निदेशक की रिपोर्ट 2016–17

दिनांक 31 मार्च 2017 को समाप्त वर्ष की सीएसआईआर–राष्ट्रीय वांतरिक्ष प्रयोगशाला की वार्षिक रिपोर्ट प्रस्तुत करना मैं अपना सौभाग्य मानता हूँ। सीएसआईआर–एनएएल के निदेशक के रूप में 27 जून 2016 को पद भार ग्रहण करने के बाद यह मेरी पहली वार्षिक रिपोर्ट है। इस रिपोर्ट में वांतरिक्ष, सामरिक एवं सामाजिक क्षेत्रों में संस्थान की विकास परियोजनाओं में हमारी उल्लेखनीय उपलब्धियों को समाहित किया गया है। मैं इस अवसर पर सीएसआईआर–एनएएल की संपूर्ण टीम के प्रयासों एवं योगदानों का अभिनंदन करता हूँ, जिनके कारण रिपोर्ट की सारवान विषयवस्तु प्राप्त हुई।

उपलब्धियां

सीएसआईआर–एनएएल की टीम के लिए अपने कार्यक्रमों एवं योगदानों के माध्यम से देश में वांतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी का विकास करने की दिशा में वर्ष 2016–17 अत्यंत चुनौतीपूर्ण वर्ष रहा। यह वर्ष भी समूचे सीएसआईआर परिवार संस्थानों के लिए यादगार रहा, क्योंकि 26 सितंबर 2016 से सीएसआईआर अपनी स्थापना के 75वें वर्ष में प्रवेश कर चुका है। कई वर्षों से सीएसआईआर प्रयोगशालाएं अपने वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिक हस्तक्षेपों के बदौलत देश के सामाजिक एवं आर्थिक विकास में योगदान करती आ रही हैं।

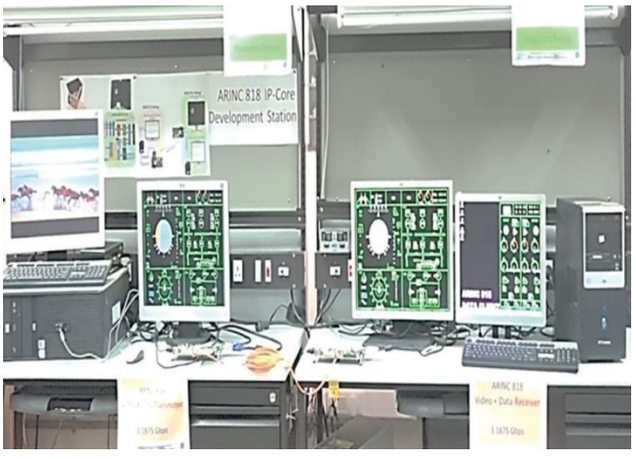
इस यात्रा के प्रतीक के रूप में तथा सीएसआईआर के पणधारियों को सीएसआईआर की उपलब्धियों के बारे में अधिक स्पष्ट कराने, उपलब्धियों का प्रचार–प्रसार करने के लिए देश–भर में सीएसआईआर प्लटिनम जयंती विज्ञान प्रदर्शनी का आयोजन किया जा रहा है। सीएसआईआर प्लाटिनम जयंती टेक्नोफेस्ट 2016 इस क्रम में पहला कार्यक्रम था, जो 36वें अंतर्राष्ट्रीय टेड फेट के अंग के रूप में नई दिल्ली के प्रगति मैदान में 14–27 नवंबर 2016 को चलाया गया। इस प्रदर्शनी में 4600sq.m के हॉल नं. 12–A में सीएसआईआर ने अपनी प्रौद्योगिकियों,

वैज्ञानिक एवं सामाजिक योगदानों को प्रदर्शित किया। अनुमान है कि करीब 18 लाख लोगों ने इस ट्रेड फेर का संदर्शन किया। इस आयोजन से सीएसआईआर का बहुत अच्छा प्रचार हो सका और देश को सीएसआईआर के वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिक योगदानों की आम जनता को पूर्ण जानकारी मिल सकी।

सीएसआईआर–एनएएल ने भारत सरकार की `मेक–इन–इंडिया` के समर्थन में अनेक प्रौद्योगिकियों एवं उत्पादों का योगदान किया। इस अभियान में एनएएल का योगदान दोनों नागर मिलटरी विमानन क्षेत्र तथा वैमानिकी क्षेत्रों में व्याप्त है। इसके अलावा, हमारी

चित्र – 1 : सारस PTIN इंजन का बुनियादी परीक्षण प्रगति पर

चित्र-2 : एयरो-इंडिया 2017 में डॉ हर्ष वर्धन, माननीय वि-प्रौ तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्री; डॉ गिरीश साहनी, महानिदेशक-सीएसआईआर; श्री जितेन्द्र जे जाधव, निदेशक-एनएएल; श्रीमती शिप्रा सिंह राणा, प्रबंध निदेशक-मेस्को एयरोस्पेस लि.



चित्र - 3: ARINC 818 IP कोर प्रदर्शन का सेट-अप

प्रयोगशाला ने सामरिक, अंतरिक्ष एवं सामाजिक क्षेत्र के अनेक कार्यक्रमों में भी अपार योगदार किया है। इस प्रकार मेरी रिपोर्ट इन सभी उल्लेखनीय योगदानों पर प्रकाश डालेगी।

नागर विमानन के क्षेत्र को योगदान

मुझे यह सांझा करते हुए हर्ष हो रहा है कि वर्ष 2016-17 के दौरान सारस PTI-N वायुयान को टैक्सी परीक्षणें के लिए और विकासात्मक उड़ान परीक्षण के लिए तैयार किया गया। पहले, सितंबर 2016 में समन्वय बैठक में इस कार्यक्रम की समीक्षा की गई। इसमें सीएसआईआर-एनएएल, एएसटीई-भारतीय वायुसेना, सेमीलाक एवं डीजीसीक्यूए ने भाग लिया। इसके बाद प्रो.रोड्डम नरसिम्हा की अध्यक्षता एवं डॉ वी सारस्वत, सदस्य नीति आयोग की सह-अध्यक्षता में दिसंबर 2016 के दौरान एक विशेषज्ञ समिति ने कार्यक्रम की समीक्षा की। इस अध्ययन का उद्देश्य सारस PTI-N के डिजाइन संसाधनों एवं सुरक्षा पहलुओं की समीक्षा करना था। इसके अलावा, प्रणाली सुरक्षा के विश्लेषण, उड़ान यांत्रिकी एवं अनुकरण तथा उड़ान परीक्षण एवं यंत्रीकरण आदि पहलुओं की समीक्षा के लिए भी पृथक उप-समितियाँ बनाई गईं। पिछले वर्ष कुल मिलाकर दैनंदिन रखरखाव, प्रणाली कार्य एवं निष्पादन परीक्षण के लिए 25 इंजन बुनियादी परीक्षण [EGR] चलाए गए। अगले वर्ष [2017-18] सारस PTIN वायुयान, अपने वायुगतिक अभिलक्षण, हस्तन विशेषताएं, डिजाइन संवर्धन मोड की क्षमता एवं संबंधित सुरक्षण पहलुओं का मूल्यांकन करवाने के लिए विशेष विकासत्मक उड़ान भरेगा (चित्र-1)। RCMA ने अभिकल्प आशोधनों का अनुमोदन किया और निरीक्षण रिपोर्ट डीजीएक्यूए को प्रस्तुत की गई।

वर्तमान रिपोर्ट वर्ष के दौरान संपूर्ण ग्लास-कॉकपिट वाले न्यू जनेरेशन हंस (हंस-NG) के अभिकल्प एवं उत्पादन के संबंध में गहन अध्ययन किए गए। हंस -NG एवं CNM-S वायुयान के वाणिज्योपयुक्तता को बढ़ाने तथा उनकी बिक्री की उपयुक्तता में सुधार लाने की दिशा में अनेक प्रस्तावित संवर्धनों पर विचार-विमर्श करने हेतु हल्का प्रशिक्षण वायुयान-विशेष फोरम मीट-2016 के नाम से एक कार्यक्रम का आयोजन अक्तूबर 2016 में किया गया। हंस-3 वायुयान ने 11वें एयरो-इंडिया 2017 में सफलतापूर्वक उड़ान भरी। इसमें हंस-NG ग्लास कॉकपिट का प्रदर्शन एक प्रमुख आकर्षण रहा। अंतर्राष्ट्रीय वैमानिकी क्षेत्र में विपणन के अवसर बढ़ाने की दिशा में इस कार्यक्रम ने एक कारगर मंच प्रदान किया। एक हंस-3 को मेसर्स मेस्को एयरोस्पेस लिमिटेड को सुपुर्द किया गया और इस कंपनी ने हंस-NG वायुयान के लाईसेंस उत्पादन एवं विपणन करने में रुचि दिखाई (चित्र-2)।

मुझे हर्ष के साथ सूचित करना है कि हंस-3 मुम्बई मकें मेस्के संचालन हेतु उड़ी। जहां तक CNM-5 वायुयान परियोजना का सवाल है, संयुक्त परियोजना प्रबंधन बोर्ड (JPMB) की बैठक सितंबर 2016 और जनवरी 2017 में बुलाई गई। इसमें, राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रमाणन प्राप्त करने की पहल, वाणिज्योपयुक्तता में सुधार लाने की दिशा में डिजाइन संशोधन, डीजल साइकिल इंजन की उपयुक्तता आदि बातों पर चर्चा की गई। निर्णय लिया गया कि भारत में प्रमाणन डीजीसीए से प्राप्त करने का प्रयास किया जाए। इसके लिए सीएसआईआर-एनएएल एवं महींद्रा एयरोस्पेस का संयुक्त प्रस्ताव विचाराधीन है।

वैमानिकी/विमानन के क्षेत्र में स्वदेशी विकास की दिशा में भी हमारा उल्लेखनीय योगदान रहा है। एनएएल द्वारा विकसित एयरपोर्ट रनवे दृश्यता निर्धारक प्रणाली `दृष्टि` को भारत के दस अंतर्राष्ट्रीय एयरपोर्टों में संस्थापित किया गया। इन सभी प्रणालियों का सत्यापन किया जा चुका है और क्लास-। प्रमाणन भी जारी किया जा चुका है। आगे, वर्ष के दौरान, टाटा पावर SED के माध्यम से भारतीय वायुसेना के अठारह एयरफील्डों के लिए 54 `दृष्टि`

