



Farm App

Проучвания за дигитализация в селското стопанство и възможности за оптимизиране на процесите в рамките на продуктовата верига

Проект „Разработване и реализиране на мобилно приложение за онлайн пазар и търговия на фермерски продукти посредством система за геолокация на производителя, геотаргетиране и дигитален маркетинг“ – ФЕРМАПП

Съдържание

Въведение.....	4
Примерни концепции за прилагане на AI в земеделието.....	6
Интелигентно управление на ресурсите и намаляване на отпадъците	6
Автоматизирано оборудване и поддръжка	7
Мониторинг на растежа и здравето на растенията	8
Автоматизирана система за напояване на културите	11
Управление и мониторинг на условията на полето.....	13
По-добро вземане на решения базирани на данни	13
Растениевъдство в контролирана среда	13
ИИ в действие	16
ПРЕЦИЗНО ЗЕМЕДЕЛИЕ БАЗИРАНО НА ПЛАТФОРМАТА ЗА ДАННИ AZURE.....	16
СЕИТБА СЪС СИСТЕМАТА PUDAMA	23
ПРОГНОЗИРАНЕ НА ПРОДАЖБИТЕ	29
Въздействие на ИИ – анализиране и валидиране	32
Видове показатели свързани с прилагане на ИИ	33
Основни ключови показатели за ефективност на проекти използващи ИИ.....	34
Производителност	34
Оперативна ефективност	35
Удовлетвореността на клиентите	35
Растеж на приходите	36
Подобряване на устойчивостта и екологосъобразното земеделие	36
Здраве на почвата	37
Намаляване на отпадъците	37
Устойчивост на използваните водни ресурси	37
Влияние върху околната среда.....	37
Биоразнообразие.....	37
Показатели за социална и икономическа устойчивост	38
Приемане и удовлетвореност на потребителите	38
Степен на осведоменост и обучение	38
Степен на приемане	39
Удовлетвореност.....	39

Предизвикателства и бариери	39
Дългосрочно създаване на стойност	39
Динамична среда и конюнктура на пазара – корекция на показателите за анализ и валидиране на ИИ	40
Използвана литература и източници	42

Списък на фигурите

фигура 1 Ортомазечно заснемане на терен (източник: Equinox's Drones).....	7
фигура 2 DJI Inspire 2 (източник: Equinox's Drones)	7
фигура 3 Автономни селскостопански машини (източник: ЕС, „Artificial intelligence in the agri-food sector“).....	8
фигура 4 Съоръжения за роботизирано плевене (източник: ЕС, „Artificial intelligence in the agri-food sector“)	9
фигура 5 Съоръжения за роботизирано плевене La Chèvre (източник: NEXUS ROBOTIC)	10
фигура 6 Съоръжения за роботизирано плевене – „see&spray“ (източник: BRT)	11
фигура 7 Архитектура от високо ниво: базирано на изкуствен интелект цифрово приложение за интелигентно напояване. (източник: AIDSI: An AI-based digital system for intelligent irrigation)	12
фигура 8 Земеделие в контролирана среда - аеропоника (източник: OnePointOne).....	14
фигура 9 Земеделие в контролирана среда – ситемата Oppolo (източник: OnePointOne)	14
фигура 10 Архитектура на използваната от МНР платформата (източник: Infopulse) ...	20
фигура 11 Обединен набор от данни за производителността, събран от няколко машини в различни дни (източник: GeoPard Agriculture).....	21
фигура 12 Работен екран от Equation-based analytics модула на GeoPard (източник: GeoPard Agriculture)	22
фигура 13 Клъстеризиране на фактическа карта с предписания As-Planted срещу VRA (източник: GeoPard Agriculture).....	22
фигура 14 360° полеви анализи: полеви потенциал, реколта, почва и GPS топография (източник: GeoPard Agriculture).....	23
фигура 15 Сеитба на царевица със системата Pudama (източник: Kverneland)	24
фигура 16 Развитие на растението при използване на системата Pudama (източник: Kverneland)	25
фигура 17 Принцип на работа на системата Pudama (източник: Kverneland).....	25
фигура 18 Схема на прилагане на тор (източник: Kverneland)	26
фигура 19 Относителен добив на силаж и царевица при класическо наторяване 0-100% и прилагане на системата PUDAMA (източник: M. Bouten 2017/2018)	26
фигура 20 Опитни резултати (източник: Kverneland)	27
фигура 21 Пролетна сеялка Kverneland TFprofi с високоскоростната секция – SX. (източник: НИК)	27

Въведение

Селското стопанство глобално, а в частност растениевъдството, играе решаваща роля за изхранването на нарастващото световно население. От друга страна земеделците са изправени пред нарастващи предизвикателства по отношение на добивите на култури поради изменението на климата, недостига на вода, необходимостта от устойчиви земеделски практики и свръх консумацията на ресурси. Добивът на природни ресурси нараства с невероятни темпове. Например, през 2022 г. материалният отпечатък на ЕС възлиза на зашеметяващите 14,8 тона на глава от населението. Ясно е, че потреблението на ресурси ще продължи да расте по-бързо от икономическото производство, което изисква незабавна оптимизация на използването на природните ресурси. Според Организацията по прехрана и земеделие на Обединените нации (FAO), световното население ще достигне 9,1 милиарда до 2050 год, което е с 34% повече, отколкото е то през 2023 год.. Проучването предполага, че за да се изхрани това население, производството на храна трябва да се нарасне с 60%, за да отговорят на прогнозираното търсене или увеличение с 3 милиарда тона на добивите на зърнени култури. В тази връзка и предвид изискванията, както за земеделците, така и за управляващите, е този сектор да потърси решения в използването на нови технологии като изкуствен интелект (AI) и компютърно зрение (CV) за справяне с тези предизвикателства за подобряване на добивите.

Земеделският сектор преминава през период на бърза трансформация, воден от глобалните въздействия от изменението на климата, демографските и миграционните потоци и неравномерния икономически растеж. В този контекст дигитализацията може да помогне селскостопанския сектор, в частност растениевъдството да увеличи добивите от култури, като същевременно допринесе за борбата с изменението на климата и позволи по-доброто управление на ресурсите.

Дигиталната трансформация е процес на намиране на решения за социални и секторни нужди чрез използване на цифрови технологии. Дигитализацията в селското стопанство може да се определи като „трансформация“ на селскостопанския сектор от използване на стари методологии и модели за земеделие към цифрови технологии, започващи от Зелената революция. Тази трансформация е процес, който започва в края на 50-те години на миналия век, когато нови агрономически практики за управление, нови синтетични пестициди и торове, както и ръчно управляване машини са ползвани в растениевъдството до днешна дата, когато говорим за **прецизно земеделие**¹, **интелигентно земеделие**² (трансформацията от прецизно земеделие към свързващи

¹ Международното общество за прецизно земеделие прие следната дефиниция за прецизно земеделие през 2019 г.: „Прецизно земеделие е управленска стратегия, която събира, обработва и анализира времеви, пространствени и индивидуални данни и ги съчетава с друга информация в подкрепа на управленски решения въз основа на изчисления на възможните промени. Резултатите са повишени ефикасност в употребата на ресурси, качество, продуктивност, доходност и устойчивост на селскостопанската продукция.“

² „Интелигентно Земеделие се свързва предимно с прилагането на информационни технологии за оптимизиране на сложни земеделски системи. За разлика от Прецизното Земеделие, фокусът на Интелигентното Земеделие не се прилага върху точното

се от край до край, базирани на знания системи за земеделско производство) ,*цифрови иновации* и използване на *изкуствен интелект (AI)* в областта на селското стопанство.

Съществено е да се отбележи, че „*дигиталното/цифрово земеделие*“ обединява всички цитирани по-горе концепции. Или дефинирано по-точно, дигиталното земеделие използва възможностите на прецизното земеделие, но включва в себе си и интелигентни мрежи и инструменти за управление на данни, като неговата основна цел е да използва наличната информация и опит, за да направи възможно автоматизирането на устойчивите процеси в сектора. (Skvortsov, 2019) Под цифрово или още дигитално земеделие се разбира „*последователно прилагане на методите за прецизно земеделие и интелигентно земеделие, вътрешни и външни мрежи на фермата и използване на уеб базирани платформи за данни заедно с анализи на големи поредици от цифрови данни,*“ (Beznosov, 2019)

Предвижда се размерът на глобалния пазар на AI в селското стопанство да нарасне с общ годишен темп (CAGR) от приблизително 25% от 2023 г. до 2031 г. (Straits Research,2023) Приложенията на AI в прецизното земеделие са увеличили добивите от култури с 20-30%. AI в напоителните системи е помогнал за намаляване на потреблението на вода с до 25% (Michael Gilbert,2022). По подобен начин управляваните от изкуствен интелект решения за прилагане на торове и пестициди са довели до по-ефективно и намалено използване на тези суровини.

Изкуственият интелект вече се използва често в селскостопанския сектор за увеличаване на добивите, без да се жертва качеството. Вниманието на земеделците се измести от конвенционалните земеделски техники до производство на продукта чрез подобрени земеделски методи като дронове, автоматизирани системи и роботи поради увеличеното изследване и развитие на сложни роботизирани технологии в селскостопанската индустрия. В резултат на това фермерите сега използват по-модерни техники. Поради нарастващото търсене, фермерите инвестират в по-ефективни методи на земеделие, което налага внедряването на автоматизирани системи за земеделие.

Изкуствен интелект е широко приложим в селското стопанство за обновяване на работните процеси за управление на данни. Прави това чрез превръщане на нецифрови и неструктурирани данни, събрани от IoT³ устройства, в структурирани цифрови данни за разширен анализ.

измерване или определяне на разликите в полето или между характеристиките на отделните животни. Фокусът е по-скоро върху достъпа до аналитични и дигитални данни и използването на тези данни – как събраната на полето информация може да се интерпретира и използва по интелигентен начин“– Българска национална почвена служба.

³ IoT - Internet of Things - Интернет на нещата (IoT) се отнася до мрежа от физически устройства, превозни средства, уреди и други физически обекти, които са вградени със сензори, софтуер и мрежова свързаност, която им позволява да събират и обменят данни.

Примерни концепции за прилагане на AI в селското стопанство

Интелигентно управление на ресурсите и намаляване на отпадъците

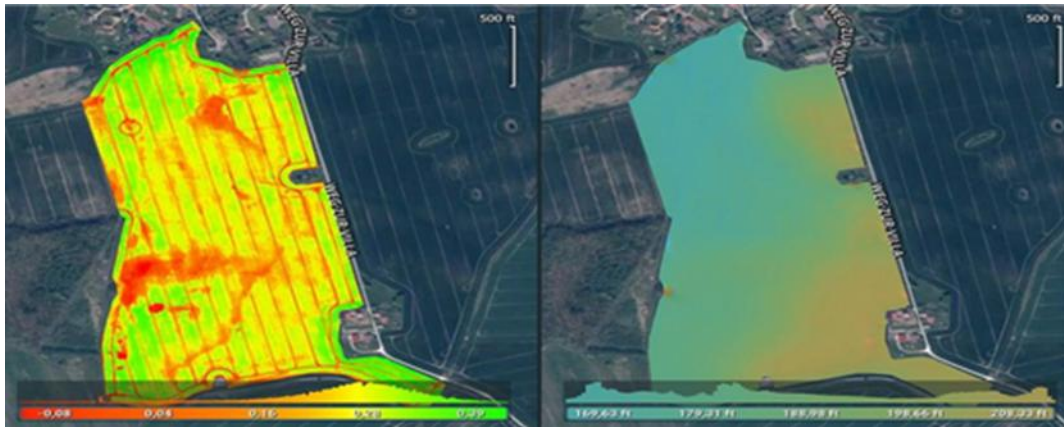
Управлението и намаляването на отпадъците може да се дефинира като една от основните цели, която да позволи не само да не се разходват ресурси, но да се извлече максимална полза от тях. В тази връзка, прилагането на AI алгоритми позволява анализиране на данни от сателитни изображения и сензари на място. Те информират земеделците за здравето на културите, почвените условия и климатичните условия. Тези данни им помагат да направят правилните заключения и да увеличат ефективността на използването на вода, торове и пестициди. Също така позволява:

- Мониторинг на културите и здравето на почвата.
- Откриване на болести по растенията, нашествия от вредители или недостиг на хранителни вещества.
- Автоматизиране на различни задачи като засаждане, пръскане и прибиране на реколтата.
- Ефективно планиране и оптимизиране на съхранение, верига за доставки и пазарни продажби.
- Обединяване и анализиране на огромни количества селскостопански данни.

