

Kursus 1: Digital landbrug  
og præcisionslandbrug

M2: IoT-enheder,  
sensorer, aktuatorer,  
omformere



[www.smartskillsproject.eu](http://www.smartskillsproject.eu)



Co-funded by  
the European Union



# Læringsmål

I dette modul lærer du de grundlæggende komponenter i automatiserede styresystemer i landbruget, herunder sensorer, styreenheder og aktuatorer, og bliver i stand til at forklare, hvordan disse **komponenter interagerer** for at optimere forskellige landbrugsopgaver.

Deltagerne vil også få en forståelse af **principperne og anvendelserne af SCADA- og PLC-systemer** i landbrugssammenhænge.

## Forstå...

...rollen og betydningen af kontrolsystemer i det moderne landbrug.

## Identificer

...  
...nøglekomponenter i styresystemer, herunder sensorer, styreenheder og aktuatorer.

## Forklar...

...de grundlæggende funktioner i SCADA- og PLC-systemer inden for

# indhold

Dette modul vil hjælpe deltagerne med at kunne vurdere automatiseringens rolle i forbedringen af effektivitet, præcision og produktivitet i opgaver såsom kunstvanding og afgrødeovervågning.

Ved afslutningen af modulet vil de studerende være i stand til at vurdere automatiseringens bredere indvirkning på moderne landbrugspraksis og dens potentiale til at transformere branchen.

---

**01** Introduktion

---

**02** IoT-enheder

---

**03** Personlige data ved scanning

---

**04** 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.



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 Forvaltningsorgan for Uddannelse og Kultur (EACEA) synspunkter. Hverken Den Europæiske Union eller EACEA kan holdes ansvarlige for dem. 2023-2-PL01-KA220-VET-000178755

01

INDLEDNING



# Fra analog til digital: Forståelse af digitalisering

Digitalisering er processen med at konvertere analoge signaler – som den glatte røde sinusbølge vist her – til digital form, repræsenteret ved diskrete numeriske værdier.

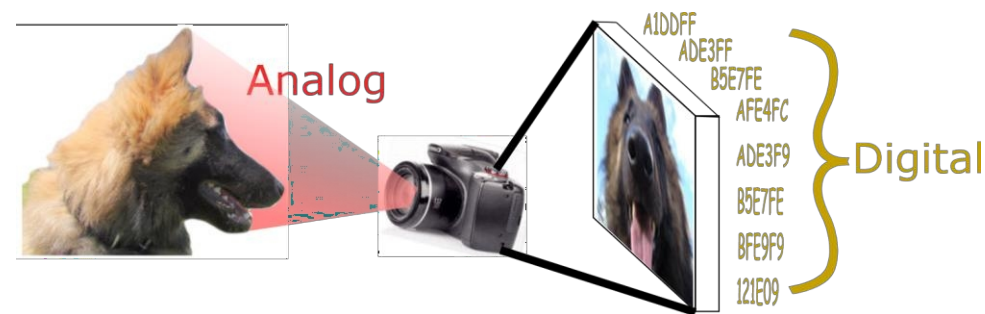
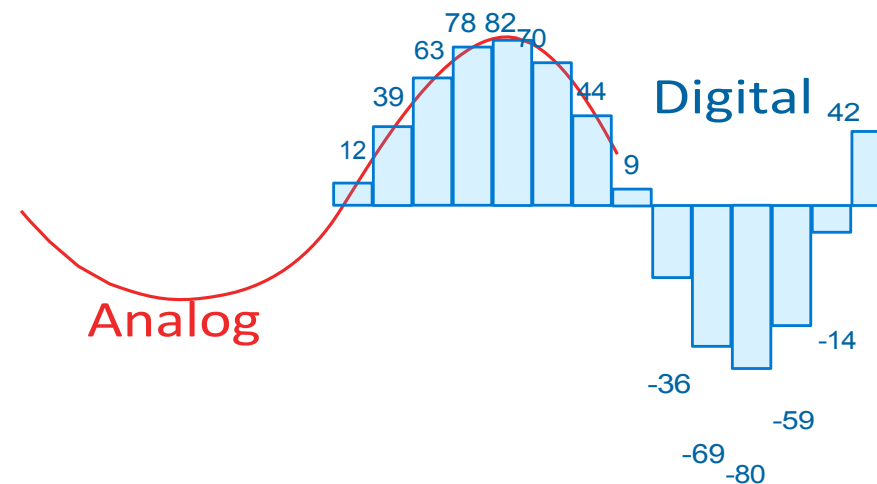
Dette indebærer sampling af det analoge signal med regelmæssige

intervaller og tildele hver prøve et tal, der afspejler dens amplitude. Resultatet er en række værdier,

såsom 12, 39, 63 osv., som tilsammen udgør en digital tilnærmelse af den oprindelige bølge. Denne

