

DynaBulk

Effektivisering av bulktransporter med hjälp av IoT genom dynamisk vägning

Publik rapport



Författare: Jens Juul
Tomas Johansson

Agroväst Livsmedel AB
RISE Jordbruk och Livsmedel

Datum: 2021-01-05

Projekt inom: Effektiva och uppkopplade transportsystem - FFI

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	4
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte och mål.....	6
5 Resultat och måluppfyllelse	6
5.1 Resultat 1:	6
5.2 Resultat 2: Kartläggning av regelverk på olika marknader samt marknadsundersökning.....	7
5.3 Resultat 3: Utsläpp och bränslebesparingsmodell.....	7
5.4 Resultat 4: Processanalys omfattande bland annat tidsstudie, väntetider för förare och vägning av längre fordon.....	8
5.5 Resultat 5: Demonstrationsanläggning skall upprättas.....	12
6 Spridning och publicering	13
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	13
6.2 Publikationer.....	13
7 Slutsatser och fortsatt forskning	13
8 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	15

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

TT

1 Sammanfattning

Denna rapport som sammanfattar samverkansprojektet "Effektivisering av bulktransporter med hjälp av IoT genom dynamisk vägning" och som syftar till att göra dynamisk vägning effektivt och att fördelar med den nya tekniken kan tas till vara – minska miljöbelastning, spara tid, anpassa administrativa och andra processer kring vägningen och möjliggöra vägning på kortare vågbryggor. Vid transport av bulkgoods, t ex grus, skrot och spannmål, vägs fordon frekvent. Dynamisk vägning rationaliserar vägningsprocessen väsentligt genom att fordonen kan köra över vågen utan att stanna. Därigenom möjliggörs att ett flertal andra processer som då blir flaskhalsar både administrativa och fysiska kan förändras eller flyttas från själva vägningen.

Projektteamet genomförde kartläggning, processanalys och problemidentifiering på spannmålmottagningen Varaslättns Lagerhus. Kartläggningen omfattar in-leverans av spannmål från att ett fordonsekipage dvs. traktor med vagn eller lastbil med släp anländer och registrerar sin ankomst till att alla interna steg genomförts och fordonsekipaget lämnar anläggningen efter utvägning. Projektteamet samlades i flera workshops för att utifrån kartläggningen analyserades alla ingående händelser, definiera problemen och spill för att därefter finna konkreta lösningar och prioritera bland dessa. Projektteamet valde att gå vidare med idéer kring ett "gropoptimeringsverktyg", dvs. ett "Beslutsstöd för groptilldelning". En optimeringsalgorithm skapades samt en simuleringsmodell för att verifiera algoritmens funktion. En första version av gropoptimeringsverktyg skapades, dock tog projektets resurser slut och har paketerats för att i framtiden kunna fortsätta arbetet.

Det skapades en enkel bränslebesparingsmodell och utsläppsberäkning som visar tydligt att dynamisk vägning ger en mindre bränslebesparing, men det är en åtgärd i rätt riktning och det är en verklig effektivisering. För ett fordonsekipage om 40ton last och som genomför 5 transporter på en dag blir besparingen drygt en liter diesel när stopp på vågen inte behöver göras. En enkel tidsstudie visar att en större spannmålmottagning kan årligen spara närmare 100 timmar (lastbil) genom att inte stanna på vågen, då endast för utvägning dvs. när spannmål transporteras till kund eller till båt för export. Därtill finns det effektivisering genom automatiserad dokumentation kopplad till odlingskontrakt och så vidare. Tidsvinsten har inte någon större betydelse för den enskilde lantbrukaren vid invägning under skörd, men sammanslaget kan ett realtidsaktivt groptilldelningsverktyg synkroniserat till en mobilapp-funktion möjliggöra att lantbrukaren kan planera och rapportera under skörd och en spannmålmottagning styra inleveranser mer strategiskt efter anläggningens prestanda.

Inom projektet har arbete utförts för att bana väg för dynamisk vägning, det regelverk för vägning som finns i stora delar av världen är anpassat för statisk vägning och i många länder är det tveksamt hur noggrann dynamisk vägning kan användas i kommersiella syften. Motus Weighing har genom tätt samarbete med brittiska myndigheten NMO genomfört flera testkampanjer på Malma Gårds vågstation för att erhålla certifikat för dynamisk vägning. Samt tillsammans med RISE skapat metoder så att dynamisk vägning kan certifieras i Sverige.

Det planerades att inom projektet upprätta en demonstrationsanläggning, dock har det inte installerats dynamiskt vägningssystem på Varaslättns Lagerhus. Istället skapades en presentationsfilm som redovisar projektets arbetsresultat i samt filmmaterial från en motsvarande vågstation som finns på Malma Gård utanför Lidköping som har en 12 m lång våg där dynamisk vägning används med fullt automatisk rapportering. Projektet har uppfyllt mer eller mindre alla för projektet specificerade resultatmål. För Motus Weighing har vägningssystemets typgodkännande varit den största framgången där tätt samarbete med myndigheter och certifierande instanser givit resultat, Varaslättns Lagerhus har funnit nytta i kartläggning och analys av den interna verksamheten och för de övriga projektparterna har stor behållning funnits i samverkan och kompetensutbyte samt ökad branschförståelse.

Projektet var från början ambitiöst specificerat jämfört med den ekonomiska ram som söktes medel för, och i efterhand kan projektteamet konstatera att projektet inte avgränsats tydligt nog, trots det har arbetsmoral och insatser speglat både djupt intresse och engagemang så som ett samverkansprojekt är tänkt göra. Det finns en önskan om fortsättning då framförallt att färdigställa groptimeringsverktyget både med simuleringsmodell och algoritm men även användarinterface som kan användas på en spannmålsmottagning. Inom projektet har även alternativa och kompletterande lösningar diskuterats, så som mer tidseffektiv analysmetod för spannmål, där till exempel för-analyser genomförs hos lantbrukaren i tröskan eller på transporten till spannmålsmottagningen. Projekt har mer än väl belyst den potential som finns och vilka möjligheter och behov som behöver fortsatt utvecklas för effektivare transport och spannmålshantering inom lantbruksnäringen.

2 Executive summary in English

This report summarizes the collaborative project "Streamlining bulk transport using IoT through dynamic weighing" and which aims to make dynamic weighing efficient and that benefits of the new technology can be taken advantage of - reduce environmental impact, save time, adapt administrative and other processes around weighing and enable weighing on short scale bridges. When transporting bulk goods, such as gravel, scrap and grain, vehicles are weighed frequently. Dynamic weighing significantly rationalizes the weighing process in that the vehicles can drive over the scale without stopping. This makes it possible for a number of other processes, which then become bottlenecks, both administrative and physical, to be changed or moved from the weighing itself.

