

Slutredovisning av Best Practice - projektet

Det nya högteknologiska jordbruket

- Behov av fördjupade kunskaper och förnyade undervisningsformer

Bakgrund och syfte

Svenskt och internationellt lantbruk blir alltmer teknikberoende för att kunna producera mer livsmedel med bibehållen lönsamhet. Hjälpmidlen är av flera olika typer. En typ använder GIS-teknik för att samla in data om djur och växter som sedan kan bearbetas till allt från att hålla traktorn på rätt avstånd från föregående drag till att ge en varierad gödselgiva utifrån en markkarta. En annan typ är att med sensorer samla in data som med algoritmer ger information om vilka åtgärder man bör utföra. Exempel på sådana är Yara N-sensorn, vindmätare för att justera spridningen av mineralgödsel eller aktivitetsmätare på mjölkkor som hjälpmedel för att hitta brunster. Nu kommer också en ökad ”robotisering” inom lantbruket, t.ex. i form av autonoma fordon som kan vara el- eller bränslecellsdrivna.

Några mål med den teknikutveckling vi ser idag är att öka precisionen i odlingen och därmed minska användningen av kemiska bekämpningsmedel, minska läckaget av näringsämnen, minska markpackningen, minska beroendet av fossila bränslen, och samtidigt öka lönsamheten och därmed det svenska jordbrukets konkurrenskraft. Det är därför viktigt att SLU stärker sin kompetens inom detta område, och att de studenter som läser på SLU också får ta del av den senaste tekniken och forskningen.

Enligt utbildningsplanen för Lantmästarnas kandidatprogram ska studenten bl.a. ha tekniska fackkunskaper samt ”visa sådan färdighet och förmåga som krävs för att självständigt planera, leda och genomföra arbete samt ansvara för verksamheter inom lantbruket och angränsande områden”.

Som lärare i många teknologiklassade kurser är den snabba teknikutvecklingen en utmaning. Utmaningen är dessutom i flera dimensioner. En dimension är att hålla sig uppdaterad med vad som är på gång. En annan dimension är att kunna bedöma vilka tekniska innovationer som förtjänar uppmärksamhet i utbildningen. En tredje dimension och eventuellt den största utmaningen är att själv förstå tekniken för att sedan kunna presentera den för studenterna. Här ska man ju inte bara kunna presentera en ”svart låda” utan även veta vilka data den arbetar med så att man kan identifiera felkällor. Det är därför extra viktigt att jobba med detta område för att utveckla kurserna i rätt riktning. Många av de blivande lantmästare som läser våra teknikämnen nu kommer att bli landets ledande aktörer inom framtidens livsmedelsproduktion.

Syftet med detta projekt var att a) identifiera, inhämta och sammanställa ny kunskap inom högteknologiskt lantbruk som är relevant att ta upp i institutionens teknikkurser samt b) utveckla minst två lämpliga undervisningsformer/undervisningskoncept. Projektet avser primärt utveckling av kursmoment i kurserna Växtproduktionens teknik och arbetsmiljö (TN0332, 7,5 hp) och Maskinteknik i lantbruket (TN0318, 15 hp) på lantmästarprogrammet.

Genomförande och resultat

Identifiering, inhämtning och sammanställning av ny kunskap

Genom pengarna från detta Best Practice-projekt har vi lärare i kurserna Växtproduktionens teknik och arbetsmiljö (TN0332) och Maskinteknik i lantbruket (TN0318) kunnat avsätta tid för egen kunskapsinhämtning (p.g.a. pandemin har vi dock inte kunnat besöka så många konferenser eller nationella/internationella teknikmässor). Vi har bl.a. utformat en två-timmarsföreläsning om logistik i lantbruket och en tre-timmarsföreläsning om sensorteknik, styrsystem och reglerteknik. Dessutom har vi bl.a. lärt oss mer om hur robotar fungerar (se nästa avsnitt).

Logistik och transportsystem har blivit en viktig komponent i lantbruket. Avsevärda mängder förnödenheter (utsäde, gödselmedel, etc.) körs till fälten, och från dem transporteras stora mängder produkter i form av spannmål, betor, potatis, vallgrödor, m.m. När det t.ex. gäller skörd av stärkelsepotatis kan det handla om 45 ton för varje ha som skördas, och vid skörd av sockerbetor 65 ton/ha eller mer. Samtidigt har gårdarna blivit större, och för många gårdar kan fälten vara utspridda mil-tals från varandra i jordbrukslandskapet. En annan aspekt är också att man strävar efter att gödsla/bekämpa/skörda vid mer optimala tidpunkter, vilket gör att stora krav ställs på fungerande hanteringskedjor när det väl är dags att utföra arbetena. Transporterna spelar också en viktig roll när det gäller utsläppen av växthusgaser. Syftet med denna föreläsning är att ge en större förståelse för den påverkan som de alltmer sofistikerade logistiksystemen har för lantbrukets maskinekonomi och klimat-/miljöpåverkan. Denna föreläsning kopplar också till den simuleringsövning som beskrivs nedan.

Sensorer och olika typer av tekniska styrsystem, inkl. reglerteknik, har fått mycket stor betydelse i den utveckling vi har sett mot mer automatiserad teknik inom lantbruket. Sensorer finns idag i de flesta maskiner, antingen som hjälp för föraren att ta beslut utifrån den information denne får, eller för vidare bearbetning och styrning i datorstyrda processer. Vi tycker därför att det är av största vikt att studenterna i våra teknikkurser får djupare kunskaper om detta. Syftet med denna föreläsning är alltså att ge studenterna en djupare förståelse för de fysikaliska egenskaper som sensorerna baseras på, liksom mer kunskap om den tekniska utformningen och hur sensorerna används praktiskt inom lantbruket. Dessutom går vi översiktligt igenom databehandling (t.ex. omvandling av analoga data till digitala), mikrokontrollerns centrala funktion och olika typer av ställdon i maskinerna, samt grunderna för reglerteknik (t.ex. PID-regulatorn). Denna föreläsning kopplar till den jigsaw-övning som beskrivs nedan.