प्रणालियों का कार्य संपन्न हुआ है। नई दिल्ली के IGI एयरपोर्ट में संस्थापित एकीकृत दृष्टि विमानन मौसमी मानिटरन प्रणाली (D-AWMS) का जो सख्त मान्यकरण किया गया, उसमें यह प्रणाली अत्यंत सफल उत्पाद के रूप में खरी उतरी। सिस्टम इंजीनियर वर्टिकल ने इस वर्ष IP शुद्ध प्रौद्योगिकी के विकास में उल्लेखनीय प्रगति की। फास्ट ट्राक ट्रान्सलेशनल (FTT) परियोजना के अधीन अंतर्राष्ट्रीय मानक RTCA DO-254 के अंग के रूप में FPGA आधारित IP कोर - 818 के अभिकल्प, विकास एवं प्रमाणन कार्य, वैमानिकी वीडियो एवं डाटा हेतु सेमिलाक के प्रमाणन के अधीन हैं। (चित्र-3) इसके अंतर्राष्ट्रीय प्रमाणन के लिए मेसर्स एस्ट्रोनौटिक्स, सूएसए के साथ ऑपचारिक वार्ता चल रही है। विशाल स्क्रीन डिस्प्ले सिस्टम में ARINC 818 वीडियो इंटरफेस के साथ SAAB ने काफी रुचि दिखाई। बारहवीं पंच-वर्षीय योजना (FYP) के अंतर्गत, औपचारिक विधि-आधारित औजारों एवं प्लाटफार्म - आधारित फ्रेमवर्क के कार्य औद्योगिक उपयोग हुतु संपन्न हो चुके हैं और अनेक संगठन जैसे ADE, GTRE, RCMA एवं HSTL ने इस फ्रेमवर्क में रुचि दिखाई। उन्नत भौतिकी आधारित मल्टी-स्पेक्ट्रल इमेज सेन्सर अनुकरण साफ्टवेयर (MISSS) एवं संबद्ध औजारों को उड़ान अनुकारी के साथ एकीकृत किया गया ताकि यह संवर्धित संशिलष्ट दृश्य प्रणाली (ESVS) के अनुप्रयोगों हेतु काम आ सके। एयरो-इडिया 2017 में सारस अनुकारी पर ESVS के सामर्थ्य का सफल प्रदर्शन किया गया।

सीएसआईआर-एनएएल सूक्ष्मतम वायव यान (MAV) के विकास के लिए देश का एक प्रमूख एवं अग्रणी अभिकरण है। 12वीं पंच-वर्षीय योजना के अधीन, UAV क्लास-I स्थिर पंख, ऑटो पायलट,औटो-लैडिंग, विफल सुरक्षा पहलुओं के पूर्ण स्वतंत्र मोड में MAV के 100 से अधिक उड़ान परीक्षण सफलता- पूर्वक चलाए गए। एनएएल द्वारा विकसित औटो - पायलट कार्य प्रणाली में एनएएल के भू-नियंत्रण स्टेशन (GCS) की आवश्यकताओं के अनुरूप संशोधन किए गए। 12वीं पंच-वर्षीय योजना के प्रशस्त मार्ग में आगे बढ़ते हुए एनएएल ने FTT परियोजना के अधीन मिनी UAV SUCHAN को विपणन-योग्य उत्पाद के रूप में प्रस्तुत किया। इस वाहन की सहनशक्ति में बढ़ोत्तरी लाने के सफल प्रयास किए गए और एनएएल के ऑटो-पायलट में सुरक्षा मोड़ जोड़े गए। EPP फोम से बने पंख तथा GFRP स्किन के जोड़ने से SUCHAN का वजन Kevlar पंखों की तुलना में 300-400 ग्राम कम हुआ। इन संशोधनों के बाद, यह वाहन अधिक क्षमता के साथ 100 से अधिक मिनट तक उड़ान भर सका। उपभोक्ता पारस्परिक विचार-विमर्श के अंग में, पश्चिम कमान वायुसेना के अधिकारियों को गांधीनगर, गुजरात में SUCHAN UAV उडान के प्रदर्शन दिखाए गए (चित्र-4 क,ख)। वर्ष के दौरान सूक्ष्म वायवयान अनुसंधान सुरंग (MART) में MAV फ्लाइट पंख पर अनुसंधान अध्ययन किए गए।

सामरिक क्षेत्र को योगदान

सामरिक क्षेत्र में स्वदेशी विकास को बल देने के साथ-साथ इस क्षेत्र के प्रमुख राष्ट्रीय कार्यक्रमों में एनएएल ने जो उल्लेखनीय योगदान किया है इससे सामरिक क्षेत्र को आत्मनिर्भर होने में बहुत मदद मिली। FTT काय्रक्रम के तहत एनएएल ने अवध्वनिक रेंज में मार्क्स मैनशिप प्रशिक्षण हेतु आध्वनिक आधारित हिट-पहचान एवं विश्लेषण प्रणाली (ABHIAS) का विकास किया। मुख्यत: सामरिक बाजार में सेना-बल (थल-जल-वायु सेना), सीआरपीएफ, सीआईएसएफ, एनएसजी, बीएसएफ, आदि शामिल हैं। माना जाए कि भारत भर में 2000 से अधिक फाइरिंग रेंज हैं, और प्रत्येक फाइरिंग रेंज में यदि कम कम 8 प्रणालियों की आवश्यकता भी हो तो इस स्वदेशी प्रणाली का अच्छा बाजार निश्चित है। यह प्रणाली फिलहाल सेना बल के पोषण में है और बीईएल, बेंगलूर के साथ समझौता-ज्ञापन अंतिम चरण पर है (चित्र-5)। इस प्रणाली की न केवल रखरखाव की लागत कम है, बल्कि आयातित प्रणाली की तुलना में इस स्वदेशी प्रणाली की कीमत 60 प्रतिशत कम है। आगे चालू FTT कार्यक्रमों के अधीन, हल्का-वजन चालक पौलिमर काम्म्पोज़िट आधारित वैमानिकी एनक्लोजर, हॉट बैन्डर तथा माइक्रो-सॉफ्ट हाईब्रिड ऑटोक्लेव निश्चय ही सामरिक क्षेत्र में काफी फायदेमंद साबित होंगे। मुझे यह बताते हुए हर्ष हो रहा है कि वर्ष के दौरान, एनएएल द्वारा विकसित कार्बन फाइबर केलिए एयरोस्पेस [illegible]

चित्र - 4 क: 2m [illegible] SUCHAN UAV

चित्र - 4 ख: वायु सेना के अधिकारियों को SUCHAN UAV का प्रदर्शन

चित्र-5 : ABHIAS.

प्राप्त हुआ। रक्षा मंत्रालय इस प्रौद्योगिकी को मिधानी द्वारा 100 TPA कार्बन फाइबर संयत्र के निर्माण केलिए लेगा (चित्र-6)।

सीएसआईआर-एनएएल ने एडीए के तेजस कार्यक्रम में अपने योगदान को बरकरार रखा। एनएएल का उन्नत सम्मिश्र प्रभाग (A C D) सम्मिश्र संरचनाओं के अभिकल्प, विनिर्माण, अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में योगदान करते आ रहा है। इस वर्ष के दौरान, SP-4 से SP-7 तक के वायुयानों के लिए फिन और रडुर एसेब्लियों के तीन सेट सुपुर्द किए गए। एनएएल के गुणवत्ता आश्वासन के अधीन टीएएमएल, बेंगलूर ने फिन के सभी भाग, रडुर और सेंटर फ्यूजलाज भागों का उत्पादन किया। आगे, सीएसआईआर-एनएएल के नेतृत्व में राष्ट्रीय नियंत्रण विधि टीम ने LCA-तेजस के लिए नियंत्रण विधियों में संशोधन पूरा करके LCA-MK-1 वायुयान और प्रशिक्षण वायुयान के अंतिम प्रचालन निकासी (एफओस) का

चित्र-6 : 4 मार्च 2017 को श्री जितेन्द्र जे. जाधव, निदेशक, सीएसआईआर-एनएएल और डॉ. दिनेश कुमार लिखी, सीएमडी, मिधानी ने प्रौद्योगिकी हस्तांतरण करार पर हस्ताक्षर किए।

रास्ता प्रशस्त किया। Air-to-Air री-फ्यूयलिंग मोड़ के लिए एयर डाटा एल्गोरिथमों का विकास किया गया। संशोधित SKI जम्प टेक-ऑफ मोड के साथ 12 स्काई जम्प संपन्न किए गए (चित्र-7)। एयरो-इंडिया 2017 इन सबकी उड़ान हुई। वायुसेना एवं नौसेना के LCA वायुयानों की नियंत्रण विधियों के मूल्यांकन के लिए वर्ष के दौरान एनएएल की DELS सुविधा का पूरा पूरा उपयोग किया गया। सीएसआईआर-एनएएल ने एडीए के राष्ट्रीय उन्नत मध्यम लड़ाकू वायुयान कार्यक्रम (AMCA) में महत्वपूर्ण योगदान किया। एनएएल ने संरचनात्मक डिजाइन एवं विकास में पूरा पूरा समर्थन किया। AMCA के तृतीय चरण में AMCA 3B-09 वर्शन मॉडल का उपयोग करते हुए एयरफ्रेम की डिजाइन टीम ने पंख और उसके नियंत्रण पृष्ठ की मजबूती एवं दुर्बलताओं पर इष्टतम अध्ययन जारी रखा। वर्ष के दौरान मुख्य लैंडिंग गियर के अग्रवर्ती प्रतिकर्षण का प्रारंभिक गतिक, फ्लटर विश्लेषण एवं डिजाइन के कार्य पूरे किए गए (चित्र-8)। AMCA के पूर्ण-मापी एयर इन-टेक डक्ट को एडीए को सुपुर्द किया गया।

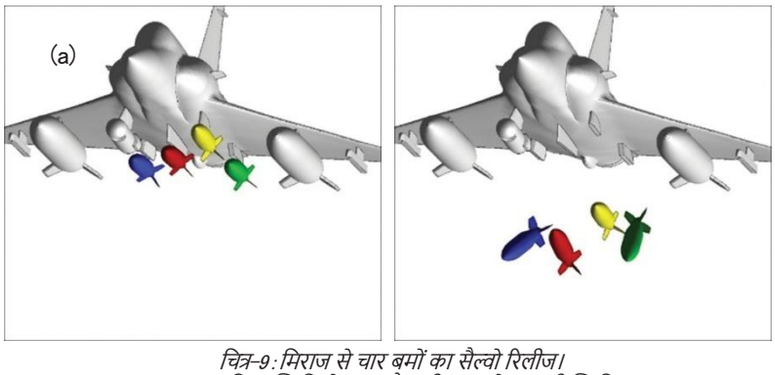
मुझे यह सूचित करते हुए प्रसन्नता होती है कि सीएसआईआर- एनएएल ने भारतीय वायु सेना के मिराज वायुयानों

चित्र-8 : AMCA परिमित तत्व मॉडल

चित्र-7 : एलसीए के नैवल वर्शन के अनुकारी का सेटअप

उन्नयन कार्यक्रम में उल्लेखनीय योगदान किया जैसे (क) CFD मेश फ्री साल्वर युक्त स्टोर पृथक्करण सूट का विकास किया गयाऔर आयुध एकीकरण अध्ययन किए गए ताकि एकल एवं बहुल स्टेर रिलीज के साथ 96 विन्यासों के टेजक्टरी अभिकलन किए जा सके (चित्र-9), (ख) त्रि-विमीय CAD मौडल से गतिक अभिलक्षण वाले वायुयान का परिमित तत्व मॉडल निकाला गया जिससे विभिन्न स्टोर विन्यास वाले वायुयान स्थैतिक प्रतिबल एवं गतिक विश्लेषण किया जा सकेगा, (ग) लोड विलय एवं प्रतिक्रियाओं के अभिकलन हेतु वायु-यांत्रिक भार-विश्लेषण (घ) उड़ान निकासी हेतु स्थायित्व एवं नियंत्रण (SC) विश्लेषण करने में आवश्यक डाटा देने के उद्देश्य से मिराज वायुयान पर वायु-यांत्रिक अध्ययन।

