ANNUAL REPORT 2022

Council of Scientific & Industrial Research
NATIONAL AEROSPACE LABORATORIES

CSIR-NAL

Editorial Committee:
Dr V Ramesh, Dr P K Panda,
Dr Byji Varughese,
Dr Sudesh K Kashyap,
Dr M Manjuprasad.

Lead Editor:
R Venkatesh

Production Editor:
A S Rajasekar

Photography Team:
A B S Vijai and team

Graphs:
K Venkataramanan

Interleaf Design:
M Muruganantham

Cover:
Syed Ismail

Front Cover

(a)

(a) Hansa NG - India's first all composite ab-intio trainer aircraft

वार्षिक रिपोर्ट
ANNUAL REPORT
2021-22

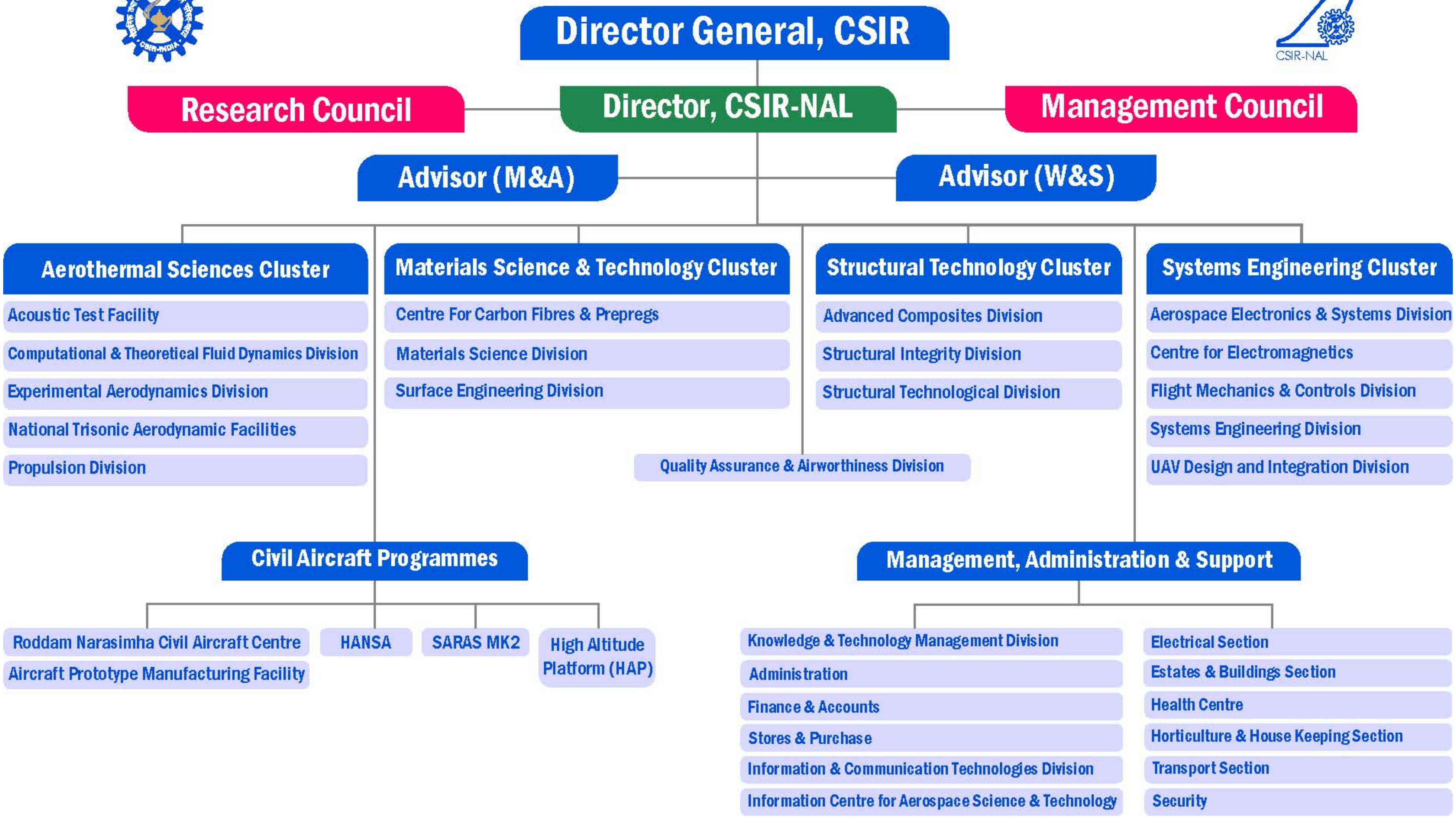
With Best Compliments from

Jitendra J Jadhav
Director

CSIR-National Aerospace Laboratories
PB 1779, Old Airport Road, Bangalore 560 017
Tel: 080-25270584, 25086000
Email: director@nal.res.in URL: www.nal.res.in

सीएसआईआर–राष्ट्रीय वांतरिक्ष प्रयोगशालाएं
CSIR-National Aerospace Laboratories

Organization Chart



Contents

REPORT OF THE DIRECTOR R1

Mission and Mandate R9
Research and Management Council R10
Major R&D Discipline & Colloborations and Interactions R11
S&T Performance Indicators R12
Human Resources Indicators R13
Financial Performance Indicators R14

AERO THERMAL SCIENCES 1

Acoustic Test Facility 2
Computational and Theoretical Fluid Dynamics Division 5
Experimental Aerodynamics Division 14