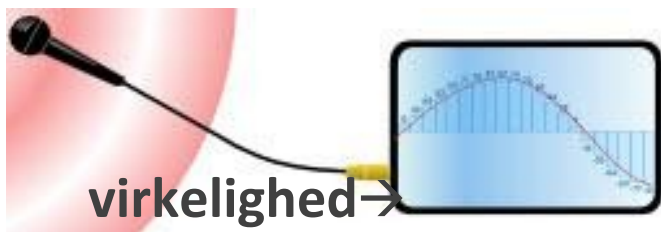
transformation gør det muligt at lagre, behandle og overføre data mere effektivt og pålideligt i digitale systemer.

En lignende digitaliseringsproces indebærer at konvertere et analogt billede – som et foto af en hund – til digitale data ved hjælp af et kamera, der oversætter den visuelle information til numeriske farveværdier.



# Samspelet mellem elektronik og den omgivende verden

Digitaliseringsprocessen og dens modsætning – aktivering – forbinder den fysiske verden med den digitale. Til venstre indsamler enheder som mikrofoner, 3D-scannere, kameraer og termometre data fra den virkelige verden og omdanner dem til digitale signaler ("virkelighed → virtuelt"). Til højre omdannes digitale data tilbage til fysiske handlinger eller output via enheder som højttalere, 2D/3D-printere, elmotorer og relæafbrydere ("virtuel → virkelighed"). Denne tovejsinteraktion gør det muligt for teknologier som smarte hjem, robotik og virtual reality at fungere problemfrit.

