

Kursus 1: Digital
landbrug og
præcisionslandbrug
M1: IoT i praksis
—
præcisionslandbr
ug



www.smartskillsproject.eu



Co-funded by
the European Union



Hvad vil du lære?

Dette modul undersøger, hvordan data og moderne teknologier transformerer landbruget. Deltagerne får indsigt i, hvordan Internet of Things (IoT) muliggør dataindsamling i realtid fra sensorer i marker, drivhuse og på dyr – hvor der måles jordfugtighed, temperatur, bevægelse og mere. Modulet dækker dataanalyseteknikker, der hjælper med at visualisere og fortolke denne information for at optimere processer. Det introducerer også geografiske informationssystemer (GIS), som muliggør rumlig analyse og kortlægning af udbytte, vegetation og forekomst af skadedyr for at understøtte beslutningstagning.

Få indsigt i...

...brugen af sensorer til at måle jordfugtighed, temperatur, bevægelse og mere.

Identificer

...nøglekomponenter i kontrolsystemer, herunder sensorer, regulatorer og aktuatorer.

Udforsk...

...hvordan GIS understøtter beslutningstagning gennem rumlig analyse og kortlægning.

indhold

01 IoT i landbruget

02 Præcisionslandbrug

03 IoT i brug – Casestudie

04 Videreudvikling, kritik, tendenser

05 Lad os øve



Denne licens giver genbrugere mulighed for at distribuere, remixe, tilpasse og bygge videre på materialet i ethvert medium eller format, så længe der gives kredit til skaberen. Licensen tillader kommerciel brug. CC BY indeholder følgende elementer:
BY: ophavsmanden skal krediteres.



Finansieret af Den Europæiske Union. De udtrykte synspunkter og meninger er dog udelukkende forfatterens og afspejler ikke nødvendigvis Den Europæiske Unions eller Det Europæiske Forvaltningsorgan for Uddannelse og Kultur (EACEA) synspunkter. Hverken Den Europæiske Union eller EACEA kan holdes ansvarlig for dem. 2023-2-PL01-KA220-VET-000178755

IoT | LANDBRUG

01



IoT i landbruget/smart landbrug

- **Styringsystemer** – automatisering af LPIS-administration, "medarbejdersporing"
- **Sikkerhed** – bygninger, brande i hø og halm, oversvømmelser, dyr...
- **Sensorer** – vejrstation
- **Robotisering**
- **Præcisionslandbrug** – Planteproduktion
 - Marker, frugtplantager, drivhuse
- **Dyreprодукtion**
- **Skovbrug**
- **Vandforvaltning**



IoT i landbruget / Landbrugets smarte fremtid

IoT-teknologi i landbruget (se grafen)

