



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
”РАЗВИТИЕ НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ”
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Схема BG051PO001-3.3.06



„Подкрепа на развитието на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени”

Договор: BG051PO001-3.3.06-0002

Име на проект: **„Повишаване на ефективността и качеството на обучение и на научния потенциал в областта на системното инженерство и роботиката”**

Бенефициент: **Институт по Системно инженерство и Роботика - БАН**

Тема: **„Повишаване на точността и бързодействието на работи чрез използване на идентификация и сензорна информация”**

Част 2

Лектор: **Доц.д-р Роман Захариев**

КРАТЪК ПРЕГЛЕД НА *HORTIBOT* РОБОТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ОТСТРАНЯВАНЕ НА СЕЛСКОСТОПАНСКИ ПЛЕВЕЛИ

- Конструкцията **HortiBot** е създадена на база на предшестващ модел **Spider ILD01**, робот, предназначен за работа в пресечени селскостопански райони. Роботът може да преодолява наклони до 40° и е изработен в Dvořák Machine Division, Czech Republic. Задвижването на 4-те колела се осъществява от централен хидравличен привод, а въртенето около осите им – с DC двигатели. Управлението на робота е с бордови контролер и дистанционен компютърен център. Изменението на посоката на движение се осъществява от паралелното завъртане на 4-те колела.



Външен изглед на HortiBot

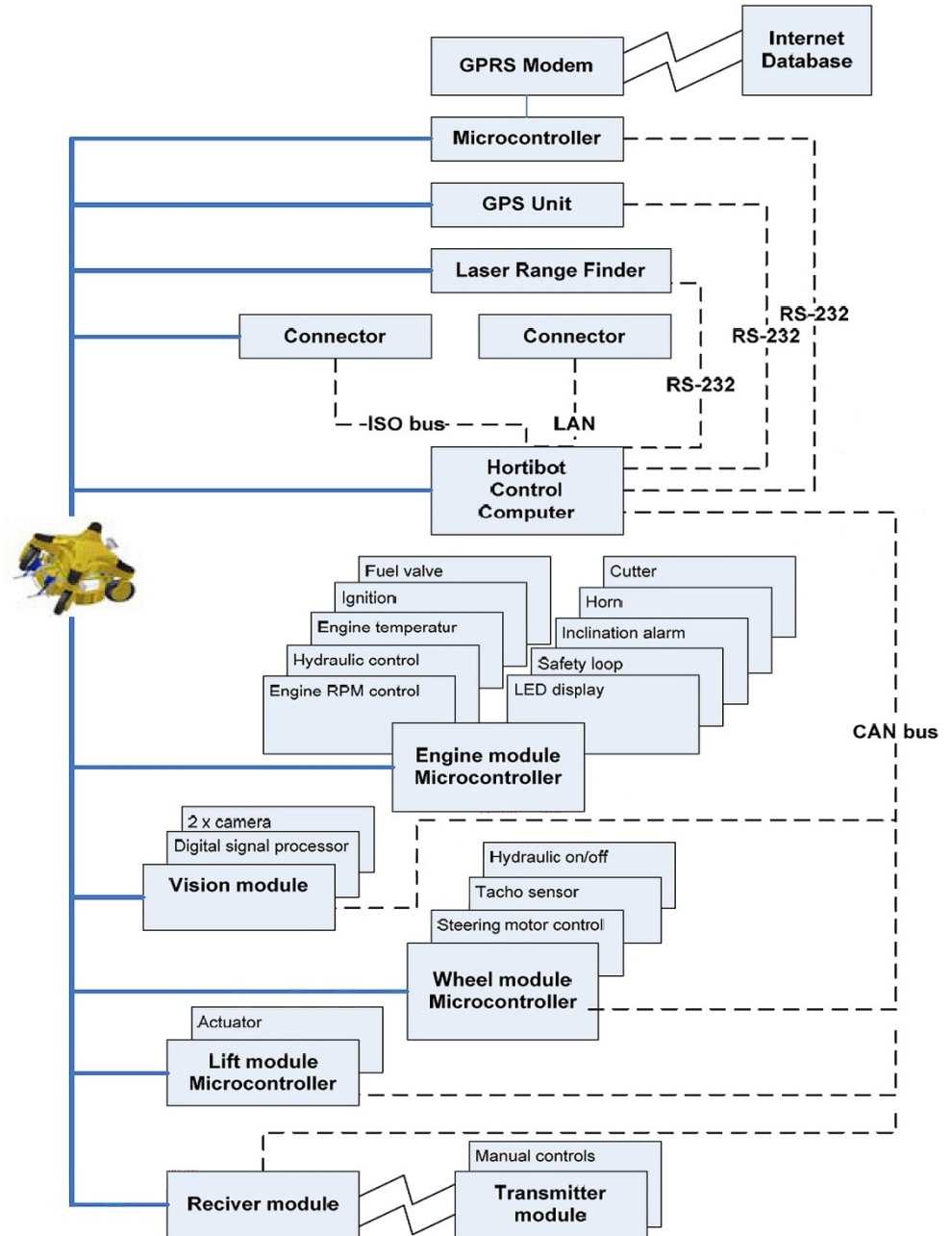
КОНСТРУКЦИЯ на РОБОТ HortiBot

- От гледна точка за сигурност и стабилност на мобилния робот HortiBot, както и с оглед на адаптируемостта към бъдещи изменения и подобрения, конструкторите използват големия опит, натрупан от автомобилната индустрия – по отношение предимствата на модулните конструкции. А те са:
 - - всеки функционален модул има собствено управление и индивидуални функции;
 - - всеки модул се тества независимо един от друг в централния компютър;
 - - модулите са лесно приспособими към бъдещи приложения; - възможно е чрез апаратни средства на компютъра да им се зададат специфични функции и пр.