National Trisonic Aerodynamic Facilities 21
Propulsion Division 26

STRUCTURAL TECHNOLOGY 31

Advanced Composites Division 32
Structural Integrity Division 42
Structural Technological Division 47

MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY 61

Centre for Carbon Fibers and Prepregs 62
Materials Science Division 64
Surface Engineering Division 70

SYSTEMS ENGINEERING 77

Aerospace Electronics and Systems Division 78
Centre for Electromagnetics Division 85
Flight Mechanics and Control Division 88
Systems Engineering Division 94
UAV Design and Integration Division 98

CIVIL AIRCRAFT DEVELOPMENT 102

Roddam Narasimha Civil Aircraft Centre 103
Aircraft Prototype Manufacturing Facility 109

Quality Assuance and Airworthiness Division 112

MANAGEMENT AND SUPPORT 115

Knowledge and Technology Management Division 118
Information Centre for Aerospace Science and Technologies 125
Information and Communication Technologies Division 126
Administration; Stores & Purchase; Finance and Accounts 131
Health Centre; Estates & Building; Electrical; Telephones; Transport 133
Horticulture & Housekeeping; Security 134

Publications 135
Distinctions 147

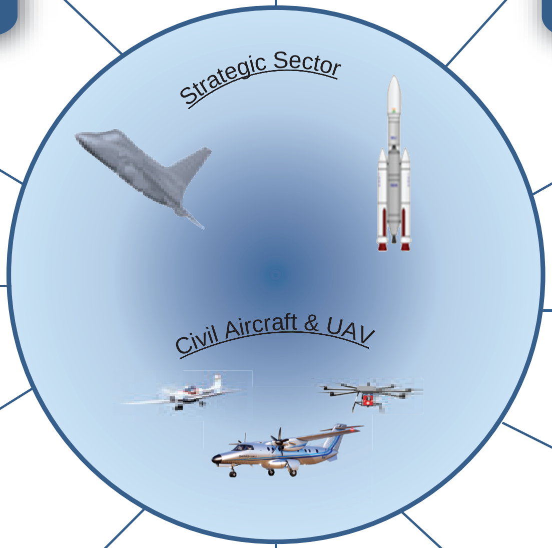
CSIR-NAL'S Expertise and Core Competencies

