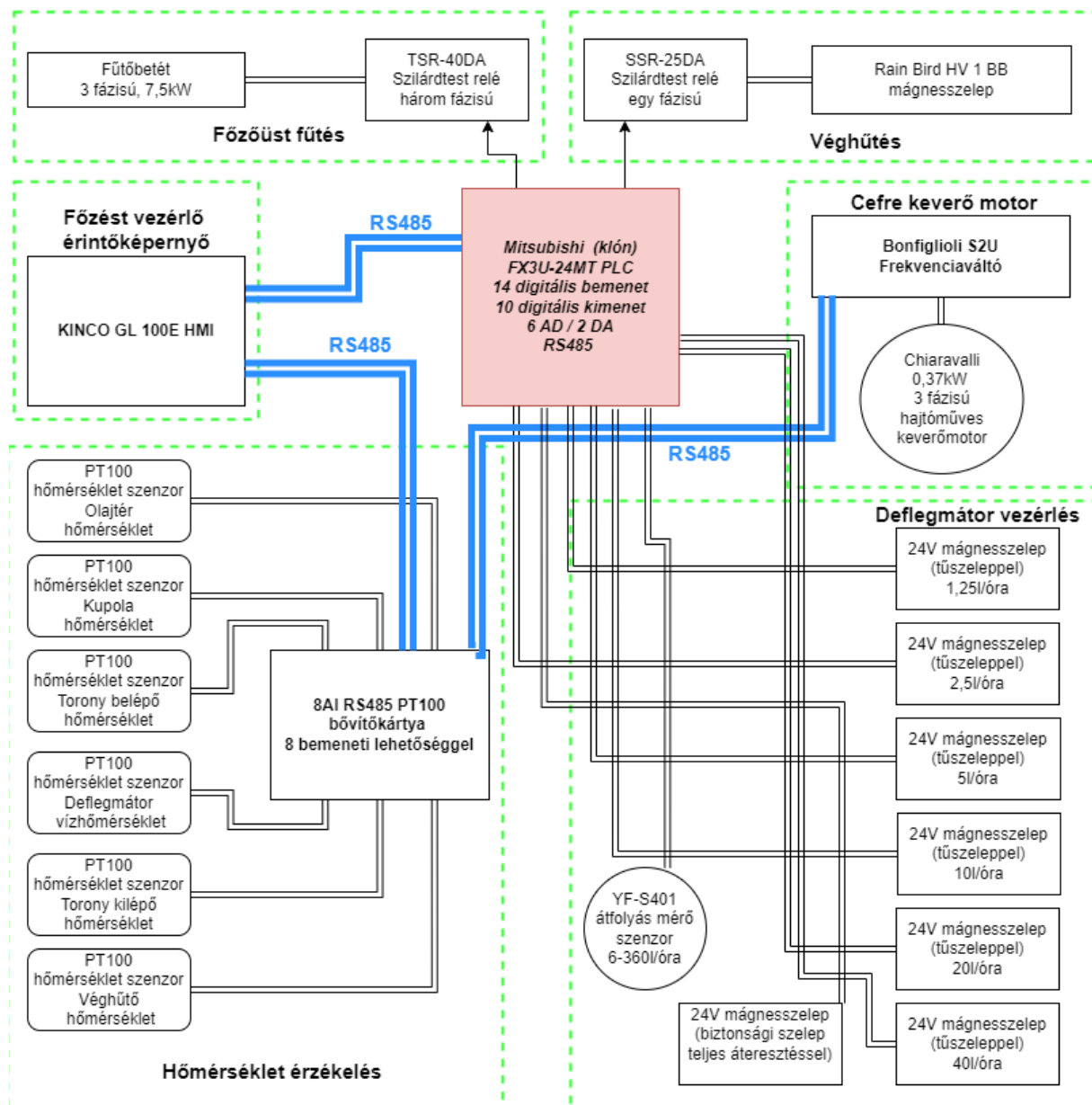
## 4.3 A jelen szakdolgozat keretében kifejlesztett PLC alapú pálinkafőző vezérlés bemutatása

### 4.3.1 A lepárlás vezérlésének fő egységei

A lepárlás vezérlésének funkcionális diagramja a 19. számú ábrán található:

19. Ábra: A PLC vezérlés funkcionális diagramja

(Forrás: saját munka)



A funkcionális diagramon jól megfigyelhető a 7db jól elkülöníthető funkcionális egység, melyek a következők:

1) PLC, ami egy FX3U-24MT kompatibilis vezérlő 14 db digitális bemeneti, 10 db digitális kimeneti, 6 db analóg-digitális, 2 db digitális-analóg vezérlési ponttal, illetve RS485 (MODBUS) csatlakozási ponttal.

2) Kinco GL 100E típusú 10"-os HMI modul

3) 7,5 kW/400 V teljesítményű három fázisú fűtőpatron egy maximálisan 40 A áramerősséget kapcsolni tudó 24 V DC vezérlésű három fázisú szilárdtest relé által vezérelve a főzőüst fűtésének céljából.

4) Rainbird HV-1 BB 24V AC mágnesszelep egy 25 A áramerősséget kapcsolni tudó 24 V DC vezérlésű egy fázisú szilárdtest relé által vezérelve a kondenzátor (véghűtő) hűtése céljából.

5) Chiaravalli 0,37 kW 400 V hajtóműves motor egy Bonfiglioli S2U frekvenciaváltóval vezérelve a cefrekeverés céljából.

6) PTA8D08 távoli terminál egység (RTU – Remote Terminal Unit) a PT100 hőmérséklet szenzorok fogadására és RS485/MODBUS rendszeren történő továbbítására a PLC felé

7) Deflegmátor hűtésének vezérlése 6 db NC és 1 db NO mágnesszeleppel, 1db YF-S401 (6-360 l/h mérési tartományú) átfolyásmérő szenzorral

#### **4.3.2 A saját fejlesztésű deflegmátor vezérlés bemutatása**

Az automatizált lepárlás vezérlésének legnehezebben megvalósítható eleme magánfőző méretű (100 l alatti) főzőüstök esetén a deflegmátor vezérlés. A több száz vagy ezer literes nagyságrendű űrtartalommal rendelkező üstök esetén ez nem okoz akkora fejtörést, mivel viszonylag kezelhető méretű vízátfolyás szükséges a deflegmátor hűtéséhez.

Ezzel szemben a 100 literes vagy az alatti méretű főzőüstöknél a megfelelő nagyságú deflegmáció szinten tartásához rendkívül kevés hűtővíz kell. Ez például a saját pálinkafőzőm esetében javarészt 10-30 l/óra közötti vízátfolyást jelent, de leggyakrabban 15-20 l/óra körüli értéket. Ilyen kicsi vízátfolyást rendkívül nehéz mérni és precízen szabályozni is.

Manuálisan hagyományosan vezérelt deflegmátor esetében ezt egy mechanikus átfolyásmérővel és mechanikusan állítható átfolyás szabályozó szeleppel (tűszeleppel) szabályozzák. Mivel az otthoni pálinkafőző hűtési rendszerei jellemzően hálózati vízről üzemelnek – ez további pontatlanságot, elmászást okozhat az aktuális vízátfolyásnál még nyomáscsökkentő használata mellett is.