Genom dessa Best Practice-pengar har vi också kunnat avsätta tid för att söka mer modern kurslitteratur inom teknikämnet. I kursen Växtproduktionens teknik och arbetsmiljö (TN0332) har vi fr.o.m. 2021 infört en ny kursbok som heter *Fältmaskiner i lantbruket – från bearbetning till skörd*, utgiven år 2020. Den beskriver modern maskinteknik på ett

grundläggande och bra sätt. I kursen Maskinteknik i lantbruket (TN0318) har vi bl.a. letat efter mer engelspråkig litteratur, eftersom vi tror att det kan vara bra för studenterna att i högre grad läsa kurslitteratur på engelska. Dessutom är den mesta, lite mer fördjupande kurslitteraturen om lantbruksteknik (t.ex. inom begreppet ”biosystems engineering”, numera på engelska. ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) har ett flertal bra artiklar/rapporter/referenslitteratur som vi hänvisar lite extra till i årets kurs, och som bl.a. ligger till grund för föreläsningen om sensorer och styrsystem.

Utveckling av undervisningsformer/undervisningskoncept

Vi har tagit fram några undervisningsmoment, bl.a. en datorövning (simulering), en s.k. jigsaw-uppgift (ett slags tvärgruppsredovisning om sensorteknik) samt köpt in en robot och tagit fram en övning för att visa hur denna teknik fungerar.

Simulering av maskinsystem

Datorsimulering är en metod som kommer att få en allt större betydelse inom lantbruket, i takt med att programmen blir mer användarvänliga och robusta. Simulering har stor potential att minska t.ex. maskinkostnaderna genom att man först kan testa olika maskinlösningar för den egna gården och se vilka alternativ som skulle passa bäst ur både praktisk och ekonomisk synvinkel. Genom simulering kan man t.ex. hitta mer optimala maskinstorlekar (så att man inte köper onödigt stora maskiner), men också testa nya mer futuristiska koncept såsom autonoma maskiner (kanske främst i utvecklings- och forskningssyfte). En stor fördel med simulering är att man kan analysera olika alternativ på en datorskärm och sedan förhoppningsvis köpa in rätt utrustning, istället för att först köpa och sedan upptäcka att det kanske inte blev så bra.

Simuleringsprogram ska inte förväxlas med simulatorer, där man fysiskt bygger upp en verklighetstrogen miljö (t.ex. en förarhytt) för träning av olika arbetssituationer i simulerad ”real”-tid. Simulatorer används numera ganska allmänt inom skogsbruket för att träna förare av skördare och andra högteknologiska skogsmaskiner. Även inom jordbruket utvecklas simulatorer för träning och utbildning av t.ex. traktorförare.

Vi har utvecklat några enkla simuleringsövningar i datorprogrammet Arena, där man kan utföra animerade s.k. händelstyrda dynamiska simuleringar. Övningarna är tänkta att bl.a. illustrera betydelsen av systemens dynamik och slumpegenskaper, t.ex. när man designar ett system för mjölkkningsrobotar, eller för transporter av sockerbetor från fält till ett sockerbruk (se bilaga 1). Datorövningen är tänkt för studenter i kursen Maskinteknik i lantbruket (TN0318), och en första version provades när kursen gick i läsperiod 2 år 2021. Studenterna verkade inte vara översvallande positiva till övningen, men inte heller negativa till den. De verkade inte vara så vana vid datorprogrammering, men när de väl fick det att fungera, tyckte de att det var roligt. Vi ska testa övningen även i årets kurs (2022) och sedan göra en liten utvärdering. En tanke, som redan delvis har realiserats, är att utveckla en simuleringsmodell för kemisk bekämpning, där de får maskindata, fältdata, timvisa väderdata och tillväxtdata för ogräs och gröda, och sedan ska föreslå inte bara lämpliga tidpunkter för bekämpning, utan också lämpliga maskinsystem för att verkligen kunna utföra bekämpningen vid optimal tidpunkt.

En jigsaw-övning om sensorteknik

Under senare år har ett stort antal sensorer, givare och mätsystem introducerats inom lantbruket. Detta har lett till högre precision i odlingen och exempelvis en snabb utveckling av olika autonoma maskiner. Vi har tagit fram en s.k. jigsaw-övning (en typ av tvärgruppsredovisning), där varje student ska bli expert på ett visst område inom sensortekniken och sedan lära ut detta till andra studenter. Jigsaw-övningen är ett exempel på s.k. kollegialt lärande, *cooperative learning* eller *peer-learning*, vilket har visat sig vara ett framgångsrikt koncept i många undervisningssammanhang. Övningen finns beskriven i bilaga 2. Den kommer att testas i kursen Maskinteknik i lantbruket (TN0318) i december 2022, varefter en utvärdering görs tillsammans med studenterna. Själva konceptet kommer troligen att användas fler år, men en fråga är t.ex. vilka expertämnen som är lämpliga att ha med (i nuvarande form har vi positionsbestämningssystem, optiska sensorer och mekaniska sensorer).

Övningen kräver en viss mognad och ett visst ansvarstagande hos studenterna, och den bör därför lämpa sig bättre i kursen TN0318 än i t.ex. kursen Växtproduktionens teknik och arbetsmiljö (TN0332), som studenterna läser redan i årskurs 1.

I uppgiften finns också ett viktigt fokus på att träna studenternas generiska färdigheter. De ska bl.a. (utdrag från uppgiftsbeskrivningen, se bilaga 2):

- a) öva sig på att *självständigt* ta fram relevant information ur olika litteraturkällor.
- b) öva sig på att *tillsammans* med andra (i en s.k. expertgrupp) formulera vad som är viktigt i en text och komma överens om hur man kortfattat kan överföra denna kunskap till andra studenter.
- c) träna sig på att muntligt lära ut/kommunicera expertkunskap till ”likasinnade” (s.k. *peer-learning* eller *kollegialt lärande*), dvs. kunskapen överförs här inte via lärare – student, utan student – student.
- d) träna sig på att tillsammans i en s.k. jigsaw-grupp *kritiskt värdera* och reflektera över informationen de har fått, och sedan sammanfatta sina nya kunskaper genom en *syntes*.

