

KOVÁCS HUNOR ÁDÁM  
SZAKDOLGOZAT



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR**  
**MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK**



**SZAKDOLGOZATOK**



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR  
MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK

# KOVÁCS HUNOR ÁDÁM

## SZAKDOLGOZAT

Szálastakarmány felszedő adapter szenzortechnikai  
fejlesztése

Konzulens:

*Vincze Bálint*

Ügyvezető igazgató, HEVESGÉP Kft.

Témavezető:

*Haba Tamás*

PhD hallgató

Budapest, 2024.

Szerzői jog © Kovács Hunor Ádám, 2024.



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék  
<https://mogi.bme.hu>

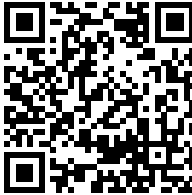
## SZAKDOLGOZAT-FELADAT

NYILVÁNOS

AZONOSÍTÁS	Név: Kovács Hunor Ádám		Azonosító: 71604575360	
	Képzéskód:	2N-AM0	Specializáció kódja: 2N-AM0-BI-2017	Feladatkiírás azonosítója: GEMI:2025-1:2N-AM0:P953MO
	Szak:	Mechatronikai mérnöki alapszak (BSc)		
	Szakdolgozatot kiadó tanszék: Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék		Zárárvizsgát szervező tanszék: Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék	
	Témavezető: Haba Tamás (78224838890), doktorandusz			

FELADAT	Cím	Szálastakarmány felszedő adapter szenzortechnikai fejlesztése Sensor technology development for a forage harvester's collection header
	Részletes feladatok	Tárja fel a mezőgazdasági gépeken használatos szenzortechnikai, adatfeldolgozási és visszajelzési megoldásokat! Válasszon a szálastakarmány felszedő adapteren alkalmazható fordulatszám meghatározására alkalmazható szenzort! Tervezzon az adapterhez és a szenzorhoz megfelelő adatfeldolgozó és visszajelző rendszert! Vizsgálja meg a tervezett mérőrendszer alkalmazási lehetőségeit üzembiztonsági és diagnosztikai feladatok esetén! Foglalja össze a kapott eredményeket magyar és angol nyelven.
	Hely	A szakdolgozat készítés helye: HEVESGÉP KFT. 3360 Heves, Munkácsy út 4. Konzulens: Vincze Bálint, Ügyvezető igazgató

ZÁRÓVIZSGA	1. záróvizsga tantárgy(csoport)	2. záróvizsga tantárgy(csoport)	3. záróvizsga tantárgy(csoport)
	ZVEGEMIBMIE Irányításelmélet	ZVEGEMIBMBM Biomechatronika	ZVEGEGTBMRO Robotok orvosi alkalmazásai

HITELESÍTÉS	Feladat kiadása: 2024. szeptember 2.		Beadási határidő: 2024. december 6.	
	Összeállította:		Ellenőrizte:	Jóváhagyta:
	Haba Tamás (78224838890) témavezető		Dr. Kiss Rita Mária s.k. tanszékvezető	Dr. Györke Gábor s.k. dékánhelyettes
	Alulírott, a feladatkiírás átvételével egyúttal kijelentem, hogy a Szakdolgozat-készítés c. tantárgy előkövetelményeit maradéktalanul teljesítettem. Tudomásul veszem, hogy jogosulatlan tantárgyfelvétel esetén a jelen feladatkiírás hatálytalan.			
	..... Kovács Hunor Ádám			



# NYILATKOZATOK

## *Nyilatkozat az önálló munkáról*

Alulírott, *Kovács Hunor Ádám* (P953MO), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezü aláírásommal igazolom, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és dolgozatomban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a hatályos előírásoknak megfelelően, a forrás megadásával megjelöltem.

Budapest, 2024. november 12.

---

*hallgató*





# Tartalomjegyzék

<b>Előszó</b>	<b>xi</b>
<b>Jelölések jegyzéke</b>	<b>xiii</b>
<b>1. Bevezetés</b>	<b>1</b>
1.1. Feladat bemutatása . . . . .	1
1.2. Célkitűzések . . . . .	2
1.3. Áttekintés . . . . .	3
<b>2. Szakirodalmi áttekintés</b>	<b>5</b>
2.1. Szenzorok fajtái . . . . .	5
2.1.1. Mérendő mennyiségek . . . . .	5
2.1.2. Mérési elvek . . . . .	5
2.1.3. Szenzor kialakítások . . . . .	5
2.2. Jelek feldolgozásának menete . . . . .	5
2.3. Szabályozás módszerei . . . . .	5
2.4. Visszajelzés lehetőségei . . . . .	5
<b>3. Mérőrendszer fejlesztése</b>	<b>7</b>
3.1. Szenzorok . . . . .	8
3.1.1. Mérendő mennyiségek . . . . .	8
3.1.2. Elhelyezés . . . . .	8
3.1.3. Szennyeződések . . . . .	8
3.1.4. Szervizelhetőség . . . . .	8
3.1.5. Kábelezés . . . . .	8