Electronics, Flight Mechanics & Controls
Flight Control laws, Modeling & Simulation,
Multi sensor data fusion,
System identification and parameter estimation,
Aircraft Avionics, Active noise control,
FOQA, ATM, Signal processing
Applications, Avionics IP core,
Advanced Avionics System,
Airport instrumentation

Composites
Design, Fabrication, repair technology,
Fibers and prepregs, Autoclaves,
Non – destructive evaluation,
Structural health monitoring

Civil Aircraft Design & Development
Design, manufacturing, testing & certification,
HANSA, CNM-5, SARAS, Related technologies
UAVs - Octa-Med, Octa-Agri, Octa-Geo

Fatigue & Fracture
Failure & accident investigation,
Full scale testing, Life extension,
Damage tolerance



Aerodynamics
Trisonic tunnels, Model design, Fabrication,
Calibration and testing, Flow diagnostics,
Aero acoustics

Structural Technology
Structural design and analysis. Aeroelasticity
and vibration, Crash and impact,
Smart structures and systems

Propulsion
Combustion Heat transfer, Turbomachinery
development & testing, Cascade tunnel,
P&W gas turbine test rigs, SGT

Aerospace Materials & Surface Engineering
Ceramic materials / composites
Surface engineering / coatings,
Thermo electrics, Smart materials,
Carbon fibre, Surface engineering technology

Meteorology & Energy
Parallel processing systems,
Meteorological modeling & SW, Wind turbines,
Wind surveys and measurements,
Solar energy

Electromagnetics
Stealth Technologies
EM design and characterization
Radome design, Computational EM

Special Facilities
Electro magnetics laboratory, Flight simulators,
Acoustic test facility, CVI facility for ceramic
composites, National facility for rolling element
bearings, Integrated facility for carbon fiber and
prepregs, Glass fabric prepregs, Material
characterisation and testing

Computational Fluid Dynamics
External flows – subsonic to hypersonic,
Internal flows, Hydro dynamics

Maiden Flight of HANSA - 3 (NG)
03rd September 2021

Setting-up of mach33.aero @ CSIR-NAL

Report of the Director

The year 2021-22 continued to be a difficult period due to Covid-19 pandemic which largely affected the world as well as our country. Despite the challenges faced by our laboratory during the pandemic, I am proud to say that CSIR-NAL continued to make remarkable contribution towards S&T development in aerospace, strategic, health and social sectors for the nation. The collective effort of the laboratory at all levels has made the achievements and contributions to newer heights.

On successful mitigation of the Covid-19 pandemic in the past year by our laboratory, it is my privilege to present the Annual Report of CSIR-NAL for the year ended 31^{st} March 2022. The report summarizes the significant contributions made by the institution towards the technologies developed and the development programs of the aerospace, strategic, health and societal sectors. I take this opportunity to acknowledge the efforts and contributions of the entire CSIR-NAL team responsible for the outstanding output of the report.

Fig. 1 Integrated Avionics Flight Control Computer hosted with BMS application.

Major Highlights

During the period 2021-22, the major emphasis of the laboratory activities were in the areas of flight testing towards type certification of Hansa-3(NG) aircraft, High Altitude Platform design, Multi-copter UAV certification, detailed engineering & design of Saras Mk II, etc., Saras PT1N aircraft was maintained as airworthy evaluation platform and in the later part of the year, indigenous 'digital' Brake Management System (BMS) with Saras MkII concept was implemented and Taxy trials were started. BMS is highly robust Brake BY Wire (BBW) electro-hydraulic braking system to achieve efficient braking for civil aircraft applications. *(Fig. 1)*.

The major achievement during the period was the successful maiden flight of Hansa-3 (NG) on 3^{rd} September 2021 after obtaining special flight permit by DGCA

Fig. 2 Hansa-NG Maiden Flight on 3^{rd} September 2021.

Fig. 3 Hansa-NG at Wing India 2022, Hyderabad.