Övning med styrfiler

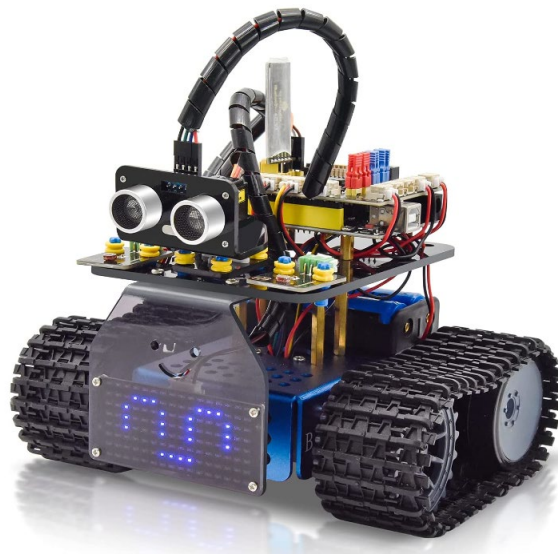
Ett syfte med detta Best Practice-projekt var också att undersöka lite närmare om vi kan införa en övning där studenterna tar fram egna styrfiler (styrfiler, eller tilldelningsfiler, är filer som används inom precisionsodlingstekniken för att få hög spatial precision när det t.ex. gäller spridning av gödning i syfte att ge en mer exakt och bättre anpassad mängd gödning utifrån skördepotential på olika platser i skiftet). Tanken var att studenterna t.ex. skulle utnyttja data från Cropsat och Dataväxt för att ta fram styrfiler för ett skifte på Alnarps egendom. En (frivillig) övning som först togs fram av Torsten Hörndahl har använts, men i höstens maskinteknik-kurs (TN0318) har Knud Nissen (från Yara) genomfört en övning där studenterna har lärt sig metodiken för hur man tar fram styrfiler. Vår avsikt är att även i fortsättningen låta Knud ansvara för denna övning.

Övning med robotteknik.

Som beskrivits ovan förekommer det alltmer robotisering inom jordbruket men även i samhället i allmänhet. För att skaffa oss mera kunskaper om sensorer och autonoma fordon,

för att sedan kunna föra dessa vidare till studenterna, köptes en byggsats som baseras på Arduinos teknik (Keystudion, Mini tank robot V3). Denna robot kan styras både via IR- och blåttandsteknik samt köras autonomt med hjälp av sensorer så som fotosensor, ultraljuds-sensor och ljusreflektion. För att få den att fungera har vi lärt oss en hel del om programmering av Arduino-systemet.

Planen är att roboten ska ge en introduktion till programmering, d.v.s. vi visar en funktion och sedan får studenterna rita upp ett flödesschema över vilka steg som ska tas. Vidare ska vi göra tre olika övningar där vi visar hur de olika sensorerna fungerar och vad de "ser" och "inte ser". Vi kommer att testa detta i kursen Maskinteknik i lantbruket i början av januari 2023. Det övergripande syftet med övningen är att ge studenterna grundläggande kunskaper om hur robotar inhämtar information och sedan styrs.



*Figur 1. Roboten "Keystudion, Mini tank robot V3". Bildkälla:
https://www.amazon.se/dp/B09D7M9X9N/ref=pe_24982401_506182521_TE_item_image*

Bilagor

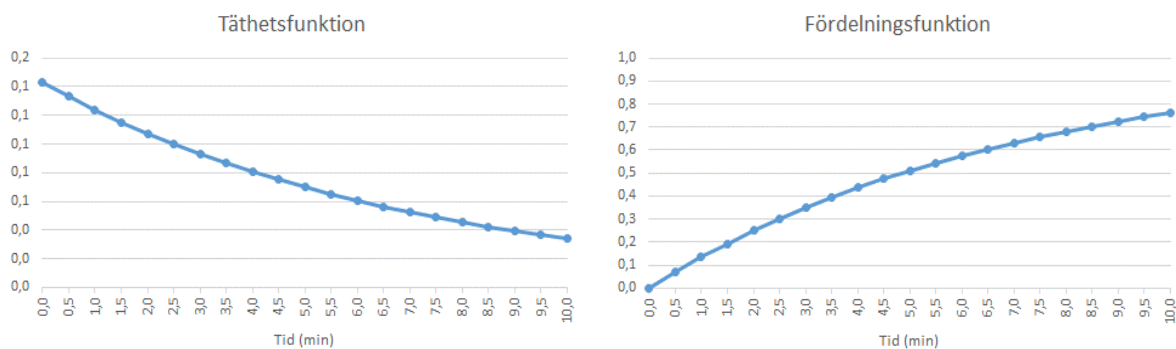
- 1. Simuleringsövning
- 2. Jigsaw-övning om positioneringssystem/sensorer

Datorlaboration - Simulering av kö- och logistiksystem i lantbruket

Uppgift 1. Utnyttjande av en mjölkningsrobot

Ett syfte med denna uppgift är att undersöka vilken betydelse slumpen har för prestandan hos tekniska system. Slump är ett begrepp som vi använder när vi saknar exakt information om verkligheten, t.ex. hur utfallet blir när vi kastar en tärning, hur ofta en maskin kommer att gå sönder, när det kommer att börja regna, etc. Genom observationer och mätningar kan vi dock på ett någorlunda bra sätt beskriva slumpmässiga förlopp med hjälp av medelvärden, standardavvikelser och statistiska fördelningar (t.ex. med hjälp av normalfördelningar och exponentialfördelningar).

Tidsintervallet mellan slumpmässiga händelser modelleras ofta med hjälp av exponentialfördelningar. Ett par exempel är tidsintervallen mellan kunder som anländer till en affär och tiden mellan sönderkörningar/stopp i maskiner som är igång. Exponentialfördelningen innebär att tiden mellan t.ex. ankomster ofta är ”ganska kort” (beroende på medelvärdet), men att det också inte är uteslutet med ankomster med ”extremt” långa tidsintervall (figur 1).



Figur 1. Exempel på en täthetsfunktion (t.v.) (en täthetsfunktion visar hur sannolika olika resultat är i förhållande till varandra) och en fördelningsfunktion (t.h.) för en exponentialfördelning med medelvärdet 7,0. I detta fall är exempelvis sannolikheten 63 % att tiden mellan två kunder som anländer till en affär är högst 7,0 min (se bild t.h.).