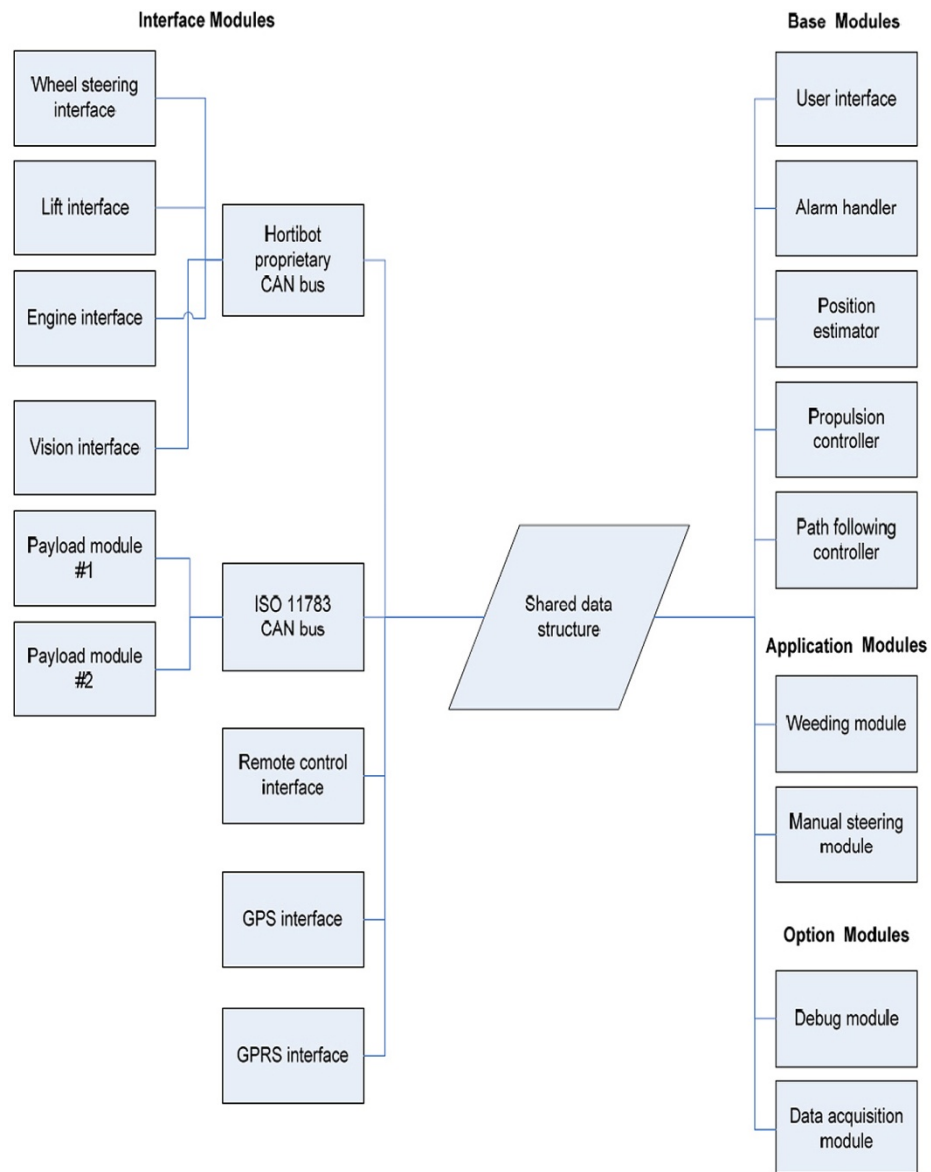
Hortibot Control Computer

Изграден на база на стандартна архитектура PC/104, състои се от Intel x86 обслужващ 300 Mhz CPU модул, CANbus модул, сериен интерфейс модул и Ethernet модул. Стандартният твърд диск е заменен с Compact Flash card, за да се отстрани вредното въздействие на неизбежните вибрации и температурни изменения по време на работа на HortiBot.