सामरिक क्षेत्र में एनएएल के अन्य प्रमुख योगदान कुछ इस प्रकार हैं: एयरटेक के निष्पादन का अध्ययन करने हेतु एडीए केलिए वायुयान विन्यास पर पवन सुरंग परीक्षण किए गए। घरेलू विकसित सेमी-कैप्टिव ट्रेजक्टरी रिग का उपयोग करते हुए डीआरडीएल के लिए SU-30 वायुयान के प्रतिरूप के मिसाइल विन्यास संबंधी वायुगतिक ग्रिड डाटा निकालने हेतु पवन सुरंग परीक्षण किए गए (चित्र-10)। DO-228 वायुयान की HTT-40 इंजन नोदक प्रणाली का विर्ल फ्टर अनुमान; उड़ान परीक्षण एवं उड़ान-मध्य डाटा विश्लेषण; 12वी पंचवर्षीय योजना के अधीन 1 KN लघु गैस टरबाइन इंजनों के विलिन घटकों का विकास, जैसे एकल-चरण के



चित्र-9: मिराज से चार बमों का सैल्वो रिलीज।
(ए) प्रारंभिक स्थिति में बम, और (बी) बाद में बम की स्थिति

अक्षीय टरबाइन, मिश्रित प्रवाह प्रेरक, दहनतंत्र नोजल, रोटार आदि; डीआरडीओ के पंछी कार्यक्रम हेतु 65 HP वैंकल रोटरी वहनतंत्र इंजन के प्रथम प्रोटोटाइप का विकास; 1.2m और 2m लंबाई के ऑटोक्लेव को दिसंबर 2016 में सफलतापूर्वक एडीए के यहाँ संस्थापित किया गया। विफलता विश्लेषण एवं दुर्घटना-जांच सीएसआईआर-एनएएल के अत्यंत प्रमुख कार्यों में से है। इस दिशा में इस वर्ष के प्रमुंख योगदान यह था कि भारतीय वायुसेना के वायुयान में पाइपलाइनों के लचीले जोड़ण में विफलता का विश्लेषण किया गया। आगे देश में स्टेल्थ प्रौद्योगिकी में बढ़ती रुचि को देखते हुए स्टेल्थ प्लाटफार्म के लिए जो ब्राड-बैंड रडार अवशोषक की आवश्यकता बढ़ गई। अत: एनएएल के विद्युतचुंबकी केंद्र में FSS आधारित RAS का अभिकल्प एवं विश्लेषण का कार्य आरंभ किया गया।

अंतरिक्ष-कार्यों में योगदान

अंतरिक्ष विभाग के साथ सीएसआईआर-एनएएल का सहसंबंध दोनों के लिए हमेशा फायदेमंद रहा। वर्ष के दौरान इसरों के विभिन्न प्रक्षेपण-यानों एवं क्रू-निकास प्रणाली के वायुगतिक अभिलक्षणीकरण के संदर्भ में एनएएल की 1.2m पवन सुरंग सुविधा में अनेक परीक्षण किए गए। आध्वनिक परीक्षण सुविधा (ATF) भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिए इसरों के प्रक्षेपण यानों के आध्वनिक परीक्षण/योग्यता परीक्षण

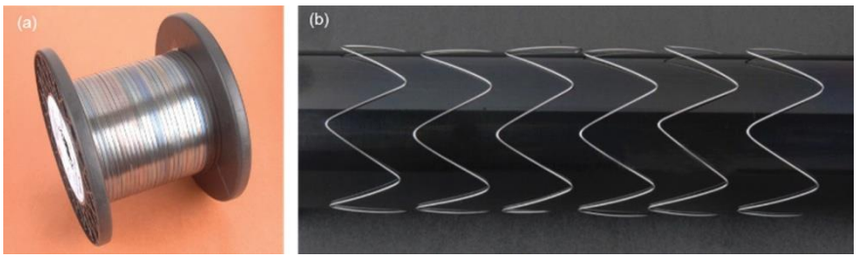
में अपना महत्वपूर्ण समर्थन देती आ रहीहै। वर्ष के दौरान, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने मई 23 को पुन: प्रयोज्य प्रक्षेपण यान प्रौद्योगिकी प्रदर्शक (RLVTD) की प्रथम परीक्षण उडान सफलतापूर्वक संपन्न की। सीएसआईआर-एनएएल ने इसरो के कार्यक्रम की सफलता में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। एनएएल के एटीएफ ने यान निष्पादन को निर्धारित करने के लिए विभिन्न ध्वनि दबाव स्तरों पर ध्वनिक परीक्षणों की श्रृंखला आयोजन की। ध्वनिक परीक्षणों के दौरान RLV-TD मुख्य पेलोड के साथ सक्रिय था और प्रचालन में भी था (चित्र-11)। विमान के आपात कोण के आरोहण और अवरोहण चरणों में और ध्वनि की चौगुनी गति पर RLV-TD का पवन सुरंग परीक्षण किया गया था (चित्र-12)। RLV-TD के अन्य वि-प्रौ कार्यों में उल्लेखनीय हैं: परिमित तत्व विश्लेषण; ट्रांसोनिक बुफे आकलन के लिए वायुप्रत्यास्थ परीक्षण; तथा प्रायोगिक उड़ान की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए फ्लटर निकासी वर्ष में, पुन: अभिकल्पित LVM-3 प्रमोचन यान के सभी प्रमुख घटकों के ध्वनिक योगयता परीक्षण किए गए और GSLV MK-11 के L-40 स्ट्रापों के इलेक्ट्रॉनिक डेक पर परीक्षण किए गए। इसरो की एक और बड़ी उपलब्धि में "उन्नत प्रौद्योगिकी यान" रॉकेट नामक 2-चरण वाले रॉकेट को सफलतापूर्वक संचालित किया गया जो माख 6 (ध्वनि की गति के छ: गुना) गति पर उड़ान भरने में सक्षम था। इसके फलरूवरूप भारत उन चार देशों की श्रेणी में आ गया है जो ऐसा कर सके।

चित्र-10 : 1.2m सुरंग में मूल वायुयान के साथ आरूढ़ मॉडल

एनएएल के पवन सुरंग परीक्षणों ने संपूर्ण वायुगतिकीय बल के निर्धारण और संपूर्ण विन्यास में योगदान दिया है। इन मापनों ने उड़ान के दौरान यान की स्थिरता के बारे में महत्वपूर्ण वायुगतिकीय डेटा और पराध्वनिक दहन की शर्तों के तहत एयर-इनटेक के प्रदर्शन का आकलन किया। जैसा कि हम जानते हैं कि इनसैट श्रेणी के उपग्रह उच्च संकल्प रेडियोमीटर (VHRR) के IR संसूचकों को ठंडा करने के लिए सन-शील्ड दर्पण का उपयोग करते हैं। ये सन-शील्ड पैनल 6061 T651 एलूमीनियम मिश्र धातु की सतहों से अत्यधिक प्रतिबिंबित दर्पण के जैसे बने होते हैं। उल्लेखनीय है कि ISRO द्वारा सितंबर 08, 2016 को प्रमोचित INSAT 3 DR में सीएसआईआर-एनएएल के पृष्ठीय अभियांत्रिकी प्रभाग में पृष्ठीय आशोधित सन-शील्ड का उपयोग किया गया है। इस वर्ष के दौरान एक अन्य उल्लेखनीय उपलब्धि

चित्र-11 : अनुरणन चैंबर में RLV-TD उड़ान यान

चित्र–12 : 1.2m सुरंग में आरूढ़ RLV एसेंट फेज मॉडल



चित्र–13 : सुपर इलास्टिक NiTi SMA उत्पाद (क) स्ट्रिप, और (ख) स्टेंट ग्राफ्ट के निर्माण रिंग

में एनएएल के नेतृत्व वाले पीपीपी ने शार, इसरो से लगभग 100 मिलियन रुपये के आदेश प्राप्त किए और वीएसएससी, तिरुवनंतपुरम के लिए लैब–मापी आटोक्लेव को संस्थापित किया।

विशेष सामग्री विकास

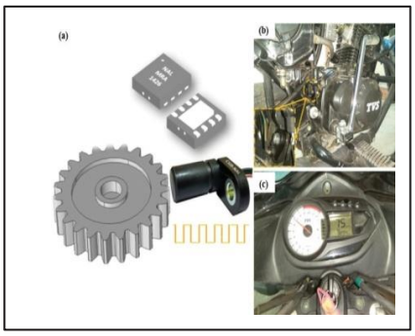
सीएसआईआर–एनएएल ने विशेष सामग्री के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। वर्ष में उपलब्धियां वास्तव में उल्लेखनीय हैं। 20–40 कि.ग्रा की गलन क्षमता के NiTi शेप मेमोरी मिश्र धातु का उत्पादन करने के लिए 4 मार्च, 2017 को प्रौद्योगिकी को रक्षा सार्वजनिक क्षेत्र, मिधानी को सफलतापूर्वक स्थानांतरित कर दिया गया है। उम्मीद है कि 2017 के अंत में मिधानी से अभियांत्रिकी उत्पाद वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध होगें। प्रयोगशाला ने श्री चित्रा तिरुनाल इंस्टीट्यूट ऑफ मेडिकल साइंसेज एंड टेक्नोलॉजी, तिरुवनंतपुरम एवं फ्रंटियर लाइफ–लाइन हॉस्पिटल, चेन्नई के साथ NiTi SAM स्टेन्ट, चिकित्सा प्रत्यारोपण और चिकित्सा उपकरणों के अभिकल्प और विकास के लिए समझौते पर हस्ताक्षर किए गए (चित्र–13)। ऊर्जा संचयन के लिए PVDF फिल्मों को विकसित कर अभिलक्षणीकरण किया गया। एनएएल ने अतिध्वनिक परीक्षण प्रदर्शक यानों (HSTDV) के अनुप्रयोगों के लिए नियर नेट शेप नोज़ टिप और पंख लीडिंग एड्ज के C_f / SiC सम्मिश्रों के विकास की परियोजना ली। सीएसआईआर – एनएएल में एफटीटी परियोजनाओं के तहत, एक विशालतम चुम्बकी प्रतिरोध (जीएमआर) आधारित गियर टूथ पोजीशन सेंसर का सफलतापूर्वक विकास किया गया। संवेदक को सफलतापूर्वक टीवीएस मोटरबाइक में स्थापित किया गया और वाहन की सहन शक्ति का परीक्षण चल रहा है। संवेदक ने ESD के साथ EMI15 KV तक के EMCपरीक्षणों में ARAI द्वारा योग्यता प्राप्त की है (चित्र–14)। संक्षारण प्रतिरोधी लेपन के क्षेत्र में, ROHS और REACH मानकों की क्रोमेट मुक्त एनोडीकरण प्रक्रिया ने उत्कृष्ट संक्षारण का सरकार की प्रेरणा के साथ सामाजिक प्रदर्शन किया। स्केल–अप प्रक्रिया को प्रदर्शित करने के लिए पायलट स्केल स्थापित किया गया है। इस प्रक्रिया को प्रमुख वांतरिक्ष फर्म बोइंग एंड एयरबस को प्रदर्शित किया गया और उन्हेंने इसके अनुप्रयोगों में गहरी रुचि प्रकट की।