Watson Decision Platform for Agriculture на IBM използва AI за анализиране на данни за времето, сателитни изображения и други входни данни. Тази услуга предоставя на земеделците полезна информация. Технологиата помага за прецизното прилагане на вода, торове и пестициди, намалявайки прекомерната употреба и загуба.

Друг пример в тази насока е приложението за смартфон на компанията *Infopulse*, което използва AI за устойчиво управление на земеделските терени. Продуктът позволява наблюдение в реално време на атмосферните условия - интелигентно планиране на напояването, дистанционно наблюдение и контрол на здравословното състояние на културите и подобро управление.

Дроновете на стартъп компанията *Equinox* предлагат услуги като наблюдение на културите, въздушна инспекция, обработка и анализ на данни. Те правят това с помощта на ортомозаечни карти, 3D облаци от точки, цифрови модели, контурни карти и др. Изображенията и видеоклиповете от дроновете се обработват, за да се улесни въздушната инспекция на посевите и анализът на данните. Това позволява на фермерите да вземат по-добри решения за своето земеделие.



фигура 1 Ортомазечно заснемане на терен (източник: Equinox's Drones)

Използване на високотехнологични селскостопански дронове за въздушно проучване, оборудвани с усъвършенствани сензори, като RGB и мултиспектрални сензори, за осигуряване на точни данни. Дронове като DJI Inspire 2 натрупват данни за културите с висока разделителна способност, за да идентифицират всички проблеми с културите и да уведомят земеделците за незабавни действия, преди да настъпи щета. Въздушните изображения с географско маркиране предоставят ценна информация, която намалява разходите и увеличава добива със значителен процент. Усъвършенстваната дрон технология и машинното обучение за прецизно земеделие водят до подобрени добиви и рентабилност. Съответно дават възможност за по-ниски разходи за отглеждане на култури и поддържане на земя, вода, торове, хербициди и инсектициди.



фигура 2 DJI Inspire 2 (източник: Equinox's Drones)

Автоматизирано оборудване и поддръжка

Производителите на оборудване, технологичният авангард на полевата механизация полагат значителни усилия за еволюиране на най-съвременните превозни средства в интелигентни машини чрез въвеждане на интелигентно поведение, автоматизация и

устройства за събиране на данни. Основен акцент (към днешна дата) се поставя в роботизиране на съществуващото оборудване, такова с доказани характеристики и намерило одобрение и приложение при земеделците. Това надграждане, обикновено, включва функции за автоматично управление или безопасност, които правят ежедневната работа по-безопасна, по-малко уморителна и по-ефективна. Такива примери за интелигентни съоръжения са трактори - New Holland T4.110F (с автономна навигационна система NHDrive (2018)), Kubota AgriRobo (базиран на трактори от серия L, с възможности за генериране на карти на културите и автоматично управление (2018)) и безпилотни трактори Yanmar.



фигура 3 Автономни селскостопански машини (източник: ЕС, „Artificial intelligence in the agri-food sector“)

В резултат от способността на AI да анализира данни от сензори и да прави оценка на получената информация, могат да се предвидят повредите на оборудването, преди те да се появят. По този начин земеделците имат възможност да планират поддръжката в оптимално време. Този подход предотвратява скъпи повреди и гарантира, че оборудването работи, когато е най-необходимо.

Примерно, изкуственият интелект може да предвиди проблем с двигателя на трактора, като анализира температурата на двигателя и моделите на данните за производителността, сигнализира за необходимостта от превантивна поддръжка, с което ще се избегнат критични проблеми по време на съществени земеделски операции.

Мониторинг на растежа и здравето на растенията

Едно от критичните за земеделците събития е масов провал на реколтата или инфекция, която да я унищожи. Прилагането на AI и своевременният анализ, дават възможност за:

- оценка на дефицита на хранителни вещества;
- мониторинг на водния стрес;
- проследяване на растежа;
- откриване на вредители;
- анализ на въздействието върху околната среда;
- автоматизирано събиране на данни;

- идентификация на плевелите;
- откриване на заболяване.

В тази насока използването на добре познатите дронове, управлявани от изкуствен интелект, дават възможност за облитане на полетата и заснемане на културите. Алгоритмите за машинно обучение след това обработват изображения, за да открият аномалии като обезцветени листа, признак на потенциално заболяване или дефицит на хранителни вещества. Резултатът е ранно откриване и прецизно локализиране на проблемите.

Друг пример е използването на сензорни системи за управление на културите събират основни данни като здравето на растенията и влажността на листата, за да откриват бързо болести и да коригират графичите за напояване. Такова дистанционно управление помага за предотвратяване на увреждане на реколтата и осигурява по-висока устойчивост.

Дронова намират приложение и при сеитба и пръскане на културите, което позволява автоматизиране на времеотнемащи процеси, увеличаване на ефективността, тъй като могат да бъдат покрити и трудно достъпни места. Тези системи са в състояние да прилагат пестициди до 5 пъти по-бързо от конвенционалните оборудване, спестявайки до 60% от материалите.

Мораториумът върху глифозата, наложен от редица европейски държави, мотивира връщането на механично плевене, което от своя страна стимулира разработването на малки роботи за плевене. На фигурата по-долу са демонстрирани моделите Oz с маса 150 kg (*Naïo Technologies, Франция*) за механично плевене в градинарство и Vitirover (*Saint-Émilien, Франция*) за механично плевене в лозя.



фигура 4 Съоръжения за роботизирано плевене (източник: ЕС, „Artificial intelligence in the agri-food sector“)

Nexus Robotics ангажира *Inertia Product Development*, за да помогне за проектирането и производството на автономен робот за събиране на плевели, работещ с AI. Приблизително с размерите на миниван и нежно наричан „La Chevre“, роботът без водач използва камери и своята невронна мрежа, за да събира избирателно плевели,

без да уврежда посевите на фермера. Създаден за производители на зеленчуци, La Chevre е безценен, когато хербицидите са или неефективни, или нежелани при управлението на навлизането на плевели. Автоматизираното събиране на плевели също води до подобрени добиви при значително по-ниска цена на декър/годишно, отколкото могат да осигурят традиционните методи на ръчен труд. Освен възможностите си за събиране, La Chevre непрекъснато учи и подава данни обратно в своята невронна мрежа. Способен да работи денонощно, La Chevre събира данни от реколтата на всички етапи на растеж и записва условията на отглеждане през целия сезон. Тази информация дава възможност на земеделците да взема ефективни и навременни решения, свързани с плодородието на почвата и отстраняването на болести.

Множество RTK-gps сензори осигуряват позиция и ориентация за навигация, докато роботът сканира подлежащите култури и плевели с камери и сензори за дълбочина. При методите за калибриране измерванията на камерата и сензора за дълбочина се сливат чрез използване на SLAM методи. SLAM (едновременна локализация и картографиране) ви позволява да създадете карта и да локализирате превозно средство в тази карта, като в същото време позволява на превозните средства да картографират непознати среди. Тази локална карта съдържа координатите на растенията.

Сензорни измервания се използват и за класифициране на растенията като култури или плевели. С класификацията и установяването на местоположението на плевелите, монтираните роботизирани ръце с делта механизми се задействат към плевелите в изградената карта и след това ги издърпват от земята с помощта на хващачи.

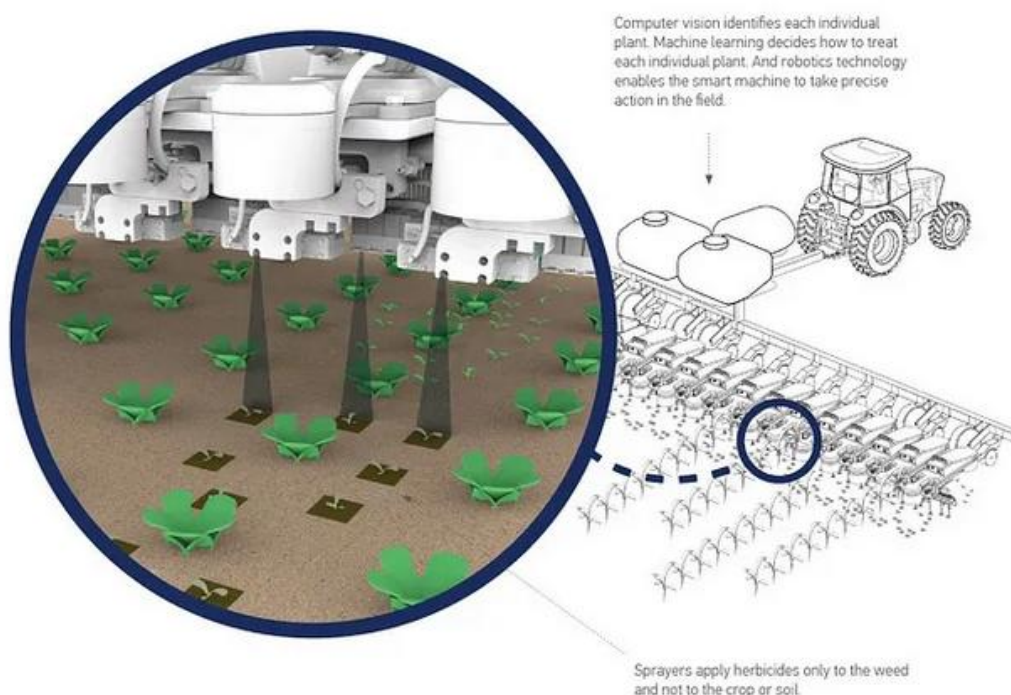
Според *Nexus Robotics*, La Chèvre е единственият робот, който може да премахва плевелите директно до културите. Плевели, които обикновено остават недокоснати от други роботи, които култивират или пръскат на място.



фигура 5 Съоръжения за роботизирано плевене La Chèvre (източник: NEXUS ROBOTIC)

Унищожаването на плевелите с „интелигентно пръскане“ изисква прилагането на хербициди само където има налични такива, и избягване на пръскане върху почвата или култивираните растения. Инструментите на AI, като машинно обучение, значително разшириха обхвата на компютърното зрение, което позволи откриване на плевелите в посевите с голяма точност и успех.

Американската компания *Blue River Technology (BRT)* разработи технологията „see & spray“ („виж и напръскай“), за премахване на плевели в марули. Работатаната съоръжението се основава на технологията за машинно зрение.



фигура 6 Съоръжения за роботизирано плевене – „see&spray“ (източник:BRT)

Това е един от много добрите примери за прилагане на ИИ в растениевъдството. Технология „See & Spray“ използва машинно обучение за разграничаване между култури и плевели, което позволява прецизно прилагане на хербициди. Този подход значително намалява употребата на хербициди, като намалява химическите отпадъци и въздействието върху околната среда. По данни от производители на памук, използващи тази технология, е реализирано 90% намаление на употребата на химикали. Това демонстрира потенциалът на AI да насърчава по-устойчиви и ефективни по отношение на отпадъците земеделски практики.

