




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union 



UDVIKLING AF ET UDDANNELSESPROGRAM TIL FORBEDRING AF BRUGEN AF IKT-VÆRKTØJER I GENNEMFØRELSEN AF PRÆCISION LANDBRUG

2018-1-ES01-KA202-050709

Udviklingspakke 5

Automation og robotteknologi i jordbruget: Lektion 3: Kontrol af et automatiseret system

Vejledning til underviseren

Forfattere: INRAE

Dato: Juli 2021

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Indhold

1	Mål.....	2
2	Vejledningsinstruktioner.....	2
3	Grundlaget for styring af automatiske systemer.....	2
3.1	Alt-eller-intet kontrolsystemer.....	2
3.2	Boolsk algebra.....	3
3.3	Fuzzy logik.....	6
3.4	Sekventiel logik.....	7
3.4.1	Åben Loop Kontrol Systemer.....	7
3.4.2	Lukket Loop Kontrol systemer.....	7
3.4.3	PID kontrolprincipper.....	8
4	Anvendelse på gødningsspredere.....	9
4.1	Grundlaget for gødningssprederkontrol.....	9
4.2	Første niveau af kontrol: reducere af forskydningen af doseringen....	11
4.3	Andet niveau af kontrol : undgå variation.....	12
5	Anvendelse på spredere af staldgødning.....	13
6	Relaterede links.....	14

1 Mål

Målene med denne lektion er:

- Giv et overblik over de forskellige måder at kontrollere et automatiseret system på
- Forstå begreberne Åben loop, Lukket loop og PID-kontroller
- Forstå kontrolreglerne i tilfælde af spredere til kunstgødning eller staldgødning

2 Vejledningsinstruktioner

Dette er en 2 timers lektion med tilstedeværelse. Denne præsentation vil føre ledsageren til at få et overblik over styringen af Automated Systems (AS) med et indblik i gødningsspredere.

3 Grundlaget for styring af automatiske systemer

Slide 3 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx)

Dette slide er en skematisk gengivelse af et automatiseret system, der allerede er vist i forrige lektion. Kontrollden er "hjernen" i AS'en, der tager information fra både operatøren gennem MMI og fra sensorer i den operative del. Kontrollden aktiverer derefter den operative del gennem aktuatorer.

Slide 4 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx introducerer 4 forskellige niveauer af kontrol udviklet i denne præsentation:

- Alt-eller-intet kontrolsystemer
- Åben Loop Kontrol
- Lukket Loop Kontrol
- Princip for PID-kontroller

3.1 Alt-eller-intet kontrolsystemer

Slide 5 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx introducerer begrebet binær logik, der er kernekonceptet for alt eller intet kontrolsystemer. Ved hjælp af eksemplet med en (utæt) beholder fyldt med vand er ideen at holde vandniveauet mellem minimums- og maksimumniveauer (ved hjælp af niveaudetektorer).

Ventilen tilfører systemet vand, der kun kan være helt åbent (tilstand 1 eller ON) eller helt lukket (tilstand 0 eller OFF), hvilket illustrerer begrebet binær logik. En bekvem måde at præsentere de forskellige situationer på er en beslutningstabel, hvor systemets status (ventil) defineres i forhold til status for de 2 detektorer.

Aktivering af ventilen er kun mulig, når det maksimale niveau detektor er 1 uanset status for minimum niveau detektoren (faktisk kan denne minimum niveau detektor fjernes...).

Slide 6 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Et andet alt-eller-intet-system præsenteres her med en dørlås. To døre er nødvendige for at komme ind i bygningen. Den anden dør kan kun være låst op, når den første dør er låst. Begge døre er udstyret med kontrolknapper, der er placeret på begge sider af dørene med 2 positioner (0 eller 1). Dørlåse har også to positioner (0 eller 1). Systemet suppleres med en controller og en strømforsyning.

Slide 7 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Processen er som følger:

Step 1: Begge døre er lukkede, og begge låse er aktiveret.

Step 2: Knappen 1 er aktiveret, der deaktiverer låsen1: Dør 1 åbnes

Step 3: Når dør 1 lukkes, aktiverer en positionssensor på døren Lås 1

Step 4: Når knappen 2 er aktiveret, frigiver Lås 2 Dør 2.