सामाजिक मिशन के कार्यकलाप

सरकार की प्रेरणा के साथ सामाजिक लाभ वाली स्वदेशी प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में सीएसआईआर–एनएएल का निष्पादन प्रशंसनीय रहा है। एनएएल ने अपने औद्योगिक भागीदार मेसर्स अपर्णा टेन्यूनल एनजी सिस्टम्स (ARES) के साथ मिलकर बेंगलूरु के विज्ञान और प्रौद्योगिकी शैक्षणिक संस्थानों में 1 KW की विश (WiSH) पुन:प्रायोज्य ऊर्जा का संस्थापन करने की पहल की है। वर्ष के दौरान विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थानों से तीन अन्य आदेश प्राप्त हुए हैं। इसके अतिरिकत, सीएसआईआर–800 बैनर कार्यक्रम के अंतर्गत भुवनेश्वर में सीएसआईआर–आईएमएमटी परिसर में 1 kW हाइब्रिड सिस्टम के चार यूनिट स्थापित किए जाएंगे। FTT कार्यक्रम के तहत, एनएएल ने भारतीय उप महाद्वीप के अनुकूल 4 kW और 10 kW विश प्रणाली का अभिकल्प और विकास किया है। दिन में कम से कम 8 घंटे केलिए 4kW और ऑफ–ग्रिड ग्रामीण आबादी की ऊर्जा मांग के अनुरूप समुदायिक स्तर पर 10 kW की प्रणाली का अभिकल्प किया गया है। एनएएल में (4–10 kW) और केआरईडीएल, नगरभावी, बेंगलूरु में (10–15 kW) संकर प्रणाली की स्थापना प्रगति पर है (चित्र–15)।

मुझे यह सूचित करते हुए भी प्रसन्नता हो रही है कि वर्ष के दौरान लैब–स्केल ऑटोक्लोव के लिए आईआईटी–मुंबई से चौथी मांग प्राप्त हुई है।

चित्र–14 (क) : 0 से 5 वोल्ट आऊटपुट पल्स के साथ फेरस गियर, सेंसर IC और गति सेंसर मॉड्यूल (बी) टीवीएस विक्टर मोटरबाइक में आरूढ़ सीएसआईआर–एनएएल सेंसर तथा (ग) 75 किमी / घंटे की वाहन की गति के साथ ओडोमीटर रीडिंग



चित्र 15 : 4 kW NALWIN पवन टरबाइन

अ–वि निष्पादन संसूचक

वर्ष के दौरान प्रयोगशाला के अ–वि निष्पादन संसूचक उल्लेखनीय हैं। सीएसआईआर–एनएएल को वर्ष 2016–17 के दौरान बाह्य अभिकरणों से रु.26.77 करोड़ की 45 नई प्रायोजित परियोजनाएं और रु.28.35 करोड़ की 32 अनुदान प्राप्त परियोजनाएं मिलीं। एनएएल का बाह्य ऋण नकद प्रवाह रु.86.13 करोड़ हैं, जिसमें रु.5 करोड़ इसरो से है जो 12वीं पंचवर्षीय योजना के तहत एनटीएफ़ संवर्धन कार्यक्रम केलिए है। नकद प्रवाह का 90% सरकार और सार्वजनिक उपक्रमों के योगदान से है।

इस वर्ष, बाहरी अभिकरणों के साथ 59 समझौता ज्ञापनों/एनडीए पर हस्ताक्षर हुए, जैसे, इंजीनियरिंग और बयोमेडिकल अनुप्रयोग हेतु Ni–Ti आधारित SMA पदार्थ के वाणिज्यीकरण केलिए मिधानी, हैदराबाद के साथ प्रौद्योगिकी हस्तांतरण करार; बोइंग, यूएसए और एयर बस एसएएस, फ्रान्स के साथ परियोजना करार; मिराज वायुयान हेतु E&M मॉड किट केलिए एचएएल, बेंगलूर के साथ करार; पवन सौर हाइब्रिड सिस्टम के विकास हेतु एनज़ेन ग्लोबल सोल्यूशन प्राइवेट लिमिटेड, बेंगलूरु के साथ करार; वायुयान के विभिन्न बड़े सम्मिश्र भागों के विनिर्माण की सम्मिश्र विनिर्माण यूनिट की स्थापना केलिए आदित्य बिरला मैनेजमेंट कार्पोरेशन प्राईवेट लिमिटेड, मुम्बई के साथ समझौता ज्ञापन; और अनुसंधान परक तथा शैक्षिक संस्थानों के साथ संपर्क बढ़ाने के उद्देश्य से महा-विद्यालयों / विश्व-विद्यालयों के साथ समझौता ज्ञापन, आदि। इस वर्ष के IP पोर्टफोलियों में 7 विदेशी पेटेन्टों के साथ भारत में 4 नए पेटेन्ट के प्रस्ताव प्रस्तुत किए गए। सीएसआईआर को 4 कॉपीराइट प्रस्ताव प्रस्तुत किए गए। प्रकाशनों की कुल संख्या 370 रही, जिनमें 131 जर्नल लेख और 239 सम्मेलन के लेख रहे।

वर्ष के दौरान सीएसआईआर–एनएएल ने दो प्रमुख कार्यक्रमों/प्रदर्शनियों में भाग लिया। इनमें से पहला है 14–27 नवंबर 2016 को 36वें इंडिया इंटरनैशनल ट्रेड फेर, प्रगति मैदान, नई दिल्ली में आयोजित 'सीएसआईआर मेगा एक्स्पो- सीएसआईआर प्लैटिनम जयंती टेक्नोफेस्ट 2016'. एनएएल टीम के प्रयास एवं उत्कृष्ट प्रदर्शन हेतु एयरोस्पेस थीम पेविलियान को 'प्लैटिनम एवार्ड' लगातार दूसरे वर्ष भी प्राप्त हुआ (चित्र–16)। आगे, सीएसआईआर–एनएएल ने फरवरी 14–18 तक यलहंका वायुसेना स्टेशन, बेंगलूरु में ओजित 5 दिवसीय कार्यक्रम 11वीं एयरो इंडिया 2017 प्रदर्शनी में भाग लिया। सीएसआईआर–एनएएल के हंस को Mi–17 हेलीकाप्टर, स्वेदश में बनाए गए एचएएल के उत्पाद नामत: LCH, ALH, LCA के साथ इस कार्यक्रम में प्रदर्शित किया गया। प्रयोगशाला ने एयरो इंडिया 2017 में एक उत्तम स्टॉल लगाया और वांतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में अपनी उत्कृष्ट तथा तकनीकी सामर्थ्यों का प्रदर्शन किया। MESCO एयरोस्पेस लिमिटेड को डॉ हर्ष वर्धन, माननीय विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्री एवं डॉ गिरीश साहनी, सचिव, डीएसआईआर तथा महा निदेशक, सीएसआईआर (चित्र 16) की उपस्थिति में हंस–3 का हस्तांतरण इस प्रदर्शनी का एक प्रमुख आकर्षण रहा। मैं, टीम एनएएल को इन दोनों कार्यक्रमों के सफल आयोजन केलिए बधाई देता हूँ।

सम्मान और पुरस्कारों में, वर्ष 2016–17 सीएसआईआर–एनएएल केलिए एक सफल वर्ष रहा कि इसे समूचे देश में एक प्रमुख वांतरिक्ष प्रयोगशाला के रूप में पहचान मिली। इस वर्ष के उल्लेखनीय पुरस्कार थे: (i) सी–कैड के साथ एसीडी टीम को काम्पोज़िट डोम के साथ फ्यूज़लेज बल्कहेड का समाकलन करते हुए 14 सीटर नागर नागर विमान 'सारस' के विकास हेतु JEC एशिया–2016 इन्नोवेशन पुरस्कार (ii) एसीडी कोपालिमर विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी क्षेत्र में अनुसंधान हेतु पेट्रोकेमिकल्स एण्ड डाउनस्ट्रीम प्लास्टिक प्रोसेसिंग इंडस्ट्री में रसायन एवं उर्वरक मंत्रालय, भारत सरकार का 7वाँ नैशनल अवार्ड फॉर टेक्नॉलजी इन्नोवेशन पुरस्कार (iii) 'LED आधारित दृष्टि ट्रान्स–मिसोमीटर' हेतु सीएसआईआर टेक्नॉलजी इन्नोवेशन पुरस्कार 2016 (iv) एस सतीश कुमार, नोदन प्रभाग ने वर्ष 2016–17 हेतु इन्स्टिट्यूट ऑफ इंजीनियर (इंडिया) से वातरिक्ष इंजीनियरिंग के क्षेत्र में गौरवान्वित 'IEI Young Engineers Award' प्राप्त किया तथा (v) आर वी लक्ष्मी, एसईडी ने रसायन विज्ञान में वर्ष 2016 हेतु युवा वैज्ञानिक पुरस्कार प्राप्त किया। इसके अलावा हमारी प्रयोगशाला के कई वैज्ञानिकों ने व्यक्तिश:/सामूहिक रूप से पुरस्कार प्राप्त किए हैं, संपादकीय बोर्ड के सदस्य तथा राष्ट्रीय और अंतराष्ट्रीय पत्रिकाओं के संवीक्षक के रूप में नामित हुए हैं, उत्तम लेख पुरस्कार

चित्र 16 : सीएसआईआर प्लैटिनम जुबली टेक्नोफेस्ट 2016 में उत्कृष्ट प्रदर्शन हेतु टीम एनएएल को एयरोस्पेस थीम फोर एक्सलेंस का प्लैटिनम पुरस्कार

प्रयोगशाला की उपलब्धियों के लिए मैं अनुसंधान परिषद्, प्रभागीय वैज्ञानिक समितियों, सीएसआईआर – एनएएल की प्रबंधन परिषद्, महानिदेशक–सीएसआईआर तथा सीएसआईआर मुख्यालय, नई दिल्ली के समस्त कर्मचारियों को उनके समर्थन और सहयोग के लिए आभार प्रकट करते हुए

धन्यवाद देता हूँ। हमारे हितधारकों; डीआरडीओ, इसरो, डीजीसीए, एडीए, एचएएल, वायुसेना मुख्यालय, एआरडीबी, डीएसटी, डीएई, रक्षा सेवा, एमओई, आईएमडी तथा अन्य अंतराष्ट्रीय संगठनों को मैं उनके समर्थन के लिए आभार देता हूँ, जिन्होंने अनेक अनुसंधान एवं विकास परक

परियोजनाओं को प्रायोजितकरते हुए हम परविश्वास किया है। इनके प्रयास, सहयोग, सलाह तथा विश्वास के कारण हमारी तमाम उपलब्धियाँ संभव हो पाई हैं। अंत में, सीएसआईआर–एनएएल के सभी वैज्ञानिकों तथा अन्य कर्मचारियों को संगठन के विकास के प्रति उनकी निरंतर प्रतिबद्धता केलिए धन्यवाद देता हूँ।

जितेन्द्र जे जाधव
निदेशक

Report of the Director 2016-17

It is my privilege to present the Annual Report of the CSIR-National Aerospace Laboratories for the year ended 31st March 2017. This is my first annual report after taking over as Director, CSIR- NAL on 27th June 2017. The report summarizes the significant contributions made by the institution towards the development programs of the aerospace, strategic and societal sectors. I take this opportunity to acknowledge the efforts and contributions of the entire CSIR-NAL team that has given life and substance to this report.