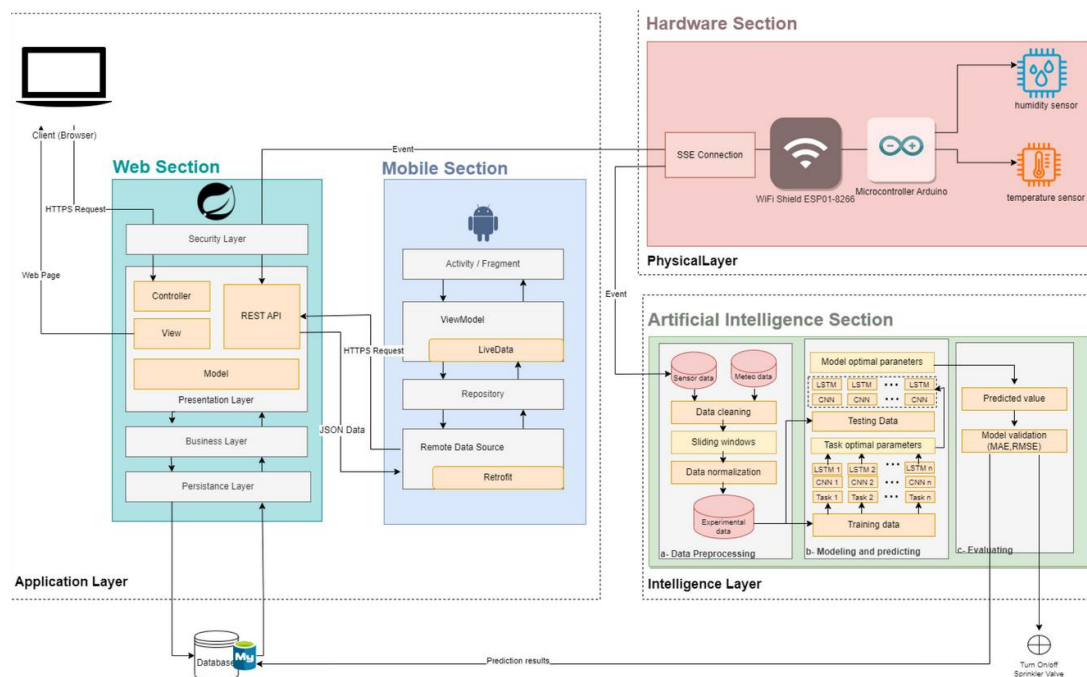
Автоматизирана система за напояване на културите

Този иновативен метод използва технология за повишаване на ефективността на напояването и екологичността. За оптимизиране на използването на вода се използват сензори, метеорологични данни и автоматизация. Софтуерът, базиран на изкуствен

интелект, може да анализира нивата на влага в почвата и да прогнозира предстоящите валежи, като коригира съответно напояването, за да даде на културите водата, от която се нуждаят. Той пести вода и гарантира, че културите не са нито преполивани, нито недостатъчно напоени, насърчавайки по-здравословен растеж и по-високи добиви. Такива интелигентни системи за напояване значително подобряват ефективността на използването на водата, критичен фактор в устойчивите земеделски практики.

Ето няколко основни елемента на интелигентното напояване:

- **Сензори за влажност на почвата:** Сензорът измерва съдържанието на влага в почвата и предава информация на централизиран контролер. По този начин се избягва разхищението на вода и преполивването и се гарантира, че растенията получават вода само когато е необходимо.
- **Контролери (базирани на климатичните условия):** Интелигентни контролери променят графици за поливане въз основа на текущите данни за времето. Технологията намалява поливането, когато вали или е по-хладно, като спестява вода и избягва мократа почва.
- **Дистанционно наблюдение и контрол:** Използвайки приложения за смартфон, земеделците могат да наблюдават и управляват своята напоителна система дистанционно от всяко място. Тези характеристики насърчават ефективното потребление на вода, като същевременно осигуряват удобство и гъвкавост.
- **Сензори за воден поток:** Като следи водния поток, системата може да идентифицира течове и други проблеми, предотвратявайки загуба на вода и възможни щети в посевите.



фигура 7 Архитектура от високо ниво: базирано на изкуствен интелект цифрово приложение за интелигентно напояване. (източник: AIDSII: An AI-based digital system for intelligent irrigation)

Управление и мониторинг на условията на полето

Едно съществено приложение на AI в тази област е анализът на здравето на почвата. Чрез интерпретиране на данни от почвени сензори, AI може да предостави информация за нивата на влага, съдържанието на хранителни вещества и други важни параметри на почвата. Тази информация дава възможност за по-информирани решения относно напояването, торенето и засаждането. Освен това AI е опитен в прогнозирането на времето. Чрез анализиране на исторически данни за времето и текущи тенденции, AI алгоритмите могат точно да прогнозират метеорологичните условия.

По-добро вземане на решения базирани на данни

Изкуственият интелект подобрява вземането на решения, базирани на данни, като предлага осезаеми ползи в сценарии от реалния свят. Основен пример е използването на AI от базирана в САЩ компания, The Climate Corporation. Платформата на Climate FieldView използва AI, за да предостави на земеделците полезна информация от различни източници на данни.

Използвайки AI, Climate FieldView анализира тези данни, за да предложи персонализирани съвети за засаждане, да оптимизира нормите на засяване и да предостави насоки за най-доброто време за поливане и прилагане на торове и пестициди. Платформата може да предвиди как различни променливи, като промени във времето или гъстота на засаждане, могат да повлияят на добивите. Тази възможност за прогнозиране позволява на земеделците да вземат по-информирани решения, увеличавайки производителността на културите и намалявайки загубата на ресурси.

Растениевъдство в контролирана среда

Земеделието в контролирана среда - вертикално земеделие, хидропоника и аеропоника.

Аквапониката и хидропониката са добре познати иновативни селскостопански технологии и продукти, но аеропониката е по-малко известна. Тя залага на отглеждането на растения във въздух или мъгла без използване на почва или вода. При аеропониката корените на растението се простират във въздуха и хранителният разтвор се прилага директно върху корените, давайки на растенията точно това, от което се нуждаят.

Например, специалистите от *OnePointOne* изграждат пространство за аеропоника във вертикална равнина, за да спестят място, вода и ръчен труд на стопаните. С тяхната технология за отглеждане се използва 99 процента по-малко вода, докато се засаждат 250 пъти повече растения на декар.

Технологията е 100 процента без пестициди и хербициди и разполага с хиперспектрални изображения с висока разделителна способност, за да анализира качеството на растенията на молекулярно ниво.



фигура 8 Земеделие в контролирана среда - аеропоника (източник: OnePointOne)



фигура 9 Земеделие в контролирана среда – системата Orrolo (източник: OnePointOne)

Системата Orrolo представлява сглобяема ферма, която е напълно роботизирана и е с дистанционно управление, отглеждане и оптимизиране на растенията.

Много хора възприемат ИИ като нещо, което се прилага само в дигиталния свят, без никакво отношение към физическите земеделски задачи. Това предположение обикновено се основава на липса на разбиране на ИИ инструментите. Повечето хора не разбират напълно как работи ИИ в селскостопанските биотехнологии, особено тези в сектори, които не са свързани с технологиите, което води до бавно приемане на ИИ в

селскостопанския сектор, в частност в растениевъдството. Въпреки че селското стопанство е претърпяло безброй развития в дългата си история, много земеделци продължават да работят с традиционните методи.

Въпреки това, не можете просто да си купите ИИ и да започнете да го използвате. ИИ не е нещо осезаемо - това е набор от технологии, които са автоматизирани чрез програмиране. По същество алгоритъмът имитира начина, по който хората мислят - той първо учи, след това решава проблеми въз основа на данни. Движената от ИИ трансформация на селското стопанство ще изисква промени в индустрията. Фермерите трябва да бъдат образовани и обучени как да използват решения, базирани на ИИ. ИИ вероятно ще промени ролята на земеделците – от хора осъществяващи операции предимно с ръчен труд към плановици и надзорници на интелигентни земеделски системи. Разбирането на ИТ решенията и интелигентността на агробизнеса, потенциално ще стане по-полезно от способността да се използват конвенционални инструменти или да се извършва физически труд.

Успешното внедряване на технологии използващи изкуствен интелект в ежедневните операции на терен изисква човешки и технически ресурси, които често не са налични в селските райони. Съществени са изискванията по отношение предаването на информация в реално време, големи потоци от полеви данни и изисквания за наличие на 5G и стабилна интернет връзка. И на този аспект е намерено стабилно решение с вградено изчисление и съхранение на данни, което да облекчи скъпите инфраструктурни изисквания, като същевременно се избягва загубата на критични полеви данни.

Някои от предизвикателствата на ИИ в селското стопанство могат да бъдат формулирани на ниво система, което означава, че те обхващат общи характеристики на системата, които не се отнасят до отделен слой на архитектурата на индивидуално ниво. Те включват аспекти като мащабируемостта на решенията и тяхната гъвкавост, което означава способността за адаптиране към променящите се условия или изисквания динамично, по стабилен начин. Тези аспекти, заедно с възможностите за работа в реално време на нивото на услугата, са от решаващо значение за справяне с проблемите и постоянно променящата се динамика на глобалната икономика.

ИИ със сигурност ще играе все по-голяма роля в селското стопанство и хранителната устойчивост през следващите години. Технологиите винаги са били в челните редици на селското стопанство, от примитивните инструменти през напояването до тракторите и ИИ. Всяка разработка повишава ефективността, като същевременно намалява предизвикателствата на земеделието.

ИИ разполага с инструментите за справяне с предизвикателствата, породени от изменението на климата, опасенията за околната среда и нарастващото търсене на храна. Той ще революционизира модерното земеделие чрез подобряване на

ефективността, устойчивостта, разпределението на ресурсите в допълнение към наблюдението в реално време за по-здравословна и по-висококачествена продукция.

От всичко представено до тук може да се каже, че прилагането на изкуствен интелект в земеделието го очаква блестящо бъдеще. Изкуственият интелект обещава трансформиращи промени с многобройни подобрения и иновации на хоризонта. Тези разработки са настроени да революционизират начина, по който подхождаме към земеделието. Това са:

- Разширен прогнозен анализ.
- Подобрено прецизно земеделие.
- Иновации в дронове и роботи.
- Подобрено изобразяване на здравето на културите.
- Автономна машина.
- Интелигентни напоителни системи.
- Алгоритми за оптимизиране на добива.
- Оптимизиране на веригата за доставки и т.н.

Отселяването и успешът на общество, по същество, зависи от оптимизирането на неговите селскостопански системи. Традиционните земеделски практики са остарели и с ниска ефективност. Поражда се необходимост от модерни технологични решения. В световен мащаб въздействието на автоматизацията върху индустриите винаги е било значително. Цифровите технологии сега играят огромна роля в трансформирането на селското стопанство и въздействието на изкуствения интелект в селското стопанство се очаква да бъде огромно.

ИИ в действие

Интензивното земеделие, ерозията на почвата, климатичните промени и редицата други изисквания пред растениевъдството са все по-голямо предизвикателство за постигане на рентабилно земеделско производство. За щастие, все повече земеделски стопани обръщат поглед към възможностите, които предоставя новите технологии и в частност ИИ, които дават решение за много проблеми при производството на земеделска продукция.

ПРЕЦИЗНО ЗЕМЕДЕЛИЕ БАЗИРАНО НА ПЛАТФОРМАТА ЗА ДАННИ AZURE

Индустрия: Земеделие

Локация: Украйна

Компания: МНР

Основана през 1998 г., МНР е голяма международна хранителна и агротехническа компания, включваща повече от 30 предприятия и има повече от 32 000 служители в

цяла Украйна и други страни. Компанията е един от най-големите производители на жито, като обработва над 350 000 хектара земя. МНР е и водещ производител на продукти от птиче месо, не само в Украйна, но и на Балканите (Perutnina Ptuj Group).

Цел на проекта: Компанията МНР си е поставила за цел да консолидира данни от разпределени системи, да дигитализира задачите за ръчно управление на данни и да стимулира прецизното земеделие в 6000 полета с култури чрез решения, управлявани от данни и ИИ.

Решение: Компанията Inforpulse, лидер в предоставянето на дигитални услуги създава модерна платформа за данни, работеща на основата на Microsoft Azure, която служи като „едно гише“ за агрегиране, съхранение и анализ на данни.

Ползи: Предоставената услуга и техническо решение помага на МНР да създаде унифицирана екосистема за данни, да оптимизира времето и разходите, да подобри вземането на решения основани на задълбочени анализи, да намали времето за престой/не работа на оборудването и да постигне по-прецизни операции с полевите култури.

