KTH:s preliminära underlag för VR:s behovsinventering 2015

Sammanfattning av KTH:s önskade satsningar avseende behov av nationella infrastrukturer

# Bakgrund

Som underlag för denna sammanställning har KTH:s skolchefer ombetts skicka in underlag till Vicerektor för forskning. De listade förslagen är av varierande grad förankrade hos andra lärosäten.

I de fall som de föreslagna infrastrukturerna har lämnat in underlag utifrån de punkter som VR specificerat skall ingå i behovsanmälan (se nedan) så finns de med i sammanställningen.

* Uppskattat antal användare
* Användarnas ämnesområde(n)
* Science case/vetenskaplig relevans för infrastrukturen
* Plan/beskrivning av tillgänglighet, utbildning med mera
* Behov av datahantering
* Uppskattad kostnad for investeringar
* Uppskattad årlig driftskostnad
* Tidsplan

Innehåll

[Bakgrund 2](#_Toc421108485)

[Förslag på nationella infrastrukturer 4](#_Toc421108486)

[Robotar & autonoma system 4](#_Toc421108487)

[Nodes-4-Visualization 4](#_Toc421108488)

[Talteknologi – en nationell taldatabas 5](#_Toc421108489)

[Light for Science Laboratory 6](#_Toc421108490)

[A national Infrastructure for Quantum Technologies 6](#_Toc421108491)

[Infrastructure for ultrafast time- and space-resolved spectroscopy from THz to X-rays 7](#_Toc421108492)

[Nationella infrastrukturer som bör komma med I Guiden, men som avser söka finansiering senare än 2017 8](#_Toc421108493)

[PDC – Högprestandaberäkningar 8](#_Toc421108494)

[Odqvist Labo*r*atory for Experimental Mechanics 8](#_Toc421108495)

[SciLifeLab 9](#_Toc421108496)

[Sjöstadsverket 9](#_Toc421108497)

[TEM – Infrastructure for Ultrafast Material Characterization 10](#_Toc421108498)

[Det svenska strålröret vid PETRAIII 10](#_Toc421108499)

[Förslag på nationella infrastrukturer med annan huvudman, där KTH ingår i konsortiet 10](#_Toc421108500)

[THz/X-ray pump-probe facility 10](#_Toc421108501)

[Laserlab – en distribuerad nationell forskningsinfrastruktur 11](#_Toc421108502)

[NMR for materials 11](#_Toc421108503)

[Nationella Geosfärslaboratoriet (NGL) 12](#_Toc421108504)

# Förslag på nationella infrastrukturer

## Robotar & autonoma system

Ett initiativ till en nationell infrastruktur för utvecklingen av nästa generation av robotar

(autonoma system) har tagits fram av avdelningen för Datorseende och robotik (CVAP) vid CSC

tillsammans med Chalmers och Uppsala universitet.

Syftet är att bygga upp en experimentell infrastruktur för att kunna angripa grundläggande forskningsfrågor som rör samverkan mellan autonoma system och människor. Målet är att göra det möjligt för människor och robotar att samarbeta naturligt och på människans villkor. Det gäller dels frågor om hur robotar kan lösa uppgifter på egen hand genom att lära beteenden och självständigt resonera sig fram till lösningar när omgivning och förutsättningar ändras. Det andra problemområdet är hur robotar ska kunna få förståelse för människans behov och intentioner och bli medvetna och anpassa sig i samarbetssituationer (rumsligt, handlingar, socialt).

All sådan forskning behöver en experimentell miljö där system kan utvärderas under realistiska former och med icke-experter som användare. Behovet är stort och akut. Utan tillgång till en sådan nationell infrastruktur bromsas forskningen inom robotik och autonoma system i landet. I förlängningen medför detta att Sverige inte kommer att kunna fortsätta att hålla sig i den internationella frontlinjen inom detta strategiska område. En nationell infrastruktur för robotar och autonoma system kräver ett antal humanoida plattformar och hjuldrivna robotar med armar och huvud som kan agera i laboratorier som

efterliknar realistiska miljöer (skola, kontor, industri).

Investeringen uppskattas till ca 100 Mkr och kostnaden för årlig drift 5 Mkr.