I denna uppgift ska ni undersöka kapaciteten hos en mjölkningsrobot i ett kostall. Vi antar att observationer har visat att det i genomsnitt tar 7 minuter att mjölka en ko, och att tidsintervallet mellan två kor som kommer till roboten och vill bli mjölkade är i genomsnitt 8 minuter.

Först ska ni simulera vad som händer när man enbart använder genomsnittliga data (deterministisk modell), och sedan vad som händer när man inför slumpfaktorer i modellen (stokastisk modell). I bilaga A finns en beskrivning över hur ni kan konstruera/programmera modellen. Frågorna som ni ska besvara är: hur många kor hinner bli mjölkade under ett pass på två timmar? Hur länge behöver korna vänta i genomsnitt på att bli mjölkade? Hur lång är kön, i genomsnitt, till roboten? Hur lång var kön när den var som längst? Hur stor andel av tiden (två timmar) utnyttjades mjölkningsroboten?

Uppgift 1 a). Simulera fem tvåtimmarspass (120 minuter vardera) om mjölkningstiden är 7 minuter och ankomstintervallet är 8 minuter, och fyll sedan i följande tabell.

	1	2	3	4	5	Medel- värde
Antal mjölkade kor (st)						
Genomsnittlig väntetid (min)						
Genomsnittlig kölängd (st)						
Maximal kölängd (st)						
Robotens utnyttjandegrad (%)						

Uppgift 1 b). I verkligheten visade det sig att ankomstintervallet var ganska slumpmässigt, och att det kunde beskrivas av en exponentialfördelning, även om genomsnittet fortfarande var 8 minuter. Ändra ankomstintervallet i modellen genom att ändra *Time Between Arrivals* i *Create*-modulen till Type: *Random(Expo)*, Value: 8. Fyll sedan i tabellen nedan.

	1	2	3	4	5	Medel- värde
Antal mjölkade kor (st)						
Genomsnittlig väntetid (min)						
Genomsnittlig kölängd (st)						
Maximal kölängd (st)						
Robotens utnyttjandegrad (%)						

Uppgift 1 c). Det visade sig också att tiden det tar att mjölka en ko varierade en del (även om genomsnittet fortfarande var 7 minuter). Ändra även mjölkningstiden i modellen genom att ändra i *Process*-modulen: Delay Type: *Expression*, Expression: *EXPO(7)*, och fyll i tabellen.

	1	2	3	4	5	Medel- värde
Antal mjölkade kor (st)						
Genomsnittlig väntetid (min)						
Genomsnittlig kölängd (st)						
Maximal kölängd (st)						
Robotens utnyttjandegrad (%)						

Jämför resultaten i 1a) - 1c). Vilka slutsatser kan vi dra utifrån dessa tre simuleringar?

.....

.....

Vad hade hänt om vi nöjt oss med att bara simulera ett arbetspass, istället för fem?

.....

.....
(gör gärna simuleringar där du använder normalfördelningar istället för exponentialfördelningar; anta samma medelvärden som tidigare och testa olika standardvvikelser).

Uppgift 2. System för transport av sockerbetor

En lantbrukare som odlar sockerbetor bor ganska nära Örtofta sockerbruk. Han levererar betorna själv till sockerbruket, men är osäker på hur många transportekipage som egentligen är nödvändiga med tanke på transportkapacitet och kostnader. Syftet med denna förenklade uppgift är att undersöka vad som är mest 'optimalt' i detta fall: ett, två eller tre transportekipage? Ett annat syfte är att du ska få en inblick i hur man kan animera (visualisera) en simuleringsmodell.

Betorna finns i stukor på tre fält (fält 1, fält 2, fält 3) som är belägna 6, 8 och 11 km från sockerbruket. Dessa tre stukor innehåller totalt 4, 5 och 4 fulla transportekipage vardera. Vi antar att gårdscentrum ligger strax intill sockerbruket. Traktorn som drar ekipagen kör till respektive fält och byter de tomma vagnarna mot fulla vagnar (som alltså lastas med hjälp av en lastare på fältet). Tiden det tar att byta från tomt till fullt ekipage är 5 minuter. Körhastigheten antas vara 30 km/tim (både för tomt och fullastat ekipage), och avlastningen vid bruket tar 20 minuter. Traktorförarna jobbar från kl. 8.00 på morgonen till kl. 16.00 på eftermiddagen.

Simulera systemet med ett, två och tre ekipage (i bilaga B finns en beskrivning över hur du kan konstruera/programmera modellen). Hur lång tid tog det totalt att få alla betor levererade till sockerbruket för dessa tre alternativ? Hur lång tid var traktorförarna aktiva (mellan kl. 8.00-16.00) och hur lång tid var de lediga (mellan kl. 16.00-8.00)? Fyll i nedanstående tabell. Eftersom modellen inte innehåller någon slumpfaktor (den är deterministisk), räcker det med en simulering per undersökt fall.

Antalet traktorer ökas om du går till Advanced Transfer-panelen och sedan väljer Transporter. När du klickar på Transporter, öppnas det nedre fönstret, och här kan du fylla i Number of Units: 2 (och sedan 3).

Antal traktorekipage (st)	Tid tills allt är klart (tim)	Tid som traktorn jobbar (tim)	Tid som traktorn ej används (tim)
1			
2			
3			

Jämför tiderna i tabellen ovan. Hur stor tidsvinst gör man för varje ytterligare traktorekipage?

.....

.....

Om det är stora skillnader mellan alternativen, hur förklarar du i så fall dessa?

.....

.....

Bilaga A – Förslag på modellbygge/programmering i uppgift 1

Hämta dina modellmoduler från *Basic process*-panelen till vänster i Arena-fönstret. Först behöver du en *Create*-modul för att 'skapa' korna som vill bli mjölkade. Korna representeras i modellen av s.k. entiteter. Klicka på *Create*-ikonen, håll knappen nedtryckt och dra ikonen till Arenas modellfönster, där du släpper den. Öppna ikonen genom att dubbelklicka på den, och skriv sedan in nedanstående parametrar.