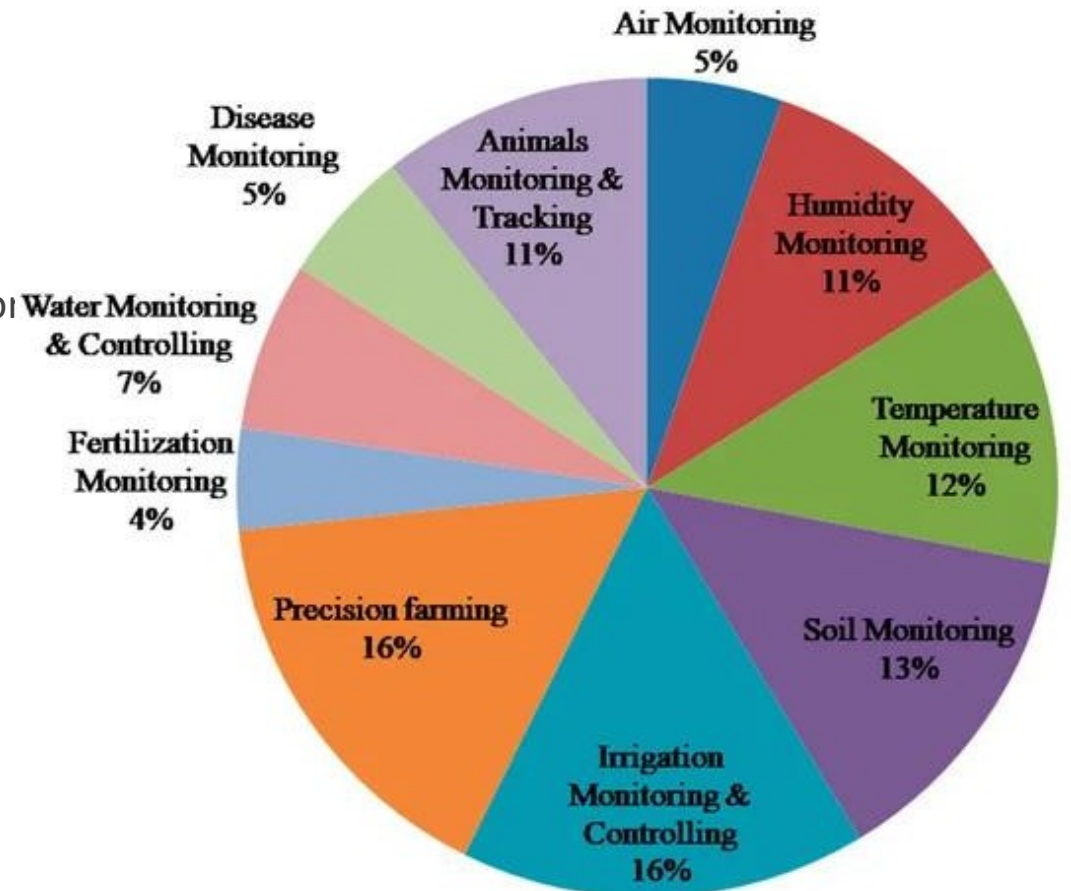
giver et omfattende overblik over, hvordan IoT er ved at forandre landbruget. Her er de vigtigste punkter:

Tingenes internet (IoT) revolutionerer landbruget: Sensorer overvåger jorden, drivhuse styres automatisk, og dyr bærer enheder, der overvåger deres helbred.

I de 67 analyserede undersøgelser (2006–2019) anvendes IoT oftest inden for

- **Præcisionslandbrug** – f.eks. målrettet vanding eller gødning
- **Overvågning af dyr** – sundhed, bevægelse, lokalisering
- **Drivhusautomatisering** – klimastyring uden menneskelig indgriben

IoT hjælper med at spare vand, øge udbyttet og gøre arbejdet lettere – selv fjernbetjent.



 smart sustainable agriculture

(Kilde: Farooq, M.S.; Riaz, S.; Abid, A.; Umer, T.; Zikria, Y.B. IoT-teknologiens rolle i landbruget: En systematisk Litteraturgennemgang. *Electronics* 2020, 9, 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>)

02

PRÆCISIONSJORDBRUG



Præcisionslandbrug

Præcisionslandbrug begyndte at tage form i **1980'erne**. Hovedmålet med den tidlige forskning på dette område var at udvikle et **beslutningsstøttesystem (DSS)** til omfattende landbrugsdrift. Dette system havde til formål at:

- **Optimere afkastet af landbrugsinput** (f.eks. frø, gødning, vand)
- **Bevare naturressourcerne** ved kun at anvende dem, hvor og når det er nødvendigt
- **Forbedre effektiviteten og bæredygtigheden** gennem datadrevne beslutninger

Dette grundlæggende idé lagde grundlaget for dagens intelligente landbrugsteknologier, herunder IoT, GIS og automatisering.