Kontakt: Danica Kragic, danik@csc.kth.se

## Nodes-4-Visualization

KTHs Visualiseringsstudio – VIC har allt sedan sin tillkomst 2008 haft en central roll

som teknikplattform och mötesplats inom visualisering, interaktiv grafik och

interaktionsteknik, både lokalt för forskare och studenter vid KTH och regionalt för företag

inom Stockholmsregionen. VICs roll har till stor del byggt på den avancerade tekniska

infrastrukturen.

VIC är nu inne i en process för att tillsammans med tre andra partners bilda ett nationellt

konsortium för visualisering (Nodes-4-Visualization). Konsortiet har erhållit att

planeringsbidrag från VR för att lämna in en fullständig ansökan om att tas upp i Guide för forskningens infrastruktur 2016.

Deltagande aktörer är

* Visual Arena Research - Chalmers, Göteborgs universitet och Sahlgrenska Universitetssjukhuset
* Visualiseringscenter C - Norrköping (C-Research vid Linköpings universitet)
* Visualization Interaction and Collaboration - Stockholm (KTH-VIC)
* Designvetenskaper - Lunds universitet

Syftet med konsortiet är att tillhandahålla en nationell resurs med state-of-the-art teknik och

applikationsexperter för visualisering inom alla teknikvetenskaper. Ett prioriterat mål är att

främja användning av visualisering och e-vetenskap inom humaniora och samhällsvetenskaperna.

Kontakt: Björn Thuresson, thure@csc.kth.se

## Talteknologi – en nationell taldatabas

Talteknologin utvecklas snabbt och har pekats ut som ett viktigt utvecklingsfokus inom EU och av stora industrier (IBM, Google). Vid KTH bedrivs forskning inom talteknologi sedan lång tid inom avd för Tal, musik och hörsel (TMH). Området har en nyckelposition inom utvecklingen av

en rad stora områden i hela samhället, exempelvis myndigheter (tillgänglighet), tjänstesektorn

(automatiserade tjänster), konsumentindustrin (personliga assistenter på nätet Siri, Google Now), vården (automatisk transkription och diagnostiskt stöd) och underhållningsindustrin (automatisk simultantextning av film och TV på svenska/ minoritetsspråk). Talteknologi är dessutom en huvudingrediens i framväxande strategiska områden för kommunikation människa-maskin, där social robotik intar en nyckelroll.

Behovet av en gemensam svensk resurssamling för databaser för talad dialog (audio och video med annoteringar och transkription) är stort för att kunna effektivisera grundforskningen och att öka konkurrenskraften för svenska företag inom talteknologi. Multinationella företag (Google, Microsoft, Apple) samlar in stora datamängder talad kommunikation via sina tjänster och lägger under sig små språkdomäner. Två särskilt starka argument för en nationell taldatabas är svensk språklig självständighet och förutsättningar för internationellt framstående forskning och en uthållig svensk industri inom talteknologi. Svenska språkets användning i det digitala samhället är för viktig för att lämnas i händerna på multinationella företag.

Det finns idag en duglig nationell infrastruktur för textbaserad språkteknologi, huvudsakligen i form av Språkbanken på Göteborgs Universitet. En motsvarande nationell resurs för talad svenska saknas helt. KTH har fått i uppdrag att under året genomföra två genomlysningar av svenska taldataresurser, en inom SWE-CLARIN med fokus på resurser för humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning och en inom PTS regeringsuppdrag. SWE-CLARIN (Common Language Resources and Technology) är svensk nod i en europeisk infrastruktur för alla ämnesdiscipliner som använder språkmaterial och upptagen i VRs Guide för forskningens infrastruktur 2014.

En inledande process för att skapa ett nationellt konsortium för en långsiktig uppbyggnad av en

infrastruktur för svenska taldatabaser pågår med PTS, Myndigheten för tillgängliga media, Kungliga Biblioteket och sex universitet, KTH, LU, GU, LiU, UU, SU och KI, som aktörer.

Investeringen som krävs långsiktigt för uppbyggnad för en nationell infrastruktur för talteknologi kan uppskattas till 100 – 150 Mkr och kostnaden för drift 10 – 20 Mkr/år.

Kontakt: Joakim Gustafson, jocke@speech.kth.se

## Light for Science Laboratory

Användarnas ämnesområden: Kondenserade materiens fysik, ytkemi, strukturbiologi, nanoteknik och avbildning.

Antal nationella användare beräknas vara ca 100 + internationella användare.

