

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Höjning av mognadsgraden för NESS energieffektiviserande drivlinesystem	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska NESS – New Electrified Supercharger System for Future Carbon Fossil free Powertrains	
Universitet/högskola/företag KASI Technologies AB	Avdelning/institution -
Adress Kyrkogatan 26, 77730 Smedjebacken	
Namn på projektledare Isak Löfgren	
Namn på ev övriga projektdeltagare Jonas Holmberg, Cecilia Goyenola, Eva Troell, Fredrik Hallström, Peter Dahlström	
Nyckelord: 5-7 st Tribologi, produktutveckling, retrofit hybridprodukter, efterkonvertering	

Förord

Svenska staten genom VINNOVA, Energimyndigheten och Trafikverket samt den svenska fordonsindustrin genom AB Volvo, Volvo Personvagnar AB, Scania CV AB och Fordonskomponentgruppen AB / FKG har avtalat att inom temaområdena Klimat & Miljö samt Säkerhet samverka avseende fordonsstrategisk forskning, utveckling och innovation ("FFI").

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	2
Inledning/Bakgrund	2
Genomförande	2
Resultat	3
Diskussion	3
Publikationslista	3
Referenser, källor	3
Bilagor	3

Sammanfattning

I detta projekt har KASI Technologies AB givits anslag till ekonomiskt stöd för utveckling av ett flexibelt hybridsystem för efterkonvertering av befintliga bensin- och dieselfordon, vilket medför en reduktion av bränsleförbrukningen på 7,5-15 % för personbilar. Fokus med projektet har varit att utveckla systemets mognadsgrad så att det kan utföras skarpa tester på fordon i verkliga miljöer. Specifikt har detta inneburit att öka systemets effektivitet och livslängd för kopplingssystemet i Ness systemet genom att minska friktion och slitage på de ingående komponenterna.

Projektet har utvärderat befintlig design vilken har visat ett stort behov av att öka livslängden på ingående komponenter i höghastighetsaxelkopplingen. Denna komponent utsätts för stor påfrestning under vanlig drift när turbon jobbar med varierande låga och höga varvtal samt start och stop. Detta medför en förslitning på den momentöverförande axeln som därmed begränsar systemets livslängd.

För att öka livslängden för axellösning har projektet utvärderat i huvudsak två alternativ.

1. Förbättra friktion och nötningsbeständighet genom ytbeläggning. För detta har flera olika ytbeläggningar utvärderats. Däribland har tre ytbeläggningar visat sig väldigt lovande för funktionstester på höghastighetsspinnrigg. I denna rigg kan systemets verkliga förbättringspotential mätas.
2. Ökad livslängd genom alternativa materialval för kopplingssystemet. Befintlig lösning har fokus legat på viktminimering men ur friktions och nötningshänseende lämpar sig material samt genom att optimera de ingående ytornas topografi. En lämplig tribologisk lösning är stål hållare/hylsa med keramiska kulor samt att de ingående ytorna har lämplig ytråhet för att bära en oljefilm.

Projektet har också utvecklat en höghastighetsspinnrigg för att göra funktionstester som efterliknar körcykler som axelsystemet utsätts för. Riggen har därför anpassats med komponenter för att efterlikna ett verkligt lastfall för turbon och Ness systemet.

Fortsatt arbete innebär att utvärdera de alternativ som detta projekt identifiera som mest lämpliga systemlösningar och utvärdera dessa i både höghastighetsspinnriggen men även i ett faktiskt motorprov för att påvisa antingen det alternativa materialvalet eller ytbeläggningen prestationsinverkan.

Summary

In this project, KASI Technologies AB has been granted financial support for the development of flexible, low-cost equipment that can be fitted to existing turbo drivetrains. This solution may offer a 7.5-15% reduction in fuel consumption in ordinary passenger cars. The focus of the project has been to develop the system's degree of maturity so that rigorous tests can be carried out on vehicles in real environments. Specifically, this has meant increasing the system's efficiency and lifespan for the coupling system in the Ness system by reducing friction and wear on the components involved.