Udvalgte områder – planteproduktion

- Automatisk styring af præcisionssåning i henhold til såkort
- Automatisk regulering af gødningsdosering baseret på gødningskort
- Automatisk regulering af rækkesåning baseret på såkort
- Automatisk indstilling af gødningsdosering baseret på vegetationens aktuelle tilstand
- Autonom styring af landbrugsmaskiner
- Oprettelse af gødningskort
- Oprettelse af kort over jordens fysiske og kemiske egenskaber
- Styret kørsel af traktorer og landbrugsmaskiner på marken
- Styret kørsel af traktorer og landbrugsmaskiner på marken med 2 cm nøjagtighed
- Kortlægning af udbyttet af rodfrugter
- Kortlægning af kvaliteten af de høstede afgrøder under høst af korn og foderafgrøder

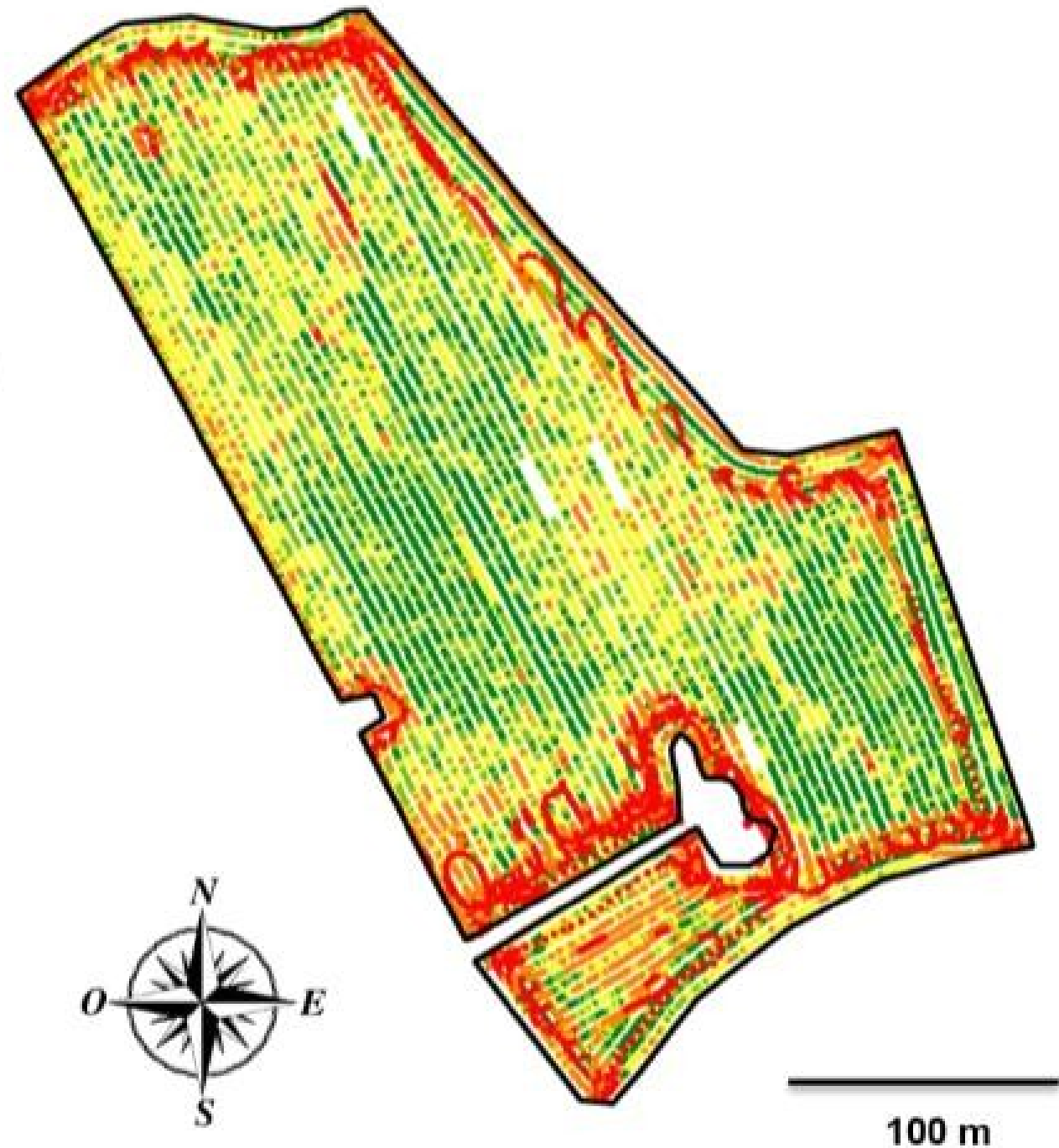
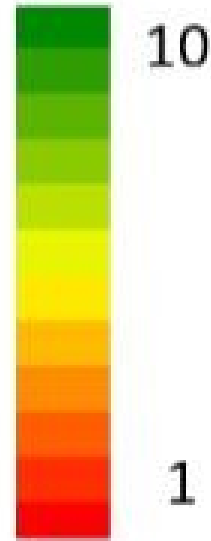
Udvalgte områder – planteproduktion (fortsat)