Step 5: Når dør 2 lukkes, aktiverer dørens anden positionssensor lås 2.

Hvis en knap er aktiveret i den rigtige rækkefølge (f.eks. Knap 2 i trin 3 eller knap 1 i trin 4), reagerer systemet ikke.

Beslutningstabellen illustrerer denne kombineringsproces. Den modsatte proces (fra dør 2 til dør 1 kan diskuteres med deltagerne.

3.2 Boolsk algebra

Slide 8 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Alt-eller-intet-systemer (AON) er baseret på binær logik, der bruger kombinerende (2 tilstande) komponenter.

Et eksempel er givet med knapperne relateret til en kontakt:

En normalt åben (N / O eller NO) kontakt betyder, at kontakten er åben, når knappen slippes og automatisk lukkes, når knappen aktiveres.

En normalt lukket (N / C eller NC) kontakt lukkes, når knappen slippes og åbnes automatisk, når knappen aktiveres.

Disse to kontakter har supplerende fordele:

En NO-kontakt kan bruges som dørnappen eller dørføleren, hvor en NC-kontakt kan bruges som en sikkerhedsknap, der åbner den elektriske forbindelse, eller som en endeføler.

Slide 9 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx illustrerer forskellige typer NO / NC-kontakter, der kan aktiveres manuelt eller elektrisk med en spole. Kontakter kan også have en ikke-permanent position, da en fjeder generelt bruges til automatisk at frigøre positionen, når handlingen frigøres på knappen.

Af praktiske grunde kan alle komponenter repræsenteres med standardiserede symboler fra EN 60617-7.

Slide 10 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Binær logik tillader kombination af komponenter til mere eller mindre komplekse funktioner. Til dette formål bruges porte som er kendetegnet ved indgange, udgange og en kombination af porten.

En praktisk gengivelse af en AND port kan gives med to kontakter, der er forbundet serielt. Begge kontakter skal aktiveres for at give lyset strøm. Beslutningstabellen illustrerer de forskellige sæt af input og output. Der findes forskellige symboler, der repræsenterer en port AND.

En praktisk gengivelse af en OR port er vist med to kontakter monteret parallelt. I dette tilfælde aktiveres pæren, når en eller begge kontakter aktiveres.

En tredje gate, der almindeligvis findes, er en NO gate, for hvilken output altid er modsat input.

Kombinationen af input / output styres af den Booleske algebra: En AND port er som multiplikation mellem (0 og 1); en OR port er som en addition med 0 og 1.

Slide 11 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Porte AND og NO eller OR og NO kan kombineres for at give porte NAND (parallel kombination af NC-switches) og NOR (seriel kombination af NC-switches).

Slide 12 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Yderligere porte kan defineres, når man udelukker muligheden for at have lignende resultater, når man aktiverer en eller begge afbrydere. Denne udelukkelse fører til definitionen af XAND- og XOR-porte. En XOR-port findes typisk med en 2-vejs-kontakt (der anvendes 2 kontakter med permanent position). XNOR kaldes også "tilfældighed", aktivering af udgangen er kun mulig, når begge indgange er i samme tilstand.

Slide 13 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

illustrerer et andet eksempel, hvor binær logik kan bruges til at kontrollere en aftappingsproces. Først foreslås det at beskrive de 4 enhedsprocesser og

forestille sig, hvordan man styrer hver af dem ved hjælp af afbrydere, sensorer og aktuatorer (ventiler, cylindere osv.)

Eksempler

Enhedsproces	Funktioner	Skal kontrolleres	Sensorer	Actuatorer
Fyldning	Fyld flasken op til grænsen	Niveau i flasken	Volumensensorer, niveau, position	Ventil
Propning	Indsæt proppen i tilpas dybde	Placering og afstand inde i flasken	Position, kraft	Pneumatisk cylinder
Dæksel	Sæt dækslet på det rigtige sted	Placering og afstand omkring flaskehalsen	Position, kraft	Pneumatisk cylinder
Mærkning	Anbring en etiket på det rigtige sted	Placering på flasken	Position	Ruller, pneumatisk cylinder

For det andet kan forbindelsen mellem de enkelte processer udvikles ved hjælp af positionssensorer (f.eks. en lysbarriere eller positionssensor osv.)