Ez két lépcsős pálinkafőzők kondenzátoránál, illetve az egylépcsős pálinkafőzők véghűtésénél nem különösebben jelent problémát, de az egylépcsős főzők vízhűtéses deflegmátoránál igen!

Miért is? A kétlépcsős főzők kupola hőmérséklete a lepárlás során eléri a 80 °C körüli értéket és megindul a párlat. A kondenzátor hőmérséklete nem túl lényeges a lepárlás minőségének szempontjából – a főzőmesterek tanácsa általában az, hogy a kondenzátor alján lehetőleg ne legyen nagyobb a hűtővíz hőmérséklete 25-30 °C-nál, de a valóságban ennél jóval magasabb hőmérséklet sem okoz még komolyabb problémát.

Első lépcsőben a cefre lepárlásánál addig desztilláljuk, amíg a kifolyó alkohol foka el nem éri azt a határt, amikor már gazdaságtalan a főzés. Második lépcsőben finomításkor - miután megindul a párlat - a főzőmester leválasztja az előpárlatot és a kupola hőmérséklet elkezd szépen emelkedni az idő múlásával. Egyre magasabb forrásponttal rendelkező vegyületek/alkoholok desztillálódnak a párlatba és a kupola hőmérséklet emelkedésével fordítottan arányosan csökken a kifolyó párlat alkohol koncentrációja. Jellemzően 60-65 v/v% alatt már megjelenhetnek az utópárlati jegyek, így szükségessé válhat a lepárlás befejezése. Ekkora a kupola hőmérséklete jellemzően már közelíti a 100 °C-ot.

Egylépcsős gépeknél ennél sokkal bonyolultabb a folyamat, ugyanis ott a főzés szinte legelejétől folyamatosan előfordulhat egyre növekvő arányban utópárlati komponens a finomító toronyban. Ez akkor jut a párlatba át, ha a deflegmátor átengedi. Átengedni pedig akkor tudja, ha a deflegmáció szintje leesik. A saját főzőmnél személyes tapasztalatom szerint amennyiben a deflegmátoron átjutó pára hőmérséklete átlépi a 80 °C-t – vele fordítottan arányosan a kifolyó párlat töménysége leesik 80 v/v% alá az epruvettában, akkor már szinte biztosan átjöttek utópárlati jegyek a párlatba.

Ez a probléma egyben lehetőség is, mivel magasabb deflegmáció esetén neutrálisabb, virágosabb ízjegyek jönnek inkább át a párlatba a desztilláció során. Alacsonyabb, utópárlati komponensek határértékéhez közelítő deflegmáció esetén azonban jobban átjönnek a lekváros

jegyek. Amennyiben ezt a főzőmester jól tudja kezelni - ismeri az adott gyümölcsök lépárlásának aromaprofilját - úgy befolyásolni tudja a kifolyó párlat gyümölcsösségének karakterét bizonyos mértékig.

Ehhez azonban nem csak az aromaprofilokkal kell tisztában lenni, hanem folyamatosan figyelni kell! Saját tapasztalataim szerint részben hálózati nyomásingadozás, részben a túszelep pontatlansága és más okok miatt is időnként utána szükséges állítani a túszelepet.

Amennyiben sikerül ezt a rendkívül kifinomult szabályozást elérni elektronikusan felügyelt módon, úgy ez nagyban megkönnyítheti a főzőmester dolgát és még precízebb szabályozást is biztosíthat akár.

A deflegmátor precíz szabályozásának megvalósításánál két probléma merül fel:

- az egyik, hogy nehéz ilyen kicsi hűtővíz átfolyást mérni (kivéve megfizethetetlenül drága ipari szenzorokkal)

- a másik pedig az, hogy technológiailag kihívás ilyen kis vízátfolyást precízen vezérelni.

Két fajta vezérlési mód jöhet szóba: az egyik az analóg, a másik a digitális. Sokat gondolkodtam magam is, hogy melyik irányba induljak el. Az analóg esetén gyakorlatilag precíz, nagy áttétellel rendelkező stepper motor vezérli a szabályozó szelepet például a PLC-ről kiadott változó feszültségű analóg jel alapján. Ez a mód is megfelelően tud működni valószínűleg. Azonban bennem megfogalmazódott néhány aggály (pl a szelep pontatlansága, esetleges elkészési hajlama), így inkább egy másik módszer mellett tettem le a voksomat és azt valósítottam meg.

Ez a módszer pedig igényel 6db - a vízrendszerre egymással párhuzamosan kötött – NC állású (azaz normál esetben zárt) mágnesszelepet. Minden mágnesszelep után van beépítve egy precíz átfolyás szabályozó szelep is. A szelepek egyenkénti dedikált értékre kalibrálásával mind más-más értékű átfolyásra van állítva:

**1.szelep:** 1,25 l/h, **2.szelep:** 2,5 l/h, **3.szelep:** 5 l/h, **4.szelep:** 10 l/h, **5.szelep:** 20 l/h, **6.szelep:** 40 l/h

Ezeknek a szelepek a különböző kombinációjú nyitásával-zárva tartásával 1,25-től közel 80 l/h 1,25 l pontossággal bármilyen átfolyási érték beállítható. Tehát például 37,5 l/h: 2,3,4,5. szelepek nyitva –  $2,5+5+10+20$  l/h=37,5 l/h. A valóságban több szelep megnyitásakor

előfordulhat kisebb eltérés a dedikált értékekhez képest, de ez kísérleteim alapján megállapított szorzókkal precízen kompenzálhatók. Automatikus vezérlésnél ilyen kicsi 1-5 l/h nagyságrendű eltéréseknek nincs is jelentősége, hiszen PID jellegű logikával szabályozva úgy is kisimítja a hőfok görbét a grafikonon. Valójában a tapasztalataim szerint nem is szükséges néhány l/h nagyságrendnél precízebb szabályozás.

A rendszer gépészeti tervét az 5. számú melléklet tartalmazza - illetve az elkészült vezérlés fotóját is. Látható a terven, hogy szerepel egy - a fotón még nem látható - hetedik NO állású szelep is. Ez áramszünet esetén biztonsági okokból engedi át a hűtővizet. A rendszer áram alá helyezésével egy időben zárt állapotú lesz. A hetedik szelep mögött van beépítve egy szabályozó szelep, amely probléma esetén manuálisan is vezérelhetővé teszi a deflegmátort az NO szelep áramellátásának egyidejű kikapcsolása mellett.

Van beépítve egy manuális átfolyásmérő, amelynek fő célja az átfolyási értékek kontrollálhatósága. Emellett a mágnesszelepek HMI szerviz/kalibráció menüből történő egyenkénti nyitogatásával újra kalibrálhatók rövid idő alatt .

Található még a vezérlőszekrényben egy átfolyásmérő szenzor, azonban annak pontatlansága nem teszi alkalmassá az automata szabályozáshoz adatot szolgáltatni – célja a víznyomás nagy arányú változásának érzékelése a szabályozás korrigálásához és/vagy figyelmeztető jelzés generálásához.