- Overvågning af udbyttet fra høsten af korn og oliefrø
- Overvågning af vilde dyr på landbrugsjord og i skove ved hjælp af droner
- Telematik til traktorer og andet landbrugsmaskineri
- Brug af ubemandede køretøjer til styring af afgrødeproduktionen
- Brug af markrobotter i frugt- og grøntsagsproduktionen
- Brug af satellitbilleder til styring af afgrødeproduktionen
- Anvendelse af droner til udbringning af plantebeskyttelsesmidler
- Variabel udbringning af plantebeskyttelsesmidler i henhold til kort over forekomsten af skadelige faktorer
- Variabel jordbehandling

Kort / kortlægning

- indtægter
- gødskning
- vegetationstilstand
- jordegenskaber
- markprofil

Yield (t/ha)



Kort / kortlægning – Real-Time Kinematic (RTK)-positionering

Real-Time Kinematic (RTK)-positionering er en satellitnavigationsteknik, der bruges til at forbedre præcisionen af GPS-signaler. Den er meget udbredt inden for præcisionslandbrug til opgaver, der kræver høj rumlig nøjagtighed.

Nøglefunktioner omfatter:

Fejlkorrektion: RTK korrigerer signalfejl fra standard-GPS ved hjælp af data fra en nærliggende **basestation**.

Høj nøjagtighed: Opnår en positioneringsnøjagtighed på **2–5 cm**, hvilket er afgørende for opgaver som automatisk styring, såning og sprøjtning.

Realtidsdata: Giver øjeblikkelige korrektioner, hvilket muliggør præcise operationer i marken uden forsinkelser.

Kortlægningsapplikationer: Gør det muligt at oprette detaljerede markkort, herunder udbytekort, kort over jordegenskaber og udbringningskort.

RTK-teknologi er en hjørnesteen i moderne præcisionslandbrug, der gør det muligt for landmænd at arbejde mere effektivt og reducere spild af ressourcer.

Typer af fjernmåling

- Aktiv – lys
- Passive kunstige lyskilder
- Droner
- Satellitter
 - ESA's Copernicus-program
 - Sentinel-satellit – EU-billeder frit tilgængelige
 - atmosfærisk overvågning (luftkvalitet, emissioner, ozonlag)
 - overvågning af havmiljøet
 - vandovervågning
 - jordovervågning
 - overvågning af vegetation
 - overvågning af klimaændringer

Fjernmålingsværktøj

Hvad er CropSat, og hvordan fungerer det

CropSat er et gratis onlineværktøj til overvågning af landbrugsafgrøders tilstand ved hjælp af **satellitbilleder**.

