

Verifiering av högeffektiv lastväxlare för framtidens fossilfria arbetsmaskiner (2021-01801)

Publik rapport

Författare: Magnus Landberg
Datum: 2022-09-22
Projekt inom fossilfria arbetsmaskiner

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

SCANO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	3
3 Bakgrund.....	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	6
5 Mål	6
6 Resultat och måluppfyllelse	6
7 Spridning och publicering	7
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	7
7.2 Publikationer.....	7
8 Slutsatser och fortsatt forskning	7
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	7

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.

Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Syftet med förstudieprojektet har varit att tillverka och prova en högeffektiv komprimatorteknik för i första hand jordbruksändamål, baserat på en ny långslagig, kompakt och oljesnål ställdonsteknik (se www.flexrow.com). Avskjutning har demonstrerats framgångsrikt med stora masslaster, i form av spannmål, i verkstadslab. Projektet har genomförts med mycket begränsad budget. Projektmålet har varit att demonstrera en komprimator som ger avsevärda systemeffektiviseringar i form av färre och säkrare körningar och lossningar (utan tipprörelse), en ökad klimatnytta och ett mer transporteffektivt jordbruk.

Med den innovativa och långslagiga Flexrow-tekniken implementerad i komprimatorn kan större volymer och massor lastas, komprimeras och skjutas av i lastutrymmen än med dagens teknik. Detta i en rad tillämpningar i flera transportsegment, från ensilage inom jordbruket till mer abrasiva och nötande material, t ex rivningsmassor för lastbilstransport. Komprimatortekniken är även intressant för breda tillämpningar för lastbilslogistik som använder Walking Floor-lösningar idag, där stora problem finns idag med abrasiva material.

Tekniken möjliggör avsevärt mer nyttolast per körning i jämförelse med en komprimatorvagn som har konventionell hydraulcylinderteknik i jordbruket. Detta innebär lägre bränsleförbrukning, ökad klimatnytta, produktivitet och lönsamhet för jordbruksnäringen. Flexrow-tekniken möjliggör en låg vikt och ett lågt material-utnyttjande i jämförelse med en konventionell långslagig hydraulcylinder. Ett team av bred kompetens, rutin och stort engagemang har genomfört projektet. Ivarssons i Metsjö tillverkar komprimatorer för jordbruket idag (www.metsjo.se) och har stor förståelse för marknadens behov, efter mer än 60 år i branschen. Grundtekniken i Flexrow-ställdonet är skyddad med flera patent och patentansökningar.

2 Executive summary in English

The aim of the feasibility study project has been to manufacture and test a highly efficient compactor technology for primarily agricultural purposes, based on a new long-stroke, compact and low-oil actuator technology (see www.flexrow.com). The compactor has been successfully tested results with a large mass, in the form of grain, in engineering labs. The project has been carried out with a very limited budget. The project goal has been to demonstrate a compactor that provides considerable system efficiencies in the form of fewer and safe runs and unloadings (without tipping), an increased climate benefit and a more transport-efficient agriculture.

With the innovative and long-stroke Flexrow technology implemented in the compactor, larger volumes and masses can be loaded, compacted and pushed off in cargo spaces than with today's technology. This in a range of applications in several transport segments, from silage in agriculture to more abrasive and abrasive materials, e.g. demolition materials for truck transport. The compactor technology is also interesting for broad applications for truck logistics that use Walking Floor solutions today, where big problems exist today with abrasive materials.

The technology requires more payload per run compared to a compactor trailer that has conventional hydraulic cylinder technology in agriculture. This means lower fuel consumption, increased climate benefits, productivity and profitability for the agricultural industry. The Flexrow technology makes for a low weight and low material utilization in comparison to a conventional long-stroke hydraulic cylinder. A team of broad competence, routine and great commitment has carried out the project. Ivarssons in Metsjö manufactures compactors for agriculture today (www.metsjo.se) and has a great understanding of the market's needs, after more than 60 years in the industry. The basic technology of the Flexrow actuator is protected by several patents and patent applications.