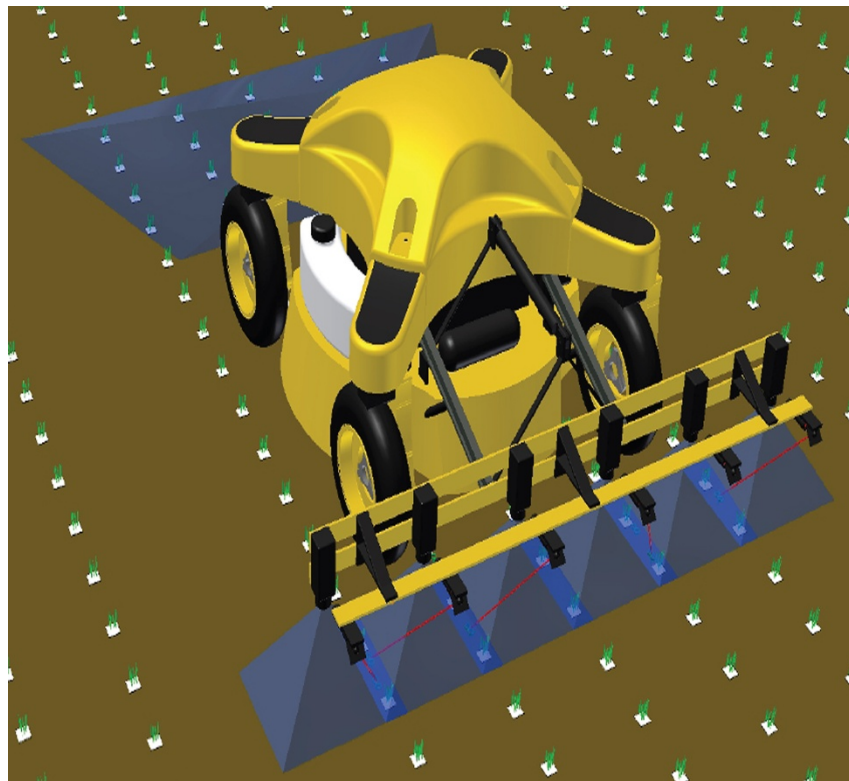
Софтуерната архитектура на Hortibot Control Computer (HCC)

- Операционната система на HCC е базирана на Linux, iComLinux, разработка на Cetus, Дания. iComLinux установява Compact Flash card в състояние read-only, и в течение на изпълнението на командите, всички записи се извършват на RAM-disc-a. Това дава следното предимство:
- Ако HCC бъде изключен, няма да се допуснат системни файлови грешки.



Модулът за зрение, на фирма Eco-Dan A/S, Denmark

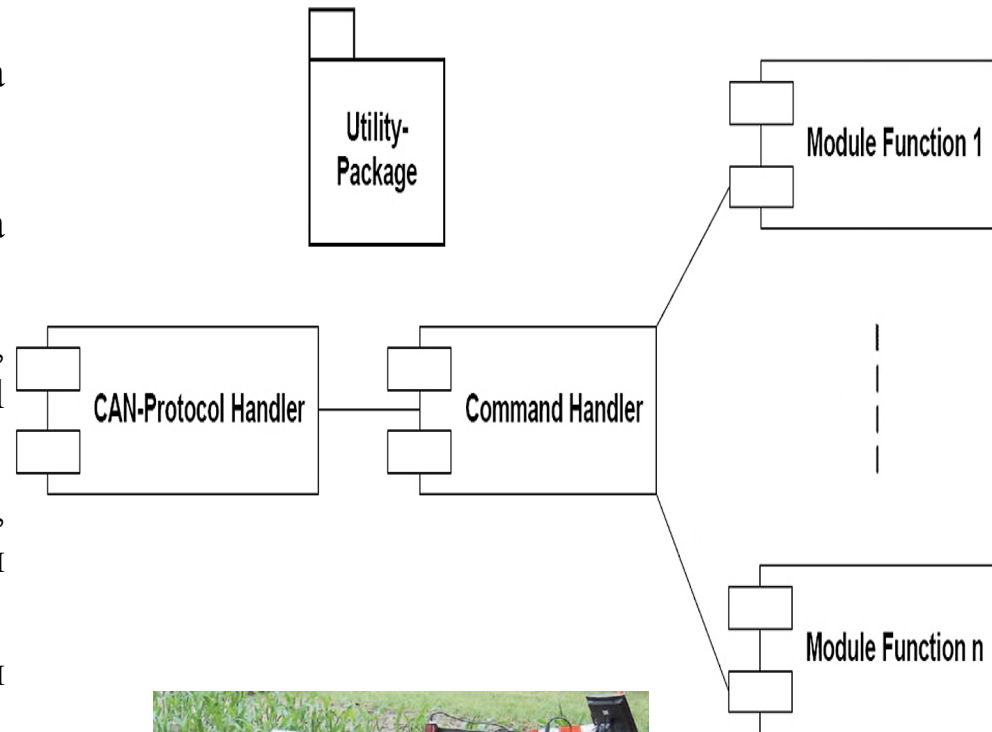
- Нова **стерео** система с **цветно** зрение и с 3D информация на налични градински и селскостопански посевни насаждения. Мощен цифрово-сигнален процесор (DSP) анализира постъпващите данни от изображенията.
- Чрез елиминиране на основния посевен материал, процесорът анализира наличието на плевели, опознавайки ги по контур, цвят, височина, индивидуална листна маса и пр.
- Връзката между НСС и модулът за зрение Eco-Dan се осъществява чрез CANbus.