- Bruger satellitdata fra de europæiske **Sentinel-missioner (Copernicus-programmet)**
- **Understøtter både RGB-** (synligt lys) og **CIR-** (farve-infrarødt) billeder
- Viser vegetationsindekser (f.eks. NDVI) til vurdering af afgrødens udvikling

Det giver brugerne mulighed for at:

- Følge afgrødens vækst over tid
- Optimere gødskning og vanding
- Sammenligne marker på tværs af sæsoner og lokationer

Fjernmålingsværktøj

CropSat til sikkerhed og krisestyring

Sikkerhed og overvågning:

- Registrerer tørke, skovrydning og jordforringelse
- Identificerer usædvanlige ændringer i arealanvendelsen eller ulovlige aktiviteter

Krisestyring:

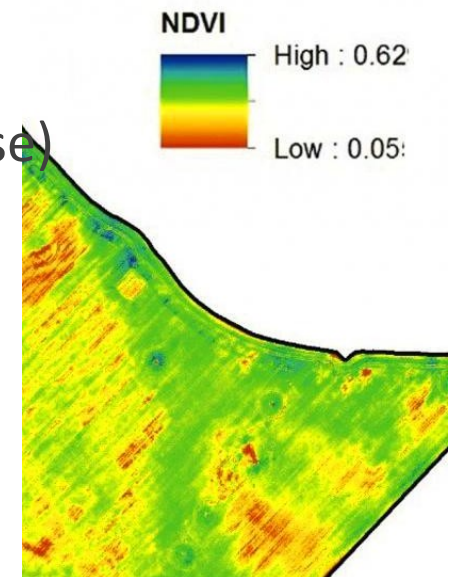
- Vurderer konsekvenserne af naturkatastrofer (brande, oversvømmelser, tørke)
- Understøtter beslutningstagning i forbindelse med fordeling af hjælp og genopbygningsplanlægning

CropSat = et værktøj for landmænd, politiske beslutningstagere og landskabsbeskyttelse.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) er en numerisk indikator, der bruges til at vurdere vegetationens sundhed og tæthed ved hjælp af satellit- eller luftbilleder. Den beregnes ved hjælp af forskellen mellem refleksionen af nærinfrarødt (NIR) og rødt (RED) lys

- genkendelse af vegetation
- bestemmelse af vegetationens sundhed (mængden af biomasse)
- mængden af klorofyl
- CWSI (afgrøde-vandstressindeks)



Præcisionslandbrug – Driftsledelse

Landbrugsledelse inden for præcisionslandbrug indebærer integration af digitale værktøjer og datadrevet beslutningstagning for at optimere landbrugsdrift. Ved hjælp af teknologier som IoT-sensorer, GPS og landbrugsledelsessoftware kan landmænd overvåge og styre forskellige aspekter af deres produktion i realtid.

Nøglekomponenterne omfatter:

- **Dataindsamling** fra marker, maskiner og husdyr
- **Dashboards** til visualisering af præstationsindikatorer
- **Automatiseret rapportering** til overholdelse af regler og planlægning
- **Beslutningsstøttesystemer (DSS)** til at vejlede handlinger som vanding, gødning og høst

Præcisionslandbrug – robotisering

Robotisering inden for præcisionslandbrug refererer til brugen af autonome og semi-autonome maskiner til at udføre landbrugsopgaver med høj nøjagtighed og effektivitet. Disse teknologier reducerer behovet for manuelt arbejde og muliggør drift døgnet rundt under forskellige forhold.

I alle faser

- Avl
- Markforberedelse
- Såning
- Gødskning
- Høst
- ...



Præcisionslandbrug – Drivhuse

Drivhuse inden for præcisionslandbrug bruger avancerede teknologier til at skabe kontrollerede miljøer, der optimerer plantevækst og ressourceeffektivitet. IoT-sensorer og automatiseringssystemer overvåger og regulerer nøglevariabler såsom temperatur, fugtighed, lys og næringsstofniveauer.