Всяка година МНР провежда широкомащабна сеитбена кампания, която включва засаждане, отглеждане и прибиране на реколтата на повече от 6000 полета в 11 региона в Украйна. Компанията взема решение да дигитализира и увеличи максимално автоматизацията на всички процеси, свързани със сеитбената кампания – от планирането до анализа на резултатите. За да постигне своята стратегическа цел, МНР стартира серия от амбициозни проекти за дигитална трансформация, един от които има за цел да преосмисли съществуващия подход към управлението на селскостопански данни.

МНР използва многобройни самостоятелни и специфични за индустрията системи за съхраняване на различни типове данни, като карти на полетата с култури, качество на почвата, данни за валежите и т.н. Въпреки че компанията ползва централизирано хранилище на данни (DWH), същото е проектирано да работи с ERP системи (софтуер за планиране на ресурсите), но не със селскостопански софтуер, което означава, че служителите на МНР трябваше ръчно да извличат и синхронизират данни от отделните системи.

В тази връзка, основното „бизнес предизвикателство“ на МНР е бързото събиране, консолидиране, анализиране и трансформиране големи обеми селскостопански данни от различни източници в работещи решения.

Други предизвикателства, с които МНР е трябвало да се справи:

- Да освободи служителите си от времеемки задачи за ръчно извличане и въвеждане на данни, което ще позволи пренасочване на ресурса към по-високо ефективни дейности.
- Да изгради стабилна база, анализирани, данни, за да се вземат информирани агрономически решения и ефективно да се управляват големи обеми селскостопански данни в 6000 полета с насадени култури.
- Да намери решение за бърза и гъвкава обработка на селскостопански данни, която да отговаря на динамичните бизнес нужди на компанията.

Фирмата Inforpulse, реализирала проекта, има дълга история на сътрудничество с МНР, което включва портфолио от успешни проекти за дигитална трансформация. Преди това Inforpulse помогна на МНР да рационализира планирането на добивите с персонализирано приложение Grain Balance и да автоматизира управлението на складовото звено (SKU⁴) с елегантно RPA⁵ решение. Въз основа на това дългогодишно и успешно сътрудничеството, МНР се обръща към Inforpulse да разработи модерна, облачно базирана платформа за данни.

Inforpulse разработва стабилна платформа за данни, захранвана от Microsoft Azure, която служи като централизиран център за данни, интеграционен „гейтуейл“ и предоставя задълбочени възможности за управление на корпоративната ефективност в нейните бизнес и организационни функции.

Чрез използване на възможностите „end-to-end data management“⁶ (управление на данните от край до край), МНР въвежда умното прецизно земеделие във всичките 6000 терена с култури, като в резултат се отчитат значителни ползи:

- Един единствен източник на данни, който агрегира и интегрира структурирани, неструктурирани и IoT данни от 10 различни източника, като такива специфични за индустрията и ERP системи, свързани бази данни и др.
- Задачите за извличане и въвеждане на данни са напълно автоматизирани, което значително подобрява времето и ефективността на разходите и позволява на служителите да се съсредоточат върху ценни задачи
- Изключителна гъвкавост при обработката на данни – платформата може да бъде конфигурирана да събира и обработва данни всеки месец/седмица/ден или дори всеки час

⁴ SKU - stock keeping unit

⁵ RPA - Robotic Process Automation – Автоматизиране на работизираните процеси. RPA е софтуер, който работи благодарение на комбинацията между изкуствен интелект (AI) и машинно самообучение (machine learning)

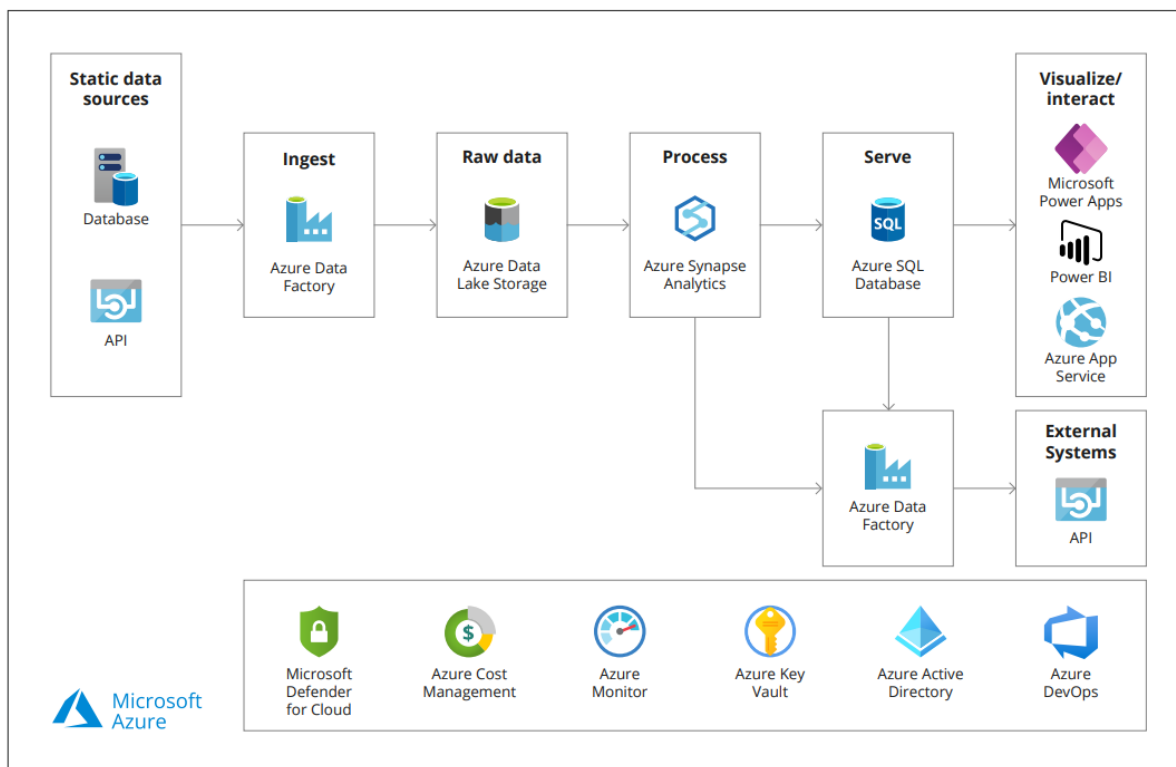
⁶ Управлението на данни от край до край покрива пълния спектър от жизненият цикъл на данните в множество нива и типове съхранение. Той внедрява глобална файлова система, която включва всички известни системи за съхранение на центъра за данни и може да асимилира нови системи за съхранение, когато бъдат въведени. Може да се движи между множество типове системи за съхранение от различни доставчици на съхранение, включително облачно хранилище, въз основа на производителност или целеви разходи.

- Всички промени в изходните системи незабавно се отразяват и коригират в платформата за данни, което намалява несъответствията в данните и човешките грешки.
- Бърз анализ, който позволява на земеделците да вземат бързи решения, базирани на данни, и да намалят времето за престой/наработка на оборудването.
- Исторически, настоящи и очаквани метеорологични данни, събрани в 6000 точки всеки ден, което позволява планиране и оптимизиране на селскостопански дейности според времето
- Намален въглероден отпечатък поради намалени отпадъци и прецизно покритие на полетата с култури

Платформата агрегира големи обеми на структурирани (идентификатори на полетата с култури, селскостопански разходи) и неструктурирани данни (геопространствени, данни за времето) от агрохимични лаборатории, ERP системи и други източници. Специален акцент е поставен върху събирането на данни за атмосферните условия и тяхното актуализиране няколко пъти дневно, като същите могат да бъдат разпределени на исторически, текущи и прогнозни (прогноза за следващите дни). Платформата консолидира всички селскостопански данни и автоматично ги прехвърля към други системи на ползвателя за по-нататъшна обработка и виртуализация.

В допълнение към управлението на данни, платформата също разполага с разширени възможности за анализ. Техническото решение анализира обработените данни и генерира т.н. БИ табла (business intelligence dashboards) или визуализирани, трансформирани данни като диаграми, графики и карти, което помага на агрономите, които могат да ги използват за проследяване на земеделските операции в почти реално време и да вземат навременни решения. Например служителите на МНР могат да наблюдават как техника извършва операцията по обработка на почвата, какъв тип и количеството торове са внесени на конкретно поле и др.

Платформата улавя данни от IoT сензори, поставени на трактори и комбайни, обработва го и сравнява резултатите с плановете за обработка на почвата, съхранявани в ERP на МНР. Ако машината се повреди или остане без гориво и не завърши плана за обработка на почвата, платформата за данни информира за инцидент и го изпраща до персонализирано мобилно приложение, за да уведоми агрономите.



фигура 10 Архитектура на използваната от МНР платформата (източник: Infopulse)

Отдадеността на МНР на технологичните иновации, особено в областта на прецизното земеделие, е дълбоко илюстрирана и в партньорството му с *GeoPard Agriculture*. Това сътрудничество е съществено за стратегията на МНР за интегриране на авангардни технологии за по-ефективни и устойчиви земеделски практики.

Тази промяна на парадигмата, улеснена от интеграцията с *GeoPard Agriculture*, позволи на МНР да използва пълния потенциал на анализа на данни и машинното обучение. Възприемането от МНР на тази усъвършенствана, базирана на данни методология бележи значителен напредък в земеделските практики, подчертавайки нарастващото значение на емпиричните данни и прецизността в съвременното земеделие. Този иновативен подход позиционира МНР като лидер в областта, поставяйки нови еталони в селскостопанската ефективност и успех.

Обединяването на усилията и знанията на *GeoPard Agriculture* с МНР надхвърля предоставянето на разширени инструменти. Става въпрос за интегрирането на прецизност и ефективност, базирани на геопространствени данни, в земеделските практики на компанията. Това партньорство е фокусирано върху измерването на приложната агрономия, като гарантира, че решенията на МНР се ръководят от данни и са точно съобразени с техните земеделски нужди. Разработената екосистема и свързаността с други платформи като John Deere и FieldView, оптимизираща земеделските операции на МНР.

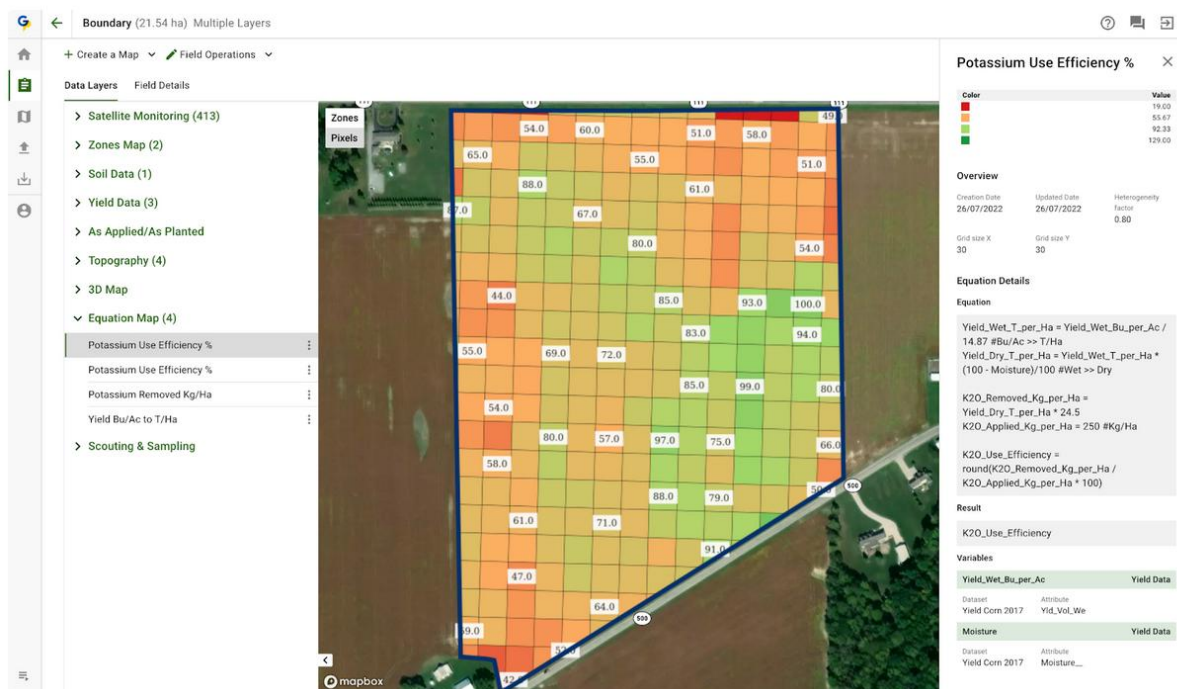
В сферата на прецизното земеделие, сравнението на карти RX срещу VRA на *GeoPard Agriculture* е доказателство за техния ангажимент към земеделската прецизност и осигуряване на качество. Този инструмент подчертава ефективността на алгоритмите на *GeoPard* при идентифициране и адресиране на несъответствия в различни земеделски операции като засяване, торене или пръскане. Чрез точно определяне на проблеми както на поле, така и на ниво машина, приложените иновативни практики гарантират, че всяка земеделска операция се придържа към най-високите стандарти за качество и прецизност.