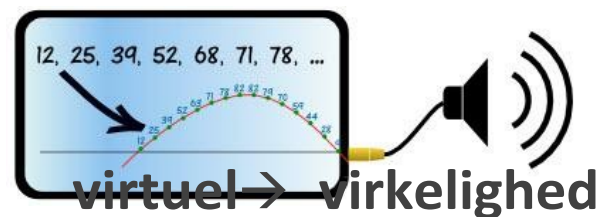


**virtuel**

mikrofon

3D-scanner kamera

termometer



højttaler

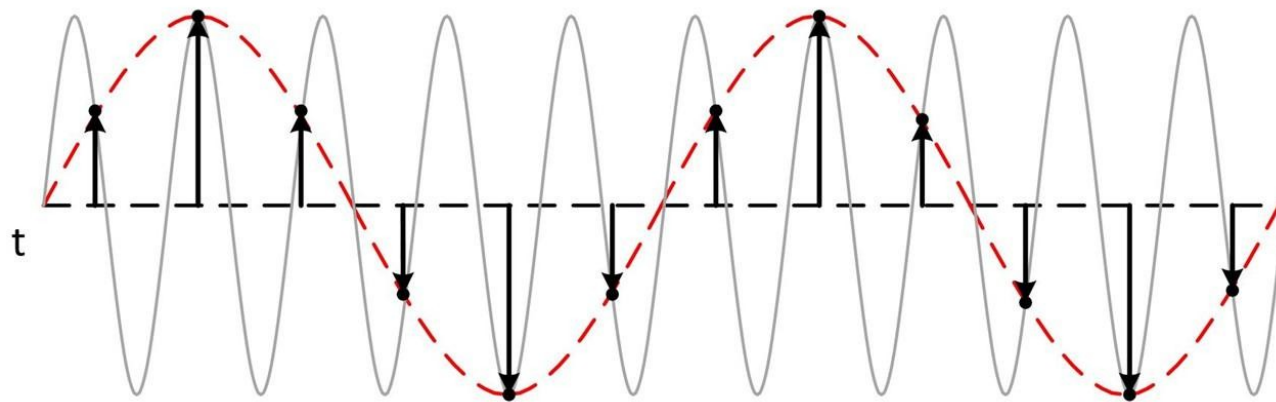
printer 2D/3D

elmotor

relæafbryder

# Shannon-Kotelnikov-sætningen (samplingssætningen)

Denne sætning fastslår, at et kontinuerligt (analogt) signal kan rekonstrueres perfekt ud fra dets samples, hvis det samples med en hastighed, der er mindst **dobbelt så høj som den højeste frekvens** i signalet. Denne minimale samplinghastighed kaldes **Nyquist-hastigheden**. Billedet illustrerer dette ved at vise en jævn analog bølge, der samples med regelmæssige intervaller. Den røde stiplede linje viser, hvordan det oprindelige signal kan rekonstrueres nøjagtigt ud fra disse samples, hvilket demonstrerer, at der ikke går information tabt, hvis samplingen udføres korrekt.



02


IoT-ENHEDER



# Klassificering af IoT-enheder efter design og anvendelse

Enheder kan kategoriseres ud fra deres **tekniske design** og **anvendelsesområde**

## I henhold til det tekniske design

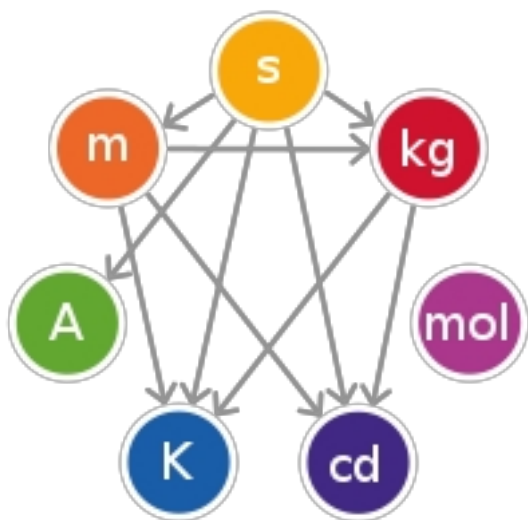
- Enhedens modstandsdygtighed: IP, IK, 
- Strømforsyningsmetode (230 V, 5/12/24 V, batteri)
- Metode til dataoverførsel (datalogger, kablet, trådløst bredbånd, trådløst LPWAN)

## Efter anvendelsesområde

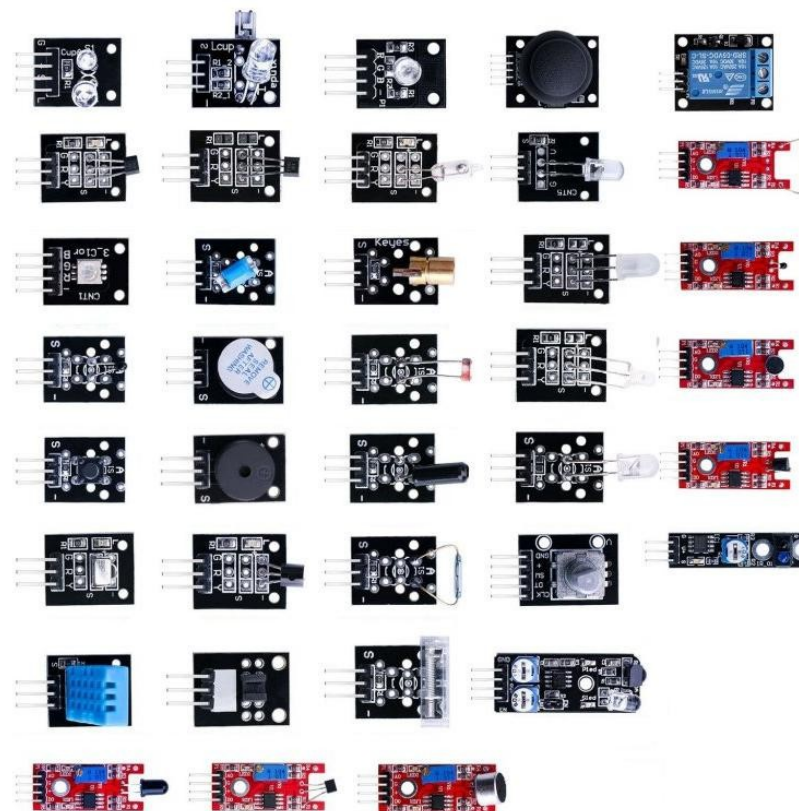
- Professionel (i industrien, transport osv.)
- Til hjemmebrug
- Til forskning, udvikling, test