Create module

Name:	SkapaOmjolkadeKor (bokstäverna å, ä, ö kan ej användas i Arena)
Entity Type:	Kor
Time between arrivals	
Type:	<i>Constant</i>
Value:	8 (en ko kommer och vill bli mjölkad var 8:e minut)
Units:	<i>Minutes</i>
Entity per arrival:	1 (det kommer en ko i taget)
Max arrivals:	<i>Infinite</i>
First creation:	4 (anta att första kon kommer 4 minuter efter att roboten är redo)

Nästa modul som du behöver är *Process*, som representerar mjölkkningsroboten. Hämta *Process*-modulen från panelen till vänster på skärmen och placera den till höger om *Create*-modulen i modellfönstret. Öppna *Process*-ikonen och skriv in nedanstående.

Process module

Name:	Mjolkning
Type:	<i>Standard</i>
Logic	
Action:	<i>Seize Delay Release</i>
Resources: click Add → Resource	
	Type: <i>Resource</i>
	Resource name: Mjolkrobot
	Quantity: 1 (du har en robot)
	← <i>OK</i>
Delay Type:	<i>Constant</i>
Units:	<i>Minutes</i>
Allocation:	<i>Value Added</i>
Value:	7 (det tar 7 minuter att mjölka en ko)
Report Statistics:	Bocka i rutan (programmet tar då automatiskt fram statistik)

Den sista modulen som behövs är *Dispose*. Denna modul används för att ta bort de entiteter (d.v.s. kor) från modellen som är färdigmjolkade. Hämta denna modul och placera den till höger om *Process*-modulen i modellfönstret. Dubbelklicka och fyll i nedanstående.

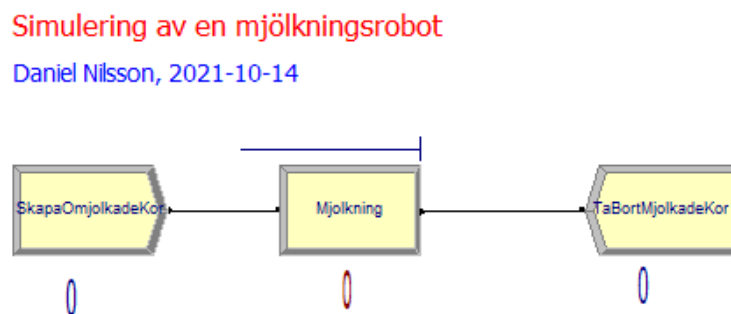
Dispose module

Name:	TaBortMjolkadeKor (färdigmjolkade kor lämnar modellen)
Record entity Statistics:	Bocka i rutan (ger statistik om antalet mjölkade kor)

Om modulerna inte är sammankopplade med linjer (görs normalt automatiskt), ska du klicka på knappen med ett ”snöre” eller ”hopprep” (heter *Connect*) i verktygsfältet *Standard* och sedan binda ihop modulerna med varandra genom att klicka på deras ut- resp ingångspunkter.

För att skriva in text i modellfönstret (t.ex. vad modellen gör, modellens namn, ditt namn, etc.), kan du klicka på knappen **A** i verktygsfältet *Draw*. Skriv den text du vill ha, formatera eventuellt texten (”Font”), klicka på OK, och placera rutan i modellfönstret på lämpligt ställe. Text som skrivs här kan innehålla bokstäverna å, ä och ö.

I ditt modellfönster ska det nu se ut ungefär så här:



Slutligen ska vi ange olika simuleringsparametrar (t.ex. allmän information, antalet replikationer (körningar), hur länge vi ska simulera, etc.). Gå till huvudmenyn längst upp, välj **Run** och sedan **Setup**. Fyll därefter i:

Project parameters: här kan du fylla i valfri text under de olika rubrikerna. I *Statistics Collection* ska du bocka i rutorna för *Entities*, *Resources*, *Queues*, *Processes*.

Replication Parameters: Number of Replications: 5 (vi simulerar 5 upprepningar), Replication Length: 120 (vi simulerar 2 timmars mjölkning), Time Units: *Minutes*, Hours per Day: 24, Base Time Units: *Minutes* (vi simulerar med tidsenheten minuter).



Reports: At the end of the simulation run, display default report...: Välj *Prompt me*. Default report: Välj *SIMAN Summary Report(.out file)*.

Run Control: Bocka för *Pause After Warning*.

Har du tur ☺ ska modellen fungera bra nu. Du kan testa om du har gjort något fel genom att välja **Run – Check model**. Om något inte stämmer, kommer det upp en ruta med information om vad som är fel.

För att köra simuleringarna klickar du på *Go* under *Run* i huvudmenyn, eller på knappen ► i verktygsfältet *Standard*. För att komma tillbaka till modellen igen efter en simulering väljer du *End* under *Run*, eller klickar på knappen ■.

Genom att klicka på siffrorna som står under varje modul i modellfönstret, och sedan dra ut dem i hörnen, så ser du lättare hur många kor som mjölkas i roboten. Om du sedan trycker några gånger på <-tangenter på tangentbordet, så saktar du ner simuleringsförloppet och kan då lättare se hur mjölkningen fortskrider (med hjälp av >-tangenter snabbar man på animationen).

Simuleringarna kan pausas genom att man trycker på Esc på tangentbordet eller klickar på . Om du klickar på  simulerar modellen ett steg i taget, vilket kan vara användbart då man vill se mer exakt vad som händer i simuleringen.

Det liggande T-et ovanför modulen som heter Mjolkning är symbolen för en kö. När du simulerar uppgifterna 1b och 1c kommer du se att en kö av mjölkknödiga kor bildas framför roboten.

När simuleringarna är klara kommer det upp en ruta med en fråga om man vill se resultatrapporten. Tryck på *Yes* och för sedan in dina svar i tabellerna på sid 2. Första gången kan det vara svårt att tolka resultatrapporten; fråga kursledningen vid oklarheter.

Bilaga B – Förslag på modellbygge/programmering i uppgift 2

Denna uppgift är lite mer avancerad än uppgift 1, och här behövs flera olika typer av modellmoduler.