A deflegmátor hűtésének automatizálása csak a deflegmátorból távozó pára hőmérsékletének vagy a deflegmátor hűtővíz hőmérsékletének precíz mérésével lehetséges. Ezeket a jeleket precíz három eres PT100 szenzorok biztosítják.

A már említett 5. számú mellékleten található egy QR kód – amelynek beolvasásával látható egy Youtube videó a deflegmátor hűtésvezérléséről a tesztüzem alatt. A videón jól megfigyelhető a rendszer nagy fokú precizitása a HMI-n beállított értékek és az átfolyásmérőn leolvasott értékek összevetésével.

### **4.3.3 A PLC vezérlő rendszer komponensei**

A 3. számú melléklet tartalmazza a vezérlés kiépítéséhez szükséges alkatrészek listáját, illetve a fontosabb elektronikai elemek kódolását a következő alfejezetekben bemutatott kapcsolási

rajzok értelmezésének megkönnyítéséhez. A 19. számú ábrán látható az elkészült elektronikai vezérlő szekrény műszaki tartalma.

A deflegmátor hűtés vezérlő szelepei szándékosan kerültek különálló szekrénybe, hogy vízszivárgás esetén ne károsodjon a vezérlő elektronika. A vízvezérlés szekrényében található mágnesszelepek 24V DC árammal működnek és a másik szekrény elektronikájának biztonsága érdekében olvadó biztosítókkal van biztosítva az áramkörük. Az alkatrész listán a projekt megvalósulásakor jellemző aktuális alkatrész árak vannak feltüntetve – ami több, mint félmillió forintos kiadást jelent önmagában is. Amennyiben az átalakítandó főző még nem rendelkezik elektromos fűtéssel és keverőmotorral, úgy azok még több százezer forinttal emelhetik meg a beruházás végösszegét.

20. Ábra: A PLC vezérlő szekrény műszaki tartalma

(Forrás: saját munka)



#### 4.3.4 A PLC vezérlő rendszer AC oldali áramkörei

A vezérlő rendszer AC oldali áramkörei az 1. számú mellékletben található!

##### 230 V AC tápellátást igényelnek:

- 24 V AC/DC tápegység
- Frekvenciaváltó a keverőmotor 400 V AC meghajtásához
- 230 V/24 V AC csengőtrafó a kondenzátor hűtéséért felelős mágnesszelep tápellátásához

##### 400 V AC tápellátást igényel:

- 7,5 kW fűtőpatron a lepárlóüst fűtéséhez

Az említett kapcsolási rajz szándékosan nem tartalmaz vezeték keresztmetszeteket biztonsági okokból. Amennyiben a szakdolgozat olvasója esetleg a terv alapján ilyen vezérlőrendszert szeretne kialakítani, úgy a vezeték keresztmetszeteket minden esetben egyedileg kell villamossági tervezés keretén belül az adott lepárló készülékre szabni az akkor aktuális szabványok alapján. Nem megfelelően méretezett vezetékeket használó és/vagy nem megfelelően biztosított elektronika esetén a kivitelezés után tűzveszélyes lehet a rendszer!

#### **4.3.5 A PLC vezérlő rendszer DC oldali áramkörei**

Az előző alfejezetben ismertetett néhány áramkör kivételével minden egyéb áramkör az ipari vezérléseknél általánosan elterjedt 24 V DC feszültségű árammal üzemel. A DC oldali kapcsolási rajzot a 2. számú ábra tartalmazza. A beépítésre kerülő vezetékek esetében esetében 1mm<sup>2</sup> átmérőjű, míg az RS485 adatátviteli vezetékek 0,25 mm<sup>2</sup> átmérőjű réz sodrony vezetékekből állnak.

#### **4.3.6 A PLC vezérlő rendszer kommunikációs csatornái**

A PLC, HMI, a frekvenciaváltó, illetve a PTA8D08 távoli terminál egység MODBUS kommunikációs protokollon keresztül kommunikálnak - RS485 multi-point (master/slave) vonalon implementálva. A HMI modul RJ45/UTP kábelen csatlakozik egy a főzdében kiépített és tűzfalal védett helyi hálózatra és a hálózat routerén keresztül az internetre, amelyen általam bérelt tárhelyen működő MySQL adatbázisba rögzíti a főéshez kapcsolódó adatokat.

#### **4.3.7 A PLC vezérelt rendszer tervezett funkciói**

A rendszer hardveresen teljes készütségi fokon áll, de szoftveresen becslésem szerint legalább fél év fejlesztési időt igényel részemről a fejlesztés befejezése. Tehát az már túlmutat a jelen szakdolgozatban felvázoltakon és folyamatosan bővülnek a funkciók, így előre nem megállapíthatók, hogy például a jelen szakdolgozat olvasásának időpontjában mi működik belőle.

Emiatt a kész lepárlás vezérlő legfőbb funkcióit sorolom fel az alábbiakban:

- Deflegmátor hűtésének automatikus és manuális szabályozása – beavatkozási lehetőséggel.

- Fűtés szabályozása
- Kondenzátor hűtés szabályozása
- Keverőmotor fordulatszám szabályozása
- Hőmérsékletek monitorozása
- Lepárlások naplózása interneten keresztül SQL adatbázisba felhasználói jogosultságok kezelésével
- Webes felület kialakítása a naplózott értékek elemzése céljából
- A lepárlás felügyelete interneten keresztül felhasználói jogosultságok kezelésével



## 5 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- Ma Magyarországon meglehetősen alacsony a PLC vezérelt lepárló berendezések száma a kisüzemi kereskedelmi főzdek között.
- A nagyüzemi alkohol desztilláló üzemek között elterjedt a vezérelt lepárlás technológiája.
- A PLC vezérelt desztilláló berendezéseket használó magyarországi kereskedelmi főzdek aránya nagy valószínűséggel 10 % alatt van az összes kereskedelmi főzde számához viszonyítva. Ebből következik, hogy ebben a vezérléstechnológiai szegmensben hosszú távon van még növekedési potenciál .
- A magánfőzők körében mérhetetlenül alacsony a PLC vezérelt lepárló berendezések száma.
- Kereskedelmi főzdek esetében sok szakmai indok szól az automatizált főzés kiépítése mellett, azonban vélhetően a beruházás magas költsége és a tőkeszegénység, illetve a technológiai fejlesztést támogató pályázatok hiánya miatt rövid távon nem várható az elterjedési arány javulása.
- Magánfőzőknél nagyon kevés indok szól a PLC által vezérelt lepárlás megvalósítása mellett, ellene szól viszont a kiépítés horribilis költsége. Emiatt a távolabbi jövőben sem várható a technológia elterjedésének nagyobb mértékű növekedése.
- Magánfőzők maximum 100 liter kapacitású pálinkafőző berendezéseinél technológiailag nehezen megvalósítható a deflegmátor PLC által vezérelt automatikus hűtése. Részben emiatt, részben az elektronikus lepárlás vezérlés iránti alacsony kereslet és a magánfőzők lepárló berendezéseinek árához képest fajlagosan nagy bekerülési költség miatt jellemzően nem kínálnak a gyártók ilyen vezérlési rendszereket számukra.
- A jelen szakdolgozathoz kapcsolódóan kifejlesztettem egy olyan deflegmátor hűtést vezérlő rendszert, ami a gyakorlatban is precízen működik.