Relevans: för kunna erbjuda möjlighet att utföra tidsupplöst spektroskopi och avbildning i våglängdsområdet ultraviolett till mjukröntgen. Infrastrukturen kommer att serva användare inom fysik, kemi och biologi med intresse av att studera förlopp på femtosekund till pikosekunds tidsskala. Den föreslagna infrastrukturen är tänkt att byggas kring ett eller flera övertonsgenereringssystem drivna av högeffektslasrar med hög repetionshastighet. Förutom ljuskällan är avsikten att anläggningen skall ha ett antal permanenta experimentstationer för elektronspektroskopi och avbildning samt möjlighet att ackommodera externa experimentstationer.

Förslaget stöds av ca 50 seniora forskare från KTH, Stockholms universitet, Uppsala universitet, Chalmers, Göteborgs universitet, Linköpings universitet, Karlstads universitet och Lunds universitet.

Anläggningen kommer att vara tillgänglig för alla genom ansökan om stråltid och granskningsförfarande enl. gängse internationella principer för ljuskällor. Avsikten är också att anläggningen skall tillhandahålla experimentellt stöd och analysstöd för nya användare samt sommarskolor med teoretiskt så väl som praktiskt innehåll speciellt riktat mot doktorander och yngre forskare.

Anläggningen förväntas generera avsevärda datamängder och med repetitionsfrekvenser i MHz området kommer med största sannolikhet data från enskilda pulser inte att kunna lagras utan endast statistiska värden. I det senare fallet bör datamängderna vara av en volym som kan hanteras med standardiserade datalagringstekniker.

En tidplan som specificerar uppbyggnaden samt en budget som specificerar de stora posterna existerar.

Infrastrukturen har en nationell förankring och en framskriden planering samt har parallellt lämnat in en ansökan till KAW, som ligger för behandling.

Investeringskostnad: 82 mkr, årlig driftskostnad: 10-15 mkr

Kontaktperson: Oscar Tjernberg, oscar@kth.se

## A national Infrastructure for Quantum Technologies

Ett initiativ som befinner sig i ett relativt tidigt stadium.

”For Sweden to keep abreast of these developments there should be a coordinated national effort. We see the need for new investment in modern cryogenic equipment, advanced optical and microwave control systems, and sophisticated electronics, both analogue and digital, as well as personnel to build and maintain this infrastructure. To facilitate building new capacity and optimizing its use, we propose that Quantum Technologies be part of VR-funded national infrastructure. Such action will enable building a network to coordinate national investment in, and facilitate collaborative usage of a shared and distributed infrastructure for quantum technologies.”

Tänkta parter:

KTH och SU: David Haviland, Mohammed Bourennane, Valery Zwiller, Markus Hennrich

Chalmers: Per Delsing, Floriana Lombardi, Sergey Kubatkin, Dag Winkler

LU: Heiner Linke, Stefan Kröll, Anders Mikkelsen, Tönu Pullerits.

Kontaktperson: David Haviland, haviland@nanophys.kth.se

## Infrastructure for ultrafast time- and space-resolved spectroscopy from THz to X-rays

Ett initiativ som befinner sig i ett relativt tidigt stadium.

“Recent advances in new functional material research increasingly rely on understanding and exploiting local structural (and conformation) modifications oftentimes occurring on ultrashort time scales. Investigation of such processes requires application of some form of time-resolved pump-probe techniques coupled with the methods for resolving spatial information on the atomic scale like x-rays, XUV, electron beams, AFM. Building up capability of such experimental measurements requires expertise in both the ultrashort multispectral laser technologies and high-spectral resolution techniques. This is normally not available in a single group or a single institution. The investment required for acquiring all the required expertise for developing unique experiments which could be readily tailored for new challenges, is simply too high for any single group in Sweden. The result is that research groups end up building up experiments using generic equipment which strongly limits the scope of possible experiments and, in the long run, the impact of research. This is due to the fact that everyone else around the world has access to the same generic boxes with limited capability for customizing them. Infrastructure type project would allow leveraging the expertise available in different groups in ultrashort coherent sources from XUV (A. L’Huillier, C. Arnold, Lund University) to mid and far-infrared (V. Pasiskevicius, KTH, L. Veisz , Umeå University), engineered nonlinear materials (F. Laurell, C. Canalias, KTH, Lourdudoss, KTH), AFM/STM (D. Haviland, KTH), space and time resolve luminescence measurements (S. Marcinkevicius, KTH), angle-resolved electron spectroscopy (O. Tjernberg, KTH) and better targeting investments in order to build unique spectroscopy platforms. Moreover, there is mutual collaboration interest and VR-encouragement for closer collaboration in this area with XFEL in Hamburg (F. Kaertner, I. Hartl), who are interested in our expertise in nonlinear optical materials for ultrashort optical pulse generators used at X-FEL facility.”