Fig. 4 Physical mock-up of Saras Mk II Fuselage with Interiors, Cockpit, Cabin and ECS system.

(Fig. 2). The 20-minute sortie saw the first prototype of the Hansa-3 (NG) attain a maximum altitude of 4,000 feet and a speed of 80 knots before it made a successful touch down. Further, the aircraft has successfully completed the sea level trials at Puducherry between February 19 and March 5. The aircraft was flown to Puducherry, covering a distance of 140 nautical miles in one and half hours at a cruising speed of 155 km/hr, on 19 February 2022.

CSIR-NAL has successfully participated in the Asia's largest civil aviation event Wings India 2022. The event was a giant step taken by CSIR-NAL to reach out to industries and stake holders in furthering the ambitious "AtmaNirbhar Bharat" programme of the government. Hansa-3 (NG) was the main attraction in Wings India *(Fig. 3)*, Hyderabad during March 2022. Successful six (6) demonstration flights were performed apart from 02 ferry flights to and fro Hyderabad. 10 aircraft orders were received during the aviation show. CSIR-NAL has already received more than 80 Letter of Interest (LOI) from flying clubs. The initial production will be initially taken up in the existing facility till the engagement of private/public industry for setting-up regular production facility.

Saras MK II (19 seat Light Transport Aircraft) Fuselage with Interiors, Cockpit, Cabin and ECS System has been showcased at Wings India 2022. *(Fig 4)*. The display attracted huge public as well as business visitors and I am happy to share that ICATT Health Solutions Pvt. Ltd. has placed LOI for 2 nos. Saras MK II for air ambulance application. SARAS-Mk II is a 19 Seat Light Transport Aircraft with multirole capabilities like Passenger transport, Troop transport, VIP transport and Casevac (Air Ambulance). The aircraft is exclusively designed for operations from short runways, hot and high airfields, and semi-prepared runways for connecting Tier 1 and Tier 2 cities/towns. SARAS-MK II is one of the unique aircraft where operational benefits are maximized through the Pressurised Cabin, Digital antiskid braking, Autopilot with Cat II landing, two lever engine operation, Lightweight materials etc., keeping cost minimum. During the year, high fidelity simulator, anthropology studies, preliminary design review, wind tunnel testing, in-board layouts, nacelle design, FEM structural analysis, sub system sizing, weight optimization, etc. for Saras MK II are completed. The detailed engineering has been outsourced to private industry for first time in the country and this indigenous design & engineering initiative has resulted in significant FE savings. As part of facility creation, an OAETB (Open Air Engine Test Bed) has been re-established. The innovative design engineering like 3D platform, virtual reality, model based engineering, PLM etc., are used to cut down the design and production cycle time.

The laboratory has also showcased successful formation flying of NAL's multi-copters; NAL- Agri, NAL-Med and NAL-Geo on all four days of Wings India 2022. The payloads that were carried by the drones were medical box weighing 10 kg, underslung magnetometer weighing 5 kg and an agricultural pesticide tank 20 L capacity with motorized spraying nozzles *(Fig. 5)*. The above technology has been transferred to four (4) MSMEs during the event for production, marketing & after sales support. NAL team has also successfully demonstrated the fully functional display of sub-scale High Altitude Platform (HAP) at Wings India 2022. The HAP is being designed to fly at an altitude of

Fig. 5 Formation flying of drones at Wings India 2022, Hyderabad.

Fig. 6 HAP display at Wings India 2022, Hyderabad

Fig. 7 Covid-19 Vaccine delivery in the outskirts of Bengaluru. (a) Take off from Chandapura PHC. (b) Landing at Haragadde PHC.

22 km and for a time span of upto 90 days. It will be an ideal vehicle as a "pseudo satellite" with higher performance, lower launch cost and the added flexibility of being equipped for a re-launch. The flight demonstration of the sub scale HAP is planned during the second quarter of 2022 and it is expected to operate at a cruise altitude of 3 km to address integration issues and flight data for control. *(Fig.6)*

The reporting period also witnessed successful field demonstration of Covid-19 vaccine delivery by NAL Octa-copter drone from Chandapura PHC to Haragadde PHC at outskirts of Bengaluru *(Fig. 7)* and from Jammu to Sub-District Hospital, Marh *(Fig. 8)*.