- A jelen szakdolgozathoz kapcsolódóan kifejlesztettem egy olyan PLC vezérelt desztillálást vezérlő rendszert, amely kifejezetten magánfőzők igényeire van szabva anyagilag és technológiailag és amelynek a további fejlesztése folyamatos.
- Javasolt a kisüzemi kereskedelmi pálinkafőződékek számára a PLC vezérelt desztillálás technológiájának bemutatása – az ismeretterjesztés.
- Javasolt Magyarország kormánya részéről a pályázati lehetőségek biztosítása a kisüzemi pálinkafőződékek technológiai fejlesztése céljából.

## 6 ÖSSZEFOGLALÁS

Meglehetősen megosztó technológiai jellegű kérdés a pálinkafőző szakemberek között a lepárlás elektronikus vezérlése, automatizálása. Jelen szakdolgozat célja nem egyértelmű állásfoglalás, hanem a technológia elterjedésének vizsgálata és egy konkrét projekt megvalósításának bemutatása.

Elemzésre kerültek a témához kapcsolatos jogi szabályozások – különös tekinteten a 16/2008. NFGM rendeletre, ami a gépek biztonsági követelményeiről. Ezen túlmenően röviden bemutatásra került a témához valamilyen szinten kapcsolódó szakirodalom. Ez alapján megállapításra került, hogy kifejezetten kisüzemi alkohol lepárlás automatizálásával nem foglalkoznak a szakirodalmak – a nagyüzemi lepárlás automatizálásával is inkább angol nyelvű nemzetközi szakirodalom.

Bemutatásra került a kisüzemi alkohol lepárlásához használt egylépcsős és kétlépcsős technológia, illetve alkalmazott fűtési módok. Ezeket megvizsgáltam olyan szempontból, hogy mennyire alkalmasak automatizálásra. Megállapításra került, hogy leginkább az egylépcsős, elektromos vagy gőzgenerátoros indirekt fűtésű berendezések alkalmasak erre a célra.

Felmérés készült a PLC vezérelt lepárló berendezések elterjedéséről a magyarországi kereskedelmi főzdek körében. Ez alapján megállapításra került, hogy nagy valószínűséggel kevesebb, mint 10 százalékuk rendelkezik ilyen vezérlési technológiával.

Számba vettem a lepárlás automatizálásának előnyeit és hátrányait kisüzemi kereskedelmi és bérfőzdek, illetve magánfőzők esetében. Megállapításra került, hogy kisüzemi pálinkafőzdeknél számtalan előnye és néhány hátránya is van – magánfőzésnél azonban nagyon kevés indok szól a kiépítése mellett.

Bemutatásra kerültek röviden a lepárlás automatizálásának szabályozó eszközei, és legfontosabb szenzorai, egyéb alkatrészei. Részletesen bemutatásra került az általam a szakdolgozat keretében kifejlesztett magánfőző üstöknél alkalmazható PLC vezérelt automata lepárlást lehetővé tevő rendszer. Bemutatásra került az említett rendszer részeként az általam kifejlesztett kis ürtartalmú üstökre optimalizált automatikus deflegmátor hűtés vezérlés.

## 7 IRODALOMJEGYZÉK

**Az alábbi felsorolásban szereplő szakirodalomra került hivatkozás a szakdolgozatban:**

1. 2008. Évi LXXIII. Törvény a Pálinkáról, a Törkölypálinkáról És a Pálinka Nemzeti Tanácsról, 2008 (2010).
2. AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2019/787 RENDELETE (2019).
3. Bonfiglioli. (n.d.). Bonfiglioli S2U IP20.
4. Pletl, S., & Kincses, Z. (2014). PLC és SCADA rendszerek. Egyetemi tananyag. [https://eta.bibl.u-szeged.hu/900/1/2011\\_0104\\_szte\\_5\\_plc\\_es\\_scada.pdf](https://eta.bibl.u-szeged.hu/900/1/2011_0104_szte_5_plc_es_scada.pdf)
5. Enyedi, F., Do Thi, H. T., Szanyi, A., Mizsey, P., Toth, A. J., & Nagy, T. (2022). Low-Cost and Efficient Solution for the Automation of Laboratory Scale Experiments: The Case of Distillation Column. *Processes*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/pr10040737>
6. J. H. Lee, P. Kesavan. and M. Morari (1997). Control structure selection and robust control system design for a high-purity distillation column. *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 5(4), p. 402–416.
7. Jancskárné Anweiler, I. (n.d.). PLC programozás az IEC 1131-3 szabvány szerint. Kézirat.
8. Juhász, R. (n.d.). Ismerkedés a PLC-vel. Kézirat.
9. Kemény, J. (2008). Kioldókról és relékről III. *Villanyszerelők Lapja*, 10.
10. Kinco Automation(Shanghai)Ltd. (2008). Kinco GL100/GL100E Installation instruction.
11. Kinco Automation(Shanghai)Ltd. (2015). Kinco Kinco DTools User Manual.
12. Kinco Automation(Shanghai)Ltd. (2017). Kinco hmi ware 2.0 - Kinco típusú univerzális kijelzők programozói környezete.
13. Luyben, W. L. (1994). *Practical Distillation Control*. Springer Science & Business Media.
14. Mitsubishi Electric Corp. (2005). FX3S/FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS PROGRAMMING MANUAL Basic & Applied Instruction Edition.
15. Mitsubishi Electric Corp. (2013). SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS USER'S MANUAL MODBUS Serial Communication Edition.
16. Mitsubishi Electric Corp. (2014). *Melsec FX Family Beginner's Manual*.

17. Mitsubishi Electric Corp. (2015). A PLC programozás alapjai (strukturált szöveg).
18. Mitsubishi Electric Corp. (n.d.). GX Works2 Version 1 Operating Manual (Structured Project).
19. Mitsubishi Electric Corp. (n.d.). Programming Manual (Structured Text).
20. Mitsubishi Electric, & Corporation. (2018). PLC Applications of Programming (Ladder Diagram/MELSEC i-R Series).
21. modbus.org. (2021). Bevezetés a Modbus kommunikációba. Kézirat.
22. NFGM. (2008). 4. számú melléklet: 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet.
23. Pach, G., Ledő, M., Raffai, T. (2022). A LEPÁRLÁS TECHNOLÓGIÁJA tankönyv. Völgy Hangja Fejlesztési Társaság Közhasznú Egyesület.
24. Panyik, G. (2019). Pálinkafőzés. Cser Kiadó.
25. Raffai, T. (2020). A Pálinka. Saját kiadás.
26. Robins, L. (2011). Distillation control, optimization and tuning. CRC Press.
27. Srinivasan, K., B, M. P., M, S. K., & Thirupathi, A. (2013). Automation in Rectified Spirit ( Rs ) Production in Distillery Unit. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, 2(2), 909–916.