Slide 14 fra dokument *Lecture_Control_AS.pptx*

Binære systemer kan hurtigt blive komplekse, når mange komponenter (sensorer, aktuatorer) kombineres. Det er derefter nødvendigt at reducere antallet af porte ved hjælp af nogle love om binær logik, der er grundlaget for boolsk algebra:

- Kommutativitet: rækkefølgen af portene ændrer ikke resultatet:
ex. $3+2 = 2+3$; $3 \times 2 = 2 \times 3$
- Associativitet: når den samme operator bruges mellem flere indgange, er der ingen fortrinsret for en bestemt tilknytning: f.eks:
 $3 \times (2 \times 4) = (3 \times 2) \times 4$
- Distributivitet af multiplikation over addition gør det muligt at konvertere et produkt af sum (eller forskelle) til en sum (eller forskel) af produkter.
F.eks: $5 \times (1 + 3) = (5 \times 1) + (5 \times 3)$
eller $5 \times (1 - 3) = (5 \times 1) - (5 \times 3)$
- Idempotens: betegner et element i et sæt, der er uændret i værdi, når det multipliceres eller på anden bliver opereret på af sig selv. F.eks.
 $1 \times 1 = 1$ og $0 + 0 = 0$
- Absorption: i dette eksempel skal du erstatte + med OR og x med AND

- Involution

Slide 15 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Mere kompleks Boolsk algebra er kendt som De Morgans sætning, der er meget brugt til at løse komplekse boolske ligninger inden for elektronik. Mange websteder foreslår yderligere information om De Morgan-sætninger og love. Ex : <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-7/demorgans-theorems/>

3.3 Fuzzy logik

Slide 16 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Binær logik er praktisk til at kontrollere automatiserede systemer, men nogle gange er tingene som gråtoner i stedet for sort og hvid ...

Fuzzy logics blev udviklet til at styre og kontrollere sådanne automatiserede systemer med et højere usikkerhedsniveau.

Slide 17 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Den binære situation forklares med den almindelige røde prik, og trinkurven viser farven som en funktion af positionen langs x-aksen.

I tilfælde af fuzzy logics er den grønne intensitet variabel afhængig af positionen; kurven er ikke et lodret skifte, men en hældende linje.

Slide 18 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

En anden måde at illustrere fuzzy logics-koncepter er gennem udviklingen af forskellige variabler på samme skala: her er variabler "følinger", og skalaen er en kvantitativ værdi. Sommetider er forskellen mellem kold og lunken eller mellem lunken og varm meget usikker. Fuzzy logik bruger sådanne diagrammer til at styre automatiserede systemer under usikre forhold.

Slide 19 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Her gives et eksempel på anvendelse med påvisning af vegetation på billeder (f.eks. påvisning af ukrudt, der skal sprøjtes). 2 variabler betragtes som input i dette tilfælde: ukrudtsdækningen (% af det overfladeareal, der er dækket) og spredningen af ukrudtsmængden. Hver variabel er defineret af medlemsfunktioner. Som output er herbicidtildelingen også styret af fuzzy logik baseret på en kombination af tidligere variabler.

Slide 20 Begrebet inferens-system

Mange yderligere eksempler kan findes:

Harpreet Singh, Madan M. Gupta, Thomas Meitzler, Zeng-Guang Hou, Kum Kum Garg, Ashu M. G. Solo og Lotfi A. Zadeh, 2013. Virkelige anvendelser af

Fuzzy Logic. Fremskridt inden for fuzzy Systems, bind 2013.
<https://doi.org/10.1155/2013/581879>

Slide 21 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Integrationen af et FIS kræver flere operationer:

Fuzzification-modul: omdanner systems inputværdier, som er præcise tal, til upræcise talsæt. Dette gøres ved at anvende en Fuzzification-funktion.

Videnbase: gemmer IF-THEN-regler. • Inferensmotor: simulerer den menneskelige ræsonnementsproces ved at lave fuzzy inferens på input og IF-THEN regler. • Defuzzificeringsmodul: omdanner det fuzzy-sæt, der opnås af inferensmotoren, til en præcis værdi.