Fig. 8 Covid-19 Vaccine delivery near International Border. (a) Taking-off from IIM Jammu (b) Delivery of vaccine at SDH, Marh, Jammu.

During the reporting period, the laboratory has partnered with M/s Bhor Chemicals, Mumbai for the indigenous development and certification of carbon fibre prepreg. A carbon epoxy prepreg manufactured has been thoroughly characterised for its mechanical properties. This data generation exercise was a big boost towards qualifying a novel indigenous composite prepreg system for aerospace applications in the country. Towards supply of composite parts for the LCA program by production partner TASL, a total of 35 shipsets out of 40 shipsets were successfully delivered to HAL.

I am happy to inform that long standing efforts and pursuance of CSIR-NAL has resulted in obtaining in-principle approval from Department of Expenditure, Ministry of Finance for two mega projects of CSIR. First, in-principle approval for setting-up the 2.5 m continuous wind tunnel has been obtained and pre-investment studies towards DPR are initiated. Second, CSIR has also received in-principle approval for feasibility report and PDP phase of Regional Transport Aircraft.

The noteworthy achievement during the period was setting-up Country's First Incubator "Mach33.Aero" for Aerospace Start-ups as an initiative of 'Start-up India" Mission of Government of India. Mach33.Aero was inaugurated on 22nd December 2021 *(Fig. 9)* is the collaborative effort of Social Alpha, an initiative supported by Tata Trusts, along with National Research Development Corporation and CSIR-National Aerospace Laboratories (NAL). The Incubator Mach33.Aero will develop a support eco-system for nurturing start-ups in aerospace and allied engineering housed at a dedicated state-of-the-art centre in the CSIR-NAL campus in Bangalore, with a vision to expand its reach to new geographies in the future.

I am very happy to highlight that CSIR-NAL has achieved the first ever milestone in its history of earning External Cash Flow of Rs.130 crore during the year 2021-22. I congratulate all NAL staff in creating history in generating over Rs.100 crore ECF for the first time. During the year, NAL has transferred two (2) technologies to five new industries. Further, the existing ToT Partners have received many orders for Autoclave technology, DRISHTI Transmissometer etc., to the tune of Rs.28.46 crore, one

Fig. 9 Inauguration of mach33.aero.

Novo Star Management Systems
Solutions India Pvt Ltd

COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH
NATIONAL AEROSPACE LABORATORIES
CSIR NATIONAL AEROSPACE LABORATORIES
PB NO.1779, VIMANAPURA POST OFFICE, HAL AIRPORT ROAD,
BENGALURU - 560 017, KARNATAKA, INDIA

DESIGN, DEVELOPMENT, MANUFACTURE, TESTING AND
QUALIFICATION OF AEROSPACE VEHICLES, COMPONENTS, SPIN
OFF PRODUCTS AND TECHNOLOGIES.

AS 9100:2016

CERTIFICATE

Fig. 10 AS 9100:2016 Certification for CSIR-NAL.

Fig. 11 Saras MkII aircraft (artist's impression).

of the highest orders of commercialization in any financial year. In yet another notable achievement, CSIR-NAL, CEL & HAL have signed the tripartite agreement for installation of indigenously developed NAL's DRISHTI & Aviation Weather Monitoring System (AWMS) at HAL's New Helicopter Facility, Tumkuru as part of 75th Year of Independence "Azadi Ka Amrit Mahotsav".

Another important achievement I would like to mention is that CSIR-NAL has successfully implemented and certified for AS9100:2016 standard on 27th August, 2021 by M/s Novo Star Management Systems Solutions India Pvt. Ltd. *(Fig 10)*. *My hearty congratulations to entire CSIR-NAL team*.