# Nationella infrastrukturer som bör komma med I Guiden, men som avser söka finansiering senare än 2017

## PDC – Högprestandaberäkningar

*PDC Center for HighPerformance Computing* har den största sammanlagda kapaciteten för högprestandaberäkningar i landet.

Den nyligen installerade superdatorn Beskow kommer att behöva ersättas om ca 4 år. Då behövs en nyinvestering i storleksordningen 160 -200 Mkr för inköp och drift under ca fyra år. Processen för efterföljaren till Beskow har redan startat genom VR-SNIC och är därigenom känd för VR.

Kontakt: Erwin Laure CSC- PDC erwinl@pdc.kth.se

## Odqvist Labo*r*atory for Experimental Mechanics

The Odqvist Laboratory for Experimental Mechanics at KTH is a world-leading infrastructure for advanced studies of Mechanics phenomena in solids and fluids. It includes the Fluid Physics Laboratory, the Marcus Wallenberg Laboratory (MWL) for Sound and Vibration Research, the Solid Mechanics Laboratory, as well as the Lightweight Structures Laboratory.

The Odqvist Laboratory houses several large and in some cases world-class facilities, such as e.g. the MTL wind tunnel, the acoustic laboratory of MWL, the CAPPI water laboratory and the solid mechanics and lightweight structures laboratories. Overall it is well equipped with state-of-the-art measurement equipment for fluid mechanics, acoustics and solid mechanics. The estimated total cost of building up an infrastructure similar to the Odqvist Laboratory is SEK 300 million. This estimate is based on the total value of fixed infrastructure such as wind tunnels, acoustics labs and labs for structural characterisation, as well as experimental measurement systems. Current larger research efforts within the Odqvist Laboratory are related to the Linné FLOW Centre, the Competence Centre for Gas Exchange (CCGEx), Wallenberg Wood Science Centre (WWSC), ECO2 Center for Vehicle Design and BiMaC Innovation.

The research teams within the Odqvist Laboratory consist of a diverse and highly qualified group of senior and junior researchers, all with strong publication records within their respective fields. In a recent evaluation[[1]](#footnote-1) of basic research within the area of Mechanical Engineering in Sweden the research within fluid mechanics, acoustics, material mechanics and biomechanics at KTH was specifically highlighted and rated as excellent to outstanding. Furthermore, these teams have solid records of supervising research students and post-doctoral fellows, as well as attracting external resources, collaborating with industry (e.g. Scania, SAAB, Volvo Cars, Volvo, Wärtsilä, Bombardier, Siemens, GKN Aerospace, SCA, Stora Enso, Tetra Pak, but also with SMEs), and working in international collaborative projects (e.g. a large number of EU-projects).

In March 2014 the Odqvist Laboratory was awarded a grant from KAW for further investments in state-of-the-art experimental techniques. (23,6 mkr)

The application to KAW included support letters from most major Swedish universities (Luleå University of Technology, Mid Sweden University, University of Gävle, Uppsala University, Karolinska Institutet, Linköping University, Chalmers and Lund University) as well from a set of international universities (Technical University of Denmark, Università di Bologna and Melbourne University). Internationally there are few (if any) laboratories with the breadth that the Odqvist Laboratory represents, however, there are of course excellent more specialized laboratories at other universities, as for instance in fluid mechanics, Delft Technical University, Melbourne University and Princeton University, in solid mechanics, Kysar Research Laboratory, Columbia University, USA and University of Southampton, UK, and in acoustics, Laboratoire d’Acoustique de l’Université du Maine (LAUM), France.