Använd tre *Create*-moduler (en för varje fält) för att skapa entiteter som representerar betlassen (placera de tre modulerna nedanför varandra):

Create module

Name:	SkapaBetlassFalt1 (använd ...Falt2 och ...Falt3 förfälten 2-3)
Entity Type:	Betlass
Time between arrivals	
Type:	<i>Constant</i>
Value:	0 (i denna modell skapas lassen samtidigt)
Units:	<i>Hour</i> (i denna modell är tidsenheten timmar)
Entity per arrival:	1 (en entitet motsvarar ett lass)
Max arrivals:	4 (har 4 lass från fält 1; skriv 5 för fält 2 och 4 för fält 3)
First creation:	8 (lassen skapas kl 8.00 på morgonen när arbetet börjar)

Självafälten representeras i modellen av *Station*-moduler (finns i *Advanced Transfer*-panelen). För in tre *Station*-moduler till höger om *Create*-modulerna i modellfönstret (klicka på eventuella linjer som förbinder dem och 'deleta' linjerna). Dubbelklicka på *Station*-modulerna och skriv in:

Station module

Name:	Falt 1 (använd "Falt 2" och "Falt 3" förfälten 2-3)
-------	---

I övrigt kan du använda ifyllda default-värden.

För att traktorn i modellen ska förstå att den ska koppla på en lastad vagn på fältet och sedan påbörja resan till sockerbruket, behövs tre *Leave*-moduler (finns i *Advanced Transfer*-panelen). För in tre *Leave*-moduler till höger om *Station*-modulerna och skriv in:

Leave module

Name:	LamnaFalt1 (använd LamnaFalt2 och LamnaFalt 3 förfälten 2-3)
Delay:	5 (det tar 5 minuter att byta transportvagnar)
Units:	<i>Minutes</i> (här använder vi tidsenheten minuter för vagnbytet)

Logic area

Transfer Out:	<i>Request Transporter</i>
Transporter Name:	Traktor (vi kallar traktorn i modellen för "Traktor")
Connect Type:	<i>Transport</i>
Station Name:	Socketbruket (lassen transporteras till "Socketbruket")

I övrigt kan du använda ifyllda default-värden.

Platsen för sockerbruket (transporternas ankomstplats) representeras av en *Enter*-modul (finns i *Advanced Transfer*-panelen). Eftersom vi bara har ett sockerbruk, så räcker det med att föra in en sådan modul i modellfönstret. Placera den en bit till höger om de övriga modulerna.

Enter module

Name: Sockerbruket
Station Name: Sockerbruket

Logic

Delay: 0 (själva ankomsten till sockerbruket antas inte ta någon extra tid)
Transfer in: *None*

I övrigt kan du använda ifyllda default-värden.

Mottagningen av betor vid sockerbruket kan ses som en "tjänst" som är verksam (håller öppet) kl. 8-16. Mottagningen kan därför representeras av en *Process*-modul, som placeras till höger om *Enter*-modulen.

Process module

Name: Tippning
Type: *Standard*

Logic

Action: *Seize Delay Release*
Resources: välj *Add* → Resource name: Mottagningsficka
Quantity: 1
← OK
Delay Type: *Constant*
Units: *Minutes*
Value: 20 (avlastningen tar totalt 20 min)
Report Statistics: Ta bort markeringen

För att "frigöra" betlassen (d.v.s. entiterna i modellen) från transportekipaget efter avlastningen, och sedan få dem att lämna modellen, använder vi modulerna *Free* (finns i *Advanced Transfer*-panelen) och *Dispose*:

Free module

Name: Frigor Betlass (traktorn "frigörs" från de avlastade betorna)
Transport Name: Traktor
Unit Number: (kan lämnas blank eftersom vi bara har en traktor per lass)

Dispose module

Name: Ta Bort Betlassen (lassen lämnar modellen)
Record entity Statistics: Bocka i rutan (ger statistik om de levererade lassen)

För att specificera arbetstiderna, använder vi modulen *Schedule* (finns i *Basic Process*-panelen). Denna modul kan föras in i modellfönstret, men du kan också skriva in dina data i det undre fönstret på skärmen, där modulens inskrivningsrutor visas. Här visas vad som ska skrivas in i det nedre fönstret. Markera *Schedule* och dubbelklicka för att få fram indatarutorna.

Schedule module

Name: Arbetstider
Type: *Capacity*
Time Units: *Hours*
Scale Factor: 1.0
Durations: Klicka på rutan. Klicka sedan på de timmar som arbetet pågår i schemat (kl. 8-16) för två dygn framåt (rutorna färgas blå, med *Capacity* lika med 1,0 (d.v.s. schemat gäller för en arbetare).
Klicka OK.

”Resursen” Mottagningsficka specificeras i Resource-modulen. Även här skriver vi in specifika data i det nedre fönstret. Markera *Resource* och dubbelklicka för att få fram indata-rutorna.

Resource module

Name: Mottagningsficka
Type: *Based on Schedule*
Schedule Name: Arbetstider
Schedule Rule: *Wait*
Använd i övrigt default-värden.

För att definiera traktorn och transportavstånden, använder vi *Transporter* och *Distance*-modulerna, som båda finns i *Advanced Transfer*-panelen.

Transporter module

Name: Traktor
Number of Units: 1
Type: *Free path*
Distance Set: Transportavstånd (relaterar till de transportavstånd som används)
Velocity: 30 (transporthastigheten är 30 km/tim)
Units: *Per Hour* (hastigheten anges per timme (alla avstånd är i km))
Initial Position Status: Initial Position: *Station*
Station Name: Sockerbruket
Initial Status: *Active*

Distance module

Name: Transportavstånd
Stations: Beginning Station: Sockerbruket
Ending Station: Station 1 (d.v.s. fält 1)
Distance: 6 (km) (dubbelklicka sedan för att få fram en ny rad)
Beginning Station: Sockerbruket
Ending Station: Station 2 (fält 2)
Distance: 8
Beginning Station: Sockerbruket
Ending Station: Station 3 (fält 3)

Välj **Run – SetUp** för att specificera simuleringskörningarna:

Project parameters: här kan du fylla i valfri text under de olika rubrikerna. I *Statistics Collection* räcker det att bocka i rutan för *Transporters*.