A gist of significant contributions encompassing both civil, strategic, health and societal sectors are presented in my report in the following categories.

Contributions to the Civil Aviation Sector

The year 2021-22, saw CSIR-NAL continue its contributions to furthering the development of national aerospace sector. Team CSIR-NAL continue to build the organisation as a high-technology oriented institution focussing on advanced disciplines and delivering technologies and products towards "AtmaNirbhar Bharat" National Mission of the Government. One of the major achievement has been the successful maiden flight of Hansa-3 (NG) in September 2021. During the period, significant efforts were made towards the design and certification of Hansa- New Generation (NG) aircraft with the improvements such as glass cockpit, advanced fuel efficient Rotax 912iSc engine leading to better aircraft performance (increased range and endurance), optimized airframe, electrically operated flaps, IFR compliance, improved cockpit ingress-egress, better interiors, ergonomics and external finish. Steerable nose wheel will also be implemented shortly. Developments in NMG involved solutions to tooling, manufacturing, assembly and series production of the aircraft. These developments were aimed to ease manufacturing needs for series production. Structural test articles of wing, fuselage, vertical fin, horizontal stabilizer and main landing gear (MLG) were manufactured. Design limit load tests and Ultimate load tests (except wing) on structural test specimens were completed successfully. Main landing gear has gone through static strength tests along with limit and reserve energy drop test. Indigenous LRUs like Engine Monitoring Display Unit (EMDU) and NAV/COM development is in progress and certification by DGCA for installation on Hansa-NG aircraft is expected by August, 2022.

Saras MK-II design activities are progressing well and post PDR meeting was held in January 2021. Aerodynamics configuration *(Fig.11)*, Layout studies, CFD studies, Wind tunnel testing and evaluating of 6 DOF model in simulator are completed. Wind tunnel tests were conducted on 1:20th scale model and 1:6th scale model to get adequate data. As regards to detail design and engineering of Saras MK II, preliminary design of the landing gears was carried out and the detail design of articulated configuration for MLG and telescopic configuration for NLG with dual stage shock absorbers are under progress. The major milestone achieved in the Brakes and Wheels was the successful completion of Delta- PDR and preparation for CDR. For ECS system, the major milestones achieved is initiation of indigenous development of ECS Control System, Identification of fully Digital CPCS system which is Commercially-off the-shelf (COTS) equipment and various failure studies have been carried out and estimation of minimum required fresh air flow rate. CSIR-NAL has successfully developed and tested the indigenous Digital Brake Management System (DBMS) for the first time in the country for civil aircraft application. Integration and Demonstration of the BMS

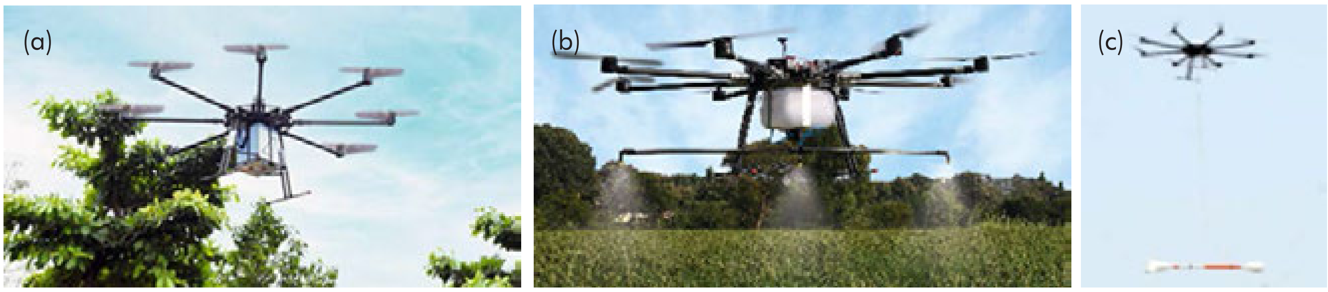


Fig. 12 NAL Octa-copters configurations (a) Octa-Med. (b) Octa-Agri. (c) Octa-Geo.