The project has evaluated the existing design, which has shown a great need to increase the service life of the components in the high-speed shaft coupling. This component is exposed to great stress during normal operation when the turbo works at varying low and high speeds. This causes wear and tear on the torque-transmitting shaft, which thus limits the lifetime of the system.

In order to increase the service life of the axle solution, the project has mainly evaluated two alternatives.

1. Improve friction and wear resistance through surface coating. For this, several different surface coatings have been evaluated. Among them, three coatings have shown great promise for functional tests on a high-speed spinning rig to evaluate their real improvement potential for the system.

2. Increased service life by making other material choices for the coupling system. The existing solution has focused on weight minimization, but from the point of view of friction and wear, other materials should be used, and the topography of the included surfaces should be optimized. A suitable tribological solution would be a steel holder/sleeve with ceramic balls and that the included surfaces have a suitable surface roughness to support an oil film.

The project has also developed a high-speed spinning rig to perform functional tests that mimic the driving cycles to which the axle system is subjected. The rig has therefore been adapted with components to simulate a real load case for the turbo and the Ness system.

Future work involves evaluating the alternatives that this project identifies as the most suitable systems in both a high-speed spin rig but also in an actual engine test to demonstrate either the alternative material choice or the coating performance impact.

Inledning/Bakgrund

KASI Technologies har utvecklat en innovation (New Electrified Supercharger System for Future Carbon Fossil free Powertrains - NESS) vilket är en flexibel lågprisutrustning som kan bestyckas på befintliga turbodrivlina, se bild 1. Det är ett så kallat DUAL Hybrid System som återvinner energi till fordonet genom både återvinning av avgasvärmeenergi (motorväg och acceleration) och kinetisk energiåtervinning (bromsning). Utöver förbättra energiåtervinning ger systemet möjlighet fordonets elförstärkning och ny flexibilitet när det gäller att möta framtida emissioner standarder (Euro6d / RDE och framtida Euro7). NESS-produktinnovationen har anpassats till en Volkswagen 2.0l dieselmotor och utvärderad i Volkswagen Engine-testriggar i Wolfsburg.

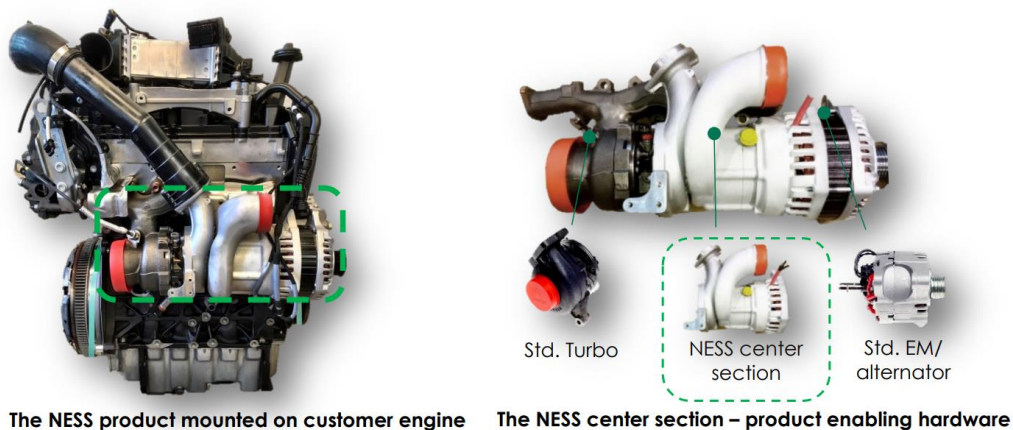


Bild 1. Översikt av KASI Technologies Ness innovation.

Projektet har haft målet att höja mognadsnivån för NESS-innovationen till en nivå som leder till introduktion på fordonsmarkande, i befintliga Volkswagen-fordon.

Mer specifikt, har projektet fokuserat på att förbättra befintlig lösning för den kraftöverförande komponenten, höghastighetsaxelleden, i system så att den ska klara de systemkrav som krävs i motorn under drift. Detta är en kritisk komponent där projektet har utrett hur dess prestanda kan förbättras. Projektets omfattning definieras av de beskrivna forsknings- och utvecklingsaktiviteterna beskrivna i de olika forskningsfrågorna för respektive arbetspaketen enligt Tabell 1.