Отпред видеонаблюдението следи 5 посевни реда, отзад (на преден план) е показана механичната ръка, с прикрепени към нея инструменти за плевелоотстраняване

Компонентите във функционалните модули

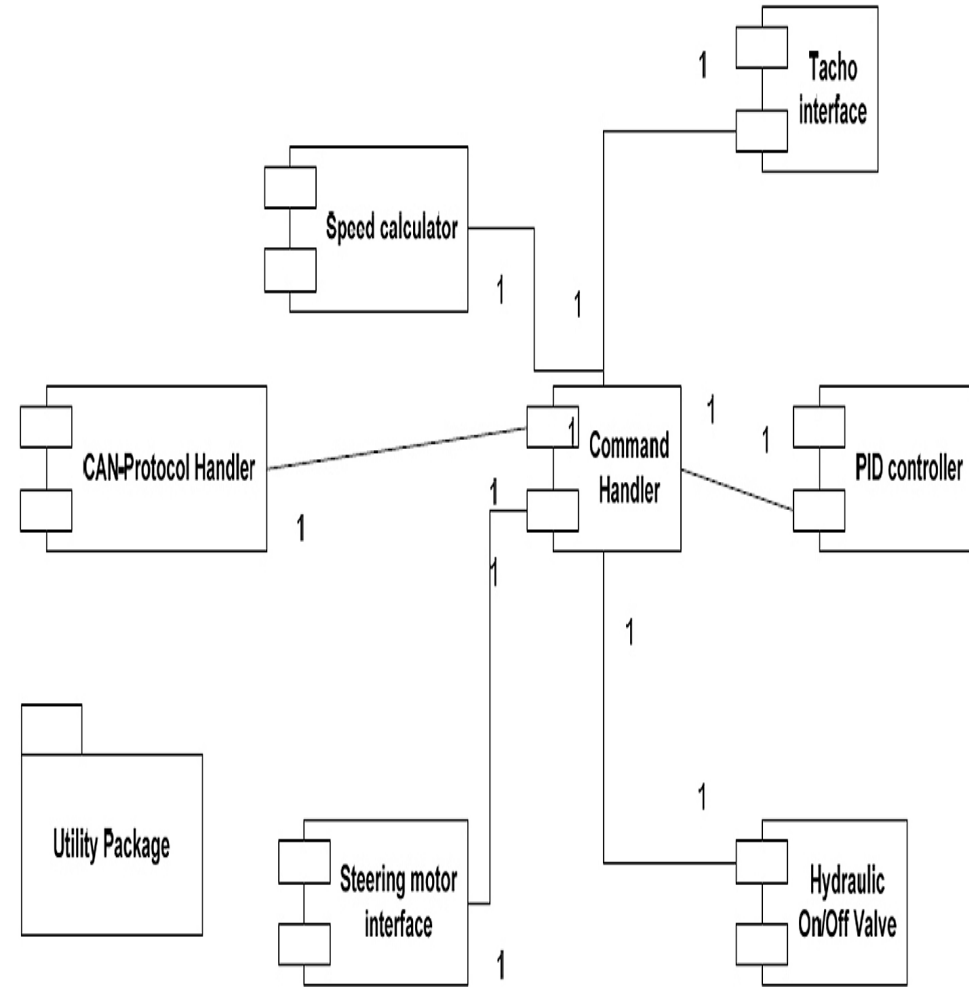
- Всички функционални модули трябва да имат следните компоненти:
- - CAN-Protocol Handler – за поддържане на CAN-bus protocol;
- - Command Handler – компонент, интерпретиращ командите от Central Computer към CAN-Protocol Handler;
- - Module Function – компоненти, поддържащи специфични функции и интерфейс към сензорите и актуаторите;
- - Utility Package – пакети, съдържащи общи компоненти и базирани на съвместен код.



Управляващ модул за завъртане на колелата

(кормилното управление)

- 4-те колела са самостоятелни и всяко от тях е със собствен функционален модул.
- Основната задача на модулите е да управляват направлението на колелата и да измерват скоростта на въртене.
- Модулът не може да управлява скоростта на задвижване (хидравличното налягане), но установява състоянието on/off на вентила (в случай на забуксуване на колелата).
- Основното наблюдение и управление на завъртането и задвижването на колелата се извършва от НСС (Hortibot Control Computer)



Аύτοάί εςεάää íà HortiBot

Двигателен Управляващ Модул

Този модул е отговорен за задвижването и наблюдаването на главния двигател с ВГ.

Регулирайки хидравличното налягане и поток, се управлява задвижването на HortiBot. Подобно и на други модули, и тук генералният контрол се осъществява от НСС (Hortibot Control Computer). Отделните елементи на този модул са:

- - **Hydraulic Valve Motor Interface** – регулира хидравличния клапан и отчитайки текущата позиция формира аналогов сигнал;
- **PD valve controller** – регулира положението на хидравличния клапан, използвайки **Hydraulic Valve Motor Interface**;
- **Speeder interface** - отчита текущата скорост (об/min) на ДВГ.
- **PWM Speeder Controller** – определя скоростта на ДВГ;



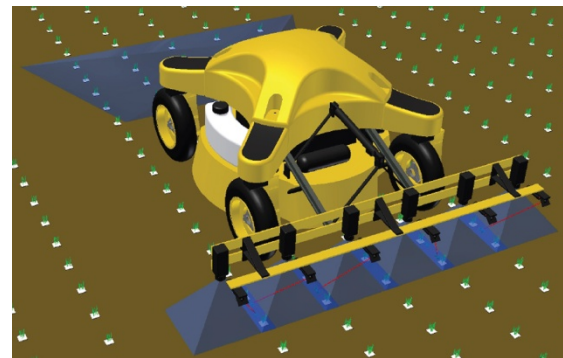
Двигателен Управляващ Модул

- **Cutter interface** - управление включване и изключване на инструментите, в зависимост от типа им;
- **Inclination Alarm** – алармира при отклонения
- **Ignition** – задейства запалването на основния ДВГ;
- **Safety Loop Status** – компонент, проверяващ условията на безопасността на цикъла и подава тази информация към НСС;
- **Fuel On/Off Valve** – отваря и затваря горивния клапан;
- **Get Fuel Level** – установява количеството гориво и подава информация към НСС;
- **LED / Hour Meter Control** – компонент, регулиращ LED и тахометър;