software versions 2.0, 2.1, and 2.3 on SARAS PT1N have been carried out successfully. An extensive review of design of complete airframe was undertaken by a specialist Design Review sub-committee in January 2022 and was cleared for detail design. System requirements, specifications, system architecture, performance analysis, implementation layout studies were completed for ECS, CPCS, LSS and De-Ice systems. These are being developed at public/private industries as Tier-2 suppliers. Nearly 300 detail design drawings of the mechanical flight control system have been prepared for stress analysis. Towards the indigenous development, the laboratory has successfully designed Primary Power Distribution System (PPDS) with digital control and advanced sensors. Integrated Avionics and Flight Control Computer (IAFCC) hosts Autopilot, Flight Director, Stall Warning and Protection System (SPS), BMS, ECS, USMS and Central Maintenance Computing (CMC) Function. The Autopilot (AP) and Flight Director (FD) functionalities of IAFCC are designed to be certified for IFR & VFR operations and to provide CAT II compliances.

Aircraft Prototype Manufacturing Facility at NAL carried out the indigenous manufacturing of aircraft components, metallic tooling, wind tunnel models, certification of various subassembly and assembly jigs. The major projects carried out include extensive manufacturing of Metallic components for Hansa- (3) NG aircraft, wherein over 5000 airworthy components were manufactured apart from Sub-Assembly and assembly jigs, fixtures, tooling. Additionally, components pertaining to Saras aircraft programme for Simulator, Engine Test Bed, Throttle Quadrant Box assembly, Artificial feel unit, Fuselage Interiors etc., were completed.

NAL's UAV Division had focused on the translation of NAL Octa-copter Drone into a product. These drones have also been configured to suit multiple applications for societal needs. NAL's Octa-copter Drone is capable of carrying payload of 20 kg for a duration of 20 minutes. However, for longer duration applications, the payload is reduced suitably. The three applications envisaged are (a) Emergency Medical/ Vaccine Delivery (b) Agricultural Spraying and (c) for Geophysical Survey applications. Model based design of the autopilot control laws lead to the robust controller has been achieved. This has enabled the Octa-copter to be suited for these varying applications. *Figure 12* show the Octa-copter in flight with the three different payloads. NAL Octacopter can also be configured for the last-mile deliveries such as food, postal packets, human organs, etc., in the emergency.

Drishti Transmissometer and Automated Weather Observing System are serving our nation for manifold years. One Hundred plus Drishti Transmissometers and five Automated Weather Observing Stations are performing their development mandate at numerous International Civil Airports and Indian Air Force airfields across the length & breadth of our Indian geography. A State of the art indigenous augmented Weather Observing system, NAviMet (National Aerospace Laboratories Aviation Meteorological) System, is shown in *Fig. 13*.

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 and considerable savings to foreign exchange in terms of import of high-end technologies and services. CSIR-NAL's National Trisonic Aerodynamic Facility has completed 1478 blowdowns in the 1.2m (868) and in the 0.6m (610) wind tunnels during the year. The major users of the facility were DRDO, ADA, ISRO and CSIR-NAL. During the year NAL has successfully installed

Fig. 13 NaviMet – indigenous AWOS.

and commissioned new Wide-Angle Diffuser (WAD) replacing the 55-year-old WAD of 1.2 m tunnel. The installation work was very challenging due to the size of the component and the required tunnel axis alignment accuracies.