Highlights

2016-17 was very challenging year for CSIR-NAL in terms of its programmes and contributions to the development of aerospace S&T in the country. The year was also a memorable year for the entire CSIR institutions & family as CSIR entered its 75th year of its foundation beginning from 26th September 2016. Over the years, all CSIR laboratories through their S&T interventions have contributed to the socio-economic development of the country. To mark this successful journey and for large-scale dissemination of information on the accomplishment leading to greater visibility of CSIR amongst its diverse stake holders CSIR is organizing 'CSIR-Platinum Jubilee Science Exhibition' throughout the nation. The first one being a Mega Expo 'CSIR Platinum Jubilee Technofest 2016' as a part of 36th India International Trade Fair, Pragati Maidan, New Delhi, held during 14-27 November 2016. For this purpose, CSIR exhibited its technologies, contributions to science & society in a space of more than 4600 sq m in Hall No. 12A. An estimate of about 18 lakh people visited the trade fair. The event helped CSIR in wide publicity amongst the general public and created awareness on CSIR contributions to the science & technology and societal benefits to the nation.

CSIR-NAL has contributed many technologies and products towards furthering the "Make in India" National Mission of the Government of India. The laboratory's contribution towards this mission is spread across both civil and military aeronautics / aviation sectors. In addition to this, our laboratory has also contributed to the strategic, space and societal sector programs. Thus my report will focus on the significant contributions made under all the categories.

Contributions to the Civil Sector

I am happy to share that during 2016-17, SARAS PT1N aircraft has been readied for taxi trials & developmental flight testing. The programme was reviewed first in September 2016 by a co-ordination

Fig. 1 SARAS PT1N engine ground run in progress.

Fig. 2 Hon'ble Minister for S&T & ES Dr Harsh Vardhan, Dr. Girish Sahni, DG-CSIR, Mr Jitendra J Jadhav, Director-NAL and Ms Shipra Singh Rana, MD-MESCO Aerospace Ltd. at the Aero India 2017.

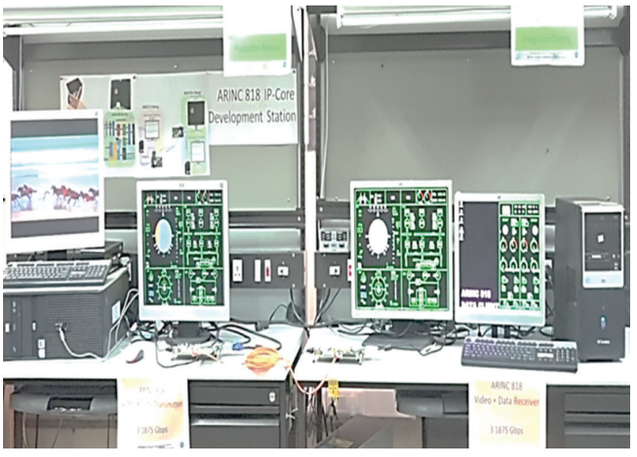


Fig. 3 ARINC 818 IP core demonstration set-up.

meeting between CSIR-NAL, ASTE-IAF, CEMILAC and DGAQA, and followed by an Expert Committee meeting chaired by Prof. Roddam Narasimha and co-chaired by Dr.V Saraswat, Member, NiTi Aayog in December 2016. The study was aimed at review of design modifications implemented on SARAS PT1N and safety aspects. Separate Sub-Committees were also formed for review on system safety analysis, flight mechanics & simulation and flight test plan and instrumentation. A total of 25 engine ground runs (EGR) were carried out in the last year covering routine maintenance, system functional and performance test. In the coming year (2017-18) SARAS PT1N aircraft will be used to carry out specific number of developmental flights to evaluate the aerodynamic characteristics, handling qualities, efficacy of design improvement mode and the related safety aspects *(Fig.1)*. The design modifications are cleared by RCMA and inspection reports submitted to DGAQA.

Studies related to design and production of New Generation Hansa (Hansa-NG) featuring an all glass cockpit were carried out during the reporting year. The Light Trainer Aircraft – Special Forum Meet -2016 was organised in October 2016 for discussion on the Hansa-NG and CNM5 aircraft to enhance their marketability and inputs on proposed various upgrades that will improve their saleability. Hansa -3 successfully made its flight in the eleventh edition of Aero India 2017. Showcasing the static display of Hansa-NG glass cockpit was a major attraction. The event provided a significant platform in bolstering business opportunities in international aviation sector. One Hansa-3 aircraft was handed over to M/s Mesco Aerospace Limited. The firm has shown keen interest in licensed production and marketing of Hansa-NG aircraft *(Fig. 2)*. I am also happy to inform that during the year Hansa-3 has flown to Mumbai for Mesco operatrions. As regards to CNM5 Aircraft project, the meetings of Joint Program Management Board (JPMB) held in September 2016 and January 2017 to deliberate on certification approaches both national and international, design modifications including fitment of diesel cycle engine to improve marketability. It has been decided to pursue certification in India by the DGCA and a collaborative proposal of CSIR-NAL & Mahindra Aerospace is under consideration.

There have been other contributions in civil aeronautics / aviation furthering indigenous development. DRISHTI, an airport runway visibility assessor system developed by NAL has completed installation in ten international airports of India. All the systems have been validated and Class-1 certification have been issued. Further, supply of 54 Drishti systems to eighteen Indian Air Force airfields through Tata Power SED completed successfully during the year. The Integrated Drishti Aviation Weather Monitoring System (D-AWMS) installed at IGI Airport, New Delhi went through rigorous validation and emerged as a successful product. System engineering vertical saw a remarkable development of the IP core technology during the year. Under Fast-Track Translational (FTT) project, design, development & certification of FPGA based IP core 818 as a part of the international standard RTCA DO-254 for avionics video and data is under certification with CEMILAC *(Fig.3)*. The formal discussions are under progress with M/s Astronautics, USA for international certification. SAAB has shown interest with wide screen display system with ARINC 818 video interface. Further, the formal methods based tools and platform based framework as part of 12th Five Year Plan (FYP)has matured towards industrial applicability and organizations such as ADE, GTRE, RCMA and HSTL have shown interest in this framework. Again under the 12th FYP an advanced physics based Multi- Spectral Image Sensors Simulation Software (MISSS) and associated tolls were integrated in flight simulator for Enhanced Synthetic Vision System (ESVS) application. ESVS capability was

Fig. 4a SUCHAN UAV with 2m wing span.

Fig. 4b Demonstration of SUCHAN UAV to Air Force officials.

successfully demonstrated on SARAS simulator at Aero India 2017.

CSIR-NAL is one of the lead agencies for Micro Aerial Vehicle (MAV) development in the country. Under the 12th FYP project on MAV, over 100 flight tests were successfully carried with CSIR-NAL autopilot board on the fixed wing UAV class I, in fully autonomous mode including auto take off, auto landing and fail safe scenarios. NAL developed autopilot functionality has been modified to suite the NAL's Ground Control Station (GCS). Continued with the lead obtained in the 12th FYP project, NAL has taken up FTT project to translate the mini UAV 'SUCHAN' into a marketable product. In this project, successful efforts were made to increase the endurance of the vehicle and safety modes are included in the NAL autopilot. With wings made out of EPP foam and GFRP skin has reduced the weight of SUCHAN around 300-400 grams compared to Kevlar wings. With these modifications and high capacity the vehicle could successfully fly more than 100 minutes. As part of the user interaction, SUCHAN UAV flight demonstrations were shown to Air Force officials of western command in Gandhinagar, Gujarat *(Fig. 4a,b)*. During the year research studies on flapping wing MAVs with different configuration have been studied in Micro Aerial Vehicle Research Tunnel (MART).

Fig. 5 ABHIAS.

Contributions to Strategic Sector

In addition to furthering the indigenous development for strategic sector, NAL's significant contributions to major national programs in this sector have enabled the strategic sector to achieve self reliance. Under the FTT programme NAL has taken up the development of Acoustic Based Hit Identification and Analysis System (ABHIAS) for marksmanship training in the subsonic range. It is primarily aimed at the strategic market consisting of the Armed Forces-Army, Navy and Air Force, CRPF, CISF, NSG, BSF etc. Considering there are more than 2000 firing ranges across India requiring at least 8 systems per firing range, this indigenous system has good market potential. The system currently under ruggedization with armed forces and MoU at final satge with BEL, Bengaluru for productionisation, marketing and after sales service *(Fig. 5)*. Apart from low maintenance cost this indigenous system is 60% of the cost of comparable imported system. Further under the ongoing FTT programme, light weight conductive polymer composite based enclosure for avionics, portable hot binder and microwave hybrid autoclave are aimed to benefit strategic sector. Further, during the year I am happy to share that NAL delevoped carbon fibre obtained certification for aerospace grade by CEMILAC. The Ministry of Defence(MoD) will be taking up this technlogy for establishing 100 TPA carbon fibre plant through MIDHANI. *(Fig.6)*

Fig. 6 Mr. Jitendra J Jadhav, Director, CSIR-NAL and Dr. Dinesh Kumar Likhi, CMD, MIDHANI have signed Transfer of Technology (ToT) agreement on 4 March 2017.

CSIR-NAL continued its support to the ADA's LCA-Tejas Programme. Advanced Composites Division (ACD) - NAL continued to make contributions in the areas of design, fabrication and R&D of composite structures. During the year, three sets of fin and rudder assemblies were delivered from SP4 to SP6 aircraft. Four sets (10 parts/set) of MLG aft doors with fairings were delivered to SP4 to SP7 aircraft. Three out of seven centre fuselage parts were supplied to aircraft up to SP18. All parts of fin, rudder and 6 centre fuselage parts produced at TAML, Bengaluru under the QA coverage of NAL. Further the National Control Law team for LCA-Tejas

led by CSIR-NAL completed the control law design modifications for Final Operation Clearance (FOC) of LCA–Mk1 aircraft and trainer variant. Air data algorithms were developed for AIR - to- AIR refueling mode. LCA Navy successfully completed 12 ski jumps with the modified SKI jump take off mode *(Fig. 7)*. All variants were flown during Aero India 2017. The DELS facility at NAL continued to be extensively used for control laws evaluation of Air Force & Navy variants of LCA during the year.

CSIR-NAL has made significant contributions to the ADA's national progarmme on Advanced Medium Combat Aircraft (AMCA). NAL provided extensive support to structural design and development. The studies in the third phase of AMCA were focused on the design and analysis of airframe using AMCA 3B-09 version model. The design team carried out optimization studies on wing and its control surfaces for strength and buckling constraints. Preliminary dynamic, flutter analysis and design of forward retraction main landing gear were carried out in the reporting period. *(Fig. 8)*. This year the full-scale air intake duct of AMCA was handed over to ADA.

I am happy to inform that CSIR-NAL has contributed significantly to the Mirage aircraft up-gradation programme of IAF. The significant contributions include: (a) store separation suite consists of CFD mesh free solver developed to carry out weapon integration studies involving trajectory computations for about 96 configurations including single as well as multiple release of stores *(Fig. 9)*, (b) Finite element model of the aircraft having dynamic characteristics generated from 3-D CAD model which can be used for static stress and dynamic analysis of the aircraft with different store configuration, (c) aero-mechanical load analysis to compute the load envelopes and reactions, and (d) aeromechanical studies of new stores on the Mirage aircraft were carried out to provide data for stability and control (S&C) analysis in support of flight clearance.

Fig. 7 Simulator setup for LCA Naval version.