3 Bakgrund

Här beskrivs innovationsidén med den högeffektiva komprimatorn utifrån den vedertagna NABC-modellen:

Need: En stor andel av lantbrukets kostnader utgörs av drivmedel till de många och ofta långa transporter av förnödenheter och färdiga produkter. Transporterna blir längre och längre pga. att allt fler gårdar slås ihop till en produktionsenhet. Drivmedlet som används idag inom jordbruksnäringen, utgörs nästan uteslutande av fossil diesel. Den är mycket dyr och klimatpåverkande. Huvuddelen av jordbrukets transporter utförs med traktor och vagn. Jordbruket efterfrågar längre fordon för att effektivisera transporter och möjliggöra större volymer och vikter i varje transport. Detta på samma sätt som lastbilsbranschen arbetar med High Capacity Transport-teknik. Längre vagnar med krav på större volym och vikt innebär att konventionella tippvagnar inte går att använda pga stor vältrisk. Långa komprimatorvagnar med avskjut är därmed en logisk väg framåt för ökad transporteffektivitet.

Approach: I detta förstudieprojekt har Flexrow-ställdonet använts i en komprimatorrigg och kunnat dra nytta av ställdonets alla fördelar. Med Flexrow-tekniken kan längre komprimatorer byggas.

Komprimering med ny ställdonsteknik

Något förenklat bygger Flexrow-ställdonet på att två kopplade hydrauliska cylindrar, som är öppna i bägge ändar, som om vartannat "klättrar" på en fast inspänd kolvstång med hjälp av hydrauliska klämförband. På så sätt kan cylindern fås att vandra längs stången på ett sätt som närmast kan liknas vid när två händer drar med sig en last. Kännetecknande för Flexrow-ställdonet är att unikt långa slaglängder, höga systemtryck och kompakta och lätta ställdonslösningar kan implementeras i krävande miljöer, speciellt i mobila tillämpningar, där det inte finns alternativa lösningar idag.

De tuffa miljökraven inom jordbrukslogistik innebär att det inte passar med eldrivna kuls kruvar eller kuggstänger som ställdon. I jämförelse med konventionella långslagiga hydrauliska cylindrar kan Flexrow-ställdonet erbjuda kortare, kompaktare och mer lättplacerade ställdonslösningar med långa slag och stora krafter. Tekniken baseras på robusta och kostnadseffektiva standardkomponenter. Den lämpar sig bäst för relativt långsamma rörelser och där rörelsemönstret i hög grad är välkänt. Ytterligare en fördel är att systemets behov av hydraulolja bara är en bråkdel av vad en vanlig hydraulcylinder skulle kräva vid samma slaglängd. Eftersom kolvareorna i cylindrarna är symmetriska erhålles marginell variation av volymen oljan i systemet vid matning vilket leder till mindre mängd potentiellt miljöfarlig hydraulolja i fordonet. Flexrow-tekniken är väldokumenterad, se ref 1-4.

Benefit: Tekniken skapar förutsättning för ett transporteffektivt jordbruk. En lång komprimator med hög lastkapacitet bidrar till mindre utsläpp; minskade emissioner av växthusgaser samtidigt som övriga emissioner som partiklar och kväveoxider också kan minskas. Vidare högre transportkapacitet; minskat antal fordon i jordbruket, lägre bränsle- förbrukning, minskade vägtrafikvolym, förbättrade transportflöden och att trängsel och väntetider minskas. Transportkostnaderna kan också minskas genom att man får behov av färre antal fordon och minskat vägs slitage räknat per tonkm. Detta leder till högre produktivitet och lönsamhet. Vidare kännetecknas tekniken av resurseffektivitet och högkvalitativa LCA-värden, som leder till en hållbar produkt. Genom att kunna öka volym och vikt i varje körning går det att radikalt sänka bränsleåtgången per tonkm.

Fördelar med Flexrow-tekniken på en komprimator

Det nya generella, kompakta och kostnadseffektiva hydrauliskt ställdonet Flexrow, för långslagiga rörelser för stora laster har utvecklats i flera tidigare projekt. Med Flexrow-tekniken krävs avsevärt mindre oljevolym och därmed mindre hydruoltankar.