## 8 ÁBRÁK JEGYZÉKE

### Ábrajegyzék

1.a Ábra: Folyamatos üzemű lepárló (Forrás: Internet1).....	11
1.b Ábra: folyamatos üzemű lepárló berendezés funkcionális elvi metszete (Forrás: Internet1) .....	11
3. Ábra: Egylépcsős dupla falú buboréksapkás pálinkafőző berendezés funkcionális metszete (Forrás: saját munka).....	12
2. Ábra: Két lépcsős dupla falú pálinkafőző berendezés funkcionális metszete (Forrás: saját munka).....	12
4. Ábra: Analóg termosztát (Forrás: Internet2).....	17
5. Ábra: Analóg termosztát hőmérséklet/idő grafikon (Forrás: saját munka).....	17
6. Ábra: Digitális termosztát Forrás: (Internet3).....	17
8. Ábra: PID hőmérséklet szabályozó (Forrás: Internet4).....	19
7. Ábra: PID hőmérséklet szabályozó hőmérséklet/idő grafikon Forrás: saját munka).....	19
9. Ábra: Siemens Logo! PLC(Forrás: Internet5).....	20
10. Ábra: a PLC funkcionális felépítése (Forrás: Juhász – Ismerkedés a PLC-vel , 2015).....	20
11. Ábra: Siemens SIMATIC HMI(Forrás: Internet6).....	21
12. Ábra: Hőmérséklet monitorozás Arduino rendszerrel(Forrás: Internet7).....	22
13. Ábra: PLC+SCADA rendszer folyamatábrája (forrás: IJAEIE 2013. februári száma)....	24
14. Ábra: PT100 három eres hőmérséklet érzékelő (Forrás: Internet8).....	25
15. Ábra: Finder típusú villamos relé ipari felhasználásra(Forrás: Internet9).....	26
16. Ábra: Rainbird HV-100 mágnesszelep öntözőrendszerekhez (Forrás: Internet10).....	26
17. Ábra: Kávégépben használt árfolyásmérő(Forrás: Internet11).....	27
18. Ábra: A PLC vezérlés elterjedése a kereskedelmi főzdék között (Forrás: saját munka)....	30
19. Ábra: A PLC vezérlés funkcionális diagramja.....	36
19. Ábra: A PLC vezérlő szekrény műszaki tartalma (Forrás: saját munka).....	41

Internet1: [https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous\\_distillation](https://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_distillation)

Internet2: <https://www.aliexpress.com/item/1005006732415137.html>

Internet3: <https://www.aliexpress.com/item/1005004317090200.html>

Internet4: <https://www.amazon.com/Digital-REX-C100-Temperature-Controller-Thermocouple/dp/B09X43LP2M>

Internet5: <https://hu.rs-online.com/web/p/plc-k-programozhato-logikai-vezerlok/2825512>

Internet6: <https://aonline.hu/Siemens-6AV6647-0AD11-3AX0>

Internet7: <https://www.circuitbasics.com/arduino-thermistor-temperature-sensor-tutorial/>

Internet8: <https://www.amazon.com/Temperature-Jaybva-Waterproof-Stainless-Thermistor/dp/B07YVGVSDM>

Internet9: <https://www.conrad.hu/hu/p/finder-kapcsolorele-24v-dc-1-valto-16a-4c-01-9-024-0050-503210.html>

Internet10: <https://kerteszpont.hu/Ontozestechnika/-Magnesszelepek/100-HV-MM-1-KM-magnesszelep>

Internet11: <https://modulshop.hu/yf-s401-folyadek-atfolyas-mero-max-6lperc-1646>

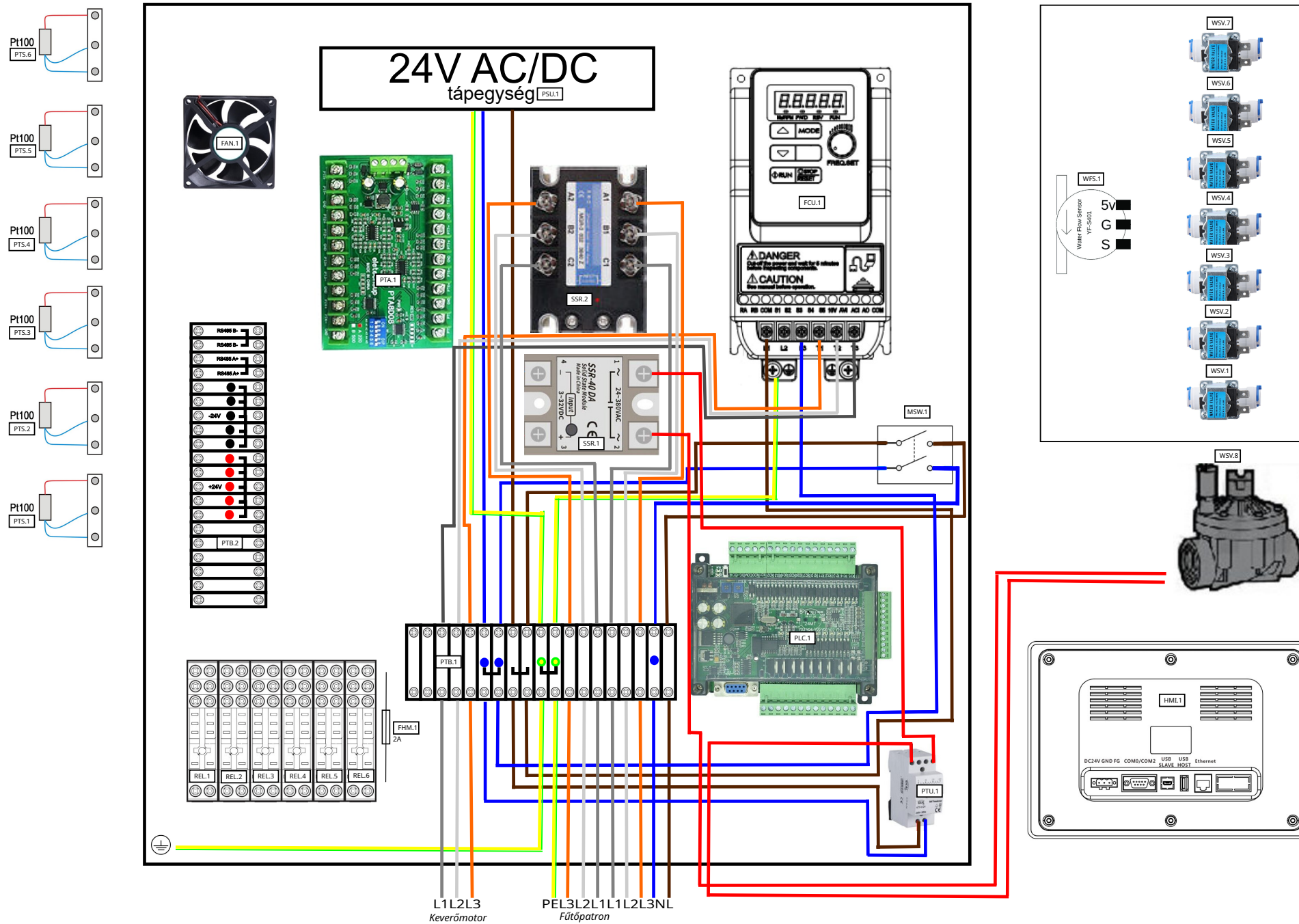
**Minden internetes hivatkozás érvényessége 2024.04.16-án került legutoljára ellenőrzésre!**