По-долу се демонстрирани някои използваните опции на платформата, които подпомагат ежедневната дейност на екипа на МНР.

Приложената система за проследяване на реколтата и нейното прибиране, позволява да се предоставят данни за ден и по машина, като сегментира данните в мокра маса, влага и скорост. Това улеснява подробният анализ на производителността на всеки комбайн, предоставяйки ценна информация за ефективността на процеса на жътва.



фигура 11 Обединен набор от данни за производителността, събран от няколко машини в различни дни
(източник: *GeoPard Agriculture*)



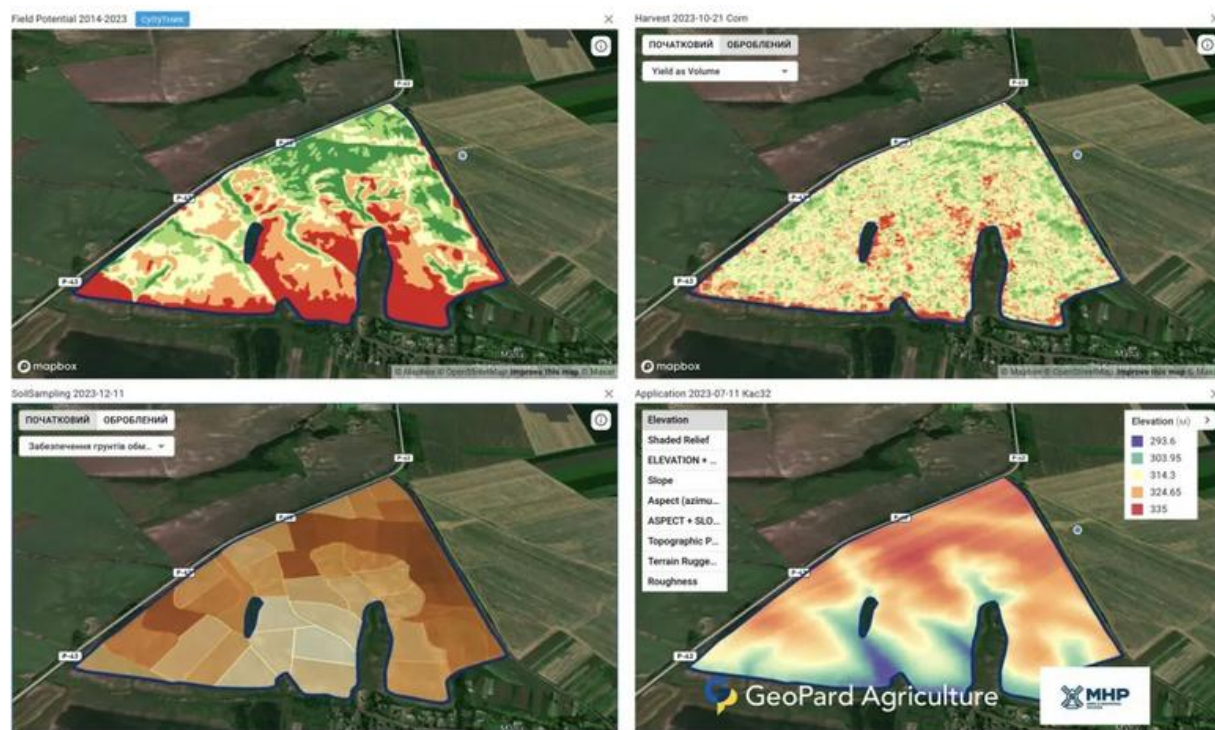
фигура 12 Работен екран от Equation-based analytics модула на GeoPard (източник: GeoPard Agriculture)

При операции като пръскане, засяване и наторяване технологията на GeoPard сегментира наборите от данни по ден, машина и норма на приложение. След това сравнява целевите спрямо действително приложените нива и резултатите от групирането, за да определи точността на прилагане. Тази функция е от съществено значение за разбирането и подобряването на прецизността на тези критични земеделски задачи.



фигура 13 Клъстеризиране на фактическа карта с предписания As-Planted срещу VRA (източник: GeoPard Agriculture)

Платформата дава възможност за трансформирана земеделските знания в прецизни изчисления, използвайки EquationMap и многослоен подход към данните. Тази техническа синергия значително е подобрила качеството и устойчивостта на реколтата, особено при пшеница, царевица и слънчоглед.



фигура 14 360° полеви анализи: полеви потенциал, реколта, почва и GPS топография (източник: GeoPard Agriculture)

СЕИТБА СЪС СИСТЕМАТА PUDAMA

Индустрия: земеделие

Локация: България

Компания: НИК

НИК е международна група от компании с над 22 години опит в прецизното земеделие. В портфолиото си компанията предлага и високо ефективно и технологично оборудване на компанията Kverneland. През 2023 двете компании реализират съвместен демо проект полета в Северна България за сеитба със системата Pudama.

Цел на проекта: Оптимизиране на процесите по сеитба и торене при условие на запазване или повишаване на добивите чрез прилагане на високо ефективни и иновативни технологии за обработка на земята, свързани с прецизното земеделие.

Решение: Революционното решение за спестяване на тор по време на сеитба и запазване на количеството добив чрез използване на системата PUDAMA съвместима със сеялката Kverneland Optima TFprofi с SX секция, предлагайки висока надеждност,

производителност и прецизност по време на сеитба. Системата PUDAMA представлява точково поставяне на тор по време на сеитба. По този начин се спестява минимум 25% тор в сравнение със стандартно торовнасяне / по цялата дължина на реда/.

Ползи: Прилагането на системата дава редица положителни резултати надхвърлящи очакванията, като освен очкваното намаляване на използваната тор, се устоновява повишаване на добива, ускоряване на процеса по сеитба и повишаване контролът и акуратността на полевите операции.

Революционното решение за спестяване на минимум 25% тор по време на сеитба и запазване на количеството добив идва от *Kverneland*. Проектът на PUDAMA стартира още през 2017 като сътрудничество между опита и експертизата на специалистите от *Kverneland* и изследователския университет в Кьолн. През тригодишното проучване за прецизно прилагане на тор по време на сеитба чрез редица полеви опити се доказва, че PUDAMA е работещо решение, което демонстрира редица ползи за земеделците.

При конвенционалното лентово поставяне се влага тор непрекъснато по лентата дори и в разстоянието между семената. Точно това количество тор остава неусвоено от тях и просто се губи. С PUDAMA количеството и местоположението на тора са точно определени. Хранителните вещества, които се влагат чрез тора, се отлагат само там, където корените на бъдещето растение ще могат да го достигнат и само толкова, колкото е необходимо. Поставянето на точното количество тор и в точното количество е синхронизирано с поставянето на семе дори и при висока скорост на сеитба.



фигура 15 Сеитба на царевица със системата Pudama (източник: *Kverneland*)

Корените започват да растат по посока на тора и без загуба на енергия. Точното количество на внесения тор в точното време гарантира здравето на растенията и реколтата.

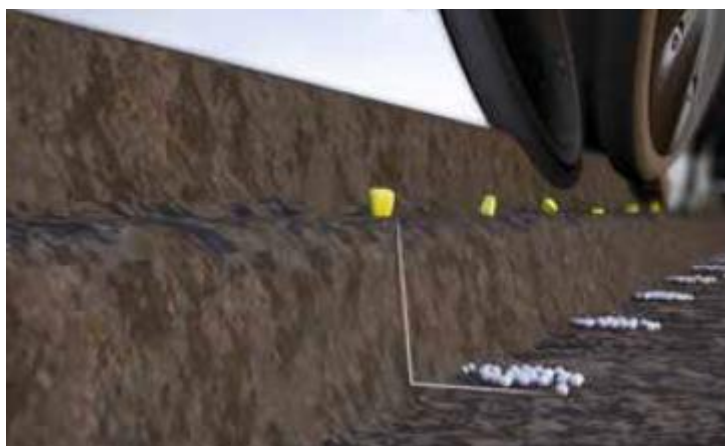


фигура 16 Развитие на растението при използване на системата Pudama (източник: Kverneland)

Работата на системата се основава на прецизно измерване и синхронизирано полагане на „депозита“. „Депозитът“ представлява точното количество тор и семето, което ще се вложи. Т.н. „депонирание“ е синхронизирано със скоростта на движение и осигурява точно определено разстояние на семената в браздата. Четка в падащия канал събира тора. В специфична последователност, съобразена с оптико-електронния сензор, вграденият компресор генерира въздушен поток, който поставя тора на 5 см под и до всяко семе, така че точно в зоната на корените, където е необходим торът. Работната скорост е около и над 12 км/ч, което дава минимум 25 засадени точки в секунда.

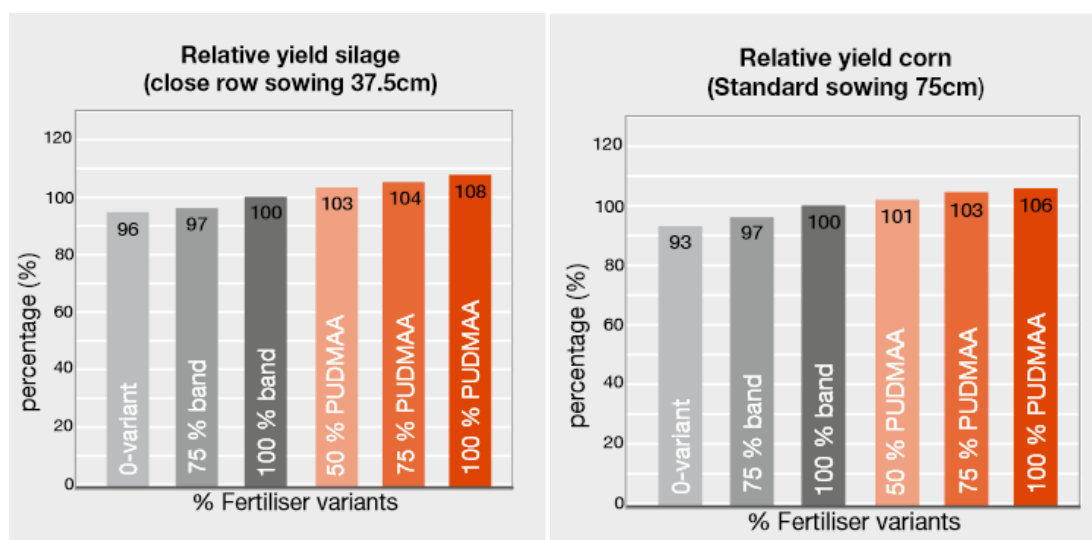


фигура 17 Принцип на работа на системата Pudama (източник: Kverneland)



фигура 18 Схема на прилагане на тор (източник: *Kverneland*)

По-долу са представени две графики с получените резултати от направените полеви опити, в процесът на разработване на проекта PUDAMA, осъществен от TH Köln и Kverneland Group Soest и финансиран от Федералното министерство на храните и земеделието (BMEL).