- Lukkede systemer
- Hydroponiske og aeroponiske systemer
- Automatiseret klimastyring
- Fjernovervågning og alarmer
- AI-drevet optimering



Digitalt landbrug



Mere information om **digital landbrug**

← [Hvorfor er digital landbrug vigtigt for landmænd? Digitalt landbrug](#)

| [Opdag landbruget](#)

03

IoT | BRUG – CASESTUDIE



Casestudie: Senosec.cz: Beskyttelse af vilde dyr under græsslåning

Under græsslåning gemmer unge hjorte og andre små dyr sig i det høje græs, hvilket ofte resulterer i dødelige skader. *Senosec.cz*-systemet bruger droner med termisk billedbehandling og feltsensorer til at scanne området inden slåningen. Dataene visualiseres på GIS-kort, så landmændene kan undgå at skade skjulte dyr. Løsningen har reduceret antallet af dyrs dødsfald og forbedret landbrugets image i offentligheden. Den medfører dog også udfordringer, herunder omkostningerne til droner, behovet for uddannet personale og bekymringer om privatlivets fred i forbindelse med billeddata.

- **Problem:** Skjulte dyr, der kommer til skade eller dræbes under slåningen
- **IoT-baseret løsning:** Termiske droner og feltsensorer registrerer dyr
GIS-kortlægning til præcis lokalisering
- **Effekt:** Reduceret dødelighed blandt vilde dyr, forbedret landbrugsetik
- **Udfordringer:** Dronedrift, udstyrsomkostninger, databeskyttelse (GDPR)

Casestudie: Vcelstva.cz: Fjernovervågning af bistader

Bikubernes sundhed er afgørende for bestøvning og honningproduktion. *Vcelstva.cz* muliggør fjernovervågning via smarte bikubevægte og temperatur-/fugtighedssensorer. Dataene overføres via LoRaWAN til en webgrænseflade, så biavlere kan kontrollere bikubernes tilstand når som helst. Dette reducerer behovet for fysiske kontroller og forbedrer reaktionen på problemer såsom sværmning eller sygdom. Udfordringerne omfatter opretholdelse af forbindelsen i fjerntliggende områder, sikring af nøjagtig kalibrering og beskyttelse af følsomme data.

- **Problem: Skjulte dyr, der kommer til skade eller dør under slåning**
- **IoT-baseret løsning: Termiske droner og feltsensorer registrerer dyr**
- **GIS-kortlægning for præcis lokalisering**
- **Effekt: Reduceret dødelighed blandt vilde dyr, forbedret landbrugsetik**
- **Udfordringer: Dronedrift, udstyrsomkostninger, databeskyttelse (GDPR)**

Casestudie: PtaciOnline.cz: Fuglesporing og forskning

PtaciOnline.cz-projektet fokuserer på sporing af migrationen af beskyttede fuglearter. Små GPS-enheder, der er fastgjort til fuglene, indsamler positions- og aktivitetsdata, som overføres via GPRS. Disse oplysninger hjælper forskere med at forstå flyveveje og adfærdsmønstre, hvilket understøtter bevaringsprogrammer. Enhederne skal dog være lette for ikke at skade fuglene, batterilevetiden er begrænset, og der kan opstå etiske spørgsmål omkring mærkning af dyr.

- **Problem:** Behov for at studere fuglenes træk og adfærd
- **IoT-løsning:** GPS-halsbånd med GPRS og bevægelsessensorer Realtidsdata til forskning og bevarelse
- **Fordele:** Nøjagtige trækort, beskyttelse af dyrelivet
- **Udfordringer:** Batterilevetid, enhedens vægt, etiske bekymringer

Casestudie: PtaciOnline.cz: Fuglesporing og forskning

FARMBOT er en open source-landbrugsrobot designet til automatiseret landbrug i mindre skala, såsom hjemmegårde eller forskningsarealer. Den fungerer som en CNC-maskine over en hævet bed og udfører opgaver som at så frø, vande planter baseret på fugtighedsniveauer og endda fjerne ukrudt. FARMBOT forbinder til en cloud-baseret platform og kan styres fra en webapp. Den er et fremragende eksempel på præcisionslandbrug på mikroniveau – især til undervisningsbrug eller demonstrationsformål. Brugen er dog begrænset til små parceller og kræver internetforbindelse samt grundlæggende tekniske færdigheder til opsætning og vedligeholdelse.