3.4 Sekventiel logik

Slide 22 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Sekventiel logik repræsenterer en udvikling af kombinationslogik, der inkluderer en "hukommelseffekt". Outputtet er ikke kun defineret af tilstanden for input, men også af tiden. Med andre ord afhænger output af input, men også af det foregående trin i processen

Slide 23 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Sekventiel logik bruger controllere til at betjene ind- og udgange.

3.4.1 Åben Loop Kontrol Systemer

Slide 24 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Det første trin i sekventiel logik er Åben Loop, hvor input vil generere en output i henhold til reglerne og indstillingerne. De fleste af tidsbaserede automatiserede systemer er åbne sløjfer: vaskemaskine, brødrister ...

I dette eksempel styres lyset kun i henhold til det naturlige lys, så kunstigt lys kun bruges, når det er nødvendigt.

Men grænsen for åbne sløjfesystemer er i dette tilfælde, at der ikke bruges feedback fra det kontrollerede system. Et andet praktisk eksempel er kunstvanding: en sprinkler, der kun styres med en timer, er et åbent loop. Hvis det kontrolleres af fugtighed, er det et lukket loop.

3.4.2 Lukket Loop Kontrol systemer

Slide 3 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

I tilfælde af Lukket Loop er der et feedback fra systemet, der overvejes. I dette eksempel er WorkPlan Illuminance (WPI) -sensoren orienteret mod

arbejdsopgaven og IKKE mod solen. Derefter styres det kunstige lys i henhold til de reelle arbejdsforhold.

Slide 26 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Det er muligt at blande typen af kontrolloops:

De lukkede loopkontrolsystemer tager hensyn til informationen fra belysningsstyringssensoren, hvor Åben Loop-kontrolsystemet kun er baseret på indirekte information.

Slide 27 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Kompleksiteten af sekventielle Logics-styrede systemer kan kræve en måde at beskrive processen gennem definition af trin, overgangsfaser og driftsbetingelser (modtagelighed). Det er så muligt at have forskellige scenarier afhængigt af om betingelserne er opfyldt eller ej. Vi taler om SFC (sekventielle funktionsdiagrammer). GRAFCET er et eksempel på et sådant diagram.

3.4.3 PID kontrolprincipper

Slide 28 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Sekventielle Lukkede Loop-systemer kan kræve styresystemer, der er tilpasset systemet med hensyn til reaktivitet og stabilitet. PID (står for Proportional, Integrate og Derivative) controllere findes ofte på sådanne systemer.

De producerer forskellige typer output (målt variabel MV) i henhold til input (setpoint SP) ved beregning af en fejl (e). Da det handler om sekventielle processer, kan denne fejl variere alt efter tidspunktet.

Slide 29 from document Lecture_Control_AS.pptx

PID-controllere forbinder 3 forskellige niveauer af korrektion samtidigt, men der kan også findes enkelte (P, I eller D) eller dobbeltkorrektioner (P, I).

Slide 30 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

I tilfælde af P-controller vil korrektionen være proportional med fejlen i betragtning af en forstærkning kaldet K_p . Men en enkelt proportional controller kan involvere ustabilitet, fordi korrektionen kun aktiveres, når der er en forskel mellem MV og SP. For mere stabile systemer kan stabilitetstrinnet kræve længere tid.

Slide 31 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx viser også indflydelsen af K_p -værdien på stabiliteten eller tidspunktet for at nå stabiliteten. K_p shalml defineres for et givet system.

Slide 32 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx viser det andet udtryk, I, der er en integrering af fejlen. Det kan repræsenteres af overfladearealet af

fejlkurven. Jo længere tid fejlen varer, jo større vil korrigeringen være, men risikoen for overskridelse af sætpunktet er også høj (jf. Slide 33 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx). K_i skal defineres for et givet system.

Slide 34 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx.

Det sidste udtryk, D , er den afledte af fejlen e . Det er et mere forudsigeligt udtryk. K_d defineres for et givet system.

Slide 35 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx. Når alle 3 dele findes i en PID-controller, fungerer de på komplementære måder. Videoen viser effekten over tid afhængigt af de 3 konstante værdier.

Nogle gange, når systemet er meget variabelt på grund af højfrekvent signal, er en PID-controller ikke altid tilstrækkelig. I dette tilfælde kan man benytte lavpasfiltre til loop-tuning.