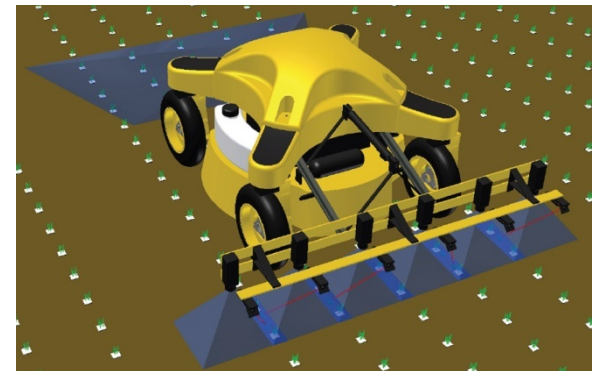
Класификация на физическите методи, за унищожаване на плевели, приложими към системата *HortiBot*

- Независимо от това, кой от следващите методи за унищожение на плевели ще се приложи, важно предварително условие е, да има навигация при засяване на посева, независимо дали тази навигация ще се осъществи от GPS, или ще се определи на място от системата за машинно зрение (Eco-Dan) на HortiBot.
- Точното определяне на редовете, междуредията и отстоянията между отделните растения по протежение на редовете, са предпоставка за правилното подвеждане на плевелоотстраняващите инструменти.



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **1. Air jet**
- Инжекция със сгъстен въздух, перпендикулярно на горния слой на почвата, чрез клапани за превключване на въздушния поток;
- **2. Air jet with abrasive material**
- Инжекция със сгъстен въздух, с добавен абразивен материал, насочена към листната маса на плевела, перпендикулярно, чрез серия от микро-сопла;
- **3. Brush weeder**
- Ротационни иглено-стоманени четки, с малък диаметър, работещи във- и извън редовете. Имат и дълбочинно вкопаване. Монтирани са на манипулатор, в задната част на HortiBot. Сравнително сложно управление;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **4. Finger weeder**

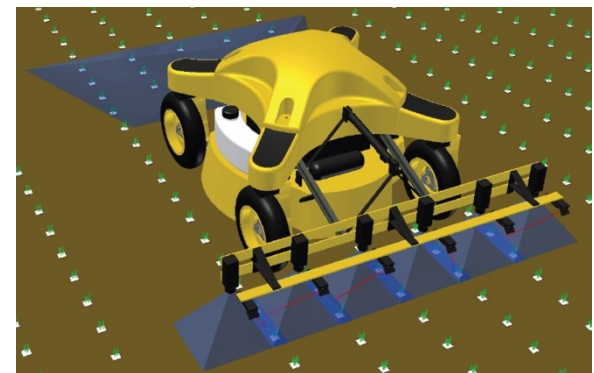
- Палцов плевелоотстранител, с вкопаващо действие. Състои се от два палеца, които извършват сложно въртеливо, вкопаващо-изваждащо и въртеливо движение, при което, при вкопаване, палците са събират един към друг, с цел подкопаване и изваждане на коренната система на плевела. Палцовата фреза работи във- и между редовете и се управлява от манипулатор, вграден в задната част на HortiBot и управляван от НСС;

- **5. Flame weeder**

- Горелки, тип “Sievert”, с газ пропан, разположени перпендикулярно на редовете, унищожават листната маса на плевелите.

- **6. Flex tines**

- Гъвкави зъбци. Разравят повърхностно почвата. Манипулатор за трансверзално (напречно) движение в общия случай не се прилага, освен когато се изисква завишена агресивност от зъбите в междуредията;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **7. Grasp and twist weeder**

- Захващащо-въртеливо изтегляне на коренната система на плевела. Дълбочинно ротационно вкопаване, захващане и въртеливо изтегляне. Монтира се на роботизирана ръка с 3 управляеми оси;

-

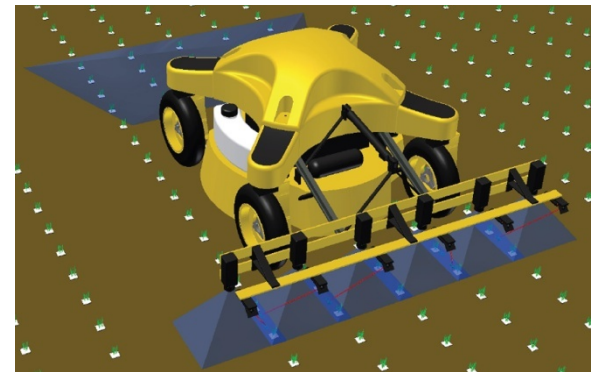
- **8. High voltage electrode**

- Разряд с високо напрежение (14 kV), йонизиращо водата в листната клетъчна маса на плевела и съответното му унищожение. Задължително необходимо заземление;