The project team carried out mapping, process analysis and problem identification at the grain reception Varaslättns Lagerhus. The survey includes the delivery of grain from a vehicle crew, ie. tractor with wagon or truck with trailer arrives and registers its arrival until all internal steps have been completed and the vehicle crew leaves the facility after empty weighing. The project team gathered in several workshops to analyze all the incoming events based on the survey, define the problems and losses and then find concrete solutions and prioritize among them. The project team chose to go ahead with ideas for a "pit optimization tool", ie. a "Decision support for pit allocation". An optimization algorithm was created as well as a simulation model to verify the algorithm's function. A first version of pit optimization tool was created, however, the project's resources ran out and have been packaged to be able to continue the work in the future.

A simple fuel-saving model and emission calculation was created, which clearly shows that dynamic weighing gives a minor saving, but it is a measure in the right direction and it is a real streamlining. For a vehicle crew of 40 tonnes load and which performs 5 transports in one day, the saving will be just over a Liter of diesel when the stop on the scale does not need to be made. A simple time study shows that a larger grain reception can annually save almost 100 hours (truck) by not staying on the scales, then only for weighing, ie. when grain is transported to the customer or to the boat for export. In addition, there is streamlining through automated documentation linked to grain contracts and so on. The time saving does not have much significance for the individual farmer when weighing in during harvest, but the combination of a real-time active pit allocation tool synchronized to a mobile app function allows the farmer to plan and report during harvest and a grain reception control deliveries more strategically according to the plant's performance.

Within the project, work has been carried out to pave the way for dynamic weighing, the regulations for weighing that exist in large parts of the world are adapted for static weighing and

in many countries it is doubtful how accurate dynamic weighing can be used for commercial purposes. Through close collaboration with the British authority NMO, Motus Weighing has carried out several test campaigns at Malma Gård's weighing station to obtain certificates for dynamic weighing. And together with RISE created methods so that dynamic weighing can be certified in Sweden.

It was planned to establish a demonstration facility within the project, however, a dynamic weighing system has not been installed at Varaslättnens Lagerhus. Instead, a presentation video was created that reports the project's work results in as well as film material from a corresponding weighing station located at Malma Gård outside Lidköping, which has a 12 m long scale where dynamic weighing is used with fully automatic reporting.

The project has met more or less all the performance targets specified for the project. For Motus Weighing, the type approval of the weighing system has been the greatest success where close collaboration with authorities and certifying bodies has yielded results, Varaslättnens Lagerhus has found useful in mapping and analysis of internal operations and for the other project parties there has been great success in collaboration and competence exchange and increased industry understanding.

The project was initially ambitiously specified compared to the financial framework for which funding was sought, and in retrospect the project team can state that the project has not been clearly defined, despite this, work ethic and efforts have reflected both deep interest and commitment as a collaborative project is intended to do. There is a desire for continuation, above all to complete the pit optimization tool with both a simulation model and an algorithm, but also a user interface that can be used at a grain reception.

Within the project, alternative and complementary solutions have also been discussed, such as a more time-efficient analysis method for grain, where, for example, pre-analyses are carried out at the farmer in the combine or on the transport to the grain reception. The project have highlighted the potential and what opportunities and needs to be further developed for more efficient transport and grain handling in the agricultural business.

3 Bakgrund

Vid transport av bulkgoods, t ex grus, skrot och spannmål, vägs fordon frekvent. Dynamisk vägning rationaliserar vägningsprocessen väsentligt genom att fordonen kan köra över vågen utan att stanna. Därigenom möjliggörs att ett flertal andra processer som då blir flaskhalsar – både administrativa och fysiska – kan förändras eller flyttas från själva vägningen. Processen för vägning av fordon är idag nästan uteslutande statisk, dvs fordonet måste stanna på vågen, vilket är mycket tidsödande i de flesta av de verksamheter där vägning är en betydande del, såsom i gruvor, bergtäkter och lantbruk.

Exempel på sådana flaskhalsar är att föraren behöver vänta på ett fysiskt kvitto antingen i förarhytten eller på det intilliggande kontoret. Det kan också handla om olika varianter av identifieringar av lasten, fordonet eller föraren samt att olika prover skall tas. För att fullt utnyttja potentialen och fördelarna med dynamisk vägning behöver dessa flaskhalsar byggas bort och processerna runt dem förändras. För att förloppet skall fortlöpa smidigt behövs många gånger processerna förbättras och utvecklas för att onödiga stopp skall elimineras.

Dynamisk vägning möjliggör också att långa fordon kan vägas på en kort vågbrygga. Över tid ökar betydelsen av detta då den högsta tillåtna fordonslängden kan komma att tillåtas öka. När autonoma fordon för interna transporter slår igenom på marknaden kommer dynamisk vägning vara en förutsättning för att ta till vara den nya tekniken i ett stort antal branscher, t ex gruvor, bergtäkter och lantbruk.

4 Syfte och mål

Projektet syftar till att göra dynamisk vägning effektivt och att alla fördelar med den nya tekniken kan tas till vara – minska miljöbelastning, spara tid, anpassa administrativa och andra processer kring vägningen och möjliggöra vägning på kortare vågbryggor.

Projektet ska undersöka ifall s k machine learning tillsammans med andra avancerade tekniker kan sköta identifiering av lastens kvalitet när ett fordon passerar vågbryggan utan att stanna.

Ett annat viktigt mål är att tydliggöra vinsterna för transportsektorn om Sverige anpassar sig till det holländska regelverket för dynamisk vägning. Nederländerna är det första land inom EU som har infört ett separat regelverk för dynamisk vägning.

Delmål

Vi har identifierat följande tjänster som nödvändiga för att minimera väntetiderna.

- Digitalt kvitto tillgängligt till primärt fordonet omedelbart efter vägning.
- Möjlighet att registrera lasten, både innan ankomst och efter ut passage.
- Automatisk identifikation av last.
- Säkerställa att den reglerande myndigheten Swedac accepterar ett holländskt typgodkännande/testcertifikat.