## **9 MELLÉKLETEK**

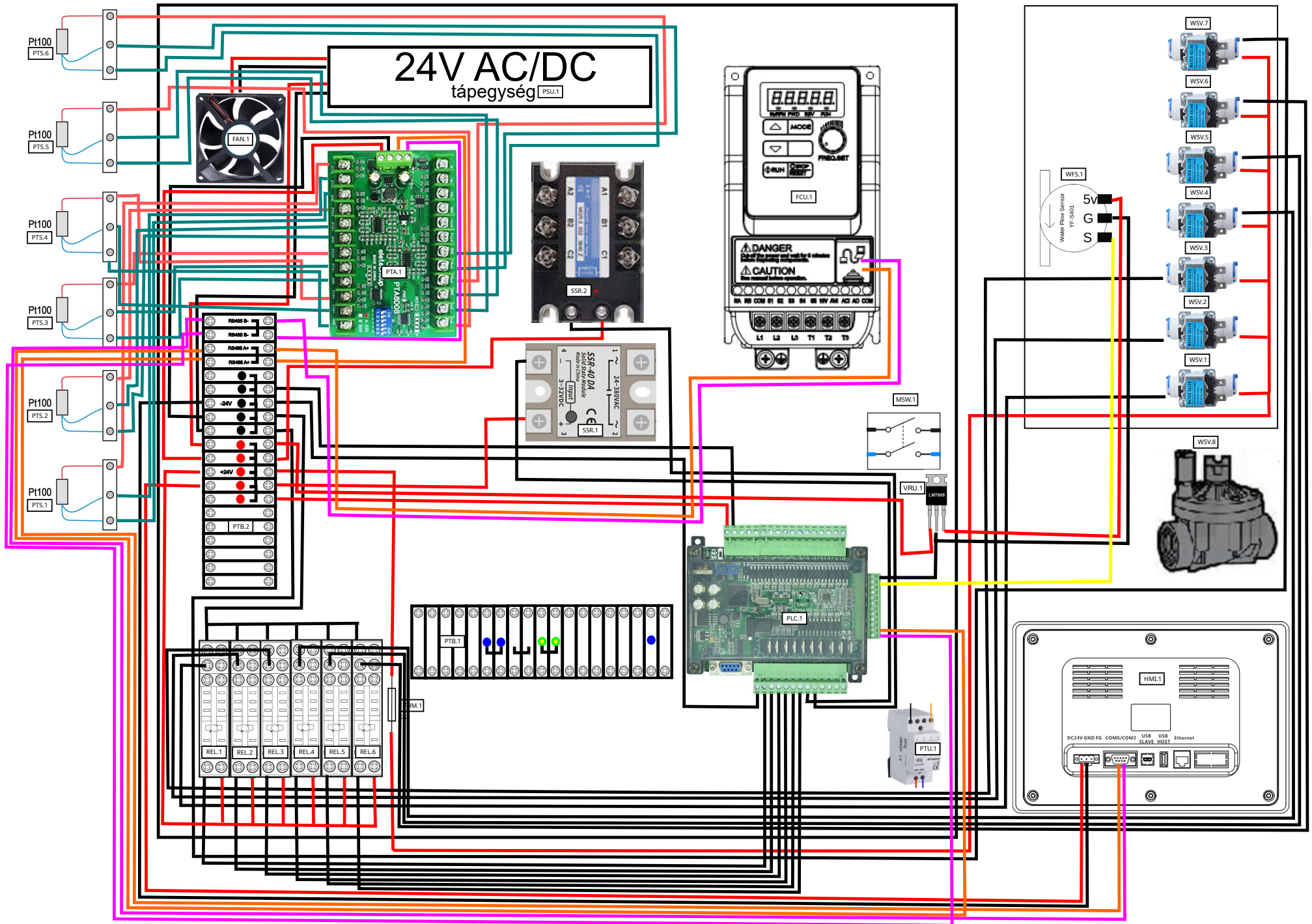
- 1. számú melléklet:** Pálinkafőző PLC vezérlés AC oldali áramkörök
- 2. számú melléklet:** Pálinkafőző PLC vezérlés DC oldali áramkörök
- 3. számú melléklet:** Alkatrészlista
- 4. számú melléklet:** PLC vezérelt lepárló berendezéssel rendelkező üzemek listája
- 5. számú melléklet:** A deflegmátor hűtésének terve