-

- **9. Hot water or hot water with foam**

- Нагрята вода (90 °C), съчетана с биоактивна пяна, разпръсквана от серия сопла, разположени отгоре и перпендикулярно на редовете;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **10. Infra-red**

- Индиректно третиране с топлина, подавана от 2 нагрят керамични екрана (плочки) с малки размери – 5 см. Използва се манипулатор, който извършва трансверзално и височинно направляване, и върти двете излъчващи плочки около листната маса на плевела;

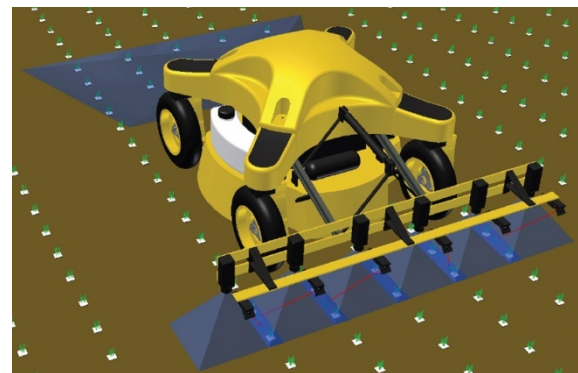
- **11. Laser (CO₂, Nd:YAG, etc.), thermal**

- Лазери, от посочените типове – CO₂, ниодимови, диодни и пр. нагряват и изпаряват водата от тъканната маса на плевела. Лазерните огледала се управляват от актуатори, тъй като е важно точното отстояние до плевела;

-

- **12. Laser (CO₂, Nd:YAG, etc.), cutting**

- Лазери от посочените типове, но с по-голяма излъчваща мощност, които прогарят apical meristems (семеделният лист) на плевела.



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **13. Liquid N2 or CO2**

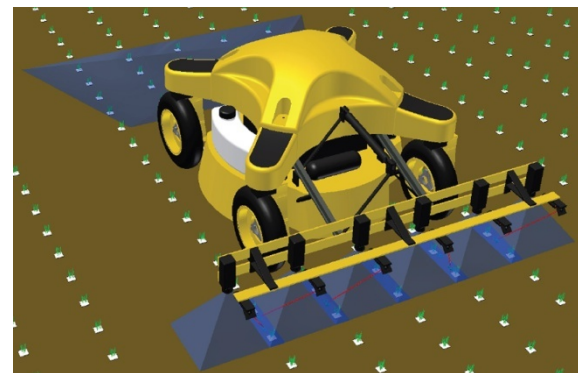
- Третиране с течни азот или CO₂. Унищожаване на тъканната на плевела маса чрез студ;

- **14. Magnetron (Microwaves)**

- Електромагнитно излъчване (2.45 GHz), провеждано през пирамидален вълновод, покриващо площ с размери 20x20 см, загрява водата в тъканите на плевела и води до молекулярно триене и унищожение;

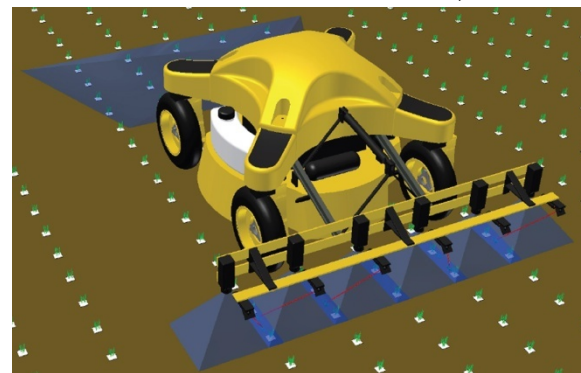
- **15. Mower**

- Система от 2 малки подрязващи дискове, с диаметър 10 см., обработващи листната маса на плевела. Работят на 2 см над почвата. Необходимото трансверзално (напречно) движение и височинна настройка, както взаимното завъртане и ножово обхождане на плевела, се осъществява от манипулатор;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **16. Mulching with biological material**
- Наторяване (пръскане) с биологичен материал, насочван чрез шлангове в зоната на плевела. Шланговете са свързани с манипулатор, осъществяващ точно позициониране на разтвора, за да не се засегне културното растение;
-
- **17. Rotating steel rods**
- Ротиращи стоманени раздвижни брани. Брануват в горния слой на почвата около коренната система на плевела. Използват се с механизъм за вкопаване и за събиране на отделните зъбци при вкопаването и изкореняването на плевела;
-
- **18. Rotating vertical blades**
- Ротиращи вертикални ножове – система от 2 ножови глави. Прорязват горния слой на почвата. Съоръжени с манипулатор, осъществяващ трансверзално движение и дълбочинно вкопаване. Въртеливо движение на ножовите глави около плевела;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **19. Steam**

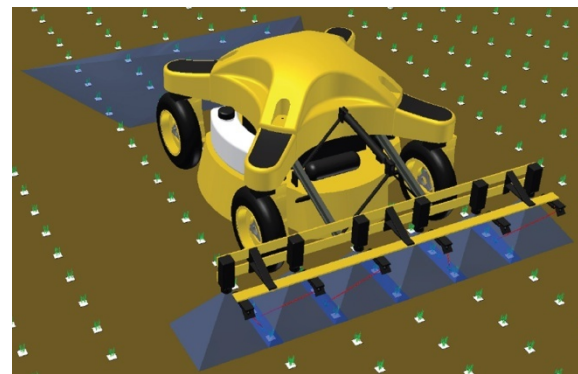
- Третиране с пара. Група от сопла, насочени надолу и перпендикулярно на плевела, въвеждат пара с температура 175 °с. Система от клапани, включващи и изключващи системата;