4 Anvendelse på gødningsspredere

Slide 36 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Generelle problemer for en præcis og optimeret gødningsspredning vises her. For at minimere miljøpåvirkningerne skal gødningsdoseringen i) tilpasses afgrødernes behov * ii) minimere tab ved hjælp af bomsektions kontrol og iii) integrere ballistiske problemer i henhold til hældningen.

* kortet vist her svarer til tildelingskortet, hvor der forventes en konstant dosering. Kontrolsystemet vil hovedsageligt reagere på forageren og ved styring af bomsektioner. Andre tilfælde kan findes, hvor kvælstoftilførslen kan tilpasses lokale behov.

4.1 Grundlaget for gødningssprederkontrol

Slide 37 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx introducerer den generelle kontekst. Et tildelingskort er resultatet af sammenlægning af information fra tidligere tildelinger, jordbundskort og en anbefalet model tilpasset afgrøden. Enhver forskel mellem normtildeling og den yderligere tildeling vil føre til hovedsituationer: En underdosering kan medføre udbyttetab (lavere indkomst), en overdosering kan føre til miljøpåvirkninger såvel som økonomiske tab.

Tildelingsteknikken skal fungere nøjagtigt på tildelingskortet under hensyntagen til spredersens interne indstillinger og gødningens egenskaber:

- Designet af spredeskiven og spredevingerne
- Spredeskivens omdrejningshastighed
- Spredeskivens vinkel med vandret
- Tildelingsmængden af gødning
- Gødningens densitet og form

- Gødningens nedfaldspunkt på spredeskiven

Slide 38 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx introducerer, hvordan den ønskede tildelte mængde afhænger af spreders tekniske egenskaber såvel som eksterne faktorer. De iboende parametre svarer til en krydskombination mellem:

- *Spreders "fodastryk": i henhold til indstillingerne og skive- / vingeegenskaber er spreders output repræsenteret som et bananformet mønster opnået med en statisk position af sprederen.*
- Den "bufrede" tildelingshastighed betyder, at den øjeblikkelige tildelingshastighed ikke altid er konstant på grund af mekaniske / materielle effekter. I tilfælde af mineralisk gødning følger den målte mængde materialestrømmen som for staldgødningens spredere, materialestrømmen er kun konstant for en del af gødningstildelingen. Kontrolloven er dog baseret på en konstant materialestrømningshastighed.
- *Når dette "fodastryk" forskydes inde i marken og når sideforskydning og styring af bomsektionen tages i betragtning, kan der tegnes et tildelingskort*

Eksterne faktorer, der påvirker den ønskede tildeling, er

- Vinden, der kan påvirke ballistikken og den rumlige fordeling af den tildelte mængde ("fodastrykket")
- Variationen af gødningstyper (organisk eller mineralisk), form, størrelse og densitet, der påvirker resultat og flow
- Markens skråninger, der påvirker ballistisk og tildelingens fodastryk
- Formen på marken, der genererer potentiale for over- eller underdosing

Slide 39 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Spredere skal reagere på to hovedproblemer:

- Den samlede tildelingshastighed skal være i overensstemmelse med norm doseringen. Global forskydning skyldes generelt fejl i bestemmelsen af den nøjagtige tildelingshastighed. Variationen i lokal tildelingshastighed skyldes enten krydsfordeling (gødningen rammer skævt ned på allerede gødet område og mangler derfor et andet sted) og flowfejl, der genererer en variabilitet, når lag overlapper hinanden (figur).

Diagrammet viser en typisk fordeling af doseringsfejl for en konventionel spredere.

Slide 40 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Dette slide viser en skematisk gengivelse af en spreders funktionalitet, og hvor en kontrol kan være nødvendig.

- 1) Sorte kasser: Tildelingskortet er udstedt fra tidligere niveauer og geografisk information leveret af en GPS. Dette fører teoretisk til definitionen af 2 sætpunkter: dosis og arbejdsbredde.