1. számú melléklet: Pálinkafőző PLC vezérlés AC oldali áramkörök



2.számú melléklet:Pálinkafőző PLC vezérlés DC oldali áramkörök



### 3. melléklet: Alkatrészlista

Azonosító	Típus	Darabszám	Nettó egységár	Bruttó egységár	Nettó sorösszeg	Bruttó sorösszeg
PLC.1	Mitsubishi FX3U 24MT (kompatibilis) PLC vezérlő	1	10 213 Ft	12 970 Ft	10 213 Ft	12 970 Ft
HMI.1	Kinco GL100E HMI – 10" érintőképernyő	1	94 795 Ft	120 390 Ft	94 795 Ft	120 390 Ft
PTA.1	Eletechsup PTA8D08 PT100 szenzor vezérlő – 8csatornás, RS485	1	6 220 Ft	7 900 Ft	6 220 Ft	7 900 Ft
FCU.1	Bonfiglioli S2U frekvenciaváltó – bemenet:1 fázis, kimenet:3fázis	1	152 339 Ft	193 470 Ft	152 339 Ft	193 470 Ft
SSR.1	SSR-40DA szilárdtest relé 1 fázisú, 24V DC vezérlésű	1	3 236 Ft	4 110 Ft	3 236 Ft	4 110 Ft
SSR.2	TSR SSR-40DA szilárdtest relé – 3fázisú, 24V DC vezérlésű	1	5 504 Ft	6 990 Ft	5 504 Ft	6 990 Ft
REL.1-6	Finder 95.05 relé 24V DC vezérlésű	6	3 764 Ft	4 780 Ft	22 583 Ft	28 680 Ft
PTU.1	Tracon BT-8/2 24V csengőtrafó	1	3 646 Ft	4 630 Ft	3 646 Ft	4 630 Ft
FHM.1	Tracon TSKA4B biztosítéktartós ipari sorkapocs	1	1 047 Ft	1 330 Ft	1 047 Ft	1 330 Ft
MSW.1	TRACON TK-206/2 2P karos kapcsoló 20A	1	3 346 Ft	4 250 Ft	3 346 Ft	4 250 Ft
FAN.1	KF1225H2M-01 RoHS 24V DC ventilátor	1	1 370 Ft	1 740 Ft	1 370 Ft	1 740 Ft
PSU.1	MEAN WELL LRS-150-24 150W/24V/0-6,5A tápegység	1	7 315 Ft	9 290 Ft	7 315 Ft	9 290 Ft
WFS.1	Y-FT401 átfolyásmérő	1	1 339 Ft	1 700 Ft	1 339 Ft	1 700 Ft
VRU.1	LM7805 feszültség átalakító 24 → 5V	1	213 Ft	270 Ft	213 Ft	270 Ft
WSV.1-6	Mágnesszelep NC – 24V DC	6	591 Ft	750 Ft	3 543 Ft	4 500 Ft
WSV.7	Mágnesszelep NO – 24V DC	1	2 315 Ft	2 940 Ft	2 315 Ft	2 940 Ft
WSV.8	Rainbird HV1 BB mágnesszelep – 24V AC	1	6 606 Ft	8 390 Ft	6 606 Ft	8 390 Ft
PTB.1	Elosztó tömb – Tracon (TSKA4:6sz+2s/z, TSKA2,5: 3sz+3k, TSKA1,5: 7db)	1	6 575 Ft	8 350 Ft	6 575 Ft	8 350 Ft
PTB.2	Elosztó tömb- Tracon (TSKA1,5 20db szürke)	1	3 740 Ft	4 750 Ft	3 740 Ft	4 750 Ft
PDC.1	Fém szekrény 400x400x200 Skybox MB-4040D200-SDL szerelőlappal	1	17 528 Ft	22 260 Ft	17 528 Ft	22 260 Ft
PDC.2	Fém szekrény 400x300x200 Skybox MB-4030D200-SDL szerelőlappal	1	15 047 Ft	19 110 Ft	15 047 Ft	19 110 Ft
PTS.1-6	PT 100 hőmérséklet érzékelő szenzor (3 eres kivitel)	6	2 008 Ft	2 550 Ft	12 047 Ft	15 300 Ft
	Vezetékek, villanszerelési segédanyagok	1	19 685 Ft	25 000 Ft	19 685 Ft	25 000 Ft
	<b>Vízszelopes vezérléshez:</b>					
	Precíziós áramlásszabályozó fojtószelep tömlő 6mm LSA06	6	701 Ft	890 Ft	4 205 Ft	5 340 Ft
	Elosztó, amely csökkenti a PKG10-06 dugócsonkját	4	756 Ft	960 Ft	3 024 Ft	3 840 Ft
	Szögletes dugattyús tömlő 10 mm-es menet, 1/2 hüvelykes PL10-G04	2	795 Ft	1 010 Ft	1 591 Ft	2 020 Ft
	10 mm-es PV10-es szögletes csatlakozó	3	189 Ft	240 Ft	567 Ft	720 Ft
	Dugós mellbimbós tee PE10 tömlő 10mm	2	331 Ft	420 Ft	661 Ft	840 Ft
	Precíziós áramlásszabályozó fojtószelep tömlő 10mm LSA10	1	1 535 Ft	1 950 Ft	1 535 Ft	1 950 Ft
	Válaszfal csatlakozó tömlő 10 mm-es menetes M20 PM10	2	795 Ft	1 010 Ft	1 591 Ft	2 020 Ft
	PU tömlő 6/4mm/1fm	2	142 Ft	180 Ft	283 Ft	360 Ft
	PU tömlő 10/6.5mm/1fm	1	362 Ft	460 Ft	362 Ft	460 Ft
	PA tömlő 6/4mm/1fm	2	189 Ft	240 Ft	378 Ft	480 Ft
	LZS-15 10-100/h átfolyásmérő manuális	1	2 969 Ft	3 770 Ft	2 969 Ft	3 770 Ft

**Összesen: 417 417 Ft 530 120 Ft**

## 4.számú melléklet

### **PLC vezérelt desztilláló berendezéssel rendelkező kereskedelmi pálinkafőzdék (19db)**

Győri Likörgyár Zrt.  
Kunság-Szesz Zrt.  
Zwack Unikum Nyrt.  
Békési Pálinka Zrt.  
Várda Drink Zrt.  
Kessel-Bau Kft. - Príma Pálinkafőzde  
Miskolci Likörgyár Zrt.  
Ruszkay Pálinka Manufaktúra Kft.  
Aumaxum Kft. - Gong Pálinka  
Nova Pharma Plusz Kft. - Szentesi Pálinkafőzde  
Agárdi Pálinkafőzde Kft.  
Cibakházi Pálinka  
Falcon-Hof Kft. - President Pálinkaszalon  
Palóc Pálinka Kft.  
Kiss B. Ker Kft. - NVMEN  
Lunczer Pálinkaház Kft.  
Matheus Pálinkaház  
Birkás Pálinka Kft.  
Somló Spirit Kft.