Although computations and simulations have become more and more viable tools used for developing future materials and processes, the shift towards studies of complex physical situations makes accurate mathematical modelling hard or impossible. As examples this applies to advanced materials characterization and modelling as well as processes where fluid flows are imperative. For these situations as well as for validation of models, experiments will continue to play an indispensable role. Thus there is a strong need for complementing computations with advanced experiments. This requires dedicated and continuous investments in facilities, instrumentation as well as a dedicated technical staff for user support and access to the infrastructure for external users. Our goal is to make the Odqvist Laboratory a national research infrastructure that will be available for national and international users.

Kontaktperson: Daniel Söderberg, dansod@kth.se

## SciLifeLab

SciLifeLab är en sammanslutning mellan Karolinska Institutet, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholms Universitet och Uppsala Universitet. Centret kombinerar avancerad teknisk expertis och state-of-the-art utrustning med en bred kunskap inom translationell medicin och molekylär biovetenskap. Sedan 2013 fungerar SciLifeLab som en nationell resurs för samtliga universitet och högskolor i Sverige, där nio teknikplattformar utgör basen för verksamheten, där varje erbjuder instrumentering och service genom en till åtta faciliteter.

Som en del av SciLifeLab, men även som självständig nationell infrastruktur inom genomsekvensering existerar NGI (National Genomics Infrastructure), f.d. SNISS. NGI regleras som kontraktuell samverkan mellan KTH, UU och UmU.

## Sjöstadsverket

Hammarby Sjöstadsverk är en resurs och en plattform för utveckling och utbyte av kunskap och teknik inom vattenrening/miljöteknik. Sjöstadsverket främjar samarbetet mellan företag, experter/forskare och kommunala VA-verk för att möta framtida utmaningar inom VA-sektorn och för att öka exporten av svenskt kunskap och teknik. Anläggningen som ägs och drivs av Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och IVL Svenska Miljöinstitutet används i såväl långsiktiga nationella och internationella forskningsprogram/projekt samt uppdrags-, test- och utvecklingsarbete åt näringslivet och andra parter.

TEM – Infrastructure for Ultrafast Material Characterization

Ett transmissionselektronmikroskop (TEM) möjliggör studier ner på atomnivå. Dock har det tidigare inte varit möjligt att följa mekanismer som byter tillstånd för ett material på samma nivå. Material byter tillstånd genom en omorganisation på atomär nivå där förändringar i bindningar sker på avstånd i storleksordningen ångström med en hastighet på ungefär 1 km/s. För att möjliggöra detektion av rörelser av individuella atomer under sådana förändringar krävs ett mikroskop som kan fånga bilder med en tidsupplösning på femtosekunds-nivån. Detta möjliggör studier av fasövergångar för att utröna vad som kommer först; en strukturell eller en elektronisk övergång. Ett sådant ultrasnabbt elektronmikroskop (UEM), det första i Sverige, kommer att byggas på avdelningen för Material- och Nanofysik på KTH tack vare ett bidrag från K. & A. Wallenbergs Stiftelse. Instrumentet kommer även tillgängligöras för andra forskargrupper i Sverige.

Det svenska strålröret vid PETRAIII

Inom ramen för Röntgen-Ångström avtalet med Tyskland skall Sverige bygga, finansiera och driva ett strålrör vid PETRAIII i Hamburg. PETRAIII är i dag världens mest briljanta synkrotronljusring och arbetar vid 6 GeV elektronenergi.

Vid utformingen av strålröret har ett mycket stort antal forskare från flera svenska universitet deltagit och flera workshops och även studiebesök i Hamburg har genomförts. Strålröret har nu fått en slutlig design och blir ett stålrör för materialstudier i fotonenergiintervallet 50 till 150 keV. Strålröret skall byggas i tre etapper och den först etappen blir klar strax efter att den nya experimentbyggnaden vid PETRAIII har färdigställts. Då PETRAIII är den hårdröntgenring som har bäst prestanda i världen i dag kommer det svenska strålröret att vara världsledande inom studier av nanostrukturer i fasta material.

# Förslag på nationella infrastrukturer med annan huvudman, där KTH ingår i konsortiet

## THz/X-ray pump-probe facility

Användning av THz-strålning för vetenskapliga experiment är under snabb utveckling. Den föreslagna anläggningen har två övergripande målsättningar: i) att leverera en faktor 10 högre intensitet än vad som finns tillgängligt med de bästa laserbaserade källorna och ii) möjlighet att kombinera denna strålning med röntgenljus, något som inte är möjligt med laserbaserade källor. Den vetenskapliga relevansen finns skisserad men behöver utarbetas mer i detalj, tillsammans med de tekniska delarna, i en Conceptual Design Report.