Begge oplysninger er reference for styreenheden. Denne CU er primært afsat til beregning af "doseringsloven":

$$D = (Q \times L \times V) / 600$$

hvor

D er ydelsen (kg/min)

Q er tildelingen (kg/ha)

L er spredersens arbejdsbredde (m)

V er fremkørselshastigheden (km/h)

- 2) Orange kasser: Flowhastigheden (D) afhænger af positionen (åbningen) af tankspjældet, der skal kalibreres (handling). Doseringsloven genererer en mængdeposition, der sammenlignes med den aktuelle mængdeposition, der tilvejebringes af en mængdepositionssensor. Dette kontrolsystem er også i stand til at reagere i henhold til GPS-position
- 3) Blå kasser: Arbejdsbredden skal kalibreres (handling), fordi den afhænger af kombinationen af skive / spredninger / gødning. En målbredde defineres i henhold til doseringsloven, og hvis den findes, kan en arbejdsbreddesensor rette den oprindelige indstilling. Dette sker, når sprederbommens sektionstyring er aktiveret
- 4) Brune kasser: de sidste parametre der er indstillet er fremkørselshastigheden. Den kan sættes når en hastighedsføler er til stede og når DPA anvendes (Débit Proportionel à l'Avancement - proportional flow til kørehastigheden).

4.2 Første niveau af kontrol: reducere af forskydningen af doseringen

Slide 41 fra dokument *Lecture_Control_AS.pptx* introducerer første kontrolniveau med fokus på reduktionsdoseringsforskydninger.

Den første handling er at kontrollere tildelingshastigheden.

To måder er mulige gennem måling af tildelingen og spjældpositionen.

- Enten er en samlet vejning mulig ved hjælp af belastningssensorer og et dobbelt chassis. Denne løsning findes på de fleste spredere og er globalt anerkendt
- Eller vægten måles indirekte ved måling af det mekaniske drejningsmoment på hver skiveaksel.

Slide 42 fra dokument *Lecture_Control_AS.pptx*

Den anden handling parameter er at kontrollere kørehastigheden ved hjælp af en elektronisk DPA

Slide 43 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

Et tredje parameter er arbejdsbredden

Slide 44 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

En fjerde parameter er afstanden / positionen i marken

4.3 Andet niveau af kontrol : undgå variation

Slide 45 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx introducerer, hvordan teknologiske innovationer kan tilbydes sprøjtefunktioner til en gødningsspreder.

En traditionel spreder er kendetegnet ved en kontinuerlig tildelingshastighed og mulig justering af arbejdsbredden. Når spredemønsteret er karakteriseret, er det muligt at tilføje typiske "sprøjte" -funktioner som ægte bomafsnitskontrol. I praksis svarer det til en modifikation af spredet.

Slide 46 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx forklarer formålet med en bomsektion og krav med hensyn til måling af arbejdsbredden og kontrol af tildelingshastigheden. Figuren introducerer en første simulering baseret på online-modifikationen af tildelingshastigheden i forhold til afstanden (fra 200m til 375 i dette tilfælde). Spredet holder samme fordeling (venstre), men tværgående fordeling modificeres (højre). Vinklen på hver skive holdes ens (nederst).

Slide 47 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

I dette tilfælde opnås styringen af bomsektionen ved en justering af spredet og ændring af vinklerne på den højre skive.

Slide 48 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx viser et kommercielt tilgængeligt eksempel på styring af bomsektionen.

Slide 49 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

Kontrol af arbejdsbredden er af stor interesse ved præcisionsspredning. Eksemplet på JUSTAX-systemet består af piezoelektriske sensorer, der bliver ramt af gødningskornene, når de skubbes ud fra disken. Resultatet svarer til fordelingen af gødningen i henhold til vinklen. Modifikationen af mønsterfordelingen i henhold til vinklen vises med animationen. Ækvivalent tværgående fordeling er også præsenteret.

Slide 50 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Lignende eftermonteringssystemer leveres af andre producenter (ex Kuhn, Amazone og Rauch med Doppler-effektsensor).

Slide 51 og Slide 52 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

Regulering mod hældning og vinds er også mulig, hvis grundlæggende indstillinger for spredning såvel som de eksterne forhold (vind eller skråninger) måles. Slide 51 fokuserer primært på hældningskorrektur, hvor slide 52 hovedsageligt fokuserer på sidevindstyring.

Slide 53 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Integration af spatiale behov (tildelingskort) er mulig for at håndtere optimal lokal dosering.

Slide 54 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx introducerer afvigelseskort sammenlignet med uniform tildeling.