# De fysiske principper for måling

Det internationale enhedssystem (SI) danner grundlaget for måling af fysiske størrelser såsom længde, masse, tid og temperatur. Forskellige sensorer og moduler – såsom temperatursensorer, gasdetektorer og pulsmålere – omdanner fænomener fra den virkelige verden til målbare data baseret på disse enheder.



- Virkning
- SensorVibration
- SensorFotomodstand
- TastTemperatur
- SensorHall
- Magnetisk sensor
- Optisk sensor
- Barriere-modul
- Hjerterefrekvensdetektor
- Strømrelæ 5V
- Gasdetektor
- Og mere....



# Endeligt mekanisk design

Dette billede viser forskellige sensorer, der anvendes inden for landbrug og miljøovervågning, såsom vejrstationer, jordfugtighedssensorer og temperatur- og fugtighedssensorer. Disse enheder hjælper med at indsamle realtidsdata til støtte for effektivt landbrug og bæredygtig miljøforvaltning.



# Casestudie: Integration af vejrstation med landbrugsstyringssystem

Landmænd stoler ofte på regionale vejrudsigter, som ikke nødvendigvis afspejler mikroklimaet på deres jord. IoT-vejrstationer, der installeres direkte på gården, kan overvåge nedbør, temperatur, vindhastighed, fugtighed og lufttryk. Disse data integreres i landbrugsstyringsplatforme, hvilket forbedrer beslutningerne om såning, anvendelse af pesticider og høsttidspunkt. Vejrsensorer skal dog være robuste og nøjagtige, og dataene skal krydsvalideres for at forhindre fejl i kritiske beslutninger.

**Problem:** Vejrvariationer påvirker driften af landbrugsbedriften

**Løsning:** IoT-vejrstationer på stedet, der er forbundet med digitale dashboards **Data, der bruges til** beslutninger om såning, sprøjtning og høst

**Fordele:** Øget præcision i timingen og reduktion af risici

**Udfordringer:** Datavalidering, sensorernes holdbarhed i barske vejrforhold

# Eksempel på IoT-sensor

## IoT-vejrstation

Nøjagtig, pålidelig og kontinuerlig  
vejrovervågning

WTS506

- Alt-i-én vejrstation
- Robust og holdbar
- Forskellige anvendelsesscenarier
- Nem konfiguration via NFC
- Solcelledrevet og genopladeligt
- Batterier til backup
- Datalagring og videresendelse
- Baseret på LoRaWAN®



 **LoRaWAN**®

# Casestudie: Lyssensor til afgrødeovervågning

Lysintensiteten spiller en afgørende rolle for plantevækst og fotosyntese. I landbruget bruges lyssensorer såsom PAR- (fotosyntetisk aktiv stråling) eller LUX-sensorer til at måle den mængde lys, som planterne modtager. Disse sensorer hjælper med at optimere vækstbetingelserne i drivhuse og overvåge skygge eller eksponering på åbne marker. Landmænd kan bruge dataene til at styre skyggeanlæg eller aktivere supplerende belysning. Nøjagtig placering og kalibrering er afgørende for meningsfulde resultater, især i heterogene miljøer.

**Problem:** Manglen på realtidsdata om lysforholdene påvirker afgrødens kvalitet

**Løsning:** Lyssensorer (f.eks. PAR eller LUX) overvåger lysintensiteten

**Anvendes i drivhuse og på åbne marker til optimering af plantevækst** **Fordele:**

Informeret skygge, supplerende belysning, kontrol af afgrødens kvalitet

**Udfordringer:** Sensorplacering, datatolkning, kalibrering

# Eksempel på IoT-sensor



- Måleområder fra 0 lux til 100.000 lux
- Hurtig respons på 1 sekund for nøjagtig overvågning
- IP67-klassificeret til barske miljøer
- Trådløs LoRaWAN®-implementering med lavt strømforbrug
- Dataintegritet og nem administration
- Lang batterilevetid på op til 10 år
- Nem konfiguration via NFC