фигура 19 Относителен добив на силаж и царевица при класическо наторяване 0-100% и прилагане на системата PUDAMA (източник: *M. Bouten 2017/2018*)



фигура 20 Опитни резултати (източник: Kverneland)

1-Развитие на растението при прилагане на системата PUDAMA; 2- Развитие на растението без стартово внасяне на тор; 3- Развитие на растението при класическо стартово полагане на тор

През 2023 година със системата PUDAMA в България са проведени полеви опити – сеитба на царевица и слънчоглед. Полето, на което е проведена сеитбата е в Североизточна България. Като, за да се получи достатъчно добра и релевантна извадка са засяти царевица и слънчоглед на две отделни полета. Сеитбата е проведена в началото на месец май с пролетна сеялка Kverneland TFprofi с високоскоростната секция – SX.



фигура 21 Пролетна сеялка Kverneland TFprofi с високоскоростната секция – SX. (източник: НИК)

Kverneland TFprofi с високоскоростната секция – SX е иновативно и високо ефективно съоръжение за сеитба. Съоръжението използва вакуум за подаване на семената в

почвата. Опти-електронен датчик следи за правилното позициониране на семената върху диска за прилагане, като подава информация, както за липса на зърно, така и за ниско ниво на продукта. С e-drive II всяка сеитба се задвижва индивидуално чрез електрически мотор. Всички данни се въвеждат и четат от съвместим с ISOBUS терминал като IsoMatch Tellus. Разстоянията на засяване се регулират безстепенно в движение. Всички сеещи агрегати могат да се изключват поотделно. E-drive II включва пълен електронен мониторинг на всички функции на машината. Това включва наблюдение на семената чрез опти-електронни сензори, както и управление на хидравлични функции, като управление на рамената на маркерите и процеси на сгъване. Всички функции за всяка сеитбена машина могат да се използват без допълнително генератор или акумулатор. Тоест, осигурен е пълен контрол върху машината от кабината. В допълнение, съоръжението позволява и прилагането на опциите GEOCONTROL GEOSEED, приложения базиране на използването на пространствени данни. Всеки сеитбен елемент с електронно задвижване, в комбинация с GPS и GEOCONTROL, се включва или изключва автоматично на точното място, като гарантира, че няма припокриване с вече засят ред. Това е особено удобно в триъгълни полета, на извити или неправилно оформени синори. Можете също така да продължите със засяването през нощта включването/изключването на семенните елементи е напълно надеждно.

Целият процес на растеж е проследен, както по отношение на коренова система, статус и здравно състояние на насажденията.

Съществен е постигнатият и отчетен резултат, който ясно демонстрира, че използването на нови технологии дават предимство, както по отношение на добив, така и води до намаляване на приведените разходи на килограм продукт. По-долу се демонстрирани резултатите от проведената сеитба през 2023год.

С оглед различната дата на засяване на двете полета / това на слънчоглед и това на царевица/ съответно и жътвата е проведена с известен период разлика, но обобщението на данните показва следното:

- Слънчоглед

При изразходвани 11кг тор при лентово поставяне е отчетен добив 725кг от 2,8дка.

С използване на системата Pudama в полето е внесена 7,5кг тор, а добивът е бил 736кг от 2,8дка или с около 1,5% по-добър класическото торене, при 46% по-малко внесена тор.

- Царевица

При използване на 15кг норма конвенционално торовнасяне, добивът е бил 1246кг от 2,8дка. Догато, при системата Pudama, при внесена 25% по-малко тор, добивът е 1291кг или над 3% по-добър добив от полето.

ПРОГНОЗИРАНЕ НА ПРОДАЖБИТЕ

Индустрия: земеделие

Локация: Украйна

Компания: Водещ аграрен холдинг

Когато говорим за използване на ИИ в растениевъдството, можем да търсим приложение, както в чисто практичен аспект, така и по цялата верига до реализиране на продукти при краен клиент. Представеният по-долу проект е свързан с използването на базирано на машинно обучение решение за прогнозиране на продажбите, оптимизиране на производството, планиране на складово стопанство и логистика в голяма европейска компания.

Цел на проекта: Целта на проекта е да се подобри планирането на производството и управлението на складовите наличности въз основа на точна прогноза за обема на продажбите за всеки краен клиент на холдинга.

Решение: Компанията Infopulse, лидер в предоставянето на дигитални услуги разработва приложение, базирано на машинно обучение за прогнозиране на продажбите, работещо със средна точност от 80-90% при седмична и месечна прогноза.

Ползи: Предоставената услуга и техническо решение позволява оптимизиране на производственото планиране, подобрява складовите запаси, управлението на пространството и логистиката и значително ускорява времето за прогнозиране на продажбите от дни до няколко минути.

Бенефициентът, голяма селскостопанска компания, и фирмата реализирала проекта имат успешно, предишно сътрудничество по редица проекти в рамките на тяхната стратегия за цифрова трансформация. Разработените решения позволяват на компанията да автоматизира и рационализира различни бизнес процеси. Представеният по-долу проект си поставя следните цели:

- Прогнозиране на обемите продажби на краен клиент на компанията максимална точност.
- Подобряване на качеството на логистичната работа
- Оптимизиране на производственото планиране по региони
- Подобрене управлението на складова наличност

Една от основните цели на бенефициента е да осигури максимална възможна точност на прогнозите на продажбите, което е от решаващи значение за ефективното планиране, бизнес процеси и оптимизация.

Инженерите на Infopulse разработват решение за прогнозиране на продажбите, базирано на модела Prophet за седмични прогнози и XGBoost за месечни прогнози.

Базираните на машинно обучение модели за прогнозиране на продажбите, внедрени от Infopulse водят до редица предимства за клиента:

По-добро планиране на продажбите: висока точност на прогнозата за продажбите помага да се избегне свръх- или недостатъчно производство и минимизира рисковете от изчерпване или загубите.

- Оптимизиране на процесите на производство и продажба: точните прогнози за продажби помагат за оптимизиране на необходимите производствени обеми и опростяване на логистиката.
- Оптимизирани складови наличности и пространство: минимизирани остатъци, отпадъци и съхранение.
- Подобряване на нивото на обслужване: осигуряване на доставка на необходимите обеми продукти на клиентите навреме.
- По-ефективно използване на капитала и по-високи печалби: като производството е напълно съгласувано с точен прогнози за продажби, загубата на ресурси е сведена до минимум.
- По-бързи прогнози: в сравнение с ръчно правените прогнози за продажба, иновативното решение намалява времето за получаване на прогноза за продажбите от няколко дни до няколко минути.
- По-добра точност на прогнозите поради автоматизирана обработка на данни, избор на по-прецизен модел. Точността на прогнозата също се подобрява с всеки нов набор от данни, обработен от модела.

Техническото решение за разработване на модел за прогнози се базира на стандартен, но ефективен технологичен подход използващ Python и Jupyter Notebook. За да се оптимизират процесите и да се гарантира резултат са ползвани Azure ML, моделите са обучени с AutoML

След анализ на получените резултати екипът на изпълнителя избира най-добрите представящи се модели. Въз основа на резултатите от обучението на модела, специалистите по данни на Infopulse избрат модела Prophet за седмично прогнозиране. 4 от 28 прогнозирани случая показват до 90% точност, докато останалите 24 случая имат 80-89% точност.

Що се отнася до месечното прогнозиране, най-добрият модел е XGBoost, осигуряващ до 90% точност за 19 от 28 предвидени случаи, докато 4 случая имаха 80-89% точност, а останалите 5 са с точност под 80%.

Резултатът от реализирането и внедряването на проекта е:

- Над 80% точност на прогнозите за продажби
- Възможност за правене на прогнози за два месеца напред

- Възможност за създаване на седмични и месечни прогнози за всеки продукт в конкретна търговска верига.

Цялостното реализиране на проекта отнема 3 месеца, а към днешна дата системата успешно и ефективно се експлоатира от компанията.

Прилагането на технологии с ИИ в растениевъдството не е просто катализатор за повишена производителност и грижа за околната среда, той също така играе решаваща роля в подкрепата на дребните земеделци и укрепването на местните общности. Навлизането на ИИ в селското стопанство предвещава нова ера, в която различията между големите агробизнеси и малките земеделци значително ще намалеят. Тази промяна до голяма степен се дължи на повишаване на достъпността на напредналите селскостопански технологии, които преди това са били изключителна привилегия на едромасштабните оператори.

ИИ предоставя на малките производители достъп до богата информация и инструменти, което им позволява да вземат по-информирани решения относно своите земеделски практики. Това включва информация като - оптимално време и условия за засаждане, управление на здравето на почвата, ефективно използване на водата и стратегии за контрол на вредителите. Чрез използване на инструменти управлявани от ИИ, земеделците могат да оптимизират своите добиви и използване на ресурсите, което води до повишена производителност на културите и доходи. Подобен напредък е особено трансформиращ в региони, където селското стопанство е основен поминък и икономически двигател.

Освен индивидуалните „печалби“, въздействието на ИИ дава допълнителни ползи за малките земеделци в цели общности. Тъй като производителите стават по-ефективни и продуктивни, те не само подобряват личния си поминък, но и допринасят за по-широката икономическа стабилност и растеж на своите общности. Това колективно издигане може да доведе до подобряване на жизнения стандарт, по-голяма продоволствена сигурност и намалени нива на бедност.

Разпространението на ИИ в селското стопанство насърчава по-справедливо разпределение. Малките производители, оборудвани с инструменти използващи изкуствен интелект, могат да се конкурират по-ефективно на пазара, прекъсвайки цикъла на зависимост от традиционните земеделски методи и ограничените ресурси. Този технологичен напредък дава възможност да се развива балансирана и справедлива селскостопанска икономика, където успехът не е резултат от мащаба, а от прилагането на интелигентни земеделски практики и оборудване.

Въздействие на ИИ – анализиране и валидиране

В бързо развиващия се среда на изкуствения интелект способността за точно измерване на успеха е не само полезна – тя е наложителна. Тъй като държавите и в частност организациите инвестират много в технологии основани на ИИ, установяването на ясна и количествено измерима мярка за ефективност гарантира, че тези инициативи не са просто новаторски експерименти, а стратегически инвестиции, съобразени с основните бизнес и цели за устойчиво развитие. Използването на точни показатели и ключови показатели за ефективност (КПЕ/КРІ) е от съществено значение за валидиране на въздействието на ИИ, насочване на бъдещи подобрения и оправдаване на продължителни или увеличени инвестиции в тези технологии и развитие на човешки капацитет, за да ги удовлетвори.

Измерването на успеха на инициативите за изкуствен интелект е критично поради няколко причини. Първо, позволява да се определи дали внедряването на ИИ постига предвидените цели, като например подобряване на ефективността, увеличаване на продажбите или повишаване на удовлетвореността на клиентите. Без конкретни показатели е предизвикателство да се установи стойността, която ИИ добавя, и е трудно да се вземат информирани решения за увеличаване или оптимизиране на системите основани на ИИ.

Второ, добре дефинираните показатели осигуряват рамка за отчетност. Те помагат да се определят очакванията за това, какво изкуственият интелект трябва да постигне и предлагат средства за оценка на ефективността спрямо тези показатели. Това е особено важно за обосноваване на разпределението на ресурси за проекти за ИИ, тъй като заинтересованите страни искат да видят възвръщаемост на своите инвестиции.

И накрая, показателите улесняват непрекъснатото подобряване. Чрез редовно измерване на производителността на системите с изкуствен интелект, компаниите могат да идентифицират области за подобрене, да разкрият нови възможности за приложение и да избегнат стагнацията в технологичен аспект, който непрекъснато напредва.

Ключовите показатели за ефективност и други подходящи показатели служат като крайъгълен камък за измерване на ефективността на ИИ в различни бизнес функции. КПЕ са количествено измерими, като отразяват критичните фактори за успех на инициативи за внедряване на ИИ. Те могат да включват оперативни показатели като добив, качество на земеделски продукт, скорост и точност на изпълнение на задачата, финансови показатели като възвръщаемост на инвестициите и спестявания на разходи или показатели, свързани с клиента, като резултати за удовлетвореност и степен на ангажираност.

Изборът на правилните КПЕ включва разбиране на специфичните цели на всеки проект за внедряване на ИИ и съгласуване на тези цели с по-широки бизнес/производствени

и/или национални цели. Не става дума само за проследяване на всички налични данни, а за проследяване на правилните данни, които предоставят значима информация за това колко добре се представят приложенията с изкуствен интелект.