Slide 55 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx viser et eksempel på

tildelingskortet for hver skive, og Slide 56 fra dokument

Lecture_Control_AS.pptx introducerer det endelige tildelingskort i betragtning af venstre og højre justering af mængden.

5 Anvendelse på spredere af staldgødning

Slide 57 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Producenter af staldgødningsspredere er også optaget af udviklingen af præcisionstildeling. Selvom de i mange år har været betragtet som lavteknologiske maskiner, er der teknologiske forbedringer i gang for at optimere spredning af organisk materiale. De fleste moderne maskiner i dag er udstyret med lodrette valser.

Slide 58 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

Bunden af sprederen bevæger sig for at skubbe materialet mod valserne, men sammenlignet med en teoretisk proces (stempel) er den faktiske mængde ikke konstant på grund af overførsel af materiale fremad. Den grønne kurve svarer til en traditionel maskine uden kontrol. Det viser også, at tømningstiden er længere i dette tilfælde. Den orange kurve svarer til en kontrolleret hastighed for bunden, der forbedrer tildelingshastighedens regelmæssighed, men genererer stadig en længere tømningstid. Den blå kurve svarer til situationen, hvor tildelingen styres både af bundens og en vejning.

Slide 59 fra dokument Lecture_Control_AS.pptx

DPA-funktioner findes for nogle producenter, der forbedrer homogeniteten af tildelingshastigheden i henhold til fremkørselshastigheden.

Slide 60 fra dokumentet Lecture_Control_AS.pptx

Giver nogle konklusioner, der kan diskuteres med deltagerne.

6 Relaterede links

Online ressourcer om binær logik : <http://binary-academy.com/dnld/> (på engelsk og spansk) tilpasset børn og unge

M. Zegarelli, 2007. Logic for dummies, Wiley Publishing, Inc. ISBN-13: 978-0-471-79941-2. 330p.

Fuzzy logik :

https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_introduction.htm

Harpreet Singh, Madan M. Gupta, Thomas Meitzler, Zeng-Guang Hou, Kum Kum Garg, Ashu M. G. Solo, and Lotfi A. Zadeh, 2013. Real-Life Applications of Fuzzy Logic. Advances in fuzzy Systems, volume 2013.

<https://doi.org/10.1155/2013/581879>

Grafcet :

https://www.mhj-tools.com/?page=grafcet-studio&gclid=EAlaIQobChMI_KO11-nz7wIVxYbVCh29Wwl7EAMYASAAEgJcRvD_BwE

Introduktion til Sequential Function Chart (SFC) :

https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/r149_sfc_getting_started_guide_en.pdf

introduktion til PID controller: <https://www.dataforth.com/introduction-to-pid-control.aspx>

Information om gødningsspredere:

J. van Bergejk, D. Goense, L.G. van Willigenburg, L. Speelman, 2001. Dynamic Weighing for Accurate Fertilizer Application and Monitoring, Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 80, Issue 1, 2001, Pages 25-35, <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0714>.

E.-M. Abbou-Ou-Cherif, E. Piron, Alaa Chateaneuf, D. Miclet, R. Lenain, et al.. On-the-field simulation of fertilizer spreading: Part 1 – Modeling. *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier, 2017, 142 (A), pp.235-247. [10.1016/j.compag.2017.09.006](https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.006). [hal-02053096](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02053096)

E.-M. Abbou-Ou-Cherif, E. Piron, A. Chateaneuf, D. Miclet, R. Lenain, et al.. On-the-field simulation of fertilizer spreading: Part 2 – Uniformity investigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier, 2017, 141, pp.118-130. [hal-02053106](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02053106)

El Mehdi Abbou-Ou-Cherif, Emmanuel Piron, Alaa Chateaneuf, Denis Miclet, Sylvain Villette. On-the-field simulation of fertilizer spreading: Part 3 – Control of disk inclination for uniform application on undulating fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier, 2019, 158, pp.150-158.

[10.1016/j.compag.2019.01.050](https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.01.050). [hal-02067177](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02067177)

Alare, Taiwo & Alare, Kehinde. (2020). Application of Control System and Digital Techniques: An Approach of Achieving Smart Agriculture. 10.13140/RG.2.2.10895.74408.