# Casestudie: Intelligent jordovervågning

Traditionel jordprøvetagning kan være arbejdskrævende og giver kun øjebliksbilleder. Med smarte sensorer i marken kan landmænd løbende overvåge jordparametre som fugtighed, temperatur og elektrisk ledningsevne (EC). Disse sensorer sender data til en cloud-platform via LPWAN (f.eks. LoRaWAN), hvilket gør det muligt at træffe rettidige beslutninger om vanding og gødning. Det er dog stadig en udfordring at opretholde sensorernes nøjagtighed over tid og sikre pålidelige strømkilder (f.eks. solenergi eller batteri).

- **Problem:** Manuel jordprøvetagning er tidskrævende og inkonsekvent
- **IoT-løsning:** Jordfølere på stedet (fugtighed, temperatur, EC)
- Dataindsamling i realtid og lagring i skyen
- **Fordele:** Optimeret vanding og gødning
- **Udfordringer:** Kalibrering af sensorer, vedligeholdelse, strømforsyning

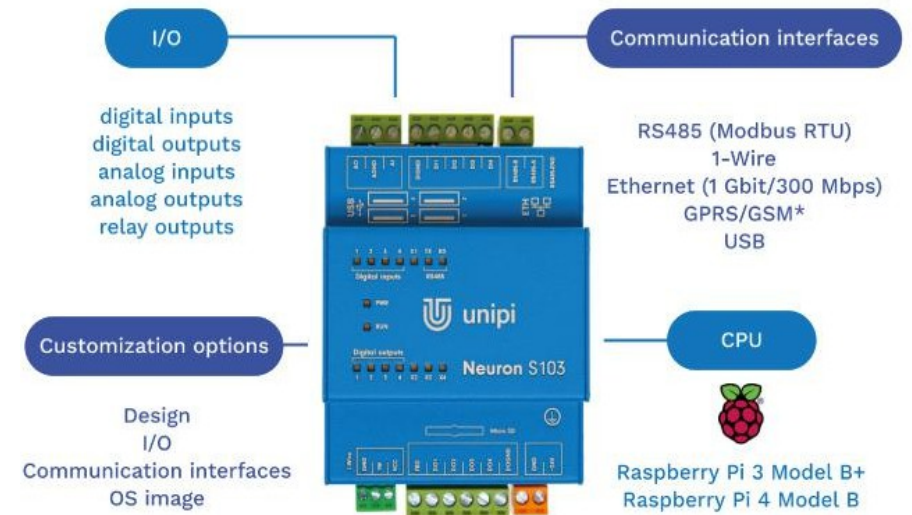
# Eksempel på IoT-sensor



- Problemfri integration med intelligent vanding systemer
- IP67-klassificeret transceiver til barske miljøer
- Korrosionsbestandig sonde med IP68-klassificering
- Dataintegritet og nem administration
- Lang batterilevetid på op til 10 år
- Nem konfiguration via NFC

# Grænseflade til sensorer og styring

- Digitale indgange/udgange
- Analoge indgange/udgange
- Seriel kommunikation med sensorer (bus)
- Enhedernes kommunikationsgrænseflade
  - **Ethernet, trådløs osv.**



Figur om PLC (programmerbare logiske controllere) er beskrevet på <https://www.unipi.technology/>

## IoT-styringsenhed (PLC)

IoT-styreenheder, såsom **programmerbare logiske controllere** (PLC'er, se figuren), spiller en central rolle i moderne automatiseringssystemer ved at forbinde sensorer, aktuatorer og cloudtjenester. Disse enheder indsamler data fra det fysiske miljø, behandler dem i realtid og udløser handlinger baseret på foruddefineret logik. PLC'er er integreret med Internet of Things (IoT) og muliggør **fjernovervågning, forebyggende vedligeholdelse og problemfri integration** med smart infrastruktur, hvilket gør dem uundværlige i brancher som produktion, landbrug, energi og smarte bygninger.