За да се измери ефективно успехът на инициативите за ИИ от решаващо значение да се разберат различните видове показатели, които могат да бъдат използвани. Тези показатели най-общо могат да бъдат категоризирани като ефективност, точност, производителност и финансово въздействие. Всяка категория е „уникална цел“ и представя различни аспекти на ефективността на ИИ. Изборът на правилните показатели е стратегически процес, който зависи от конкретните цели и естеството на всеки проект за използване на ИИ.

Видове показатели свързани с прилагане на ИИ

Показатели за ефективност: Тези показатели оценяват как технологиите основани на ИИ рационализират операциите и намаляват времето и ресурсите, необходими за изпълнение на задачите. Общи показатели за ефективност примерно са продуктивност (количеството работа, обработена за дадено време), нива на използване на ресурсите и намаляване на човешката намеса за автоматизирани процеси.

Показател за точност: Особено жизненоважни в проекти, включващи обработка на данни, прогнозиране и категоризиране, показателите за точност измерват коректността на резултатите, предоставени от системи използващи ИИ. Например, в модел на машинно обучение, използван за прогноза на времето, показателите за точност ще оценят процента на прогнозите, които правилно оценяват прогнозните характеристики, които ще се подадат към земеделците.

Показатели за производителност: Те обхващат по-широк набор от индикатори, които оценяват цялостната ефективност на приложенията с ИИ. Показателите за производителност могат да включват време за работа на системата, време за реакция, проценти на грешки и качеството на взаимодействието на потребителя със системи с изкуствен интелект, като чатботове или виртуални асистенти.

Показатели за финансово въздействие: Тези показатели определят количествено икономическите ползи, получени от инициативите за ИИ. Те включват възвръщаемост на инвестициите (ROI), спестявания на разходи, приходи, генерирани от продукти или услуги, подобрени с ИИ, и цялостни финансови вноски към бизнес операциите.

Показатели за устойчивост: Показателите за устойчивост могат да бъдат разгледани в различни аспекти по тяхната природа и сфера на въздействие. От една страна, това са показатели за устойчиво и екологосъобразно земеделие. От друга, показателите за устойчивост могат да са насочени към бизнес перспективи за развитие, дългосрочно създаване на добавена стойност, развитие на персонал и други, свързани с индивидуални и национални стратегии в сектора.

Други показатели: Както е посочено и по-горе, показателите описващи и дефиниращи процесите по внедряване на изкуствен интелект и дигитализация на селското стопанството не бива да са строго определени и следва да се развиват така, че да проследяват и коригират процеса, а в частност да следват целите на индивидуалните проекти. Показателите са с различен характер и природа и следва да обхващат всички аспекти на процеса по внедряване на изкуствен интелект в селското стопанство. Към основните и посочени по-горе показатели, могат да се добавят и тези за оценка на риска, социална и икономическа устойчивост, приемане и удовлетвореност на потребителите, оценка на предизвикателствата и бариерите и други.

Дефинираните „нови“ стойности на разгледаните критерии и показатели, могат да бъдат сравнени с тези преди използване на технологии, съоръжения и/или приложения с ИИ. В конкурентна среда, тези КПЕ могат да бъдат сравнявани и с референтни показатели за даденото производство, подсектор, пазарен сегмент и други, ако същите са налични, или да се осъществи т.н. „бенчмарк“.

Основни ключови показатели за ефективност на проекти използващи ИИ

За ефективно измерване на успеха и въздействието на инициативите за изкуствен интелект е изключително важно да се проследява набор от добре дефинирани ключови показатели за ефективност. Тези КПЕ трябва да обхващат различни аспекти на производствените операции, от оперативната ефективност до удовлетвореността на клиентите и растежа на приходите. По-долу са представени разбиранията за някои от основните КПЕ, които могат да помогнат на организациите да измерят ефикасността на своите проекти за използване на ИИ в тези критични области.

Производителност

Тези КПЕ са залегнали в основата на земеделските практики и са пряка цел на всеки производител. Параметрите са лесно проследими и измерими, при нормализиране на влияещите фактор. Такива КПЕ са:

Добив от декар/хектар: Измерете добива на култури, произведен на единица земя преди и след внедряването на технологиите с ИИ.

Качество на реколтата: Оценяване качеството на продукта (напр. размер, тегло, хранително съдържание) и неговата консистенция във времето.

Ефективност на труда: Проследяване намаляването на работните часове, необходими за задачи като засаждане, напояване, контрол на вредителите и прибиране на реколтата поради автоматизацията на процесите с ИИ.

Оперативна ефективност

Подобряването на оперативната ефективност често е основна цел на проектите за ИИ. Правилните КПЕ могат да помогнат да се определи количествено как ИИ подобрява бизнес процесите:

Времена на процеса: Този КПЕ измерва времето, необходимо за завършване на конкретни операции или процеси преди и след интегрирането на ИИ. Намалването на времето за процес може да показва повишена ефективност поради автоматизацията на ИИ.

Адаптивност към времето: Оценете способността на системата да предсказва и реагира на промените във времето, минимизирайки щетите и загубите на реколтата.

Подобряване ефективността на ползваните ресурси: В този вариант, КПЕ отчита отношението на вложените ресурси към краен продукт не само като количества, но и като финансови показатели. Примерно, използването на по-малко ресурси – вода, тореви и други, за постигане на идентични или по-добри резултати в добива или повишаване на обемите на обработвана земя. Отчитане на ефективността на използваните ресурси. Оперативна ефективност – измерване на времето, необходимо за изпълнение на конкретни селскостопански задачи с инструменти използващи ИИ в сравнение с традиционните методи. Използване на оборудването – оценка на времето за осъществяване на процеси и престой на съоръжения използващи ИИ. Разбира се, поради характера си, този показател трябва да бъде коригиран с влияещи и да бъде правилно дефиниран по коректни добиви/производителност.

Разгледаните по-горе конкретни КПЕ са директно проследи ми и измерими.

Процент на грешки: ИИ често се прилага за намаляване на човешките грешки в процеси като въвеждане на данни, изчисления и обработка. Проследяването на процента грешки преди и след внедряването на ИИ може да подчертае подобренията в точността.

Нива на автоматизация: Този показател количествено определя степента на задачи или процеси, автоматизирани от ИИ, обикновено изразени като процент от общите операции. Високите нива на автоматизация могат значително да намалят натоварването на служители, което им позволява да се съсредоточат върху по-стратегически задачи.

Удовлетвореността на клиентите

Подобрените инструменти с изкуствен интелект все повече се използват в обслужването на клиенти за подобряване на ангажираността и удовлетворението. Съответните КПЕ включват:

Време за реакция: При обслужването на клиенти, по-бързата и коректна реакция може да доведе до по-висока удовлетвореност на клиентите. В този аспект ИИ може да помогне за минимизиране на тези времена чрез автоматизиране на отговорите,

процесите, правилно планиране и подпомагане на служителите с по-бързо извличане на данни и подкрепа за вземане на решения.

Качество на услугата: Измерени, чрез проучвания на клиентите, КПЕ за качеството на услугата оценяват ефективността на инструментите с използващи ИИ при посрещане на нуждите на клиентите. Висококачествената услуга често се отразява в положителни отзиви и ниски нива на оплаквания.

Проценти на задържане на клиентите: Процентите на задържане могат да бъдат значително повлияни от качеството на услугата. Способността на ИИ да предоставя персонализирани изживявания и проактивни услуги може да подобри лоялността и задържането на клиентите.

Растеж на приходите

Инициативите за използване на изкуствен интелект могат да стимулират растежа на приходите чрез подобряване на процесите, увеличаване на добивите и продажби, маркетинговите усилия и други. Ключовите показатели в тази област включват:

Генерирани нови потенциални клиенти: Инструментите използващи ИИ могат да помогнат за идентифицирането и поддържането на потенциални клиенти по-ефективно от традиционните методи. Проследяването на броя нови потенциални клиенти, генерирани чрез кампании, основаващи се на ИИ, може да демонстрира въздействието върху разширяването на пазарните сегменти и групи.

Проценти на поскъпване: Способността на ИИ да анализира клиентски данни и да прогнозира модели на покупка може да се използва за увеличаване на възможностите за поскъпване. Мониторингът на нивата на надценка преди и след внедряването на ИИ може да покаже колко ефективно ИИ допринася за растежа на продажбите.

Увеличаване на добивите и качеството на продукта: Системите и устройствата ползващи ИИ и приложими в земеделието, в частност растениевъдството, насочват ресурсите си към подобряване качеството на произведената продукция и нейните обеми, това може да генерира по-високи приходи на земеделците и/или добра конкурентоспособност на един по-голям пазар.

Принос към продажбите: Този КПЕ измерва процента от общите продажби, които се дължат директно на инициативи с ИИ, като препоръки, направени от системи с ИИ или автоматизирани маркетингови кампании. Той помага да се определят количествено преките финансови ползи от ИИ за бизнеса.

Подобряване на устойчивостта и екологосъобразното земеделие

Ключовите показатели за устойчивост и екологосъобразно земеделие са критични за оценка на влиянието на селскостопанските практики върху околната среда и за

осигуряване на дългосрочната устойчивост на производството. Примерни такива показатели са представени по-долу.

Здраве на почвата

Оценка параметрите за качество на почвата, като нива на хранителни вещества, рН и съдържание на органична материя преди и след прилагането на ИИ. Тази оценка може да се направи в паралел с оценката за промяната в качествата на крайния продукт в практи използващи съоръжения или управление основаващо се на ИИ.

Органично съдържание на почвата: Измерване на количеството органично вещество в почвата, което е критично за плодородието и задържането на влага.

рН на почвата: Определяне на киселинността или алкалността на почвата, което влияе на достъпността на хранителни вещества за растенията.

Ерозия на почвата: Оценка на степента на почвена ерозия, която води до загуба на плодороден слой.

Намаляване на отпадъците

Обем на отпадъците, генерирани от селскостопанските дейности, и процента на рециклиране или повторна употреба.

Проследяване намаляването на хранителните отпадъци и загубите на реколта поради подобро прогнозиране и прецизни интервенции.

Устойчивост на използваните водни ресурси

Потребление на вода: Обемът на водата, използван за напояване на единица площ.

Ефективност на напояването: Процент на водата, която достига до кореновата зона на растенията, без да се губи чрез изпаряване или дрениране.

Качество на водата (ррт на нитрати, фосфати и пестициди): Концентрацията на замърсители във водните ресурси, използвани за напояване.

Влияние върху околната среда

Въглероден отпечатък: Определяне и/или измерване на емисиите на парникови газове, свързани с дейностите по производство на култури.

Емисиите на метан и азотен оксид: Измерване на специфичните емисии на метан и азотен оксид от селскостопански дейности.

Биоразнообразие

Оценка и дефиниране на въздействието върху местното биоразнообразие, включително наличието на полезни насекоми и други диви животни. Този критерий може да бъде

разгледан от различни аспекти, в зависимост от основната цел на оценката – индекс на биоразнообразие, площи с биологично земеделие, видове растения и животни опазени в следствие от прилагането на ИИ на обработваемата територия и други.

Показатели за социална и икономическа устойчивост

Брой на работни места в селското стопанство и заетостта свързана с прилагане на изкуствения интелект и дигиталните технологии в селските райони : Статистика за работните места, създадени или поддържани в селското стопанство и свързаните сектори.

Образование и обучение на фермери: Брой часове обучение и сертификационни програми, които земеделците са преминали, свързани с прилагането на изкуствен интелект и дигитални технологии.

Приемане и удовлетвореност на потребителите

Приемането и използването на нови технологии, включително изкуствен интелект (ИИ), е съществен фактор, който може значително да повлияе на перспективите пред земеделския сектор. Разбирането на степента, до която фермерите приемат и използват ИИ в своите ежедневни дейности, е от ключово значение за развитието и устойчивостта на сектора.

Степен на приемане: Определяне процента на фермерите и селскостопанските работници, които приемат и използват технологии работещи на основата на изкуствен интелект с течение на времето.