5 Resultat och måluppfyllelse

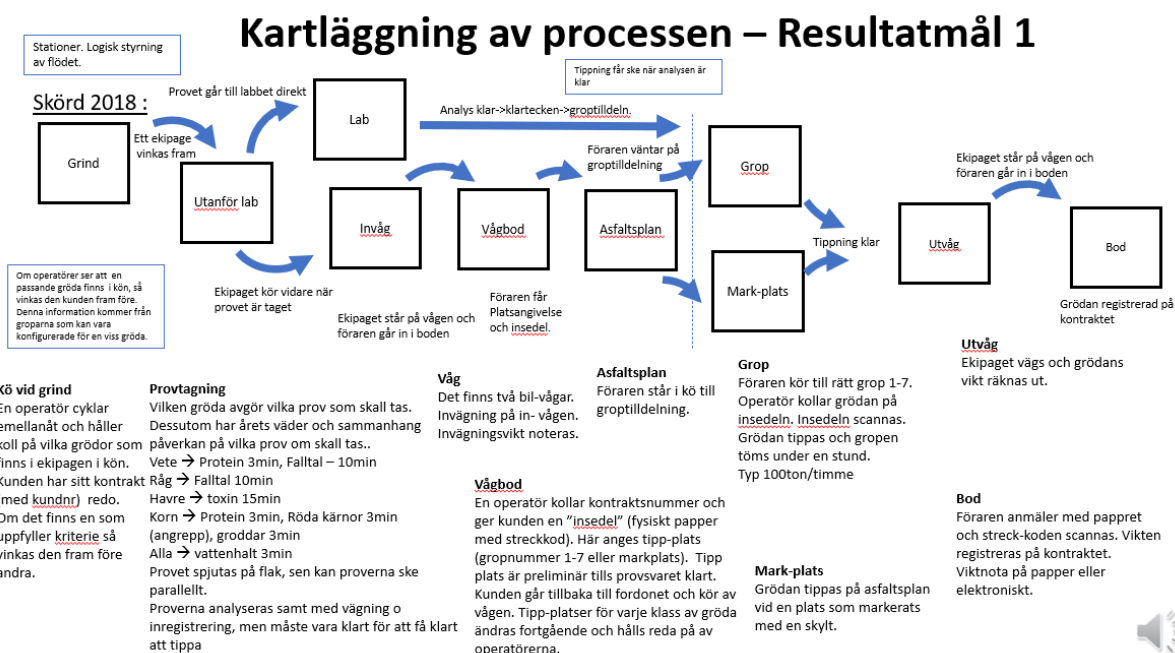
5.1 Resultat 1:

Kartläggning av process, analys och ta fram förslag till konkreta lösningar.

Noggrann dynamisk vägning förändrar fordonsvägning i grunden genom att inte behöva stanna på vågen. När vägningsmomentet rationaliseras skapas möjligheter att effektivisera relaterade moment i vägningsprocessen, såsom administration, provtagning, mätning etc. Projektet syftar till att ta fram lösningar för dessa moment t ex machine learning av lastkvalitet, identifiering av förare och fordon. Det innebär att hela vägningsprocessen effektiviseras utifrån såväl resurs som minskad miljöpåverkan.

Måluppfyllelse: Projektteamet genomförde kartläggning, processanalys och problemidentifiering. Kartläggningen omfattar in-leverans av spannmål på en kommersiell stor mottagning, Varaslättns Lagerhus, från att ett fordonsekipage dvs. traktor med vagn eller lastbil med släp anländer och registrerar sin ankomst till att alla interna steg genomförts och fordonsekipaget lämnar anläggningen efter utvägning (se Figur 1 nedan). För att förstå informationsflöden under in-leveransprocessen genomfördes även kartläggning av all data, kommunikation, rapportering och vilka interna system som är involverade.

Spannmål skördas när grödan är mogen och vid tjänlig väderlek. Detta medför att lantbrukarna ofta samtidigt tröskar och i stor utsträckning även levererar skördad spannmål vid ungefär samma tidpunkt. Varaslättns lagerhus hanterar i storleksordning ca 200 000 ton per år och inleveranserna från närliggande lantbruk sker en period på 1 - 2 månader. Spannmålsklassens vikt på inkommande ekipage varierar mellan 5 - 40 ton beroende på lantbrukarnas förutsättningar. Om spannmålen har hög vattenhalt påverkar det lagerhusets mottagningskapacitet negativt på grund av ett ökat behov av torkning. En hög vattenhalt kan om det inte hanteras rätt innebära en ökad risk för kvalitetsförsämringar. Varaslättns lagerhus har löpande sparat data från föregående års inleveranser. Denna data har varit en bra grund för att förstå variationerna i flöde kontra tid i mottagningsprocessen. Under resterande del av året levereras spannmål ut till kunder. Dessa transporter sker med lastbil antingen direkt till kund eller till hamn för lastning till båt och styrs helt av Varaslättns lagerhus, dock är lastning av båt en hektisk process där flödet av lastbilar är högt, en båt lastar allt från 5000ton till 25000ton.



Figur 1 Kartläggning av spannmålsmottagning

5.2 Resultat 2: Kartläggning av regelverk på olika marknader samt marknadsundersökning.

Det regelverk för vägning som finns i stora delar av världen är anpassat för statisk vägning och i många länder är det tveksamt hur noggrann dynamisk vägning kan användas i kommersiella syften, medan det i andra är fullt tillåtet och där det t o m finns särskilda regler (NL). Projektet syftar till att klargöra hur det förhåller sig på olika marknader samt, för utvalda marknader, ta fram handlingsvägar för introduktion av dynamisk vägning.

Måluppfyllelse: Motus Weighing har genom tätt samarbete med brittiska myndigheten NMO genomfört flera testkampanjer på Malma Gårds vågstation. Motus Weighings MHS är godkänd enligt OIML certifikat R134/2006-B-GB1-19.01, daterad 11 dec 2019

Certifikat enligt den internationella standarden OIML R134 gäller 10 år framåt, varefter det förnyas och påverkas inte av EU-regler (Brexit)

Swedac har på Motus Weighing begäran utfärdat ett dokument där det beskrivs att dynamisk fordonsvägning är tillåten i Sverige för handel. Motus rekommenderar att varje våg skall vara verifierad för statisk vägning eftersom Motus' programvara använder ett stort antal statiska vägningar för att ta fram den dynamiska vikten. En del kunder önskar att fordonsvågen skall vara verifierad både för statisk och dynamisk vägning och därför har Motus i samarbete med RISE Kalibrering och Verifiering i Borås angående verifiering av en 24 meter vågbrygga enligt OIML R76 (STAFS 2016:12). Verifieringen kan utföras av både privata aktörer och institutet RISE i Sverige.

5.3 Resultat 3: Utsläpp och bränslebesparingsmodell.

Vid hantering av bulkgoods kan dynamisk vägning minska bränsleförbrukning i och med att antalet stopp och starter minskar då fordonet hela tiden kan köra och inte behöver stanna på vägen. Uppskattningen av besparingen är svår varför en del av projektet syftar till att ta fram

beräkningsmodeller för hur mycket bränsle som dynamisk vägning sparar och hur mycket lägre utsläppen från fordonen blir.