# "Industrielle" IoT-trådløse sensorenheder

- De fleste af dem er enheder med højere modstand.
- Enhedens størrelse er ideelt set så lille som muligt.
- Et simpelt batteriskift er ikke altid reglen.
- Enhedskonfigurationen specificeres af enhedsproducenten.
- Periferiudstyr (specifik sensor) tilsluttes normalt eksternt.
- For det meste godt sikret



## IoT til nøjagtige målinger

Internet of Things (IoT) muliggør præcis og kontinuerlig overvågning af fysiske forhold gennem et netværk af sammenkoblede sensorer og enheder. Ved at indsamle realtidsdata om parametre såsom temperatur, fugtighed, tryk og bevægelse sikrer IoT-systemer høj nøjagtighed og pålidelighed inden for områder som miljøovervågning, smart landbrug, industriel automatisering og sundhedspleje. Disse målinger understøtter datadrevet beslutningstagning, forebyggende vedligeholdelse og forbedret driftseffektivitet.

- Mængder måles med høj opløsning og nøjagtighed.
- Sensorer skal kalibreres regelmæssigt.
- Forstyrrende størrelser afskærmes

# IoT-enhed til positionering

IoT-positioneringsenheder bruger teknologier som GPS, GNSS, Wi-Fi, Bluetooth eller ultrabredbånd (UWB) til at bestemme den præcise placering af objekter, personer eller aktiver i realtid. Disse enheder er afgørende i applikationer som flådesporing, smart logistik, landbrug og indendørs navigation, hvor nøjagtige og kontinuerlige placeringsdata understøtter automatisering, sikkerhed og driftseffektivitet.

- Såkaldt „IoT-tracker“ (på figuren)
  - Specialiseret i at bestemme positionen for det sporede objekt.

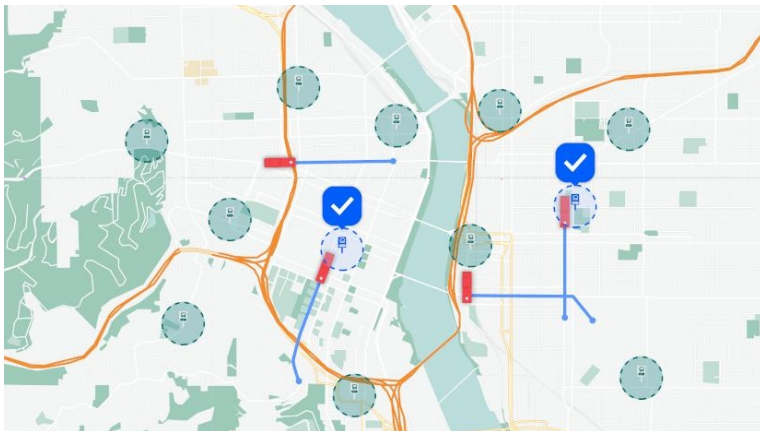


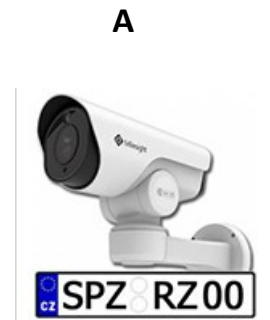
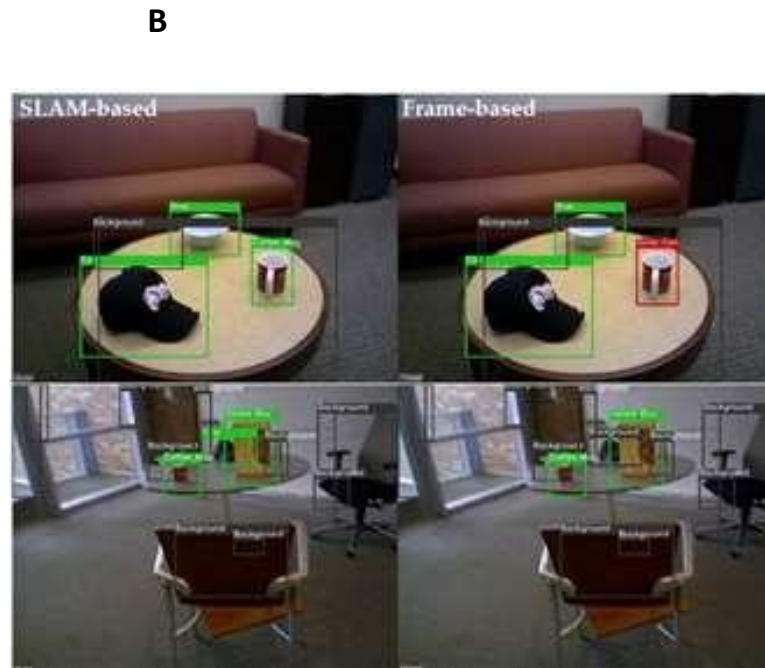
Fig. A: Positionen af det sporede objekt.