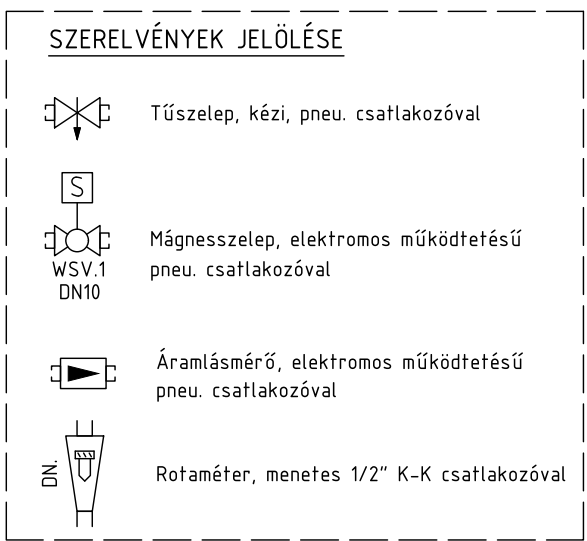
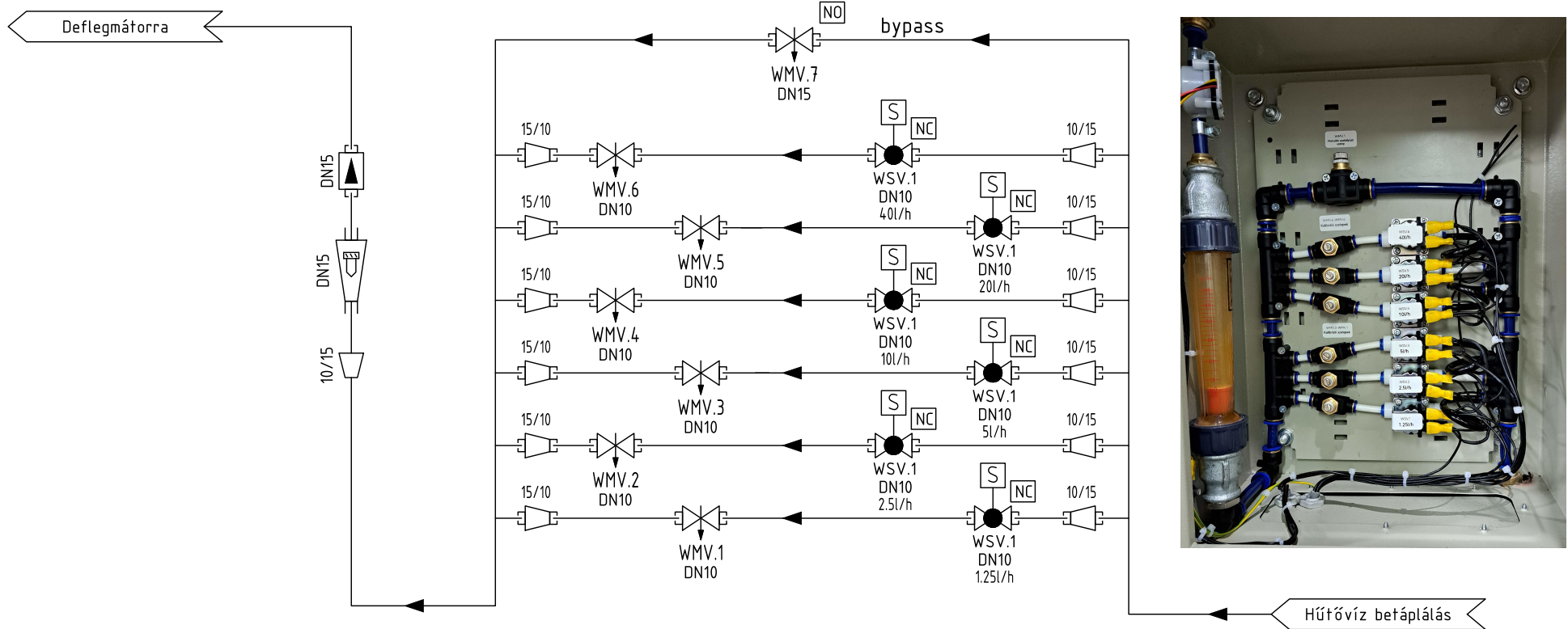
### **PLC vezérelt desztilláló berendezéssel NEM rendelkező kereskedelmi pálinkafőzdék (52db)**

Bajai Pálinkafőzde Kft.  
Kiffer-Schnapsz Kft. - Schiszler Pálinka  
Kodio Trade Kft – Solti pálinkárium  
Vecse Komplex Kft. - Dunai Hajós Pálinka  
Schmieder Pálinkaház  
Zedon Kft. - Villányi Pálinka  
Éden Tó Bt. - Sarkadi Pálinkafőzde  
Gyulai Pálinka Manufaktúra Kft.  
Kisrét Manufaktúra Kft. - Árpád Pálinkatanya  
Pálinka Kft. - Magna Pálinka  
Tobo Kisüsti Kft. - Viharsarki Pálinka  
Boldogkő Fruit Kft. - Bestillo  
Bükkaranyosi Pálinka Kft.  
Réti Gergely Gyula – Égetettbor Manufaktúra  
Trixon-B Kft. - Sárpusztai Pálinka  
Tyukodi Pálinka  
Kerekes Pálinka Kft.  
Pertu Pálinkaház Kft.  
Czetis Ház Kft.  
Pap és Pap Kft. -Etyeki Czímeres Pálinkafőzde  
Rózsa Pálinkaház Kft.  
1 Csepp Pálinka Kft.  
Rác és Rác Pálinkamanufaktúra Kft. - Szigetköz Lelke  
Réti Tours Kft. - Réti Pálinkaház  
CZ 2004 Bt. Czeglédi Pálinka  
Pintér Pálinka Kft.  
Kövér Transz Kft. - Kövér Pálinka  
Szicsek Pálinkafőzde Kft.  
Zsoldos Pálinka Kft.  
Anemona Pálinkaház Kft.  
Bánki Pálinkaház Kft.  
Ba-Und-Garden Kft. - Etesi Pálinkafőzde  
Szamosparti Szeszfőzde Kft.  
Bolyhos és Fia Kft.  
Larssen-Szádfal Építő Kft. - Kevevára Pálinkaház

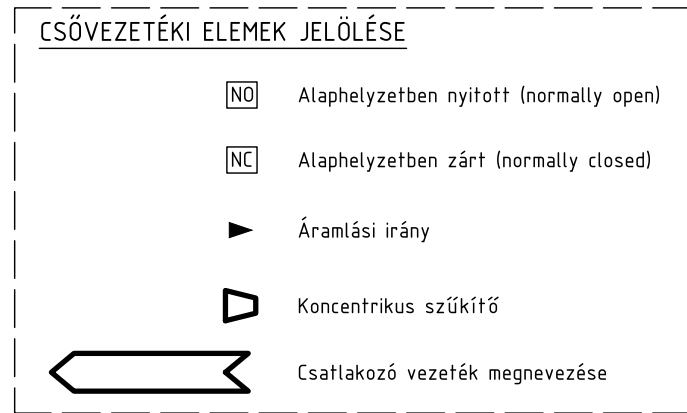
Fenegyerek Pálinka  
Zimek Pálinka Kft.  
Magyar Talléros Kft.  
Tuzséri Pálinka Manufaktúra Kft.  
Brill Pálinkaház Kft.  
Gemenc Distillery Kft.  
Savanya Pálinkaház Kft.  
Schmieder Pálinkaház  
Magyar-Molnár Pálinkaház Kft.  
Badacsonyi Pálinkaház Kft.  
Csalló Pálinka Manufaktúra  
Fűzfőszer Kft. - Sümegi Pálinka  
Petendi Pálinkaház Kft.  
Farkas Pálinka Kft.  
Gáspárlat Pálinkaház  
Summa 88 Kft. - Göcseji Pálinka Manufaktúra

*Forrás: <https://palinkapont.hu/kereskedelmi-palinkafozdek/>*

# 5. számú melléklet: a deflegmátor hűtésének terve



Bemutató videó a deflegmátor vezérléséről manuális módban a tesztelés alatt:





## NYILATKOZAT

### a szakdolgozatnyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: *Jakatics András*

A Hallgató Neptun kódja: *LJFM38*

A dolgozat címe: *A lépárlás korszerű vezérlési technológiái - a PLC vezérlésben rejlő lehetőségek bemutatása egy megvalósult projekt tapasztalatain keresztül*

A megjelenés éve: *2024*

A társkonzulens intézetének neve: *Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet*

A társkonzulens tanszékének 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.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024 év 04 hó 20 nap

  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Jakatics András (hallgató Neptun azonosítója: LFM38) konzulenseiként nyilatkozunk arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettük, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattuk.

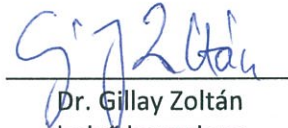
A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javasoljuk / nem javasoljuk.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2024. április 18.



Dr. Bánvölgyi Szilvia  
belső konzulens



Dr. Gilay Zoltán  
belső konzulens