- **20. Sweep hoes**

- Прочистващи мотики. Могат да бъдат влачеци и ротационни. Хоризонтално и вертикално управление – при влачещите. При ротационните – манипулатор, осъществяващ въртене около плевела;

- **21. Torsion tines and blades**

- Усукващи зъбци и ножове. Разравят повърхностно почвата и изкореняват плевела вътре в редовете. Задължително са прикачени към манипулатор, предвид сложните движения и за точно позициониране и незасягане на културното растение;



Физическите Методи за Плевелоотстраняване

- **22. UV-light**

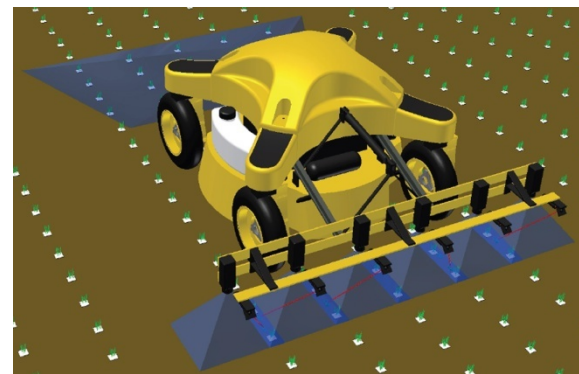
- Третиране на плевела с мощно UV-лъчение с енергия – 17 kJ, предизвикващо нагряване на тъканната маса. Осъществява се от система с 2 лампи, с трансверзално и въртеливо около плевела движение, управлявано от манипулатор;

- **23. Water jet**

- Водно-реактивна инжекция. Подаване на вода с високо налягане през дюзи. Работят в реда. Система от 2 двойки дюзи, разположени под наклон и симетрично на реда, работещи близко до почвата и подаващи водни импулси в зоната на кореновата система. Клапани за включване/изключване. Задължително височинно регулиране;

- **24. Water jet with Abrasive material**

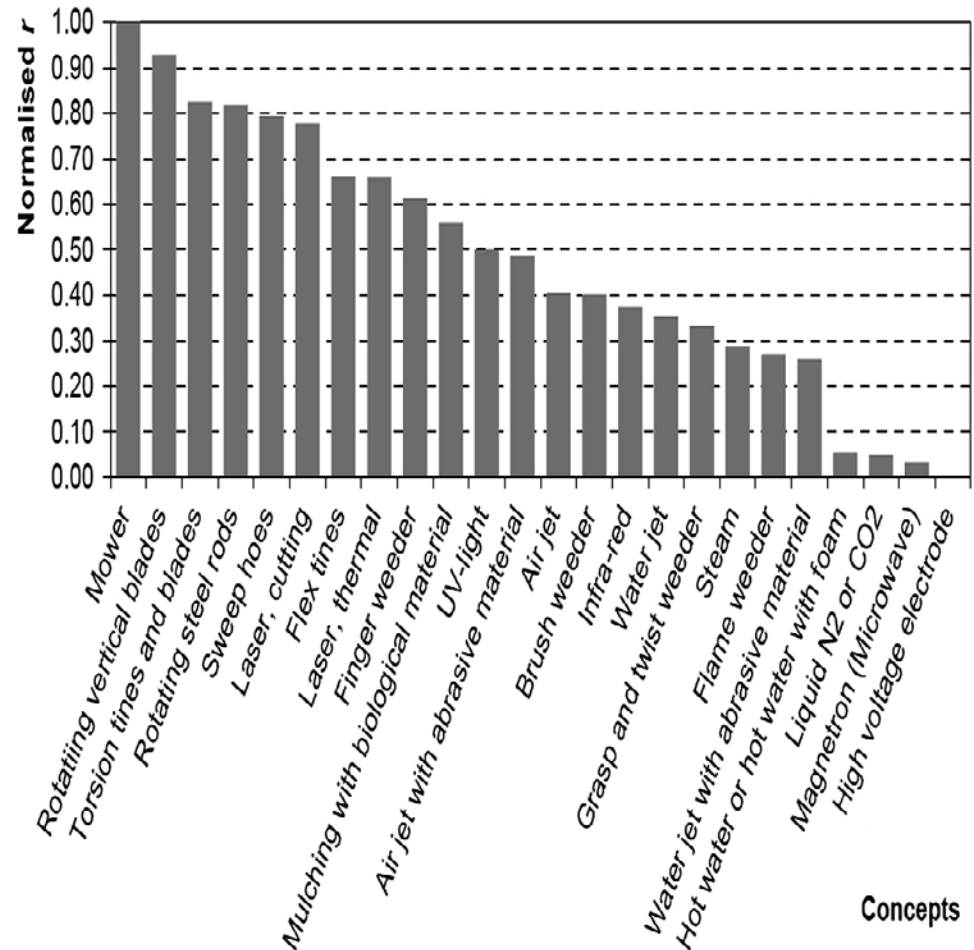
- Водно-реактивна инжекция, с абразивен материал, кварцов пясък. Работят в реда. Система от сопла, разположени надолу и перпендикулярно на редовете. Клапани за бързо превключване на подавания абразив, за да не се засегне културното растение;



Методи за механизизирано плевелоотделяне, приложими с робот HortiBot.