Replication Parameters: Number of Replications: 1, Replication Length: *Infinte*, Time Units: *Hours*, Terminating Condition: Ta Bort Betlassen. NumberOut ==13 (simuleringarna avslutas när alla 13 betlassen har lassats av (blivit 'disposed')).

Reports: At the end of the simulation run, display default report...: Välj *Prompt me*. Default report: Välj *SIMAN Summary Report(.out file)*.

Run Control: Bocka för *Pause After Warning*.

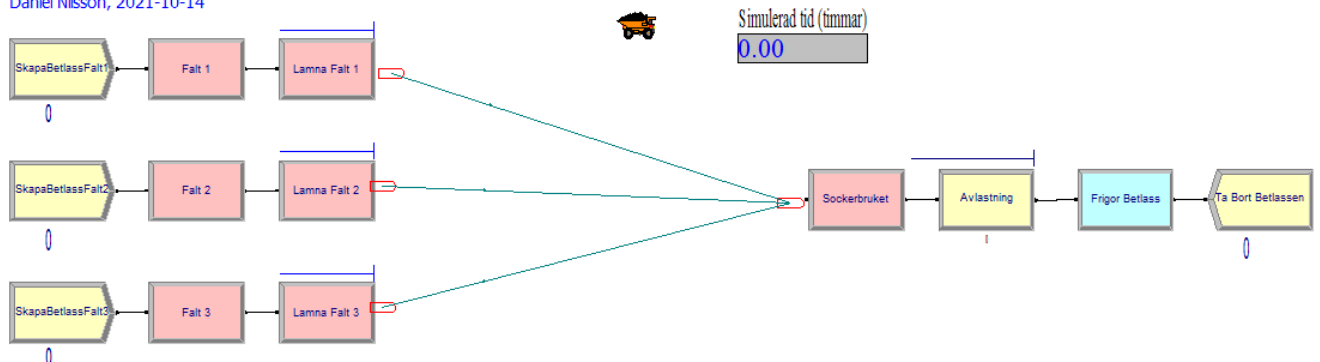
Nu är modellen klar! Testa gärna om allt är Ok (**Run – Check model**).

I denna typ av modeller kan det vara bra att animera simuleringarna. Vägarna som används kan animeras om du väljer *Distance*-knappen i verktygsfältet längst upp. Klicka och välj: Identifier: Transportavstånd, From Station: Station 1, To Station: Sockerbruket. Bocka i rutorna Rotate och Flip. Stäng dialogrutan, placera krysset strax till höger om modulen "Lamna Falt 1", klicka, placera krysset strax till vänster om modulen "Sockerbruket" och dubbelklicka. Upprepa proceduren för fälten 2 och 3, men placera kryssen vid Sockerbruket på samma röda markering som bildades första gången för fält 1.

Traktorekipagen animeras med hjälp av *Transporter*-knappen i verktygsfältet. Klicka på knappen, så öppnas ett nytt fönster. Välj sedan: Identifier: Traktor. Klicka sedan på rutan där det står Idle, och välj en lämplig symbol från den panel som visas till höger (panelen innehåller för-ritade figurer, men man kan också skapa sina egna figurer). Du kopierar symbolen från panelen med hjälp av <<-knappen. Gör på samma sätt för Busy och Inactive. Välj Ok när du är klar och placera figuren på valbar plats i modellfönstret.

Modellering av bettransporter

Daniel Nilsson, 2021-10-14



Det kan också vara bra att animera någon modellparameter, t.ex. hur lång tid som har simulerats. Välj knappen *Variable* i verktygsfältet, klicka och fyll i: Expression: TNOW, bocka i rutan för Use Title, och skriv Simulerad tid (timmar) under rubriken Title Text. Välj Ok och placera i modellfönstret. Klicka och dra i hörnen om texten blir för liten.

Nu har du en enkel animering av simuleringarna. Simulera, läs av simulerad tid och fyll i tabellen på sidan 3.

Vanliga sensorer i det moderna lantbruket

- Inläring med hjälp av en jigsaw-övning



Bakgrund

Under senare år har ett stort antal sensorer, givare och mätsystem introducerats inom lantbruket. Detta har lett till högre precision i odlingen och exempelvis en snabb utveckling av olika autonoma maskiner. Ett gemensamt syfte med sensorsystemen är att öka maskinkapaciteten, minska odlingens miljöeffekter, öka kvalitén hos produkterna och minska produktionskostnaderna. I denna uppgift har vi delat in sensorsystemen i tre olika kategorier:

Satellitbaserade navigations- och positionsbestämningssystem, GNSS (Global Navigation Satellite Systems), kan idag ge en mycket hög precision vid olika fältarbeten. Genom att lagra positionsdata i geografiska databaser, GIS (Geografiska InformationsSystem), och koppla dessa positionsdata till uppgifter om markens egenskaper, tidigare skördedata, etc, kan man få mycket hög precision när det t.ex.gäller anpassad spridning av gödning, bekämpningsmedel, etc.

Optiska sensorer använder ljus av olika våglängder för att detektera olika egenskaper hos material. Sensorer baserade på infrarött ljus (IR) kan användas i autonoma maskiner för att identifiera olika objekt i omgivningen. En teknik som fått en mycket stor användning inom lantbruks- och livsmedelssektorn är NIR (Near-Infrared) spektroskopi. NIR används t.ex. i kvävesensorer, för att ta fram vegetationsindex och för sortering och kvalitetskontroll av olika lantbruksprodukter. Lidar (light detection and ranging), eller ljusradar eller laserradar, är en optisk metod för att mäta avstånd till olika föremål.

En tredje kategori är ”mekaniska” sensorer som mäter ”mekaniska” egenskaper såsom kraft, hastighet, volym- och/eller massflöden, etc. Exempel på sådana sensorer är töjningsgivare, accelerometer, gyroskop, rotationsgivare, torsionsgivare och nivåmätare. Dessa givare är idag allmänt förekommande i både traktorer och maskiner för en mer optimal styrning av olika arbetsoperationer.

Mål

Målet med denna övning är att ni för varje sensorkategori ska:

- översiktligt kunna redogöra för vilka grundläggande fysikaliska egenskaper som mätmetoden bygger på,
- kunna beskriva den tekniska utformningen.