FREIA-laboratoriet i ansluting till Ångström-laboratoriet i Uppsala erbjuder en infrastruktur i form av ändamåns- enliga lokaler, flytande helium för supraledande acceleratorteknologi, och kompetens inom accelerator- fysik. Anläggningen kommer att få en storlek och komplexitet som lämpar sig väl för utbildning (inte för stor; avancerad men inte otillgänglig).

Användare: Ett 50-tal; ungefär som ett strålrör vid MAX IV

Datasamlingssystem finns utvecklat

Investeringskostnad: 130 mkr, årlig driftskostnad: 15 mkr

Uppsalauniversitet föreslås som huvudman, övriga aktörer är Stockholms universitet och KTH.

## Laserlab – en distribuerad nationell forskningsinfrastruktur

Parter: LU –Lunds lasercentrum har status som ”European Large Scale Infrastructure”, UU (HELIOS-faciliteten), UmU (REAL-faciliteten) och KTH (Baltazar-faciliteten).

Syfte med infrastrukturen skall vara koordination och optimering av utnyttjande (samt mellan vidareutveckling) mellan svenska infrastrukturer och dess användare.

Lunds universitet förseslås som huvudman och KTH är en del i konsortiet.

## NMR for materials

Infrastrukturen avses bli ett komplement till The Swedish NMR Center (SNC) i Göteborg och Umeå, som utökats till att innefatta även NMR-based metabolomics genom ”NMR for Life”.

Noder bestående av SU (Mattias Edén), KTH (Istvan Furó) och LU (Daniel Topgaard). Eventuellt även innefattande SNC i Göteborg som en fjärde nod (diskussioner pågår).

Ett nytt och internationellt kraftigt expansivt forskningsområde, framför allt på fasta system, är att öka känsligheten för NMR mätningarna genom att utnytta polarisering från omgivande oparade elektroner, s.k. dynamic nuclear polarization (DNP). Metoden är fortfarande under utveckling, men DNP kan sägas lösa den mest problematiska aspekten med fast-fas NMR, nämligen dess relativt låga signal-känslighet som medför tidskrävande mätningar samt relativt stora prov-volymer (~20-1000 mg). DNP/NMR har exempelvis demonstrerats för studier av molekyler som binder till ytor, involverande ”okänsliga” NMR kärnor som annars inte kan studeras med NMR utan kostsam isotop-inmärkning. Mätningarna kan även då vara högst problematiska och tidskrävande trots utnyttjande av höga magentfält.

A flexible implementation of NMR for addressing wide groups of research problems in Materials Science requires different (non-standard) types of instrumentation, for instance access to strong magnetic field gradient units for imaging, flow, and diffusion studies, “magic angle spinning” (MAS) probeheads for studies of powders, or instrumentation for hyperpolarization to access the surfaces of nanoparticles. While spectrometers for structural biochemistry and metabolomics are supposed to operate under long time with identical instrumental configuration, NMR of materials may require frequent hardware reconfigurations. In particular, when NMR methods are developed to provide increased contrast for MRI (magnetic resonance imaging), clinical imaging units are singularly inflexible. Besides employing commercially available NMR equipment, NMR often relies on home-built equipment that extends the scope of the method to areas previously not accessible. One example is electrophoretic NMR spectroscopy that was successfully developed at KTH.

Investeringskostnaden för ett kombinerat DNP/NMR system är ca 15 – 20 mkr.

SU föreslås vara huvudansökande. Övriga deltagande universitet: KTH, LU och eventuellt GU (SNC)

## Nationella Geosfärslaboratoriet (NGL)

Ett nationellt geovetenskapligt laboratorium diskuteras för utnyttjande av SKBs forskningsdatabas,

SKBs forskningstunnel, samt övriga forskningsfaciliteter i land- och kustområden

runt Äspö. Databasen omfattar i dag mer än 400 miljoner geo-, miljö- och klimatdata. RFI har

gett planeringsbidrag för utveckling av NGL som helhet, detta har letts och koordinerats av

SU.

SU föreslås vara huvudsökande, KTH ingår som part i konsortiet.

1. “Evaluation of Swedish research in mechanical engineering”. *Vetenskapsrådets rapportserie 1:2013.* [↑](#footnote-ref-1)