Височинно представяне по перспективност

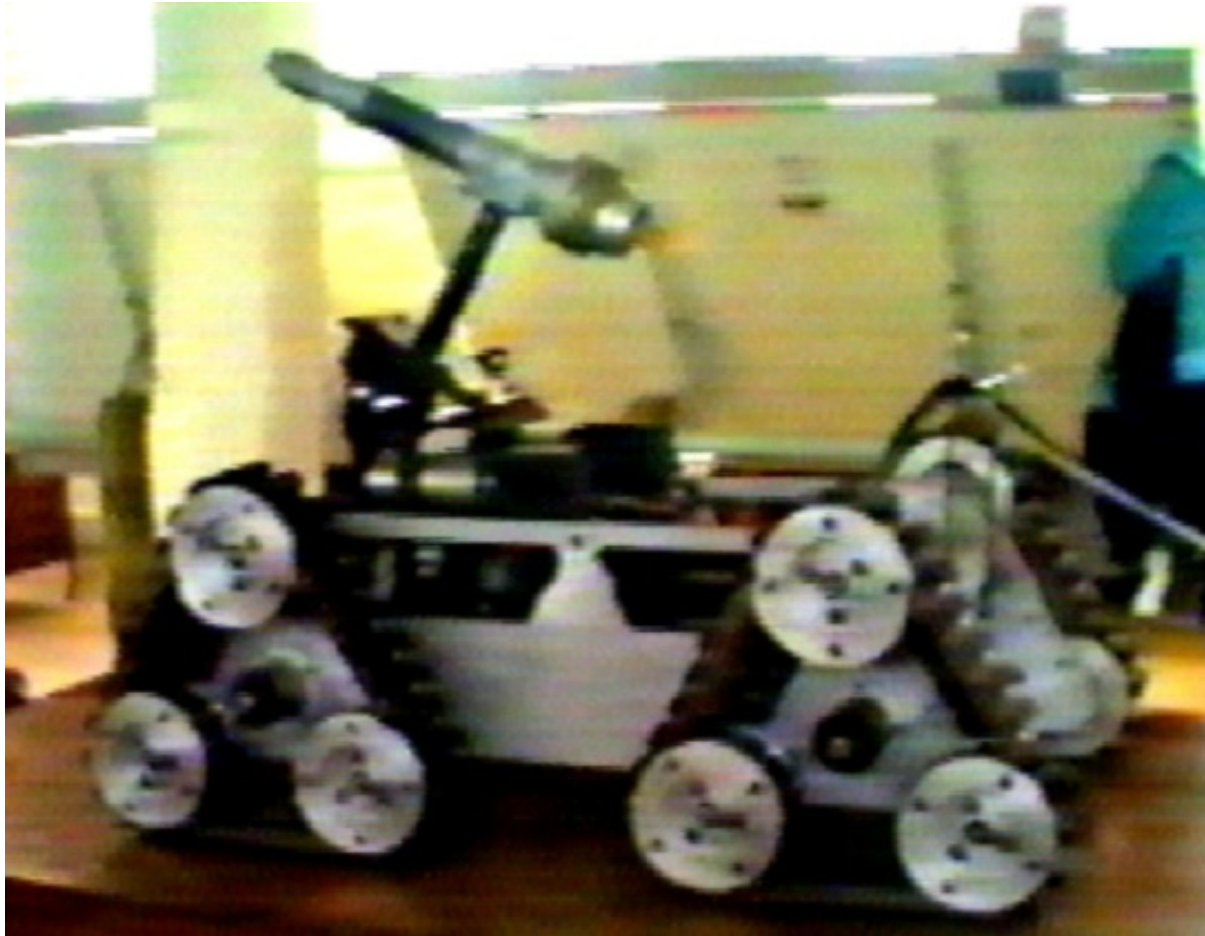
- Показани са гореизброените методи за плевелоотстраняване, по данни на Датския Научно-технически изследователски съвет (STVF) и на Датския селскостопански Научно-изследователски съвет (SJVF), след извършени многократни тестове, височинно подредени по ефективност.
- По вертикалата – $1.00 = 100\%$ отстраняемост на плевелите



Concepts



ИНСТИТУТ ПО СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО И РОБОТИКА - БАН



Заклучение

- Идеята, за въвеждане на селскостопански работи в реални земеделски площи, е въз основа на европейска директива – EU 178/2002.
- Показаните добри резултати от полевите тестове на **HortiBot**, а също и от тестовете на други роботизирани плевелоотделящи системи – неразгледани в този доклад, а именно **Green Trac**, **RTK-AutoSteer** и др. са предпоставка за внимателно вглеждане в проблема от страна на българските фермери.
- Специалистите по Мехатроника и Роботика са в състояние на съвременния етап да реализират такива Мехатронни системи, тъй като всъщност тези работи са една Мехатронна система, и предвид натрупания вече литературен материал и знания, и наличния потенциал на специалистите от ИСИР - БАН, е възможно, при съответно финансиране, да се премине на един следващ етап към опитни разработки на български роботизирани плевелоотстраняващи работи.

- **БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО ВИ!**