

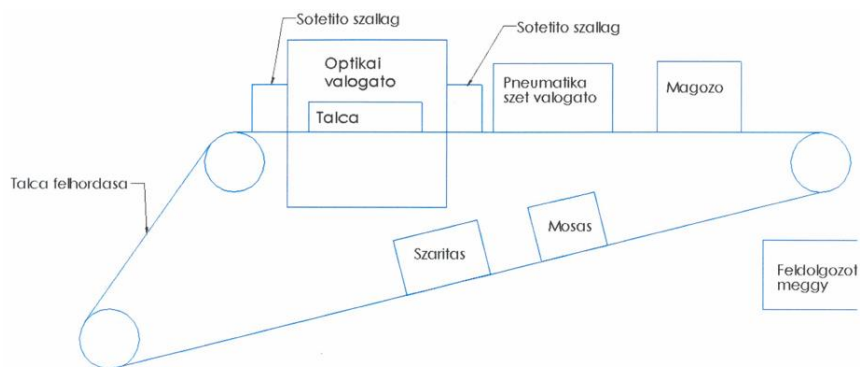
INTELLIGENS GÉPIPARI FEJLESZTÉSEK A GMV KFT-NÉL

Kutatási eredmények összefoglalása

A fejlesztés célja egy olyan prototípus elkészítése volt, amely mesterséges intelligencia segítségével képes 1-2 t/h termelékenységgel 90-95% feletti helyességgel teljesen automatizált módon gyümölcsöt válogatni. A vizsgált gyümölcs a projekt keretében a meggy volt.

Első megközelítésben elvi vázlatok, illetve alapvető számítások történtek a szükséges műszaki kapacitások és konstrukciós paraméterek kidolgozásához. A gépsor a gyümölcsfeldolgozásban tevékenykedő cégek igényeinek felmérése alapján készült elvi modell szerint került kialakításra. A tervezett kialakítással szembeni elvárás:

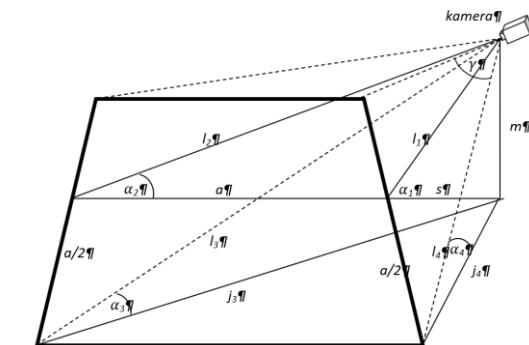
- Modul rendszerű kialakítása legyen
 - o ez az egyes modulok, illetve mozgató részek variálhatóságát/többcélú használhatóságát támogatja
 - o további funkciókkal bővíthető/javítható/új paraméter szerint cserélhető
 - o eltérő méretű és formájú termékekre állítható a rendszer (pl. tálcacserével)
- Min. 1 tonna/óra feldolgozási kapacitást biztosítson
- Minden művelet automatizálható legyen
- Az elért minőség a kézi válogatáshoz hasonló minőségi szintet eredményezzen
- Logisztikai felépítése idomuljon az ismert üzemi körülményekhez



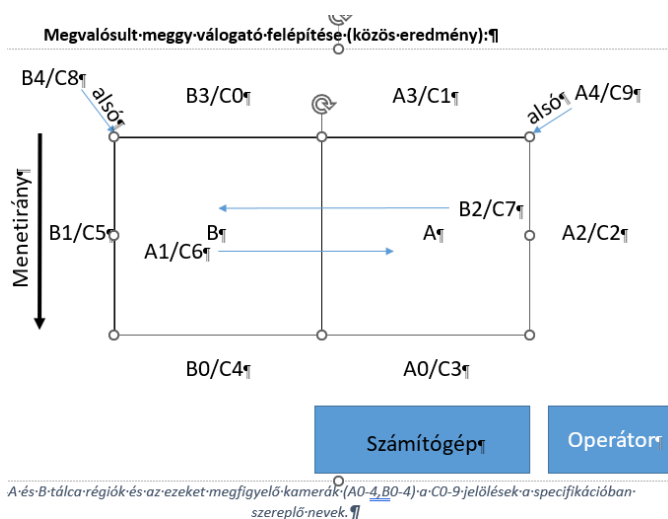
A gépsor specifikációjának elkészítését követően sor került a kritikus optikai válogató megtervezésére.

Ez a feladat a fejlesztési tevékenység kulcsfeladata volt. Az első lépcsőben egy megvilágítási terv készült, mely több próba és átrendezés után alapul szolgált a prototípushoz kiválasztott szakmai megoldásnak

Először egy különálló vizsgálot építettünk, melyet a megvilágítási próbákra használtunk fel.