Måluppfyllelse: Under projektets gång har flera olika spår följts för att finna lämplig beräkningsmodell för bränslebesparing. Det ska noteras att beräkningsmodeller alltid kommer vara grova då det finns en mängd parametrar som skiljer både fordonsekipage och vågbryggor åt. Bränslebesparingsmodellen som DynaBulk-projektet bestämde sig för att använda är begränsad till utleverans och är skapad med hjälp av resonemang kring den rörelseenergi som ett fordon har i rörelse samt vilka förluster som uppstår vid inbromsning samt vid acceleration. För ett fordonsekipage som genomför 5 transporter på en dag blir besparingen drygt en liter diesel. För en spannmålsmottagning som hanterar ca 200.000ton spannmål och väger ut ca 5000 transportfordon per år ger dynamisk vägning potentiell bränslebesparing på ca 1175 liter diesel, vilket motsvarar en besparing på ca 13.000sek då endast genom att inte stanna på vägen.

Utsläppsminskningen beräknat enligt GWP (Global Warming Potential) motsvarar drygt 3ton årlig minskning av koldioxid.

Dessutom sparas tid och arbetsbelastning för chauffören som snabbt ska stanna, hoppa ut och in två gånger per lass endast för vägning, tiden kan enkelt skattas att för 5000 transporter där 2x35 sekunder används till stopp/start blir närmare 100 timmar i tidsförlust. För en transportkostnad på 600kr/timme blir den årliga kostnaden 48.000 sek. Sammantaget kan dynamisk vägning ge en större spannmålsmottagning en årlig besparing över 60.000sek endast för utvägningskostnader. Beräkningsmodell för bränslebesparing samt tid och utsläpp finns bifogad i APPENDIX 2.

Vid inleverans under skördeperiod är bränslebesparing och även minskad klimatpåverkan större än vid utleverans främst på grund av att det används många äldre traktorekipage.

5.4 Resultat 4: Processanalys omfattande bland annat tidsstudie, väntetider för förare och vägning av längre fordon.

Dynamisk vägning snabbar upp vägningsförloppet och bidrar till att minska kötiderna vid vägning avsevärt. Framförallt kommer detta fordonsägarna till del och här krävs en del ytterligare beräkningar för att komma fram till besparingarnas storlek. Dessutom hur vågägaren, om denne inte äger fordonen som vägs, kan dra nytta av tidsbesparingen hos fordonsägaren.

Måluppfyllelse: Utifrån kartläggning av invägningsprocessen analyserades alla ingående händelser på VL. Projektteamet samlades i flera workshops och använde bland annat LEAN 5-stegsmodell för att definiera problemen och spill för att därefter finna konkreta lösningar och prioritera bland dessa.

Följande mål identifierades för effektivisering beroende på problemägare:

- Kundens mål: Kort cykeltid, dvs. genomloppstid för tömning samt timing = kort väntetid.
- Miljömål: Utsläppsreducering för fordonsekipage (min stopp/start och cykeltid) och torkning.
- Vara Lagerhus mål: Maximera kapacitet i skörd, dvs. antal ton in till anläggningen per dag och undvika utomhuslagring.

Utifrån de identifierade effektiviseringsmålen så togs 5 konkreta lösningsförslag fram som mer eller mindre uppfyller målen då med fokus på Varaslättens Lagerhus interna process. Identifierade problemområden samlades till invägningsprocessens fysiska stopp-stationer så som: Ankomst vid grinden, Ankomst till Lab, Invägning, Kö-området på asfaltsplanen, Utomhuslagring, Tippgröpar samt Utvägning. Följande lösningarna togs fram:

1. Medlemsapp (förregistrering samt uppföljning)
2. Dynamisk vägning och identifiering för invägning (från Lantbruket i skörd)
3. Dynamisk vägning och identifiering för utvägning (till t.ex. lastning av båt)

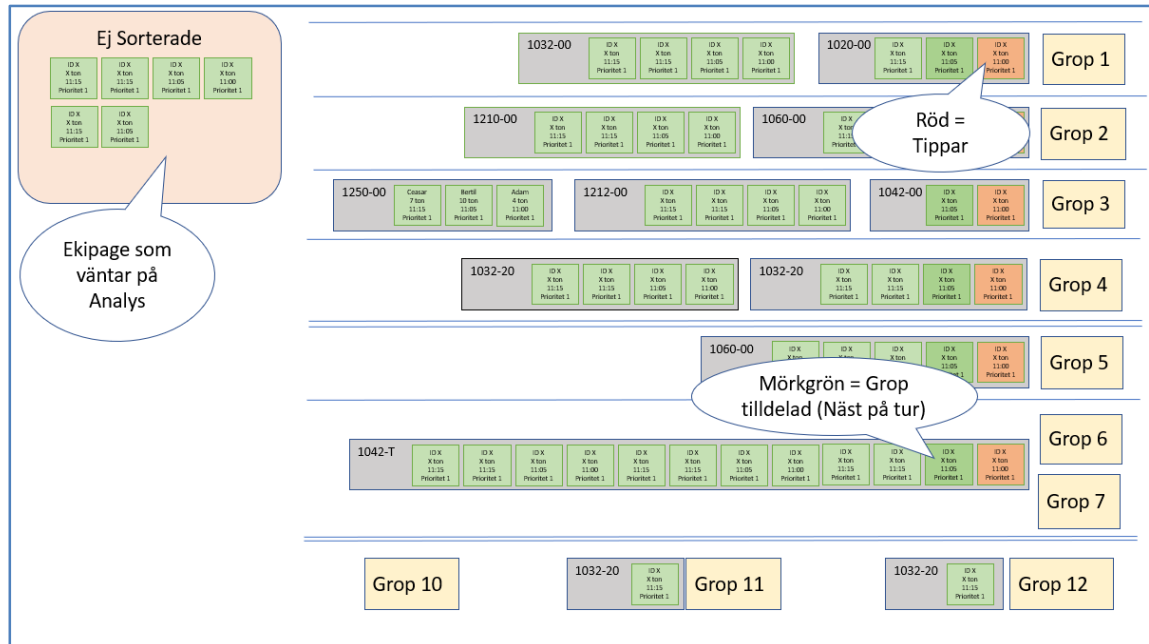
4. Automatiskt kvitto (till leverantör och intern redovisning)
5. Beslutsstöd groptilldelning

I samråd utifrån LEAN-analysens resultat konstaterades att lösning 2, 3 och 4 enkelt kan realiseras genom att installera Motus MSV och LVS system. Lösning 1 "Medlemsapp" kopplas till Motus LVS, dvs lösningar 1-4 är beroende av varandra.

Lösning 5 "Beslutsstöd för groptilldelning" konstaterades kunna vara ett potentiellt digitalt och automatiskt optimeringsverktyg för händelsen "Groptilldelning" som sannolikt kan effektivisera genomflödet vid inleverans. Sådant beslutsstöd har också potential för att utvecklas med så kallad Machine Learning. Val av tippgrup är beslut som tas utifrån en mängd olika indata som till stor del finns hos Varaslättens Lagerhus, och samtidigt kommer framtida effektiviseringar ute på lantbruk kunna ge än mer indata så att just groptilldelningen kan optimeras ytterligare i skörd. Ändring av tippgrup ger spill och tidsförluster som ställtider, onödig hantering av olika artiklar (spannmål) men även möjligheter som att optimera torkningsflödet. Kartläggningen visar att Vara Lagerhus har 26 artiklar som hanteras under skördeperioden. Projektteamets slutsats var att ett "Beslutsstöd för groptilldelning" prioriteras att gå vidare med.