The other major contributions to the strategic sector from NAL are; wind tunnel tests were carried out on aircraft configuration for ADA to study the performance of the air-intake in presence of fore-body perturbances; wind tunnel tests for DRDL for generating aerodynamic data for missile configuration and aerodynamic grid data for a typical missile configuration for Su-30 aircraft model using semi-captive trajectory rig developed in-house *(Fig. 10)*; whirl flutter prediction of HTT40 engine-propeller system; GVT, flight testing and in flight data analysis on Dornier DO 228 aircraft; development of components viz, single stage axial turbine, mixed flow impeller, combustor nozzle, rotor etc., for 1 kN small gas turbine engine under 12th FYP; development of first prototype 65 HP Wankel Rotary Combustion Engine for DRDO's PANCHI programme; autoclave of working diameter and length of 1.2m and 2 m was successfully commissioned at ADE in December 2016. Failure analysis and accident investigation is one of the core/niche activities of CSIR-NAL, a major contribution in this year was handling the failure analysis of failure of flexible couplings joining the pipelines in the ECS of IAF aircraft. Further, considering the growing interest in stealth technology in the country which has demanded applications of broadband radar absorbers for stealth platforms, the design and analysis of FSS-based RAS has been initiated at NAL's Centre for Electromagnetics.

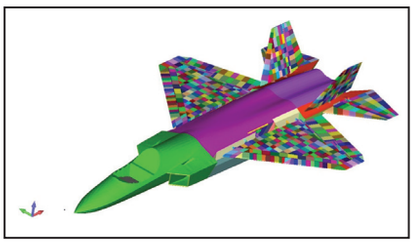


Fig. 8 AMCA finite element model.

Fig. 9 Salvo release of four bombs from Mirage. (a) Bombs in initial position, and (b) Position of bombs after.

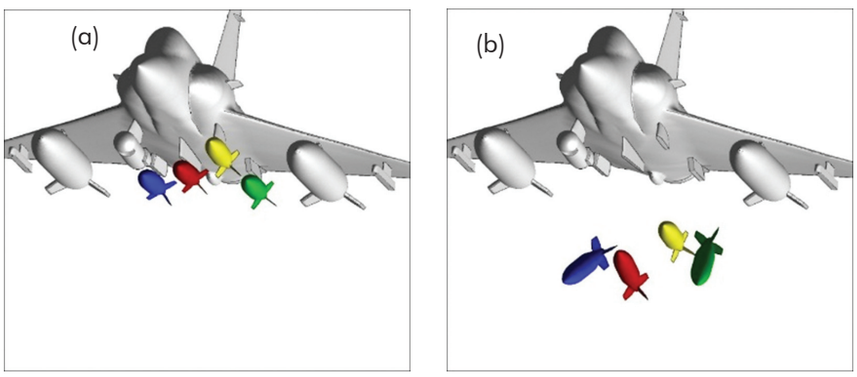


Fig. 10 A photograph of the model along with parent aircraft mounted in the 1.2m tunnel.

Fig. 11 RLV-TD flight vehicle in the reverberation chamber.

Contributions to Space Programmes

The association of CSIR-NAL with Department of Space has always been mutually beneficial. During the year, bulk of the testing in NAL's 1.2m wind tunnel facility was used by ISRO in connection with aerodynamic characterization of launch vehicle variants and crew escape system. The Acoustic Test Facility (ATF) continues to provide excellent support for the acoustic testing / qualification of ISRO's current fleet of launch vehicles for the Indian Space Programme. During the year the Indian Space Research Organisation (ISRO) successfully conducted the maiden test flight of the Reusable Launch Vehicle-Technology Demonstrator (RLVTD) on May 23. CSIR-NAL has contributed significantly to the success of the ISRO's programme. ATF of NAL conducted a series of acoustic tests at different overall sound pressure levels in steps to

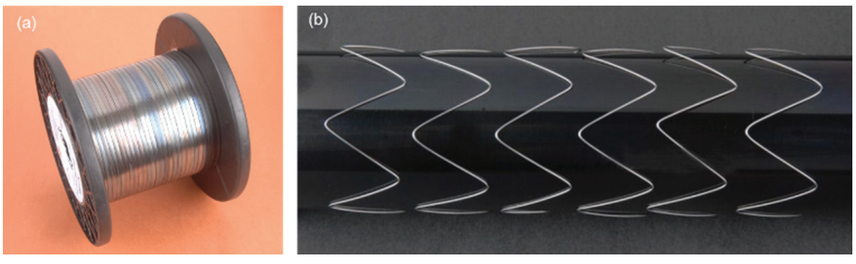
Fig. 12 A photograph of RLV ascent phase model mounted in the 1.2m tunnel.

determine the vehicle performance. The RLV-TD was "live" with all its critical payloads active and operational during the acoustic tests. *(Fig. 11)*. Wind tunnel studies were done on scaled model of RLV ascent and descent phases of flight covering wide range of angles of incidence and wind speeds up to four times the speed of the sound. *(Fig. 12)*. The other S&T interventions for RLV-TD include finite element analysis, aeroelastic testing for transonic buffet estimation and flutter clearance to ensure safety of the experimental flight. The year also marked by the acoustic qualification testing of all the major redesigned components of LVM3 launch vehicle and on the electronic decks of the L40 strapons of the GSLV MKII. In another major achievement ISRO has successfully conducted 2-stage rocket termed "Advanced Technology Vehicle" rocket was able to fly at Mach 6 (six times the speed of sound) speeds, propelling India into the league of only four nations to be capable of doing so. NAL through wind tunnel tests has contributed in terms of determination of overall aerodynamic force and moments on the complete configuration as well as the sustainer alone. These measurements provided vital aerodynamic data on stability of the vehicle during flight and assessment of performance of the air-intake under conditions of supersonic combustion. As we know that INSAT class of satellites make use of sun shield mirrors for cooling the IR detector of very high resolution radiometer (VHRR). These sun shield panels are made of 6061 T651 aluminum alloy surfaces as highly reflecting mirrors. It is noteworthy to mention that the sun shields which were surface modified at Surface Engineering Division of CSIR-NAL have been used by ISRO in the recently launched INSAT 3DR on September 08, 2016. In another notable achievement during the year NAL led PPP consortium bagged autoclave order of about 100 million INR from SHAR, ISRO and a lab scale autoclave has also been commissioned for VSSC, Thiruvananthapuram.

Special Materials Development

CSIR-NAL has made significant contributions in the area of special materials. The achievements in the year are truly noteworthy. The technology development for production of NiTi shape memory alloys in 20-40 kg melt capacity has been successfully transferred to MIDHANI, a Defence Public Sector on March 4, 2017. It is expected that the engineering products would be commercially available from MIDHANI by the end of 2017. The laboratory has signed MoUs with Sri Chitra Tirunal Institute of Medical Sciences & Technology, Thiruvananthapuram and Frontier Lifeline Hospital,Chennai for design and development of NiTi SMA stents, medical implants and medical devices *(Fig. 13)*. PVDF films were developed and characterized for energy harvesting applications. NAL has taken-up a project on development of near net shapes of Nose Tip and Wing Leading Edge out of

Fig. 13 Super-elastic NiTi SMA products: (a) strip, and (b) rings for fabrication of stent grafts.



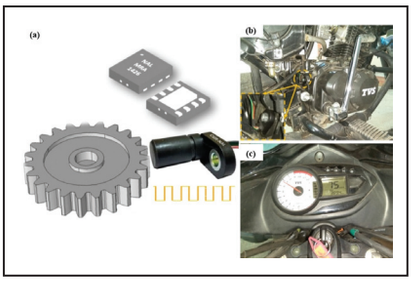


Fig. 14 (a) Ferrous gear, Sensor IC and speed sensor module along with 0 to 5 Volt output pulses. (b) CSIR- NAL Sensor mounted in the TVS Victor motorbike, and (c) Odometer reading with vehicle speed of 75 km/hr.

C_f/SiC composites for hypersonic test demonstrator vehicle (HSTDV) applications. Under the FTT projects, a giant magnetoresistance (GMR) based gear tooth position sensor was successfully developed at CSIR-NAL. The sensor was successfully installed in TVS motorbike and vehicle endurance test is in progress. The sensor has been qualified by ARAI for EMI/EMC tests along with ESD up to 15kV *(Fig 14)*. In the field of corrosion resistant coatings, chromate free anodization process complying RoHS and REACH standards exhibited excellent corrosion properties. Pilot scale has been set-up to demonstrate the scale up process. The process has been demonstrated to major aerospace firms Boeing and Airbus and they have shown keen interest for their applications.

Societal Mission Activities

In line with the government's emphasis on translating home grown technologies for societal benefits, CSIR-NAL's performance in this area has been commendable. The renewable energy initiative launched by NAL along with its industrial partner M/s Aparna Renewable Energy Systems (ARES) has culminated in installing 1 kW WiSH at science and technology educational institutions in Bangalore. Three more orders from S&T institutions have been received during the year. In addition, four units of 1 kW hybrid systems

Fig. 15 4 kW NALWIN Wind Turbine.

will be installed at the CSIR-IMMT campus at Bhubaneshwar under the CSIR-800 banner program. Under the FTT programme, NAL has taken up design and development of 4kW and 10 kW WiSH system for low wind regimes prevalent across the Indian subcontinent. The 4 kW hybrid is designed to deliver 4 kW at least 8 hours a day and the 10 kW system is designed to address the energy demand of off-grid rural populace at community level. The installation of hybrid system are in progress at NAL (4-10 kW) and at KREDL (10-15 kW), Nagarabhavi, Bengaluru *(Fig. 15)*. I am also happy to inform that the fourth order for lab scale autoclave was received from IIT- Bombay during the year.

R&D Performance Indicators

The R&D performance indicators of the laboratory during the year are noteworthy. CSIR-NAL was awarded 45 new sponsored projects costing Rs. 26.93 crores and 33 grant-in-aid projects costing Rs. 27.84 crores during the financial year 2016 -17 from external agencies. NAL's external cash-flow was Rs. 86.13 crores, including Rs. 5 crores from ISRO for the 12th Five Year Plan NTAF augmentation program. The contributions from the government and PSUs constituted 90% of the external cash flow.

The year also witnessed signing of 59 MOUs / NDAs with external agencies, the major ones amongst them include: technology transfer agreement with MIDHANI

Fig. 16 Team NAL bags Platinum Award for Aerospace Theme for excellence in display at CSIR Platinum Jubilee Technofest 2016.

Hyderabad for commercialization of Ni-Ti based SMA products for engineering and biomedical applications, project agreement with Boeing, USA & Airbus SAS France, Agreement with HAL Bangalore for E&M Mod Kit for Mirage Aircraft, Agreement with Enzen Global Solutions Private Limited, Bangalore for Development of wind solar hybrid systems, MoU with Aditya Birla Management Corporation Private Limited, Mumbai for establishing Composite Manufacturing Unit for manufacturing of large Composite parts of various Aircraft Programs and few MoU's with colleges/universities to foster research and academic linkages. The year witnessed increased in IP portfolio by submission of 4 new patent proposals in India with grant of 7 foreign patents. On copyright front, there were 4 copyright proposal submitted to CSIR. The total number of publications was 370, with 131 journal papers and 239 conference papers.

CSIR-NAL participated in two mega events/exhibition during the year. The first being the CSIR Mega Expo 'CSIR Platinum Jubilee Technofest 2016', as a part of 36th India International Trade Fair, Pragati Maidan, New Delhi, held during 14-27 November 2016. With the effort of Team NAL, the Aerospace Theme Pavilion has been awarded 'Platinum Award' for excellence in display for the second consecutive participation *(Fig.16)*. Further, CSIR-National Aerospace Laboratories participated in the Eleventh Edition

of AERO INDIA 2017 Exhibition, a 5-day event between February 14 to 18 at Yelahanka Air-Force Station, Bangalore. CSIR-NAL's HANSA have been showcased at the event along with Mi-17 helicopters, indigenously built HAL products viz, LUH, LCH, ALH, LCA etc. The laboratory had set-up an excellent stall at the Aero India 2017 and showcased its expertise and technical advancement in the area of Aerospace Science & Technology. One of the major events during the show was the handing over of Hansa-3 to MESCO Aerospace Ltd., in the presence of Dr. Harsh Vardhan Hon'ble Minister for Science & Technology and Earth Sciences and Dr.Girish Sahni Secretary DSIR & DG,CSIR. I congratulate Team-NAL for making both the events a great success.