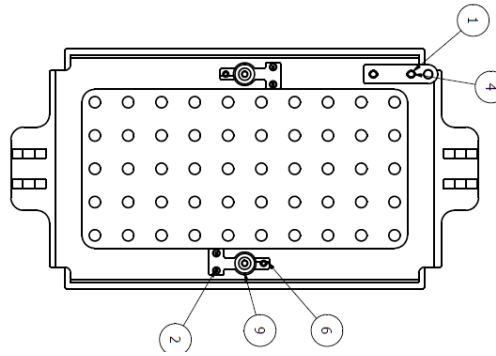


A vizsgálatok alapján elkészült a prototípus megépítéséhez használt fénylagút terv (10 kamerás meggy vizsgálo), és megtörtént a végleges hardware komponensek kiválasztása és beszerzése.

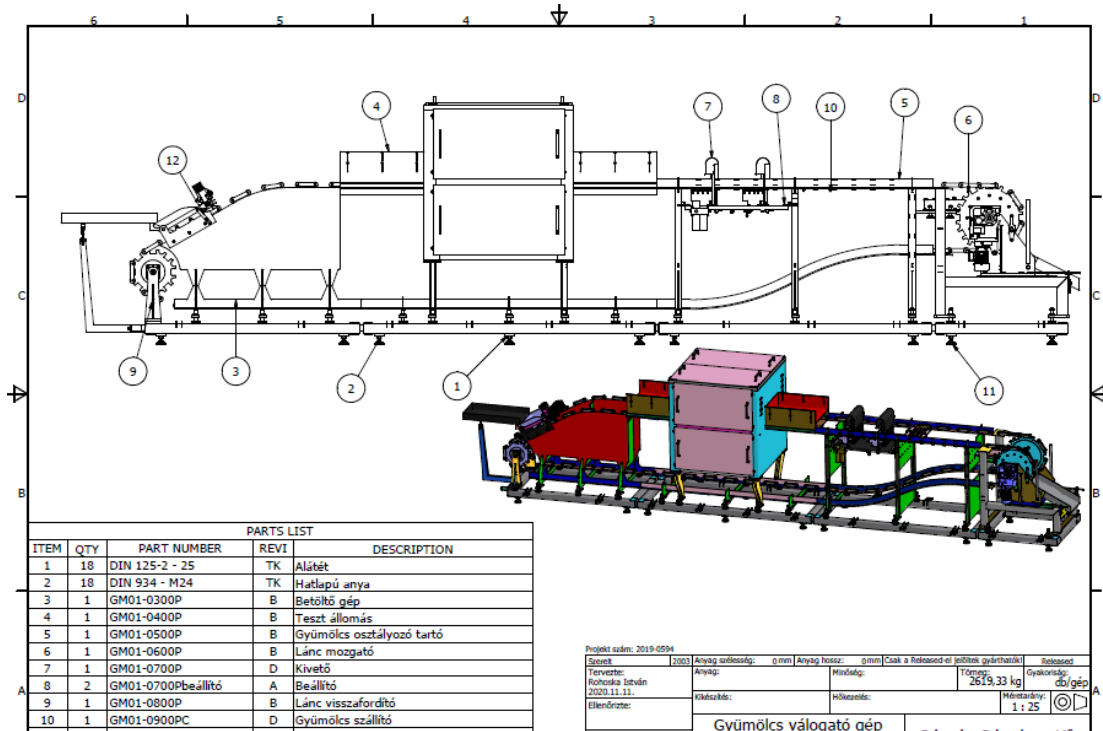


Ezt követően sor került a gépegységek tervezésére (gyártásra alkalmas részletes mechanikai tervek, elektromos vezérlési tervek). A gépsor elemeinek összeillesztését követően egy cserélhető tálcarendszert hordó konveor sor került felszerelésre.

A tálca terve.



A modul rendszerű kialakítás jelentős szerelési igényeket támaszt a rendszer beüzemeléskor.



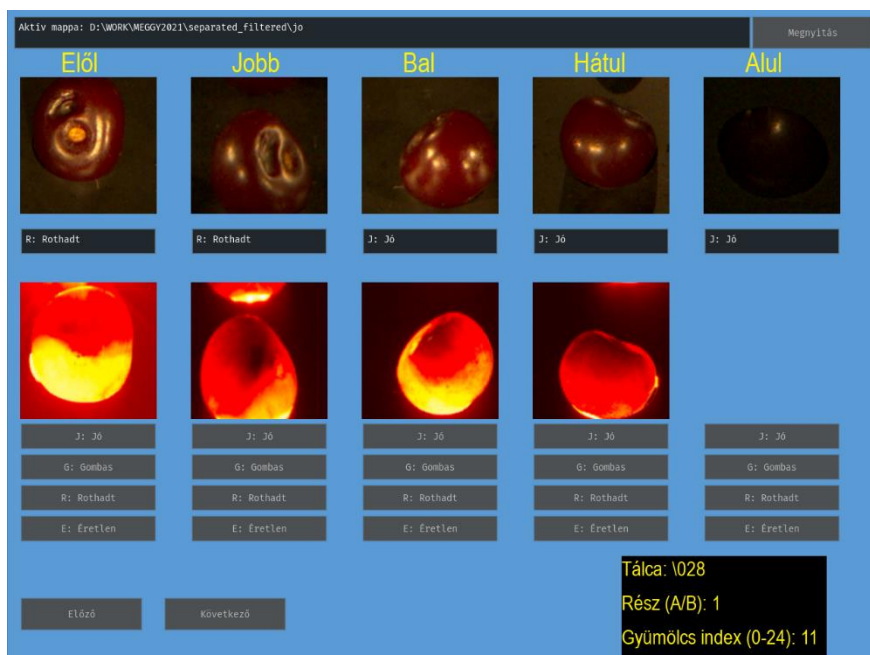
A 2020-as meggy szezon idején elkészült egy több mint 10.000 szemes minta-sor az AI betanítására (annotáció). Ez alapul szolgált az AI fejlesztésnél.