Optimeringsalgoritm

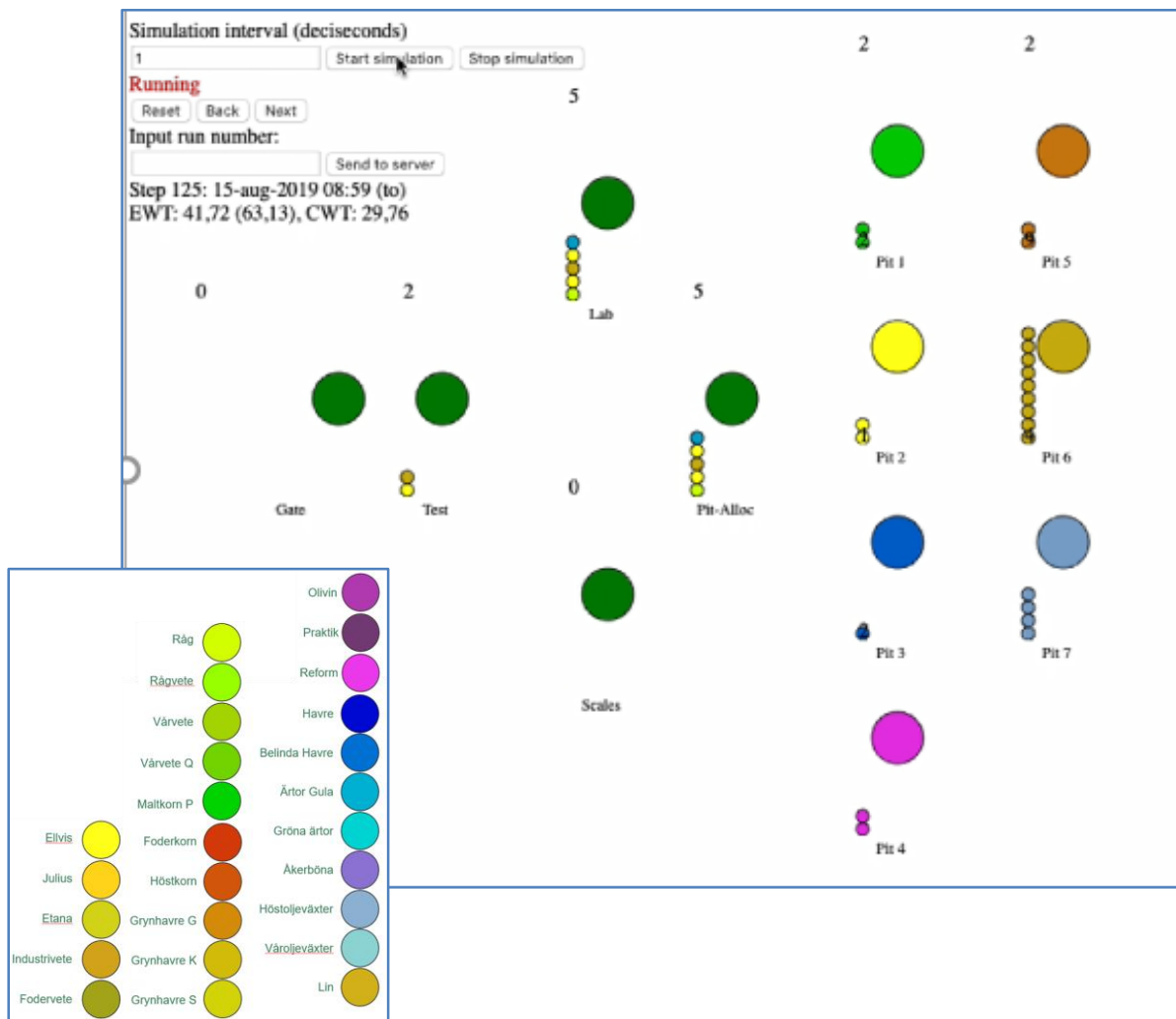
En specifikation med metadata och ingående parametrar skapades för att utveckla en algoritm för optimering. En första förenklad version skapades då avgränsad till endast 7 tippgropar för ingående artiklar och dess metadata, även Lab-svar och anläggningens förutsättningar och prestandabegränsningar integrerades. Se schematisk översiktssbild på flödet i Figur 2.



Figur 2 Schematisk bild över groptilldelning

Simuleringsmodell

För att testa algoritmen med verkliga skördedata från 2019 och 2020 påbörjades ett arbete med att skapa en simuleringsmodell för verifiering av algoritmens tillförlitlighet och potential. En första avgränsad version skapades och kördes med verkliga data från en intensiv skördedag 2019. Den första versionen har ingen implementerad algoritm utan simuleringsmodellen körs med stokastisk tilldelning och generiska tidsdata för varje händelse, dvs. konstant tid för varje händelse och ingen hänsyn tagen till olika flödes hastigheter eller artikelegenskaper. Efter de första demonstrationstesterna visade det sig att simuleringsmodellen fungerar väl med det förenklade och avgränsade formatet. Se Figur 3 nedan för överblickssekvens från simulering.