On the honours and awards front, the year 2016-17 was a quite successful year for CSIR-NAL in terms of its recognition as premier aerospace laboratory in the country. Significant awards to mention are: (i) Advanced Composites Division (ACD) along with C-CADD team received the JEC Asia-2016 Innovation Award in the "Aeronautics" category for "Development of a 14 Seater Civil Aircraft: 'SARAS', Integrating The Fuselage Bulkhead with The Composite Dome", (ii) Advanced Composites Division was awarded the '7th National award for technology innovation in petrochemicals and downstream plastic processing industry', for Research in the field of Polymer Science and Technology by the Ministry of Chemicals and Fertilizers, Government of India, (iii) CSIR Technology Innovation Award 2016 for "LED based Drishti Transmissometer" (iv) S Satish Kumar, Propulsion Division received the Prestigious "IEI Young Engineers Award" in the field of aerospace engineering for the year 2016-17 from the Institution of Engineers (India), and (v) R. V. Lakshmi, Surface Engineering Division received The CSIR Young Scientist Award for the year 2016 in Chemical Sciences. In addition, many scientists of our laboratory have been won other individual/ group awards, appointed as editorial board members and reviewers of national and international journals, received best paper awards etc., I congratulate all of them on their success.

For all the achievements of the laboratory I would like to acknowledge and sincerely thank the support and cooperation of members of the Research Council, Divisional Scientific Committees, Management Council of CSIR-NAL, DG-CSIR, and staff of CSIR Head Quarters, New Delhi. I also acknowledge the support received from our various stake holders; DRDO, ISRO, DGCA, ADA, HAL, Air HQ, ARDB, DST, DAE, Defence Services, MoES, IMD and others including international bodies for continuing to repose their faith in us and by sponsoring several R&D projects. Much of our achievements have been made possible due to efforts, cooperation, advice and confidence shown by these agencies. Finally, I wish to acknowledge and thank all scientists and other staff members of CSIR-NAL for their continued commitment towards the growth of the organization.

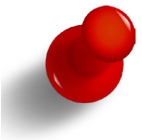
Jitendra J Jadhav
Director

Mission

- Development of national strengths in aerospace sciences and technologies, infrastructure, facilities and expertise.

- Advanced technology solutions to national aerospace programmes, fighter aircraft, gas turbine engines, defense systems, defense services, launch vehicles & satellites, and space systems.

- Civil aeronautics development (from 1994). Design and development a small and medium-sized civil aircraft - To promote a vibrant Indian civil aviation.



Mandate

- NAL's mandate is to develop aerospace technologies with a strong science content, design and build small and medium sized civil aircraft, and support all national aerospace programmes.

Research Council

Chairman
Dr. Prahlada
Former CC (R&D) and VC, DIAT
Rajarajeshwari Nagar, Bengaluru 560 098

Members
Dr. Debasish Ghose
Dept. of Aerospace Engineering
Indian Institute of Science, Bengaluru

Prof. K P J Reddy
Dept. of Aerospace Engineering
Indian Institute of Science, Bengaluru

Prof. C Venkatesan
Dept. of Aerospace Engineering
Indian Institute of Technology-Kanpur

Prof. Prasanna M Mujumdar
Dept. of Aerospace Engineering
Indian Institute of Technology-Bombay

Shri. M Zakiruddin Siddique
Director, Gas Turbine Research Establishment
C.V. Raman Nagar, Bengaluru

Shri. D K Venkatesh
Director, Engineering (R&D),
Director (D&D), Design Complex
Hindustan Aeronautics Limited, Bengaluru

Dr. K Sivan
Director, VSSC
Thiruvananthapuram

Shri. MVKV Prasad
Director, ADE, Bengaluru

Shri. P Jayapal
Chief Executive, CEMILAC, Bengaluru

Shri. C D Balaji
PD (CA) & Director, ADA, Bengaluru

DG Nominee
Prof. Santanu Chaudhury
Director, CSIR-Central Electronics Engineering
Research Institute, Pilani, Rajasthan

Cluster Director
Prof. B.K. Mishra
Director, Institute of Minerals and
Materials Technology, Bhubaneswara, Odisha

Sister Laboratory
Prof. Santosh Kapuria
Director, CSIR-SERC, Chennai

Director
Shri. Jitendra J Jadhav
Director, CSIR-NAL, Bengaluru

Permanent Invitee
Head or his nominee
Planning & Performance Division
CSIR, New Delhi

Secretary
Dr. J S Mathur
Head, KTMD, CSIR-NAL

Management Council

Chairman
Mr. Jitendra J Jadhav, Director, CSIR-NAL

Members
Prof. Harish Hirani, Director, CSIR-CMERI, Durgapur
Dr D K Aswal, Director, CSIR-NPL, New Delhi
Dr J S Mathur, Head, KTMD
Dr Jatinder Singh, Chief Scientist & Head, FMCD
Dr Manju Nanda, Principal Scientist, ALD
Mr S Murugan, Senior Scientist, ATF
Mr N Karthikeyan, Scientist, EAD
Mr Satya Ranjan Day, PTO, ICAST
Controller of Finance & Accounts, CSIR-NAL

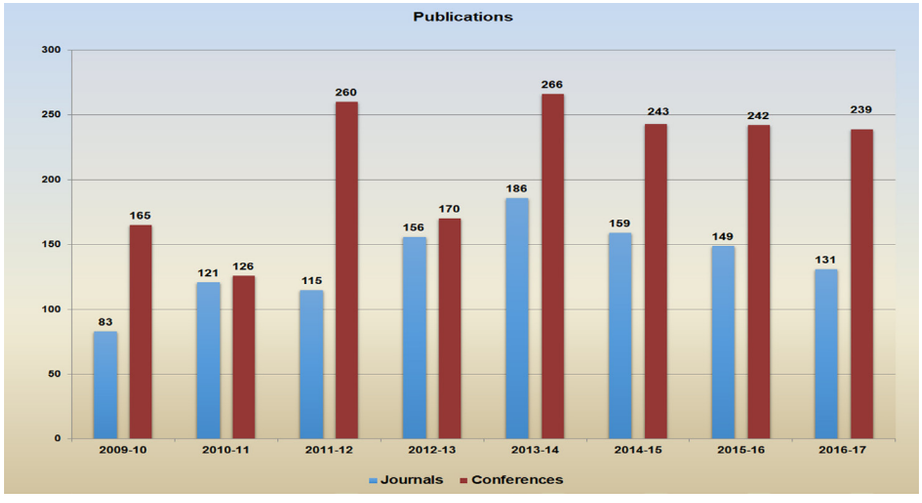
Member Secretary
Controller of Administration, CSIR-NAL

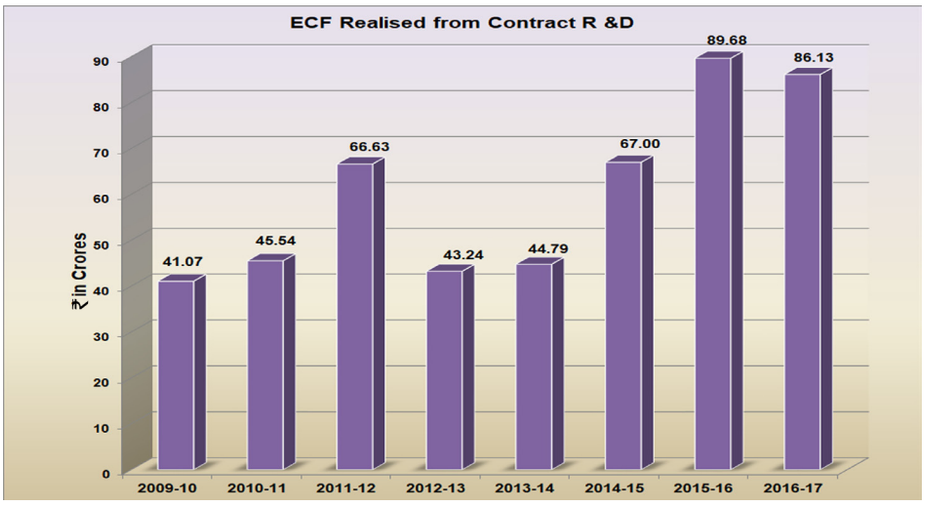
Major R&D Discipline

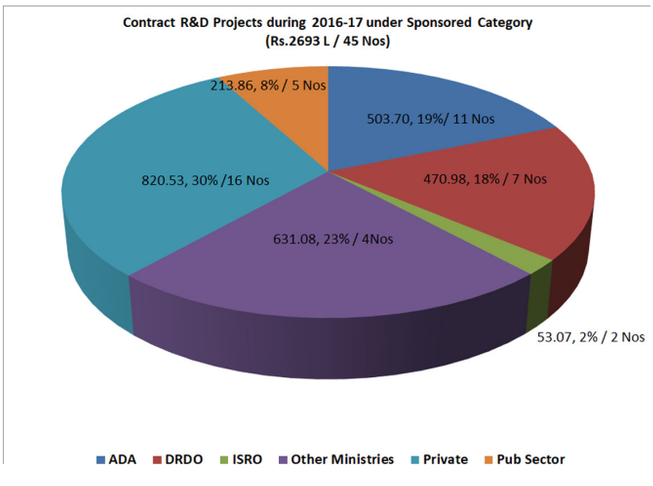
- Computational fluid dynamics
- Experimental aerodynamics
- National Trisonic Aerodynamic Facilities
- Flight mechanics and control
- Propulsion
- Composites
- Structural design, analysis and testing
- Structural dynamics and integrity
- Surface modification
- Aerospace materials
- Aerospace electronics and instrumentation
- Civil aviation
- Parallel processing computers
- Meteorological modeling
- Wind energy
- Manufacturing technology
- Information systems
- Electromagnetics