3.2. Jelek . . . . .	8
3.2.1. Szenzorokból származó jelek . . . . .	8
3.2.2. Jelekből adat . . . . .	8
3.3. Szabályozás . . . . .	8
3.3.1. Szabályozás eszközei . . . . .	8
3.3.2. Adatok összehasonlítása . . . . .	8
3.3.3. Hibatűrő rendszer kialakítása . . . . .	8
3.3.4. Szennyeződés kizárása . . . . .	8
3.4. Visszajelzés . . . . .	9
3.4.1. Visszajelzés eszközei . . . . .	9
3.4.2. Human-Machine interface . . . . .	9
3.4.3. Kommunikáció . . . . .	9
<b>4. Összefoglalás</b>	<b>11</b>
4.1. Alkalmazási lehetőségek . . . . .	11
4.1.1. Feladat kivitelezésének lehetőségei . . . . .	11
4.1.2. Üzembiztonsági megoldások . . . . .	11
4.1.3. Diagnosztikai feladatok kivitelezése . . . . .	11
4.2. Eredmények . . . . .	11
4.3. Javaslatok/Következtetések/Tanulságok . . . . .	11
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>12</b>
<b>Summary</b>	<b>15</b>
<b>Függelék</b>	<b>17</b>
<b>Mellékletek</b>	<b>19</b>
M.1. . . . .	19
M.2. . . . .	20

# Előszó

~ ~ ~

## *Köszönetnyilvánítás*

*A köszönetnyilvánítás ide írható.* Ez a sablon a Villamosmérnöki és Informatikai Kar Méreştechnika és Információs Rendszerek Tanszék szakdolgozat és diplomaterv sablonja alapján készült. Köszönöm készítőinek és karbantartóinak a munkájukat.

Budapest, 2024. november 12.

*Kovács Hunor Ádám*



# Jelölések jegyzéke

## *Latin betűk*

Jelölés	Megnevezés, megjegyzés, érték	Mértékegység
$g$	gravitációs gyorsulás (9.81)	m/s <sup>2</sup>
$p$	nyomás	bar
$s$	fajlagos entrópia	J/(kg·K)

## *Görög betűk*

Jelölés	Megnevezés, megjegyzés, érték	Mértékegység
$\eta$	hatásfok	1
$\rho$	sűrűség	kg/m <sup>3</sup>

## *Indexek, kitevők*

Jelölés	Megnevezés, értelmezés
$i$	általános futóindex (egész szám)
nom	névleges (nominális) érték
opt	legkedvezőbb (optimális) érték



# 1. fejezet

## Bevezetés

A mezőgazdasági fejlesztés hangsúlyosabb mint valaha, hiszen a világ népessége növekedését a meglévő földterületeinken kell ellássuk. A mezőgazdasági gépek biztonságát igyekszik elősegíteni jelen szakdolgozat, az egyes alkatrészek meghibásodásának megelőzésével, a veszélyes helyzetek jelzésével.

### 1.1. Feladat bemutatása

A szakdolgozatom a szálastakarmány felszedő adapter szenzortechnikai fejlesztése címet kapta. A szálastakarmány felszedő adapter a mezőgazdaságban alkalmazott szerkezet, amely a silózoknak hajtja végre a szálastakarmány összegyűjtését. A silózók olyan mezőgazdasági gépek, amelyek a szálastakarmány (pl.: lucerna, széna) begyűjtését, összevágását és rövidre darabolását ("szecskázását") végzik, mely állat tápként lesz felhasználva. Az adapter a silózóhoz van csatlakoztatva, ezáltal a működtetést a silózó végzi. Innen érkezik az irányító jel, az elektromos feszültség, a hidraulikus energia és a forgatónyomaték. Az felszedőn több tengely is található, a legfontosabb a felszedő, melyen fogakkal történik a szálastakarmány gyűjtése, felette egy csiga helyezkedik el, mely az adapter szélességében tereli a takarmányt a középtengely felé, ahol is a begyűjtés történik. A csigánál található tengelyen helyezkedik el egy nyomatékhatároló. A nyomatékhatároló feladata, hogy a túlzott terheléstől megvédje a felszedő adaptert, így ha túl nagy nyomaték érkezik a silózó felől, a nyomatékhatároló szétkapcsol és a felszedő roncsolódása elkerülhető. A nyomatékhatároló szétkapcsolások a benne található tárcsák tapadási súrlódása megszűnik, így elkezdenek csúszni egymáson, amely a tárcsák felületének súrlódásához, hosszabb idő alatt roncsolódásához vezet. A nyomatékhatárolók védelme érdekében van szükség egy visszajelző rendszerre, amely a nagy terhelés esetén jelzi az irányítóknak, hogy a nyomatékhatároló megcsúszott. Az én feladatom ezt a rendszert megtervezni, amely a tengelyek fordulatszámának figyelésével érzékelni