Den optimerade designen av komprimatorn erbjuder låg vikt och hög ställdonskraft. Idag används normalt flera långslagiga hydraulcylindrar i ett s k klockspel, som är tunga och skrymmande och tar stor plats ffa i komprimatorvagnens främre del. Med den kompakta Flexrow-tekniken kan komprimatorn byggas kompaktare och lättare, i jämförelse med de nämnda traditionella cylindrar som

finns i dagens dominanta design. Hela komprimatorn kan byggas med mindre materialåtgång. En lägre dödvikt innebär mer nyttolast kan tas för varje körning. På hemsidan www.flexrow.com finns ställdonstekniken beskriven jämte några applikationer.

Med Flexrow-tekniken kan avsevärt större volymer och massor lastas och komprimeras i lastutrymmen, upp till 12-14 m längd, i en rad tillämpningar från ensilage till mer abrasiva och nötande material. Mer nyttolast per körning innebär lägre bränsleförbrukning, ökad klimatnytta, produktivitet och lönsamhet för jordbruksnäringen. Flexrow-tekniken underlättar över gången till ett elektrifierat jordbruk tack vare mycket en mycket kompakt ställdonslösning som medger integrerade elpumpar med små hydraultankar (s k Powerpacks).

Fler arbetstillfällen och samverkan mellan industri och universitet

Projektet har inkluderat ett flertal mindre företag (Landberg Solutions, GN Tech, Ivarssons i Metsjö) där de senare är företag med inriktning mot tillverkning av jordbruksvagnar, komprimator, för olika ändamål. De flesta nya jobben i Sverige uppstår i mindre företag idag. Projektet har främjat branschöverskridande samverkan mellan industri och universitet. En förutsättning för projektets genomförande har varit ett samarbete mellan nämnda företag men också med avdelningen för Fluida och Mekatroniska System (Flumes) på Institutionen för Ekonomisk och Industriell (IEI) utveckling vid Linköpings universitet. FLUMES är ledande inom mobila hydraulsystem i Sverige.

Competition:

Ställdonstekniken erbjuder unikt långa slag men är samtidigt kompakt. Den föreslagna designen på komprimatorn passar olika längder av komprimatorn och därmed skalbar, vilket är en viktig fördel. Samma ställdon kan användas på både korta och långa komprimatorer.

Generella fördelar med komprimatorvagn i jämförelse med tippvagn:

- Bättre stabilitet på grund av den mycket låga tyngdpunkten vid transport, avskjutning och lossning.
- Hög personsäkerhet, liten vältrisk.
- Avsevärt högre lastkapacitet tack vare komprimering (beroende på materialtyp och fuktnivå)
- Problemfri avskjutning och lossning, även i låga byggnader (magasin, källare, etc.) och på sluttande mark
- Låg nettovikt med självbärande struktur

Fördelar med Flexrow komprimatorvagn i jämförelse med konkurrenters komprimator med konventionella s k "klockspel"- cylindrar:

- Dagens s k "klockspel", med 3-4 hydraulcylindrar i serie, har begränsad slaglängd i jämförelse med Flexrow. Den är material- och servicekrävande och relativt dyr.
- Flexrow utnyttjar en större del av släpet i jämförelse med traditionell hydraulisk avskjutare. Den kan nyttja utrymmet längst fram mot dragkroken bättre, vilket ger ca 1 m i ökat lastutrymme.
- Med Flexrow-tekniken kan längre vagnar användas, i jämförelse med "klockspel".
- Längre lastutrymme, upp till 12 m. Detta innebär att större volym kan komprimeras. Ett längre släp med större volym och högre komprimeringsgrad. Detta ger färre körningar, sparar bränsle och ger mindre koldioxidutsläpp per transporterad massenhet.
- Den kräver mindre mängd olja än "klockspel".
- Flexrow kan erbjuda maximal kraft längs hela slaget. Komprimering kan ske mer effektivt när full kraft erhålles längs hela slaget. Tunga material kan transporteras. "Klockspel" har klenare cylindrar längre bak på komprimatorn.
- Kan användas i push off-applikationer för lastbilar, som är en stor marknad. Här passar inte "klockspel" lika bra.
- Flexrow-tekniken är enklare att elektrifiera än s k "klockspel".