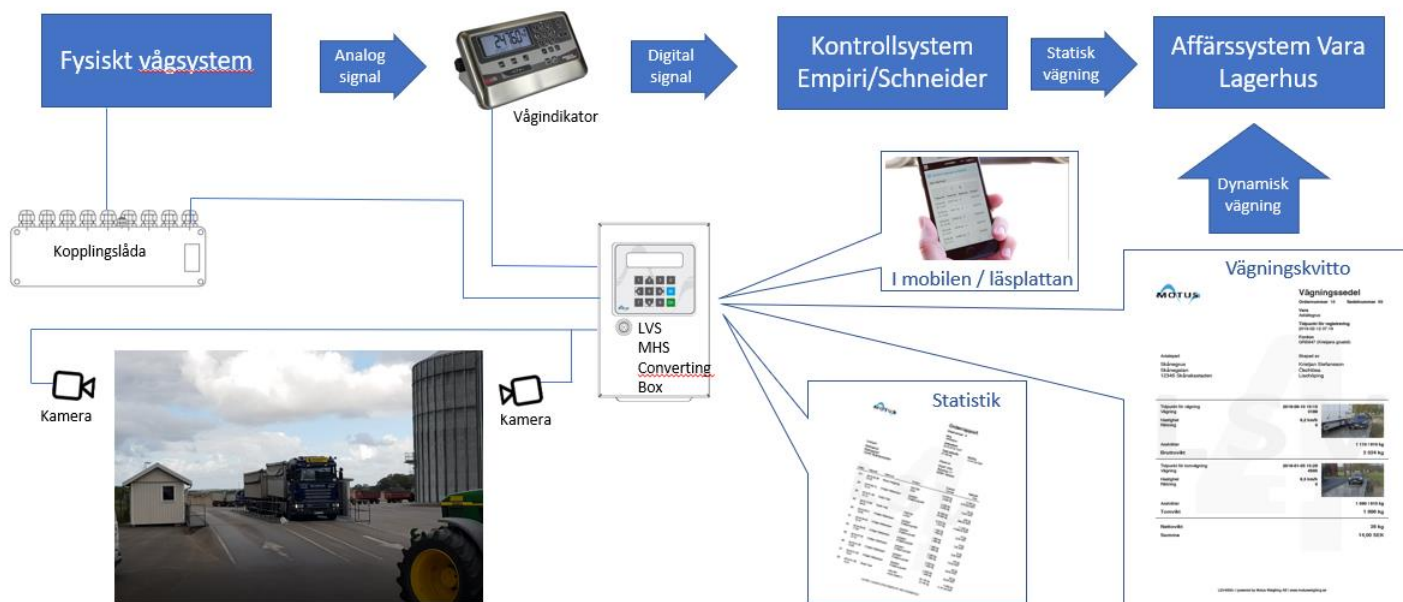
Figur 3 Simuleringsmodell och artikelförteckning

Fortsatt arbete: Inom Dynabulk-projektet har bland annat en algoritm och simuleringsmodell utvecklats. Det är de första stegen för ett gropoptimeringsverktyg. Det återstår att testa algoritmen implementerad i simuleringsmodellen och utifrån de testerna också utveckla algoritmen till en tillförlitlig och fullt fungerande algoritm med relevanta styrparametrar. Även kommunikation med rapportering från de olika stationerna behöver skapas för ett realtidsaktivt system samt ett användargränssnitt som presenterar beslutstödet.

5.5 Resultat 5: Demonstrationsanläggning skall upprättas.

För att testa de resultat projektet skall uppnå kommer en dynamisk våg att installeras på en demonstrationsanläggning. Här kommer de olika uppslagen och resultaten att kunna testas i verkligheten. ([från ansökan](#))

Måluppfyllelse: Projektteamet valde att inte låta Motus Weighing installera dynamiskt vägningssystem på Varaslättens Lagerhus, Se Figur 4 nedan som visar den schematiska installationen för VL. Istället skapades en presentationsfilm som redovisar projektets arbetsresultat i samt filmmaterial från en motsvarande vågstation som finns på Malma Gård utanför Lidköping som har en våg på 12 meter där dynamisk vägning används med fullt automatisk rapportering även till mobil-app. Vågen på Malma Gård användes även för den certifiering som Motus Weighing genomfört tillsammans med den brittiska myndigheten NMO. Bidragande orsaker till att inte demonstrationen genomfördes var att det inte fanns ekonomiskt incitament för att genomföra installationen på Varaslättens Lagerhus samt att under den planerade demonstrationsperioden pågick COVID-19 pandemin.



Figur 4 Schematisk bild över installation av dynamisk vägning med automatisk rapportering

6 Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området		
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Projektteamet ser stor potential att vidareutveckla Grop-optimeringsverktyget samt tillhörande simuleringsmodell, dock finns inget nytt projekt planerat i skrivande stund.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

6.2 Publikationer

Projektet DYNABULK har informerat om projektarbetet vid ett flertal tillfällen. Information har förmedlats dels internt via egna kanaler (inom RISE) i samband med andra projekt, samt via utställningar. Lantbruksutställningen som arrangeras av Hushållningssällskapet i Skåne är Sveriges största lantbruksmässa i fält med bland annat praktiska demonstrationer av nya maskiner och odlingsmetoder. RISE Jordbruk och livsmedel har deltagit vid ett flertal tillfällen och är även ansvarig för några demonstrationer. Besökarna kommer från stora delar av södra Sverige och från våra grannländer. Dynabulk projektet visades i två montrar under Borgebymässan (juni 2019) med hjälp av rollups. En rollup visades i Varaslättns Lagerhus monter och den andra i RISE monter. Dynabulk skapade dialog och ett stort intresse främst bland de besökande västgötska lantbrukarna. Borgebyutställningen 2020 ställdes in. Varaslättns Lagerhus behöll en rollup efter mässan för att informera besökande vid spannmåls anläggningen. Den andra visades efter mässan för besökande vid RISE regionkontor i Skara.

Branschtidningarna Jordbruksaktuellt, ATL och Lantbrukets affärer har intresserat sig för projektet. En informativ artikel som presenterar Dynabulk projektet togs fram av projektgruppen. Artikeln har skickats till Jordbruksaktuellt och tidningen ATL i samband med årsskiftet 20/21. Och förväntas att den publiceras omgående eller i samband med ett temanummer om svensk spannmålshantering, se APPENDIX 3.

En video dvs. filmatisering av demo-presentation finns upplagd på Youtube
<https://youtu.be/dpuJAbOqTjA>

7 Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet har uppfyllt mer eller mindre alla specificerade resultatmål. För Motus Weighing har vägningssystemets typgodkännande varit den största framgången där tätt samarbete med myndigheter och certifierande instanser givit resultat, Varaslättns Lagerhus har funnit nytta i kartläggning och analys av den interna verksamheten och för de övriga projektparterna har stor behållningen legat i samverkan och kompetensutbyte samt ökad branschförståelse.

Det insågs ganska tidigt att just Machine Learning (ML) är potentiellt verktyg för flera steg i processen men i dagsläget alltför tidigt att implementeras. Kartläggning, processanalys och problemidentifiering ses som ett grundläggande arbete som kommer det framtida utvecklingsarbetet till gagn, där också ML kommer vara en del av lösningen. Teknik för fordonsidentifiering togs fram av Motus Weighing innan projektet startades. Föraridentifiering är inte löst inom projektet eftersom det ansågs redan finnas kommersiellt tillgänglig teknik och metoder för sådan lösning men lagstiftning inte är helt tydlig. Motus Weighing erbjuder även administrativ effektivisering genom sin egenframtagna mobilapp.