tudja ha azok eltérnek a beérkező fordulatszámától, majd a különbség fennmaradásával egy visszajelzést adjon a silózóban tartózkodó irányítónak. A visszajelzés történhet fény, hang vagy mindkettő formájában, a jelzőegységek lehetnek az adapter látható felületein, vagy akár az irányító fülkében is.

## 1.2. Célkritériumok

A dolgozat célja, hogy bemutassa egy mezőgazdasági környezetben való rendszer kialakításának megfontolásait, valamint a tervezési folyamat megvalósítását. Ezen felül az elvárásoknak megfelelő rendszerre való javaslatot tegyen, amely egy termékként alkalmazhatóvá váljék a gyakorlatban is. A feladat során több olyan irányadó cél, elv mentén történt a tervezés, amely vagy felhasználói, környezeti igényeket elégít ki, vagy a fenntarthatóság, az életciklus növelését segíti.

- I. Környezettel, szennyeződésekkel való ellenálló képesség. A felszedő adapteren a két fő szennyező a por és az olaj, így olyan rendszert kell kialakítani, amely vagy szigetelve van kellő mértékben, vagy a szennyeződések nem károsítják a működését. Ez megköveteli az eszközök burkolatban, házban történő tárolását, a csatlakozók kellő szigetelését, illetve por- és olajmentes, vízálló eszközök használatát.
- II. Modularitás, cserélhetőség. A jelen kori gazdák egyik panasza a mezőgazdasági gépgyártók felé, a szerelhetőség jogának ("Right to repair") figyelmen kívül hagyása. Ez a gépek szétszedhetőségét, a felhasználó általi javítási lehetőségének csökkenését jelenti, ezáltal a gyártó szakszervizeiben való költséges, idő- és szállítási igényes javításra kötelezi a gazdákat. A cél egy olyan rendszer kialakítása, amelynek minden alkatrésze cserélhető és hozzáférhető, így bármelyik elem meghibásodása során csak az szorul cserére. Ez a szenzorok csatlakozós, nem kábellel egybeépített változatában, a moduláris, egyszerűen szétköthető szabályozó eszközben, valamint, a vízálló csatlakozók szétszedhetőségében nyilvánul meg.
- III. Támogató tervezés csökkentése. A projekt tekintetében egyszerűsége, a mechanikai tervezés csökkentésére törekvés jellemző, a mechatronikai, rendszer tervezésének előnyben részesítése, valamint a felszedő adapter bonyolításának elkerülése végett. Ez az eszközök a meglévő geometriába való integrálásában, az adapter alkatrészeinek direkt mérésében, és a külön szigetelési és burkolási feladatok csökkentésében látható.
- IV. Biztonság. A biztonságosság mind a rendszer kitartó működésére, mind a környezetének, üzemeltetőinek megóvására vonatkozik. A projekt során az elektromos



berendezések szigetelésére és elzárására, valamint az eszközök külső hatásoktól védésére is hangsúly lett fektetve.