Tabell 1. Övergripande forskningsfrågor som projektet avsett att arbeta med.

Arbetspaket	Forskningsfråga
1	Hur påverkar ytbehandlingar och komponentmaterialval den övergripande TRL-nivån vad gäller systemenergieffektivitet och komponentlivslängdskriterier jämfört med nuvarande hårdvara lösningar?
2	Kan en bättre oljefilmsfördelning i NESS-transmissionen förbättra komponentens tribologiska egenskaper hos de interagerande komponenterna?
3	Är det möjligt att minska antalet komponenter i NHS-systemet genom att kombinera befintligt låg friktionslagerteknik med en mer integrerad systemdesignstrategi?
4	Hur påverkar nya komponentlösningar en framtida systemmonteringsprocess och MRL-nivå?
5	Hur påverkar en mer integrerad Power Electronics-lösning och programvara för lägeskontroll NESS systemeffektivitet

Projektet har genomförts som ett samarbete mellan KASI Technologies AB och RISE Research Institutes of Sweden AB. KASI Technologies har varit projektledare och huvudman i projektet men även som utvecklare och testutförare för höghastighetsspinnriggen för att utvärdera en ny systemlösning. RISE har agerat som underkonsult som försett projektet med expertis kring ytbehandling och provning.

Projektet har finansierats genom Energimyndigheten med totalt **4 988 753** kronor. Genom ansökan: ***Höjning av mognadsgraden för NESS energieffektiviserande drivlinesystem*** och genomförts under tidsperioden: 2020-03-02 – 2022-12-10.

Genomförande

Projektet har genomförts i fem olika arbetspaket:

WP1: Komponent och delsystem Ytbehandling – för att hitta mer lämpliga och mogna designlösningar på nuvarande komponenter och öka TRL-nivån och delsystemets effektivitet. RISE kommer att leda detta WP med bidrag från KasiTech, SKF och MVUSAB som stödjande parter. Vetenskapliga hypoteser och forskningsansats beskrivs i bilaga 3.

WP2: Tribologiforskning syftande till att hitta mer lämpliga och mogna designlösningar på nuvarande transmissionskomponenter och öka TRL-nivån och den övergripande systemeffektiviteten. Zlate Dimkovski vid Högskolan i Halmstad kommer att leda detta WP tillsammans med stöd från RISE, Kasi Tech och SKF. WP inkluderar ett examensarbete och kan eventuellt senare leda till en

industriell doktorsexamen.

WP3: Forskning och utveckla en hållbar logistik-, komponent- och systemkvalitetsprocess för att kunna implementera resultaten från WP1 & WP2 i framtida monterings- och kvalitetsmetod. Peter Dahlström på MVUSAB kommer att leda detta WP tillsammans med personal från KasiTech. Support för relevant komponentinformation från SKF kommer också att erhållas vid behov.

WP4: Forskning och utveckling för mer optimerad systemlösning av NESS-teknikinnovationen och uppnå en högre (mindre variationer) TRL-nivå. Systemet ska vara på nivå 6 efter avslutat projekt. WP kommer att ledas av Isak Löfgren. Denna WP är den största och sammanfattar projektet med testning på systemnivå efter slutförande av komponent- och subsystemtestningar i de andra inkluderade WP:erna.

WP5: Forskning och utveckling av ny integrerad kraftelektronik- och mjukvarulösning för NESS-teknikstyrning och integration med fordonssystem. Nuvarande nivå är TRL 5. Syftet är att ta det till TRL 6. Mycket testning måste göras i denna WP, eftersom den är avgörande för fullständig teknologiintegration. Denna WP kommer att ledas av Syntronic som design- och implementeringsansvarig och KasiTech tillsammans med NEVS som delsystemtestansvarig. Ansvarig för testplanering är NEVS i Trollhättan.