Fördelar med Flexrow komprimatorvagn i jämförelse med Walking Floor-system i lastbilar och jordbruksvagnar:

- Robustare särskilt när det gäller tyngre, mer krävande abrasiva och nötande material
- Större lastvolym tack vare komprimering (beroende på material)
- En snabbare avskjutning och lossning

4 Syfte

Syftet med förstudieprojektet har varit att tillverka och prova en högeffektiv komprimatorteknik för i första hand jordbruksändamål, baserat på en ny långslagig, kompakt och oljesnål ställdonsteknik (se www.flexrow.com).

5 Mål

Från början var målet med projektet att bygga en lastväxlare men pga begränsad budget ändrades projektet till att demonstrera komprimatorteknik med den nya ställdonstekniken. Projektmålet har varit att demonstrera en komprimator som ger avsevärda systemeffektiviseringar i form av färre och säkrare körningar och lossningar (utan tipprörelse), en ökad klimatnytta och ett mer transporteffektivt jordbruk.

6 Resultat och måluppfyllelse



Avskjutning i komprimatorn har demonstreras framgångsrikt med stora masslaster, i form av spannmål, i verkstadslab., se bild ovan och bilaga. De mål som sattes upp för projektet har uppnåtts.

Den nya komprimatorn skapar förutsättning för ett transporteffektivt och säkrare jordbruk. Förbättringarna leder till minskad användning av fossila bränslen och bättre utnyttjande av materialåtgången för komponenter och högkvalitativa LCA-värden, som leder till en produkt, som bidrar till de globala hållbarhetsmålen.

Flexrow-tekniken applicerad på komprimatorer bidrar till minskade klimatutsläpp och den stärker svensk konkurrenskraft inom området klimativänlig jordbruksteknik. En komprimator som baseras på Flexrow-ställdonet bedöms ha en vikt som är lägre än dagens standardkomprimator.

Komprimatortekniken har potential att förbättra Sveriges konkurrenskraft inom transportlogistik men även att skapa internationella samarbeten, exportmöjligheter och nya arbetstillfällen hos SME:er.

Vidare möjliggör Flexrow-tekniken en snabbare övergång och marknadsintroduktion av elektriskt drivna komprimatorer, eftersom ställdonet kan drivas med ett kompakt elektro-hydrauliskt försörjningssystem. Ställdonstekniken använder lite hydraulolja, vilket innebär att små oljemängder släpps ut vid ett externläckage.

7 Spridning och publicering

7.1 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		
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Flera slutsatser om tekniken har kunnat dras i denna förstudie som är värdefulla i nästa projekt.
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Trots en begränsad projektbudget och provningstid i verkstadslab. har flera slutsatser kunnat dras som är värdefulla i nästa projekt. Detta lyckade förstudieprojekt kommer att fortsätta i ett större Vinnova-projekt (givet att ansökan godkänns).

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Ett team av bred kompetens, rutin och stort engagemang har genomfört projektet. Övergripande ansvarig för projektets genomförande har varit Magnus Landberg, Landberg Solutions AB. Loa Ivarsson från Ivarssons i Metsjö har ansvarat för administrativa funktioner i projektet. Marcus Ingemarsson från Teknikbruket A har tagit fram konceptunderlag (CAD). Gustav Näslund från GN Tech AB) har varit ansvarig för hydraulsystem samt programmering.

Referenser

- 1** The Hydraulic Infinite Linear Actuator for Efficient and Flexible Timber and Agricultural Logistics. Magnus Landberg, Landberg Solutions AB, Magnus Sethson, Petter Krus, FLUMES, Linköping University, SICFP'21, 2021, Linköping, Sweden
- 2** Novel Linear Hydraulic Actuator, Magnus Landberg, Martin Hochwallner, and Petter Krus. ASME/BATH 2015 Symposium on Fluid Power and Motion Control (FPMC2015).
- 3** The Hydraulic Infinite Linear Actuator – properties relevant for control. Martin Hochwallner, Magnus Landberg, and Petter Krus. "The Hydraulic Infinite Linear Actuator – properties relevant for control." The 10th International Fluid Power Conference (10. IFK), 2016.
- 4** "Infinite" cylinder upgrades timber logistics, Magnus Landberg, Landberg Solutions AB, Magnus Sethson, Linköping University, Fluid Power World, iss 8, 2021