Det skapades en enkel bränslebesparingsmodell och utsläppsberäkning som visar att dynamisk vägning ger en mindre bränslebesparing. En enkel tidsstudie visar att en större spannmålsmottagning kan årligen spara närmare 100 timmar (lastbil) genom att inte stanna på vägen, då endast för utvägning dvs. när spannmål transporteras till kund eller till båt för export. Därtill finns det effektivisering genom automatiserad dokumentation kopplad till odlingskontrakt och så vidare. Tidsvinsten har inte någon större betydelse för den enskilde lantbrukaren vid invägning under skörd, men sammanslaget kan ett realtidsaktivt groptilldelningsverktyg synkroniserat till en mobilapp-funktion möjliggöra att lantbrukaren kan planera och rapportera under skörd och en spannmålsmottagning styra inleveranser mer strategiskt efter anläggningens prestanda, ytterligare svagheter i verksamheten kommer bli synliga och den enskilde lantbrukaren kommer uppskatta korta effektiva besök hos spannmålsmottagningen under skördens hektiska period.

Effektiviserad spannmålsmottagning gagnar även samhället och trafiksäkerheten så som att effektivare lastbilstransporter ger större transportkapacitet och möjliggör att färre tunga traktorekipage färdas på vägarna vilket kan minska irritation och olyckstillbud, det kan tilläggas att de flesta lantbrukarna inte vill köra traktor på landsväg, lantbrukare vill tröska och erhålla bästa kvalitet på sin gröda vilket avgörs av väder, timing och kapacitet.

En framtida gropoptimeringsmodell skapar fler möjligheter så som utbyte av data mellan tröska och spannmålsmottagningen. Kan till exempel tröskans proteinsensor och vattenhaltsmätare i realtid rapportera in mätdata ökar möjligheterna att sortera fram olika spannmålskvalitéer för specifika slutkunders önskemål. Denna tidiga sortering ökar möjligheterna att dirigera om valda lastbilstransporter och på så sätt minska belastningen på spannmålsmottagningen. En unik spannmålskvalité ökar grödans värde och bidrar till lönsamhet.

Projektet var från början ambitiöst specificerat jämfört med den ekonomiska ram som söktes medel för, och i efterhand kan projektteamet konstatera att projektet inte avgränsats tydligt nog, trots det har arbetsmoral och insatser speglat både djupt intresse och engagemang så som ett samverkansprojekt är tänkt göra. Det finns en önskan om fortsättning då framförallt att färdigställa grop-optimeringsverktyget både med simuleringsmodell och algoritm men även användarinterface som kan användas på en spannmålsmottagning.

Inom projektet har även alternativa och kompletterande lösningar diskuterats, så som mer tidseffektiv analysmetod för spannmål, där till exempel för-analyser genomförs hos lantbrukaren i tröskan eller på transporten till spannmålsmottagningen. Projekt har mer än väl belyst den potential som finns och vilka möjligheter och behov som behöver fortsatt utvecklas för effektivare transport och spannmålshantering inom lantbruksnäringen.

8 Deltagande parter och kontaktpersoner

Agroväst Livsmedel AB
Mats Emilson
Jens Juul



RISE Jordbruk och Livsmedel
Tomas Johansson

RISE Datavetenskap
Joakim Fröberg



Motus Weighing AB
Phär Oscár



Dynamic Precision Sweden AB
Anders Gustavsson
Markus Mirevik



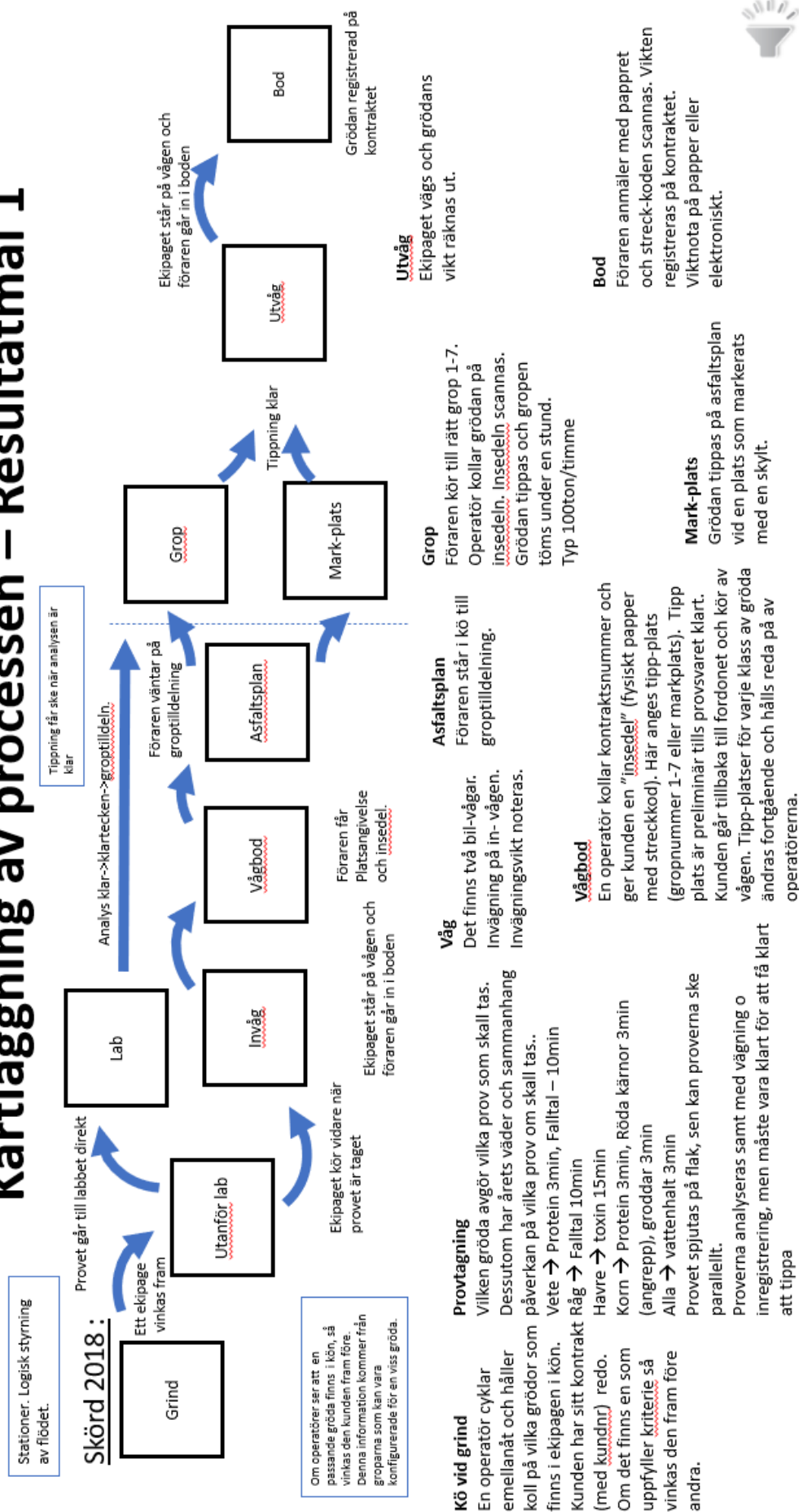
Varaslättnens Lagerhus Ekonomiska förening
Fredrik Söderström
Johan Samuelsson