WP1. Beskrivning av höghastighetsaxelleden




Se Bilaga 1

WP2 – Tribologiforskning – Master Thesis

Se Bilaga 2

WP3 – Kvalitetssäkring & Producerbarhet av ingående komponenter, inklusive sammansättning

AKTIVITET	FRAMFART
1 DFM / DFA analys av inledande NESS design	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Alla befintliga ritningar uppdaterade, införda i MVUSAB's part-nummer system, samt analyserade för mer kostnadseffektiv produktion. - Komplet lista på alla nuvarande komponenter dokumenterade i BOM, med inskrivna trackning-kommentarer på nödvändiga uppdateringar.
2 Beskrivning av nuvarande System montage process	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Monteringsmanual på uppdaterade NESS produkter framtaget med beskrivningar och bilder för de olika monterings-stegen. - Resultat presenterat för Kasi Tech och MVUSAB ledningsgrupper under Q3-2020
3 Implementering av NY monterings process, inclusive dokumentation	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Uppdateringar på komponentritningar genomförda till 100%. - Komplet genomgång av alla yttoleranser, samt uppdatering av dessa i ritningarna. <ul style="list-style-type: none"> ○ Tillverkning av nya komponenter genomförd och n god repetitionsgrad uppnådd ○ Nuvarande tillverkningsprocesser klarar komponenttillverkning för upp till ca. 10,000 enheter på årsbasis. ○ Montage process uppdaterad och implementerad. ○ Montage av komplett NESS system sker nu semi-manuellt på mindre än 5min. ○ Monteringsprocessen uppdelad mellan MVUSAB, Kasi Tech och SKF, med respektive leverans-omfång.

- 4 | **Implementering av “end-of-line” kvalitetsmätningprocess**
- DONE → Steg 1: Ritnings & mät plan**
- Genomgång av aktuella ritningar för att säkerställa god mätbarhet (kvalitetssäkring) på relevanta ytor- och komponenter.
- DONE → Steg 2: Mäta på komponent prover**
- En god repeterbarhet och kvalitetssäkring genom probe-mätning av relevanta komponenter har uppnåtts..
- 


- DONE → Steg 3: Dokumentation**
- Full dokumentation av mätprocess framtagen.

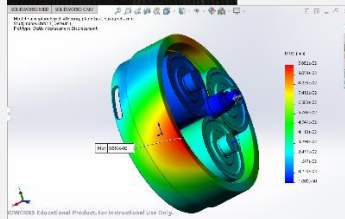
WP4 – Systemprovning av NESS

AKTIVITET	FRAMFART
1 Beskrivning av designkoncept för reducerat antal komponenter	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Flertalet möten mellan Kasi Tech, MVUSAB och SKF har hållits för att få en bra genomgång av kraven på de olika komponenterna/delssystemen, och för att få en bra passform och montering av dem sinsemellan. - Framtagna gjutformar för integrerade komponenter framtagna.
2 Utvärdering & prov av befintliga komponenter för att definera “base line”.	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Ritningsunderlaget granskat av samtliga parter i combination med egna komponentprover för kunskapsinhämtning. - Lista med olika förändringar framtagen och implementerad
3 Designval & systemkriterier definierade	DONE <ul style="list-style-type: none"> - SKF presenterade sina komponentkrav, baserat på erfarenhet från liknande systemlösningar i andra transmissioner. - Kasi presenterade körcykler och lastfall för dimensioneringen av transmissionen. <ul style="list-style-type: none"> ○ Baserat på detta har en lösning valts med dynamiskt kontakttryck genom hydraulik inuti växeln. Detta ger en kostnadseffektiv lösning som uppfyller systemkrav och även kan specifikt anpassas för olika körcykler.

- Designvalet ger också kontroll över livslängden på ingående komponenter.
- Robust designlösning
- Få komponenter, få kontaktytor.
- Lösningen ger optimerad friction/kontakttryck när den är i drift och bokstavligen noll förluster när den är urkopplad.



CONFIDENTIAL



- Valda lösningen är beroende av IP från både Kasi Tech och SKF och regleras i ingått leverantörsavtal.
- Separat leverantörsavtal mellan Kasi Tech och SKF har ingåtts under projektiden.

4 **NESS new center sektion design med input från WP1-WP3**

DONE → Steg 1: Design & komponenttillverkning

- All interagerade aluminiumhus tillverkade och monterade för utpassning.
- Tre varierande toleranser på SKF transmissionsrullar har tillverkats för prov och utvärdering.
 - Yttering design satt.
 - Transmission rullar producerade.
 - Transmission solhjul tillverkade.