- C. kunna redogöra för vilka svagheter metoden har och vilka felkällor som kan förekomma
- D. kunna ge några tillämpningsexempel inom lantbruket där metoden används.

Andra viktiga syften med uppgiften är att ni ska:

- a) öva er på att *självständigt* ta fram relevant information ur olika litteraturkällor.
- b) öva er på att *tillsammans* med andra (i en s.k. expertgrupp) formulera vad som är viktigt i en text och komma överens om hur man kortfattat kan överföra denna kunskap till andra studenter.
- c) träna er på att muntligt lära ut/kommunicera expertkunskap till ”likasinnade” (s.k. *peer-learning* eller *kollegialt lärande*), dvs. kunskapen överförs här inte via lärare – student, utan student – student.
- d) träna er på att tillsammans i en s.k. jigsaw-grupp *kritiskt värdera* och reflektera över den information ni har fått, och sedan sammanfatta era kunskaper genom en *synes*.

Genomförande

I övningen ska den s.k jigsaw-metoden användas. Den genomförs enligt följande :

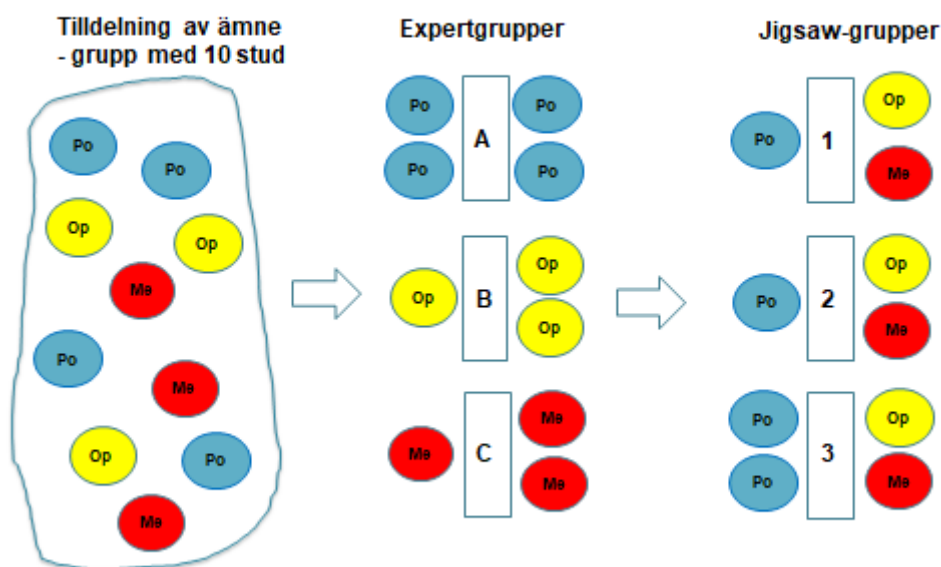
1. Alla studenter tilldelas ett ämne som antingen handlar om positioneringssystem (A), optiska sensorer (B) eller mekaniska sensorer (C). Ni som ska jobba med kategori A ska fokusera på GNSS och GIS med dess olika tillämpningar inom lantbruket, ni som ska jobba med kategori B ska fokusera på teknik för IR, NIR och Lidar, och ni som ska jobba med mekaniska sensorer ska gemensamt välja ut fyra vanligt förekommande givare i lantbruket som mäter mekaniska egenskaper.
2. Ni får förslag på litteratur (se i Canvas) om respektive ämne och ni får sedan läsa in materialet på egen hand. Självklart kan ni också leta upp annat material på egen hand. Varje student har sedan ansvar för att vara så påläst inom ämnet att övriga i jigsaw-gruppen får en möjlighet att lära sig grunderna om varje metod. Ni ska alltså vara så pålästa inom era respektive ämnen så att ni kan uppfylla de mål A-D som står under ”Mål” ovan. Sammanfatta dina kunskaper inom ditt ämne på en halv till en A4-sida, och ta med den som underlag till diskussionerna i expertgrupperna den 19 december. Sammanfattningen lämnas in via Canvas senast den 16/12.
3. Den 19 december samlas de som har läst om ämne A i en expertgrupp, de som har läst om ämne B i en expertgrupp, osv. I expertgrupperna ska ni diskutera ämnet som ni har blivit experter på och försöka få konsensus om *vad* som är viktigt att berätta för de andra och *hur* man gör det på ett pedagogiskt och tydligt sätt (ev. kan ni ta fram olika hjälpmedel, t.ex. powerpoint-bilder, som stöd för era presentationer i jigsaw-grupperna). Diskussionerna inom expertgrupperna får ta max 45 min., dvs. de ska vara slut senast kl. 14.
4. Kl. 14.15 möts alla igen, och en ny gruppindelning görs (av lärarna). Ni möts nu i era jigsawgrupper, där var och en är expert inom sitt område och alltså ska presentera det för

de andra. Alla grupper ska ha sina presentationer i samma ordning. Skälet är att om någon saknas i en grupp, kan ni tillfälligt hoppa in i en annan grupp och lyssna på presentationen där. Varje presentation (inkl. ev frågor och diskussion) ska ta 15 min., d.v.s. enligt följande tidsschema: ämne A 14.15-14.30, ämne B 14.30-14.45, samt ämne C 14.45-15.00.

- Sedan får ni en syntesfråga tilldelad i era grupper. Diskutera i varje jigsawgrupp hur ni ska svara på frågan och skriv ned svaret, som sedan lämnas till lärarna. Övningen avslutas med att alla samlas för en kort muntlig redovisning av syntesuppgiften.

En sammanfattning av programmet den 19 december:

- 13.15 – Arbete i expertgrupper
- 14.00 – Paus
- 14.15 – Arbete i jigsawgrupper
- 15.00 – Tilldelning av syntesuppgift
- 15.15 – Redovisning/diskussion av syntesuppgift
- 15.30 – Slut



Figur 1. Exempel på tillämpning av jigsaw-metoden för en grupp med 10 studenter. Här finns tre expertgrupper som behandlar olika ämnen (A - positioneringsteknik, B – optiska sensorer, C – mekaniska sensorer) samt tre jigsaw-grupper (1-3).