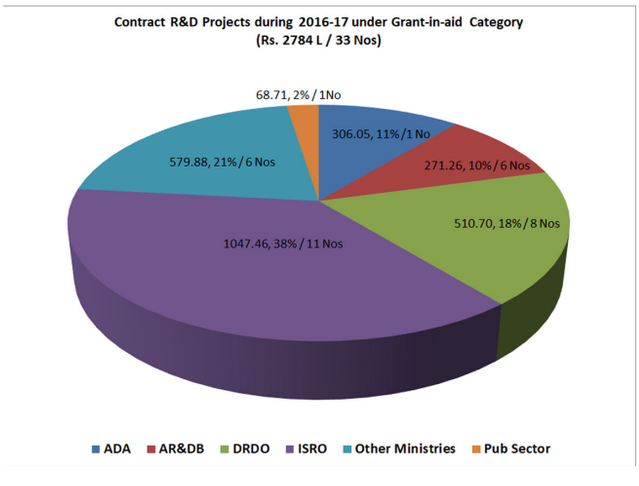
Collaborations and Interactions

S&T Performance Indicators

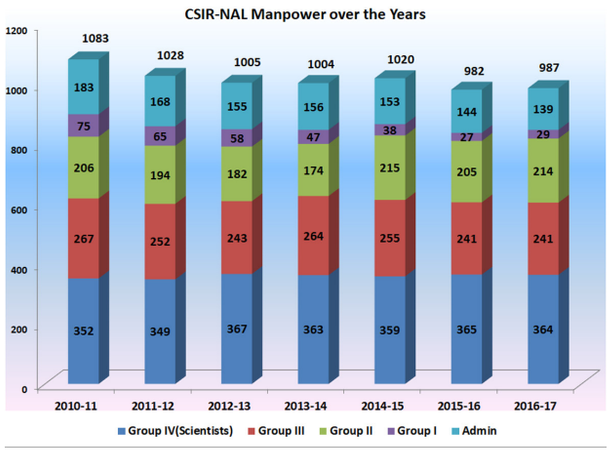


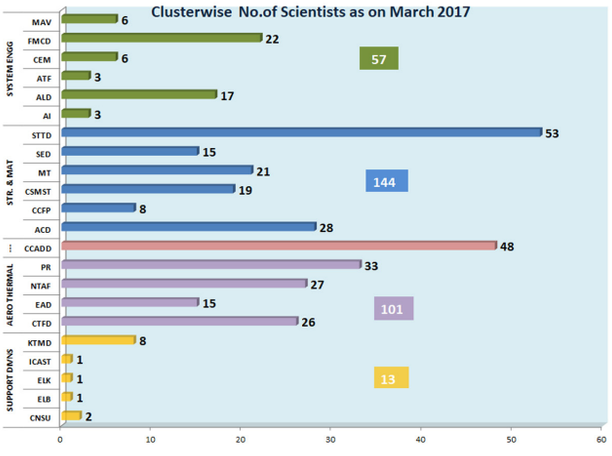


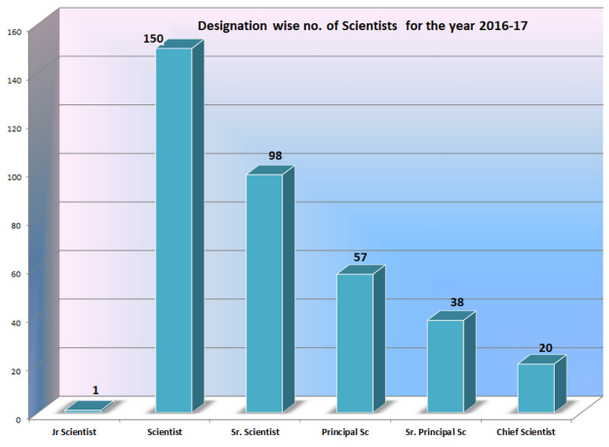


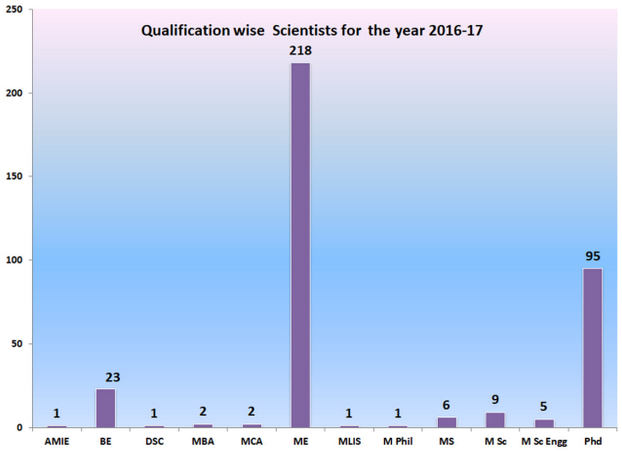


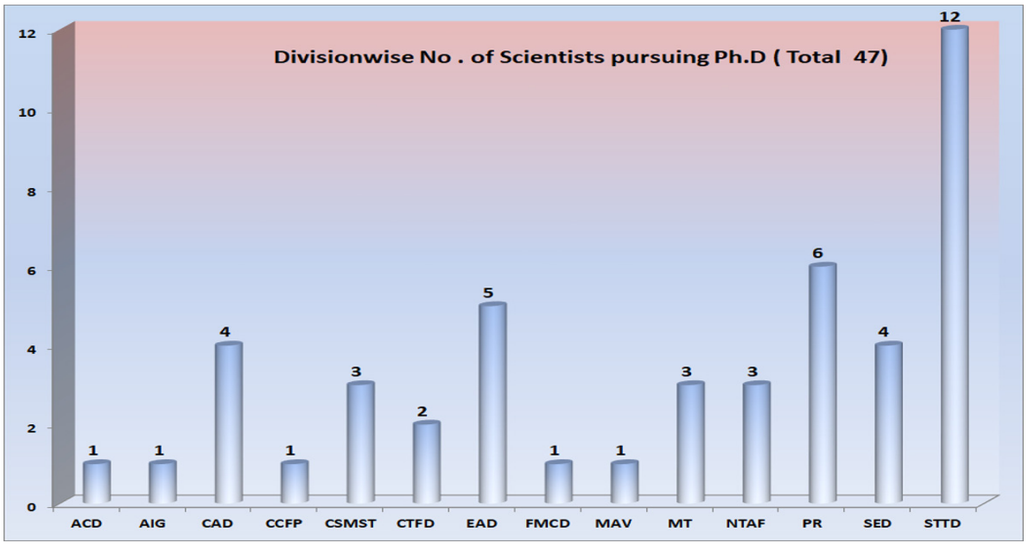
Human Resource Indicators



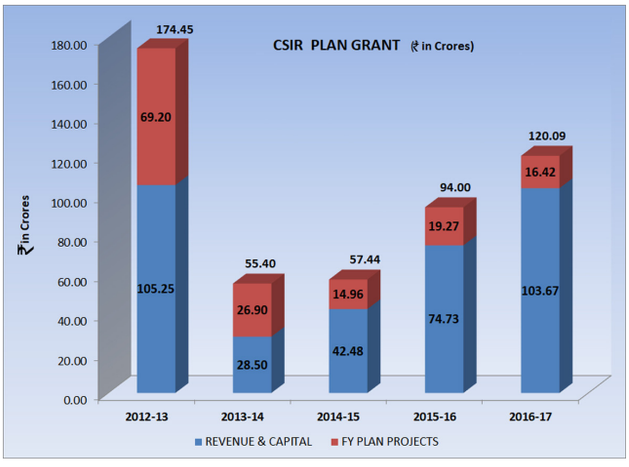


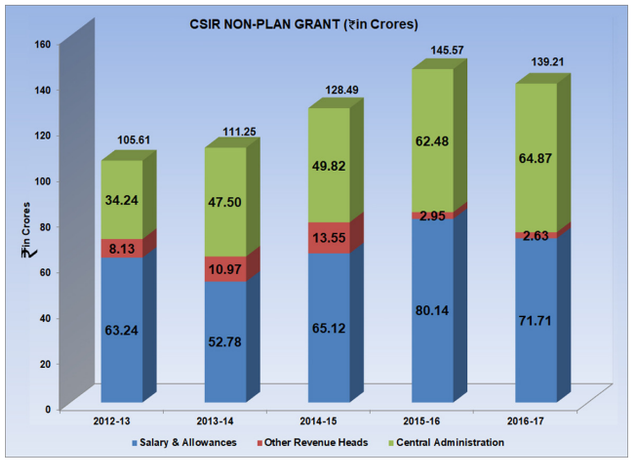


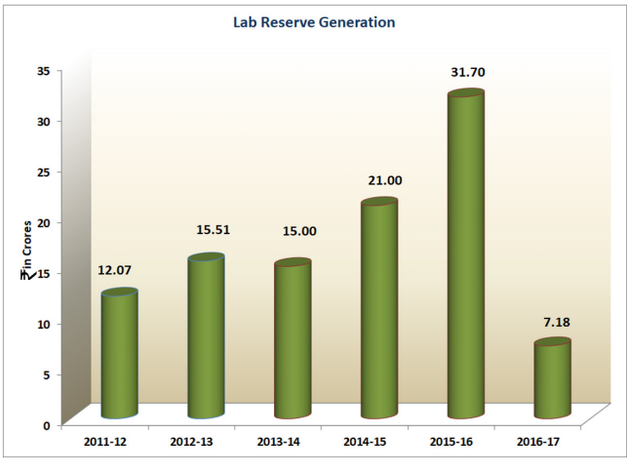


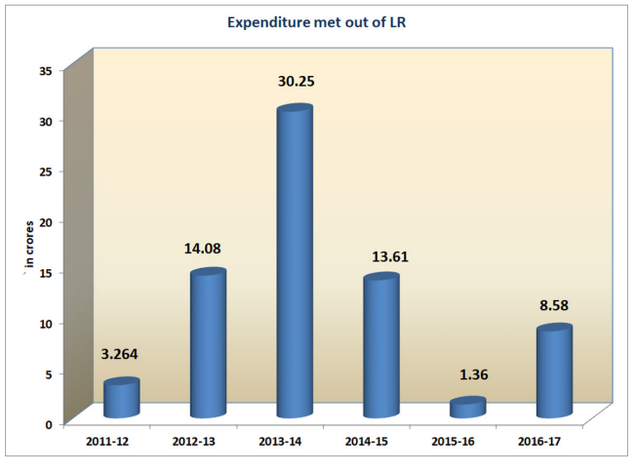


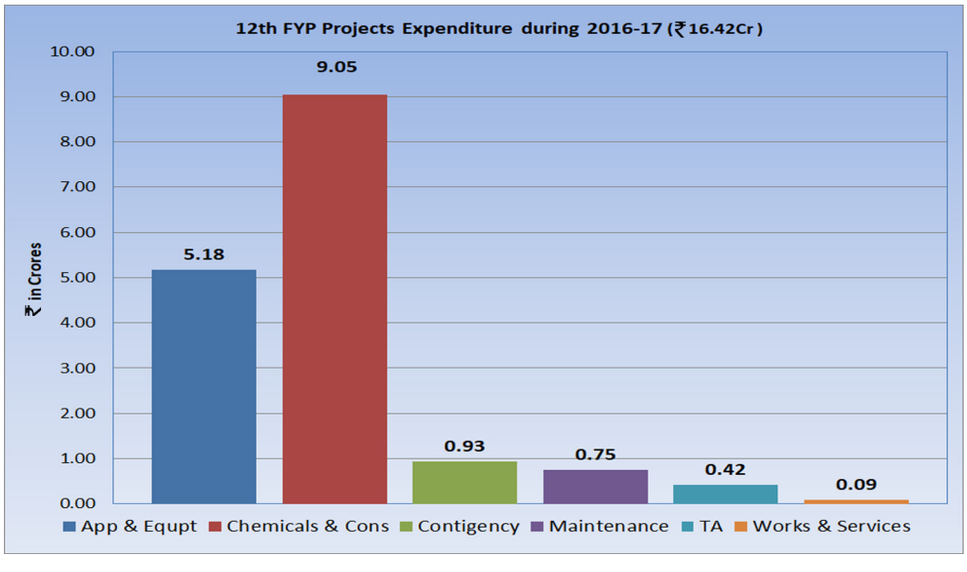
Financial Performance Indicators











Distinctions

CSIR Technology Innovation Award 2016 for "LED based Drishti Transmissometer"

Ms R. V. Lakshmi, Surface Engineering Division received The CSIR Young Scientist Award for the year 2016 in Chemical Sciences.