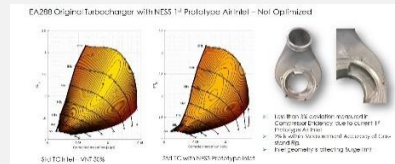
DONE → Steg 2: Component verifiering


- Prov på tillverkade komponenter.
- Val av bästa lösning.
- Proverna genomfördes genom att enbart addera en ny komponent i taget för god spårbarhet.

5


DONE


- Prov i Gas-stand för utvärdering av luftintagsgeometrier.
- Stora förbättringar över original-inlopp åstadkomna.
- Framtaget NESS luftinlopp i princip generiskt med bibehållan förbättringar oavsett NESS application.

CONFIDENTIAL


6	NESS center sektion mekanisk livslängdstester	On-going <ul style="list-style-type: none"> - Bänkrigg konstruerad. Prover genomförda med goda resultat. Prover genomförda både för livslängd och för funktionsprovning. Bänkriggarna används för: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mekaniska livslängdsprover ○ Slitageprover vid varierande temperaturer och oljetillförsel. - Elmotor “back-to-back” för att mäta elmotor- och transmissions verkningsgrad. <ul style="list-style-type: none"> ○ Installation av momentgivare gjord. ○ Uppgraderad spin-rigg 4 för att köra även tryckluft och kompressorlast (throttle) för mer realistiska elmotor lastfall. 
7	NESS motor - kompletta system prover med funktions-, elektrisk- & mekanisk prestandamätning	DONE <ul style="list-style-type: none"> ○ Provmatrix för NESS motorprover framtagen. ○ NESS motor avprovad hos NEVS med goda resultat under överinseende av OEM tillverkare. <ul style="list-style-type: none"> - Full NESS motorprover i bil genomförda och fortgår under 2023 i och med Kasi Techs initierade pilotprogram med skarpa kunder.

WP5 – Kraftelektronik & mjukvaruimplementering

AKTIVITET	FRAMFART
1 Beskrivning av implementerad hårdvara & mjukvara	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Flertal möten med Syntronic för överlämning av ursprunglig designlösning, inklusive ritningar och kodstruktur.
	
2 Kravspecifikation och beskrivning för ny Kraftelektronik och ECU integration	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Beskrivning av WP5 arbetspaket levererat och definierat av Syntronic, tillsammans med full dokumentation på senare implementering.
3 PCB design& framtaget	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Externa test PCB-boards designade och utprovade med mjukvarukod för basfunktion, även closed-loop. - Internt PCB kort med mjukvara, processor och kraftelektronik framtaget och implementerat i NESS.
4 Mjukvarukodning och implementering	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Basfunktion kod genererad i PLC miljö - Interface kod för NESS kommunikation med ECU implementerad. - GUI framtaget och implementerat för testmiljö
5 Krafterlektronik bänkpövning	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Bänkpövning genomförd för variation av olika körcykler - Utvecklade PCB kort med mjukvara provkört mot NESS ECU med fungerande ECU turbo boost aktuatorer. - NESS EM Control framgångsrikt implementerat och provat i både open- och closed loop modes.
6 Prov av NESS center sektion in bänkttestrigg.	DONE <ul style="list-style-type: none"> ○ Hårdvaruintegration in i NESS center sektion genomförd. ○ Uppdaterade kabel-ledning och inkopplingar har gjorts. ○ Provmatrix för elektronikprover med kylfläktar och oljekylning genomförda.