Fig. B: IoT-tracker.

# IoT-kameraer

- Evnen til at genkende objekter
- Universel anvendelse
  - Selvkørende biler
  - Nummerplade (A)
  - Fremstillingsprocesser (B)
    - kvalitetskontrol
    - Tælling af varer
  - Temperaturmåling (C)
    - spørgsmålet om lysforhold



# Brug af IoT-enheder og sensorer i præcisionslandbrug



Mere information om **IoT**

← [Smart landbrug med IoT: Forbedring af jordens sundhed med IoT-teknologi](#)

| AI Tech Hub

03

## PERSONOPPLYSNINGER VED SCANNING



# Personoplysninger ved scanning

Spørgsmål vedrørende personoplysninger i henhold til GDPR-bestemmelserne

I henhold til [GDPR](#) betyder personoplysninger alle oplysninger om en identificeret eller identificerbar fysisk person (den såkaldte registrerede), såsom navn og efternavn, identifikationsnummer, lokaliseringsdata (lokaliseringsdata), et eller flere særlige elementer vedrørende en bestemt fysisk persons fysiske, fysiologiske, genetiske, psykologiske, økonomiske, kulturelle eller sociale identitet eller endda en netværksidentifikator.



# Casestudie: GDPR og dataejerskab i digital landbrug

Mange landmænd er bekymrede for, hvor deres data ender – især data fra sensorer på markerne og på maskinerne. Der er eksempler på, at leverandører gemmer data i skyen og bruger dem til kommercielle formål, hvilket skaber mistillid. GDPR kræver informeret samtykke og gennemsigtighed. En god praksis er at fastlægge ejerskabet til dataene i kontrakterne og give landmændene mulighed for at få adgang til eller slette deres data.

**Problem:** IoT-platforme indsamler følsomme data om landbrug og placering

**Bekymring:** Hvem ejer dataene? Hvordan bruges de?

**Eksempel:** Tvister mellem landmænd og leverandører om adgang til skyen

**Konsekvenser:** Tillidsproblemer, modvilje mod at indføre ny teknologi

**Behov:** Klare aftaler om databrug, overholdelse af GDPR

LAD OS ØVE

04



## Øvelse for deltageren:

**Praktisk aktivitet:** *"Vælg og analyser en sensor"*

Vælg en type IoT-sensor eller dataindsamlingsenhed, der bruges i landbruget (f.eks. temperatursensor, jordfugtighedssensor, GPS-tracker, optisk barriere-sensor).

**Opgave:** Skriv et kort afsnit, der forklarer, hvordan den fungerer, i hvilken del af landbruget den er mest nyttig, og hvilke tekniske eller etiske problemer der kan opstå under dens anvendelse. Længde: 100–150 ord.

**Valgfrit:** Vedhæft et billede eller et datablade for enheden.

*Tip: Overvej spørgsmål som nøjagtighed, modstand, datatransmission eller GDPR-hensyn.*

# Gruppeøvelse eller selvrefleksion:

## **Diskussionsspørgsmål:**

Hvilke kriterier bør landmænd overveje, når de vælger IoT-enheder til dataindsamling? Hvordan kan vi afveje de teknologiske fordele i forhold til privatlivets fred og sikkerhed?

## **Formål:**

At fremme en kritisk vurdering af teknologier i den virkelige verden og bevidsthed om både de tekniske og etiske dimensioner inden for præcisionslandbrug.



# Godt gået!

Du har gennemført det andet modul i **Kursus 1!**  
Fortsæt på denne læringsrejse.

I det **næste modul** vil du lære om IoT – Database og IoT.

Følg vores rejse

[www.smartskillsproject.eu](http://www.smartskillsproject.eu)



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 ansvarlige for dem. 2023-2-PL01-KA220-VET-000178755