Referenser

[GWP CO2 Beräkningsmall Länsstyrelsen](#)

Kartläggning av processen – Resultatmål 1



APPENDIX 2

Beräkning bränslebesparing för en lastbil som sänker hastigheten från 20km/h till 10km/h vid passage över våg istället för att stanna på vågen och sedan accelerera till 20km/h

Tumregel: 1 Liter diesel = 5kWh

Energisamband: 1kWh = 1000 x3600 = 3,6MJ

Rörelseenergi: $W_k = \frac{1}{2}mv^2$

Antagande 1: Passagen på ca 50meter över vågen med hastighetssänkning från 20 till 10km/h har försumbar bränsleförbrukning

Antagande 2: Inbromsning och acceleration ger samma mängd rörelseenergi, dock uppstår inre friktioner i motor och drivlina samt växlingar som förluster. Vilket kan antagas till faktor 2

Hastighet	5,6	m/s
Lastad	Tom	
Lastvikter	60000	20000 kg
Desacceleration från 20km/h till stillastående		
Rörelse energi: $W_k = \frac{1}{2}mv^2$	0,926	0,309 MJ
dvs.	0,257	0,086 kWh
dvs.	0,051	0,017 Liter diesel
Tomgång ca 1 minut (teoretiskt ca1,5L/h)	0,015	0,015 Liter diesel
Acceleration från stillastående till 20km/h (med faktor 2)		
Rörelseenergi: $W_k = \frac{1}{2}mv^2$	1,852	0,617 MJ
dvs.	0,514	0,171 kWh
dvs.	0,103	0,034 Liter diesel
Förbrukning per stopp	0,169	0,066
Total summa för start/stop för in och utvägning av tungt fordon	0,23	Liter diesel

Summa besparing för ett fordonsekipage som transporterar 5 lass per dag	1,17	Liter Diesel
Summa besparing för en verksamhet som lastar ut 200.000ton på lastbil, dvs. 5000 lastbilar á 40ton		
Årlig bränslebesparing:	1175	Liter diesel

faktor: CO2 (kg CO2/Liter diesel)	2,13608	
faktor: GWP (kg CO2/Liter diesel)	2,60158	
	0,61	kg per stop/start
Utsläppsberäkning -besparing för ut-transport 200.000ton spannmål	3055,9197	kg

Tidsbesparing för 2x35sekunders stopp/start för 5000 transporter	97	timmar
--	----	--------

APPENDIX 3

Artikel:

Svensk spannmålshantering kan bli mer effektiv och kunna visa mer miljö- och klimatreducerande processer. Ett viktigt område för effektivisering utifrån ett lönsamhets- och hållbarhetsperspektiv är tunga transporter som står för en hög andel av utsläppen. För att svensk spannmål ska kunna förbättra sina positioner behövs en ökad grad av digitalisering.

Detta har varit en utgångspunkt i projektet Dynabulk - en innovativ, digital lösning för dynamisk vägning av spannmål som har fått stöd från Vinnova FFI och leds av Agroväst.

"-Tekniken används redan i andra branscher. Vi ser ett stort behov av att väga fordon utan att försämra logistiken och bromsa trafikflödet. Genom samarbetet med innovationsteamet har vi kunnat behovsanpassa lösningen för spannmålstransporter och tillsammans sett nya smarta lösningar med hjälp av dynamisk vägning, säger Phär Oscar från Motus Weighing.

Utmaning i logistikplanering

Kortfattat innebär dynamisk vägning att traktor- eller lastbilsekipaget inte behöver stanna på vägen utan kan passera i en fart på cirka 10 km/h. Med endast en 6 meter lång vågbrygga registreras även axel- och boggivikter vid behov såväl som separata vikter för dragbil och släp. Kompletterande mjukvarusystem har tagits fram av Dynamic Precision Sverige, anpassat till befintligt system hos Vara lagerhus, som varit aktiv partner i innovationsteamet.

"-Verktöget kommer i framtiden att hjälpa till med att visualisera kön och synliggöra väntetider, dels genom att ge förslag till hur de olika groparna kan användas för att minimera antalet renkörningar. En av utmaningarna i framtagandet av algoritmen har varit att hitta balansen mellan "först in först ut" och så få byten av gröda till groparna som möjligt", säger programutvecklaren Markus Mirevik, Dynamic Precision Sverige.

Värdefull tidsbesparing och minskad dieselförbrukning

Tack vare ett väl sammansatt kompetensteam har en prototyplösning tagits fram som bygger på samband mellan olika digitala tekniker och dataflöden som på ett smart och anpassat sätt, ger ett värdefullt beslutstöds system vid spannmålsmottagning.

"- Kan vi effektivt lokalisera flaskhalsar, minimera tidsspill och snabba på processen vinner alla. Givetvis utan att kompromissa med säkerhet, noggrannhet och resultat. Ny teknik som stöttar våra processer, på ett sätt som minskar miljö- och klimatbelastning av tunga transporter, samtidigt som vi optimerar våra resurser är mycket värdefullt", säger vd Fredrik Söderström, Varaslättens lagerhus.

Innovationsteamet har kunnat visa att förutom färre stopp som ger tidsbesparing kan det även ge en uppskattad minskad dieselförbrukning på 1-2 deciliter diesel per start och stopp. Detta ska ses i sammanhanget att under en dag i mitten av augusti kom det fler än 360 ekipage till Varaslättens lagerhus för att leverera spannmål. Motus Weighings teknik (MHS) för dynamisk vägning har certifierats enligt den internationella standarden OIML R134 enligt klass 0,2, dvs. $\pm 0,1\%$ noggrannhet. RISE har utifrån verkliga data från inleveranser skapat ett underlag för en simuleringsmodell. Simuleringsmodellen är ett stöd för att verifiera den gropoptimeringsalgoritm som har utvecklats av Dynamic Precision Sverige tillsammans med RISE.

"-Projektet som finansierats genom Vinnova FFI har varit ett exempel på samarbete mellan olika branscher och med ett engagerat innovationsteam har vi ökat digitaliseringen i lantbruket.", säger Jens Juul, projektledare SmartAgri.

Fakta Vinnovaprojektet Dynamisk vägning

Målet för projektet som avslutas 31 december 2020 har bl.a. varit att optimera vägningsprocessen vid hantering av spannmål genom IoT och på så sätt minska miljöbelastning och spara tid. Partners i projektet har varit Agroväst, Dynamic Precision Sverige, Motus Weighing, RISE Digitala system, RISE Jordbruk och livsmedel och Varaslättens lagerhus

Vill du veta mer? Kontakta Jens Juul, Agroväst / Tomas Johansson, RISE JoLi.