- **Problem:** Tidskrævende manuel havearbejde og småskala afgrødeproduktion
- **Løsning:** Open source CNC-landbrugsrobot – fuldautomatisk plantepleje
- **Funktioner:** Såning, vanding, ukrudtsbekæmpelse, måling af jordfugtighed
- **Fordele:** Fuldt autonom dyrkning, ideel til undervisning og bylandbrug
- **Udfordringer:** Begrænset skalerbarhed, kræver internet og tekniske færdigheder

VIDEREUDVIKLING, KRITIK, TENDENSER



Kritik af IoT

Selvom IoT tilbyder mange fordele inden for landbruget, står det også over for en række kritikpunkter og udfordringer:

Dataoverbelastning: Store datamængder kan være vanskelige at administrere, analysere og fortolke effektivt.

Inkompatibilitet: Enheder og platforme fra forskellige producenter fungerer muligvis ikke godt sammen, hvilket begrænser integrationen.

Bekymringer om privatlivets fred: Brug af kameraer, GPS og sporingsværktøjer rejser etiske og juridiske spørgsmål (f.eks. GDPR).

Sikkerhedsrisici: Mange IoT-enheder mangler ordentlig cybersikkerhed, hvilket gør dem sårbare over for hacking eller datalækager.

Høje omkostninger: Den indledende investering i IoT-infrastruktur og uddannelse kan være dyr for små landbrug.

Afhængighed af internetforbindelse: Pålidelig internetadgang er afgørende, hvilket kan være begrænset i landområder

områder.

Tab af arbejdspladser: Automatisering kan mindske behovet for manuelt arbejde, hvilket giver anledning til bekymring om beskæftigelsen.

IoT-tendenser

- Tendenser inden for IoT-anvendelse af AI/ML
- Udvikling af trådløse teknologier (5G, NB)
- Udvikling af strømforsyning
 - batteri
 - alternativ
- Sundhed
- Landbrug, biologi
- Sikkerhed
- Transport/Byer
- Energibesparelse

LAD OS ØVE

05



Øvelse for eleverne:

Praktisk aktivitet: *"Find en smart løsning"*

Undersøg et eksempel fra den virkelige verden på en IoT-baseret teknologi, der anvendes i landbruget (f.eks. jordfugtighedssensor, smart vandingsystem, sporing af husdyr).

Opgave: Beskriv hvordan den teknologien fungerer, hvilke fordele den giver, og hvilke udfordringer der kan opstå ved brugen af det. Længde: 100–150 ord.

Valgfrit: Vedhæft en video eller et billede, der demonstrerer systemet.

Gruppeøvelse:

Diskussionsspørgsmål:

Hvilke områder inden for landbruget mener du bør digitaliseres som det næste?
Hvilke etiske, tekniske eller organisatoriske barrierer kan forhindre en bredere anvendelse af IoT på typiske landbrugsbedrifter?

Formål:

At forbinde teori med praksis, fremme kritisk tænkning og vurdere digitaliseringens reelle indvirkning på landbruget.



Godt gået!

Du har gennemført det første modul i **kursus 1!**
Fortsæt på denne læringsrejse.

I det **næste modul** vil du lære om **IoT-enheder, sensorer, aktuatorer og konvertere.**

www.smartskillsproject.eu

Følg vores rejse



Co-funded by
the European Union

Finansieret af Den Europæiske Union. De udtrykte synspunkter og meninger er dog udelukkende forfatterens og afspejler ikke nødvendigvis Den Europæiske Unions eller Det Europæiske Uddannelses- og Kulturagentur (EACEA) synspunkter. Hverken Den Europæiske Union eller EACEA kan holdes ansvarlig for dem. 2023-2-PL01-KA220-VET-000178755