### 1.3. Áttekintés

A rendszernek 4 alapvető része van: érzékelés (szenzorok), szabályozás, visszajelzés és kommunikáció. Az érzékelés esetében bemutatásra kerül a különböző fordulatszám mérő mechanizmusok közötti különbség, az egyes mechanizmusok előnyei és hátrányai, valamint ezek alapján a célnak megfelelőek is kiderülnek. A szenzorok megvalósítása is tárgyalva lesz, a különböző rendszerekben alkalmazott szenzor kivitelezések, szabványok és megoldások. Ezen felül a szenzorok elhelyezkedése, kábelezése, a felszedő adapterre való alkalmazásuk is ábrázolva lesz. A szabályozás során az ipari eszközök lesznek bemutatva, amelyek a szenzorok adatait fel tudják dolgozni, valamint programkódokat, irányítási feladatokat kivitelezni tudnak. Lesz szó a különböző megoldások alkalmazásainak lehetőségéről, egymáshoz képesti összehasonlításuk is megtörténik, az egyes szabályozó eszközökkel járó rendszerbeli változtatás, valamint a rendszer igényei szerinti szabályozó eszköz változása is feltérképezésre kerül. Végül a szabályozás eszközeinek elhelyezése, biztonságtechnikai megfontolásai és időállóságának kialakítása is fényre derül. A visszajelzés a rendszer mindennapokban érzékelhető része, ugyanis ez az emberrel való kommunikációjának a platformja. A jelzésnek több módszere áll rendelkezésre, melyek között a rendszer adottságai valamint a felhasználó igényei választanak. Az egyszerű fényjelzések, hangjelzésektől egészen a kijelzőkön megjelenő részletes információkig bemutatásra kerül, melyiknek milyen igényei vannak, illetve melyik praktikus jelen felhasználásunkban. A kommunikáció fogja össze a projektet, biztosítja az egyes részek közötti információáramlást. A kommunikációs protokollok, metódusok meghatározzák a rendszer többi részének minden elemét, a szenzorok feldolgozásának sebességétől, a szabályozó elem kiválasztásán át, a visszajelzés platformjáig. A rendszerünk egészének tervezése során bemutatásra kerül a kommunikáció módszereinek hangsúlya, lehetőségei, valamint a környezeti hatásokkal szemben való védelem kritikus szerepe is.



## 2. fejezet

# Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. Szenzorok fajtái

#### 2.1.1. Mérendő mennyiségek

A feladatom során, a nyomatékhatároló csúszásának meghatározásához az azt megelőző és azutáni tengelyek fordulatszámának összehasonlítására van szükség. Egy tengely fordulatszámának mérésére több megközelítés is létezik. Lehetséges a tengely elfordulásának közvetlen mérése, akár fordulatonként egyszer történő jeladás regisztrálása, vagy a tengely kerületén érzékelhető folyamatos változás. A fordulatszám más mért mennyiségekből is származtatható, például integrálás útján gyorsulásmérésből, vagy deriválással szögelfordulásból, azonban ezeknek a pontossága nem minden esetben megfelelő, valamint a számítási igénye is magasabb az ilyen módon származtatott jeleknek.

#### 2.1.2. Mérési elvek

#### 2.1.3. Szenzor kialakítások

### 2.2. Jelek feldolgozásának menete

### 2.3. Szabályozás módszerei

### 2.4. Visszajelzés lehetőségei



## **3. fejezet**

# Mérőrendszer fejlesztése

## 3.1. Szenzorok

3.1.1. *Mérendő mennyiségek*

3.1.2. *Elhelyezés*

3.1.3. *Szennyeződések*

3.1.4. *Szervizelhetőség*

3.1.5. *Kábelezés*

## 3.2. Jelek

3.2.1. *Szenzorokból származó jelek*

3.2.2. *Jelekből adat*

## 3.3. Szabályozás

3.3.1. *Szabályozás eszközei*

3.3.2. *Adatok összehasonlítása*

3.3.3. *Hibatűrő rendszer kialakítása*

3.3.4. *Szennyeződés kizárása*

csatlakozók

### **3.4. Visszajelzés**

*3.4.1. Visszajelzés eszközei*

*3.4.2. Human-Machine interface*

*3.4.3. Kommunikáció*





## 4. fejezet

# Összefoglalás

### 4.1. Alkalmazási lehetőségek

4.1.1. *Feladat kivitelezésének lehetőségei*

4.1.2. *Üzembiztonsági megoldások*

4.1.3. *Diagnosztikai feladatok kivitelezése*

### 4.2. Eredmények

Az összefoglaló értékelés a három oldalt lehetőleg ne haladja meg! Az elvégzett munka és eredményeinek bemutatása egyes szám első személyben fogalmazva.

### 4.3. Javaslatok/Következtetések/Tanulságok

A feladat elkészítése során levont tanulságok összefoglalása. Javaslattétel, továbbfejlesztési lehetősége bemutatása, előretekintés a jövőbe stb.

Budapest, 2024. november 12.

*Kovács Hunor Ádám*



# Irodalomjegyzék



# Summary

Az elvégzett munka rövid, másfél oldalt meg nem haladó, de legalább 2/3 oldalnyi terjedelmű angol nyelvű összefoglalása.

Angol nyelven készített dolgozat esetén magyar nyelvű összefoglaló kell, ha a készítő magyar anyanyelvű. Nem angol vagy nem magyar nyelven készített dolgozat esetén kötelező az angol nyelvű összefoglaló, és ha a készítő magyar anyanyelvű, akkor a magyar nyelvű is.

**Keywords** *mechatronika, szabályozástechnika, szálaskarmány, szenzor, mezőgazdaság*



# Függelék





# **Mellékletek**

**M.1.**

**M.2.**