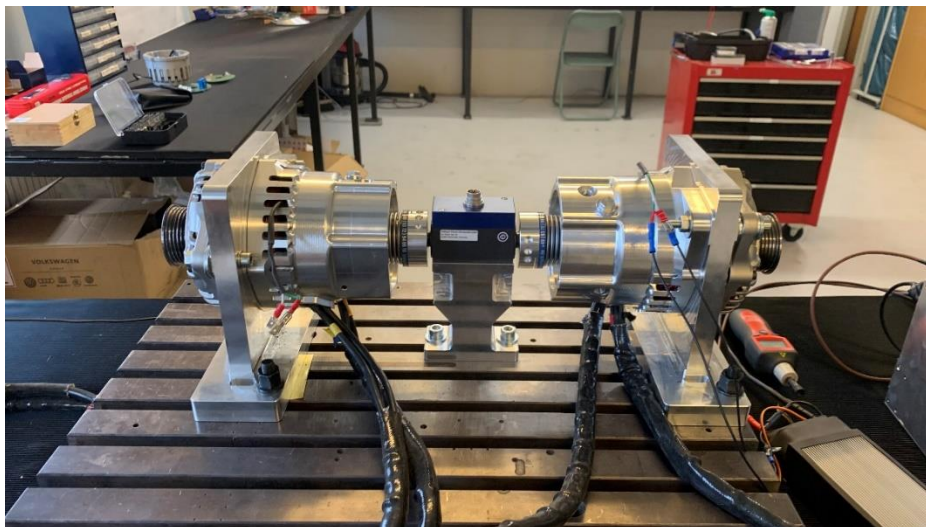
7	Full provning av NESS på motor och i bil	DONE <ul style="list-style-type: none"> ○ 2.3L Ford motor med NESS avprovad i motorrigg och i bil. Mycket goda resultat. Se foton för referens. 
---	---	--

WP6 – Dokumentation

AKTIVITET	FRAMFARTS
1	Projektledning, koordinering, uppföljning & dokumentation
	DONE <ul style="list-style-type: none"> - Ett större antal dokument, montageanvisningar, ritningar, mät planer för genomförda prover, samt kvalitetssäkringsdokument har framtagits inom projektet. Dessa används nu inom fortsatta arbetet mellan projekt-parterna för att skala produktion och möta större efterfrågan. - Stort antal foton, videodokumentation av mätningar finns också tillgängliga på förfrågan.

Diskussion

Projektet har utvärderat befintlig design och uppdaterat densamma för att öka livslängden på ingående komponenter i hybridsystemet. Projektet har också utvecklat en höghastighetsspinnrigg för att gör funktionstester som efterliknar körcykler som axelsystemet utsätts för. Riggen har därför anpassats med komponenter för att efterlikna ett verkligt lastfall för turbon och Ness systemet.



Fortsatt arbete innebär att utvärdera de alternativ som detta projekt identifiera som mest lämpliga systemlösningar och utvärdera dessa i både höghastighetsspinnriggen men även i ett faktiskt motorprov för att påvisa antingen det alternativa materialvalet eller ytbeläggningen prestationsinverkan.

Detta har medfört en betydligt ökad livslängd på systemet och även att Kasi Technologies nu kunnat tecknat pilotorders för försäljning av våra produkter både mot OEM tillverkare och mot eftermarknad genom konvertering av befintliga fordon (Volkswagen Crafters) för tre kunder; Ett lokalt åkeri i dalarna med över 400fordon, ett kommunalt färdighetsbolag i södra dalarna med mer än 250fordon.

Projektet har också inneburit att Kasi Technologies och SKF skrivit leverantörsavtal, där SKF är leverantör till Kasi Technologies för transmissionskritiska komponenter i NESS systemet. Vidare har Kasi Tech under 2022 som en indirekt följd av Energimyndighetens finansiering säkrat en långsiktig finansiell partner i form av EU EIC Horizon 2027 Accelerator program. Detta innebär att kommande 5år för Kasi Technologies nu är finansiellt säkra, och att bolaget som en konsekvens av detta nu börjat ta kund-orders på våra hybridprodukter för eftermarknaden. Bolaget har goda förutsättningar för att nu växa genom kundintäkter till ett nytt industriellt leverantörsbolag inom svensk fordonsindustri.

Bolaget växer nu organiskt genom EU investeringar och produktintäkter och har under 2022 anställt 7personer inom engineering, marknadsföring/kommersialisering och sälj. Bolagets hemsida finns på: www.kasitech.eu

Publikationslista

Master Thesis Report Publicerad 2021

Bilagor

- Bilaga 1 ”Känslig Information” – WP1 Beskrivning, genomförande, Slutsatser & Diskussion.
- Bilaga 2 Master Thesis Report – WP2 Beskrivning, genomförande, Slutsatser & Diskussion