A megvalósulás alatt álló rendszerhez kapcsolódóan több feladatot is meg kellett oldani:

- mozgótálcás meggy ROI (region of interest - keretezés) detekció;

- grafikus meggy annotációs szoftver, a tanító adatok annotálásához és a működés ellenőrzéséhez, adatbázis generálásához;
- annotáció: új - 2021-es adatból osztályozott – adatbázis.

A legnagyobb fejlesztési igényű feladat egy könnyen kezelhető és módosítható grafikus felület létrehozása volt, ami tartalmazza a ROI detekciót, a szem ROI-ok összerendelését, navigálni lehessen a szemek között, valamint megadni oldalanként az osztályozást.



A program python-ban készült, egyszerűen installálható windows és linux alatt is (python 3.6, opencv, pygame, pygame_gui csomagok).

Osztályozás: neurális hálóval (került kialakításra).

A gépi tanulás során 3 részre vágtuk a rendelkezésre álló adathalmazt: train (80%), test (10%) és validation (10%). A tanítás során a háló csak a train halmaz elemeit használhatta és a test halmazon elért eredmények alapján értékeltük a működést. Mivel a háló meta paramétereit (rétegek száma, típusa, paramétereit) a train halmazon elért eredményt nézve változtattuk, ezért volt szükség a validation halmazra, amit csak a legjobbnak ítélt hálókra vizsgálunk meg, és ezt az eredményt tekintjük a háló várható teljesítményének.

Eredmények:

Bináris (jó/nem jó) osztályozás hatékonysága

Szenzor Adat	teszt pontosság %	validáció pontosság %	ms/nézet	ms/tálca (4*50 szem)
fehér + mélyvörös	98,9	95,92	0,23	46
Fehér	97,2	93,5	0,12	24
Mélyvörös	97,3	93,6	0,12	24

A rothadt és gombás osztályok szemre is nagyon hasonlóak főleg a mélyvörös átvilágításokon, ezért nem csoda, hogy ebben az esetben a teszt halmazon sem értünk el 97% feletti eredményt. Ez az eredményesség szempontjából nem jelentős probléma.

„Jó”, „Rothadt” és „Gombás” osztályozás hatékonysága

Szenzor Adat	teszt pontosság %	validáció pontosság %	ms/nézet	ms/tálca (4*50 szem)
fehér + mélyvörös	95,6	92,5	0,23	46

Futási sebesség:

Időszükséglet = Első kép elkészítése + Kép átvétele + ROI detekció + Nézetek összerendelése + Osztályozás

A futtatási tesztek alapján a két 5x5-ös részből álló tálca esetén az 1 mp-es tálca sebességet lehetséges, ha a képeket folyamatosan kapjuk, ahogy készülnek (párhuzamosan futhat az átvétel és a ROI detekció a már meglévő képen).

ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlesztés elérte a célját: a prototípus által végzett automatizált válogatás minősége és sebessége igazodott a kitűzött célokhoz.

Az elvégzett tesztek igazolják, hogy 3 hibaosztállyal dolgozva a használt hálóval 95%+ a megkülönböztetési arány.

A futási idő az elvárt 10ms/szem értéknél jóval gyorsabb, mivel 3-4 nézetrel számolva 1 szem kiértékelése 1 ms alatt van. Ez lehetővé teszi az óránkénti min. 1 tonna feldolgozási teljesítmény meghaladását.

Összességében tehát a fejlesztés tehát sikeresnek mondható. Több elképzelés és javaslat született a vizsgálónál alkalmazott módszer továbbfejlesztésére, illetve a rendszer javítására (alsó megvilágítás megváltoztatása, az üres lyukak és a szem melletti csillanások problémájának hatékonyabb kezelése, a felhordás és a kiválogatott szemek manipulációjának továbbfejlesztése). Ezeket egy későbbi továbbfejlesztésénél érdemes hasznosítani.