Удовлетвореност на потребителите: В този критерий се разглежда и оценява степента на удовлетвореност на земеделските стопани/ собственици на компании и наетият в дейността персонал, използващи ИИ, по отношение лекотата на използване, надеждността и възприеманите предимства.

Обучение и компетентност: Проследяване броя и вида на проведените обучителни сесии и нивата на компетентност на земеделските производители за ефективно използване на технологии с прилагането на ИИ.

Степен на осведоменост и обучение

Процент на фермери, които са запознати с ИИ технологии: Измерва колко фермери имат познания за наличието и потенциала на ИИ.

Часове обучение по ИИ: Количество на обучителните часове, които фермерите са преминали, свързани с използването на ИИ.

Степен на приемане

Процент на фермери, използващи ИИ технологии: Колко фермери реално използват ИИ технологии в ежедневноста си практика.

Ниво на интеграция на ИИ в земеделските практики: Оценка на степента, до която ИИ е интегриран в различни аспекти на селскостопанската дейност (например прецизно земеделие, управление на водни ресурси, прогнозиране на добиви и т.н.).

Удовлетвореност

Процент на удовлетвореност: Този показател оценява нивото на удовлетвореност на земеделските производители от резултатите постигнати с помощта на внедрения ИИ.

Намерения за бъдеща употреба: Процент на фермери, които планират да продължат или ще разширят използването на технологии основани на ИИ.

Предизвикателства и бариери

Оценяване на основни предизвикателства при внедряването на ИИ: Идентифициране на основните препятствия, с които земеделските производители се сблъскват (цена, сложност на технологиите, липса на техническа поддръжка).

Предложения за подобрене: При този критерий следва да оцени т.н. „обратна връзка“. Тоест, видът и броят на направените предложения, от страна на земеделските производители, за подобряване на технологиите и подпомагащите услуги.

Дългосрочно създаване на стойност

Отвъд непосредствените финансови показатели, от решаващо значение е да се вземат предвид дългосрочните стратегически ползи от ИИ.

Стимулиране на иновациите: Технологиите с ИИ често водят до нови начини на работа, което позволява на предприемачи и земеделци въвеждайки иновации да осъществяват по-ефективно процеси. Способността за бърз анализ на огромни количества данни може да доведе до открития, които да държат потребителите в челните редици на своите индустрии.

Стимулиране развитието на персонала и крайните ползватели: Въвеждането на нови и иновативни технологии, изисква и адекватно развитие на персонал и ползватели, което да отговаря на темповете на развитие и изискванията свързани с използване на ИИ. Това се отразява и в повишаване на квалификация, придобиване на нови компетенции, подобряване разбирането на материала, ефективно и ефикасна работа и с други технологии основани на IT, повишаване конкурентността на пазара на труд. Този критерий може да бъде оценяван, както като показател, свързан с развитието на персонала и описан по-горе, така и в перспектива и отнесен към финансови показатели на компанията.

Конкурентно предимство: Внедряването на ИИ може да осигури значително предимство пред конкурентите. Това предимство може да дойде от наличието на по-добра и селектирана информация за клиентите, по-качествени продукти или по-ефективно предоставяне на услуги. Количественото определяне на това предимство може да бъде предизвикателство, но е от съществено значение за разбирането на пълното въздействие на ИИ.

Съотносимост на използвания ИИ към бизнеса: Използваният ИИ може да се „мащабира“ спрямо даденото земеделско производство и/или бизнес, като се адаптира към нарастващите обеми и сложност на данните и основните задачи. Тази връзка следва да гарантира, че инвестициите в ИИ ще продължат да носят дивидент и в бъдеще. В тази връзка, този показател оценява нивата на адаптивност на ИИ, моментното и бъдещо влияние върху основните дейности на компанията и нейните финансови показатели.

Подобрено вземане на решения: Способността на ИИ да предоставя прогнозни данни и анализи в реално време може значително да подобри процесите на вземане на решения. Въпреки че е трудно да се определи количествено, тази стратегическа полза може да доведе до значителни пазарни предимства и намаляване на риска.

Динамична среда и конюнктура на пазара – корекция на показателите за анализ и валидиране на ИИ

Системите с ИИ не работят във вакуум. Те се внедряват в непрекъснато променящи се вътрешни и външни среди, които могат значително да повлияят на тяхното представяне и уместността на показателите, използвани за измерване на техния успех.

Вътрешните промени: организационните промени като промяна в производствените планове, промяна в обработваните терени, смяна на отглежданите култури, актуализации на ИТ инфраструктурата, промени в политиките за управление или промени в стратегическата посока могат да променят ефективността на системите с ИИ. Например, нова ИТ политика може да ограничи данните, до които системите с ИИ имат достъп, намалявайки тяхната ефективност или изкривявайки показателите за ефективност.

Външни колебания: Икономическите промени, нови нормативни изисквания, технологичният напредък и конкурентната динамика, също могат да повлияят на производителността на ИИ. Икономическият спад може да промени моделите на поведение на потребителите, засягайки прогнозите на моделите с ИИ в маркетинговите анализи. По подобен начин новите технологии могат да направят съществуващите инструменти за изкуствен интелект остарели или по-малко ефективни.

В тази връзка е необходимо адаптиране на показателите използвани за оценка към установените промени. За да се поддържа надеждността на измерванията и анализа на използвания ИИ, е необходимо редовно да се преглеждат и коригират КПЕ и

показателите, за да отразяват текущите реалности. Този адаптивен подход гарантира, че оценките остават релевантни и че системите с ИИ продължават да отговарят на организационните нужди дори когато условията се променят.

Освен ролята си във валидирането, КПЕ и другите показатели са съществени за усъвършенстване и насочване на бъдещи стратегии за ИИ. Те следва да гарантират, че инициативите за внедряване на ИИ остават в съответствие с по-широките бизнес или други цели на земеделските производители, като представляват еталон, спрямо който могат да се правят стратегически корекции. Тяхното правилно, коректно и навременно проследяване, измерване и оценяване помага да се идентифицират областите с недостатъчно представяне и възможностите за подобрене, като се гарантира, че ИИ се развиват в отговор на оперативните нужди и пазарните условия. Така, чрез проследяване на качествените и количествени показатели, и ефективност може да се вземат правилните решения дали и как да се разшири използването на ИИ.

Динамичният характер на технологиите използващи ИИ и техните приложения изисква показателите, използвани за оценяване и валидиране, също да търпят развитие. Поддържането на актуални показатели за оценка гарантира, че те остават уместни и продължават да предоставят ценна информация. Този подход за адаптивно измерване поддържа устойчиви иновации и растеж, като гарантира, че ИИ продължава да предоставя стратегическа стойност в дългосрочен план.

Интегрирането и „мащабирането“ на ИИ в една организация носят потенциал за трансформация, но истинската мярка за стойността на тази технология се крие в нейните осезаеми резултати. Ето защо щателното измерване на въздействието на ИИ чрез добре дефинирани ключови показатели за ефективност е от особена важност. Тези инструменти не само определят количествено успеха на инициативите с използване на ИИ, но също така насочват вземането на стратегически решения и бъдещото внедряване на технологии.

В заключение, когато определят количествено възвръщаемостта на инвестициите на ИИ, за земеделските производители е жизненоважно да включат, както незабавна финансова възвръщаемост, така и по-широки стратегически ползи. Този всеобхватен подход не само ще оправдае текущата инвестиция, но и ще проправи пътя за бъдещи инициативи за изкуствен интелект, осигурявайки устойчив растеж и иновации в една все по-конкурентна среда. Чрез проследяване на тези основни КПЕ, организациите/земеделците могат не само да наблюдават непосредствените ползи от своите проекти, но и стратегически да прецизират своите подходи, за да увеличат максимално дългосрочните печалби, качеството и количеството на произвежданите продукти, като пряко отразяват и пазарната конюнктура. Посочените по-горе показатели представят критичен набор, които помага на заинтересованите страни да разберат стойността, която ИИ добавя, като по този начин подкрепят непрекъснатите инвестиции и разширяването на възможностите на ИИ.

Използвана литература и източници

1. El Mehdi Raouhi, Mohamed Zouizza, Mohamed Lachgar, Younes Zouani, Hamid Hrimech, Ali Kartit(2023) , *AIDSII: An AI-based digital system for intelligent irrigation*
2. Top Agrar_Test of precision drills, Kverneland
3. KV_Optima V & TFprofi HDII_GB_LR, Kverneland
4. Artificial intelligence in the agri-food sector (2023) - This study was written by Josse De Baerdemaeker, with the support of the following co-authors (for the chapters that appear in square brackets): S. Hemming [2 and 6], G. Polder [2], A. Chauhan [2 and 6],A. Petropoulou [2] (Wageningen University and Research), F. Rovira-Más [3] (UP Valencia), D. Moshou [3](Aristotle University), G. Wyseure [4],T. Norton [5],B. Nicolai [6] (KU Leuven), F. Hennig-Possenti [7], I. Hostens[7] (CEMA).
5. Redmond R. Shamshiri, Sanaz Shafian (2022): Digital Agriculture, Methods and Applications
6. Dmitry Savvich Buklagin, Vladimir Yakovlevich Goltapin (2021): Digitalization of crop production: development trends
7. Straits Research (2023): AI in agriculture Market Size is projected
8. Infopulse
9. Василева, Хр., Ролята на цифровизацията в земеделието– дигиталните хъбове, Дигитално земеделие, еволюция на сектора, официален сайт за специализирана европейска и национална аграрна информация - <https://agri.bg/novini/digitalno-zemedelie-evolyutsiyata-na-sektora>
10. Европейски цифрови информационни центрове и хъбове, Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщения, Информационни технологии, Европейски програми и проекти
11. <https://www.mtitc.government.bg/bg/category/274/evropeyski-cifrovi-inovacionni-centrove-hubove>, 2021
12. Véronique Bellon Maurel, Ludovic Brossard, Frédéric Garcia, Nathalie Mitton, Alexandre Termier (2022): Agriculture and Digital Technology,
13. Йорданов, Явор (2020), Национална почвена служба, Прецизно земеделие, дигитално и интелигентно земеделие-по какво всъщност се различават те? <http://nationalsoils.com/>
14. Alisa, A,(2019), News what is the difference between precision, digital and smart farming, Digital Agriculture, 13.08.2019
15. Beznosov, G., Semin,A., Skvortsov, E., Volkova, Sv.,(2019), The economic essence of the category of precision agriculture, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Digital agriculture - development strategy” (ISPC 2019)
16. Digital Agriculture: Helping to Feed the Growing World, 2017-02-23
17. DLG, (2017), Digital Agriculture - Opportunities. Risks. Acceptance., A DLG position paper, Agrifuture- Digital Farming., <https://www.dlg.org/en/agriculture/topics/a-dlg-position-paper>, 2021

18. Kritikos, M.,(2017), Precision agriculture in Europe, Legal, social and ethical considerations, EPRS(European Parliamentary Research), Scientific Foresight Unit (STOA),),November 2017 – PE 603.207
19. Lutz Goedde, Joshua Katz, Alexandre Ménard, and Julien Revellat,(2020), Agriculture's connected future: How technology can yield new growth, McKinsey& Company, October 9, 2020
20. Precision Agriculture, An International Journal on Advances in Precision Agriculture, Volume 22, Issue 3, June 2021-<https://www.ispag.org/2021>
21. Skvortsov, E., How digital agriculture and big data will help to feed a growing world - https://www.ey.com/en_gl/consulting/ 2021
22. <http://www.agriculturejournal.org/volume11number1/impact-of-artificial-intelligence-in-agriculture-with-special-reference-to-agriculture-information-research/>
23. <https://chooseacacia.com/measuring-success-key-metrics-and-kpis-for-ai-initiatives/>
24. <https://www.linkedin.com/pulse/how-ai-driving-agricultural-innovation-ronald-van-loon-jb27e>
25. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502223000665>
26. <https://nik.bg/polezno/kverneland-pudama-seitba-s-tochkovo-torovnyane-i-rezultati-ot-demo-poleta-v-balgariya/>
27. <https://agri.bg/novini/rolyata-na-tsifrovizatsiyata-v-zemedeliето-digitalnate-habove>, 2021
28. <https://intellias.com/artificial-intelligence-in-agriculture/>