CSIR-NAL continued its support to the LCA-Tejas Programme. Advanced Composites Division (ACD) - NAL has made contributions in the areas of design, fabrication and R&D of composite structures for the LCA programme. As stated in major highlights of the report, a total of 35 shipsets out of 40 shipsets were delivered to HAL by NAL's production partner TASL. The laboratory is actively involved in the EM design and performance analysis of LCA AF Mk-2 Radome towards critical design review (CDR). Under the control laws development, design of Unified Version for LCA Control LAW (CLAW) of single seater and trainer aircraft was completed successfully and functionality released. As regards to Automatic Take-Off and Landing (ATOL) activities on naval version of LCA aircraft, development of full controller and Mode Transition Logic for ATOL demonstration, implementation and pilot evaluation in DELS was successfully completed and functionality released.

Towards contribution in stealth technology, a multi-layered FSS-based RASORBER has been designed with a transmission characteristic within the band associated with out-of-band absorption. The FSS-based Rasorber showed transmission characteristics in X-band and absorption characteristics from S-band to X-band w.r.t. -10 dB return loss. CSIR-NAL has been recognised as the coordinating centre for stealth material development. In collaboration with CSIR-IMMT, Bhubaneshwar developed a novel monolithic RAS technology. The laboratory has also developed RAM paint trade marked as *ADRISHYA* with very good EM absorption properties. This radar absorbing paint provides a 10 dB RCS reduction over a curved surface in the frontal sector. The developed RAM paint has passed all the environmental & structural tests.

Further on the strategic sector contributions, for the IAF Aircraft, GVT based Flutter Analysis and Store Separation Studies were carried out. As a first step towards total calendar life (TCL) extension studies on military transport aircraft of IAF, defectation analysis was carried out on the data provided by IAF. Failure analysis and accident investigation is a continuing activity of the Materials Science Division of CSIR-NAL for the past four and half decades and the activity has been designed to cater to the needs of the Indian Aerospace Organisations. During the year 2021-22, twenty-nine investigations involving incidents/accidents of aircraft, helicopters and ground equipment used for defence aircraft were referred to the laboratory for investigation by the various organizations like IAF, HAL & MoCA. In most of these investigations, the primary cause(s) of failures could be identified and after each investigation, recommendations were suggested for prevention of similar incidents/accidents in future.

Towards contribution of indigenous technology for the strategic sector; Micro Gas Turbine (MGT) engine of 50 N thrust has been designed and developed indigenously as shown in *Fig. 14*. The engine mass flow rate is around 0.25 kg/s with exhaust gas temperature of around 820 K. The engine is intended to power high speed UAVs and loitering munitions. The MGT was tested for its design speed of 100,000 rpm producing thrust around 53 N. The engine was run with internal bearing lubrication circuit using a mix of Jet A1 Fuel and lube oil. The critical components of the engine are manufactured through Additive Manufacturing. The laboratory has undertaken

Fig. 14 Assembled MGT.

development of technologies for Wankel Rotary Combustion Engine (WRCE) which include improved wear resistance coatings for the trochoid housing and side housings of the WRCE by thermal spraying process, development of a methodology for the health management of the WRCE, research studies on engine noise analysis & reduction and starting system for the WRCE.

Contributions to Space Programmes

The Indian Space Programme has been ably supported by the CSIR-NAL's Acoustic Test Facility (ATF) over the last three & half decades. During the current year, ATF has completed acoustic qualification of Test Vehicle Base shroud *(Fig.15)*, as part of the crew escape system demonstration programme. The S2V, vented inter-stage of the Small Satellite Launch Vehicle (SSLV) with the instrumentation decks was also requalified after some design changes were made in the decks to reduce the vibration input to the sensitive packages mounted on the deck. ATF also carried out a detailed study on the brackets used inside launch vehicle stages to mount acoustic sensors used to measure acoustic spectrum during flight.

Further, force and moment measurements on a scaled model of typical Gaganyaan ascent vehicle were carried out in the NAL's 1.2m wind tunnel. Since it is a human rated program, it was planned to test similar configurations in various

Fig. 15 Test vehicle base shroud (upper + lower).

wind tunnels to verify data consistency and repeatability. The data comparison of CSIR-NAL 1.2m tunnel with other foreign tunnel was reasonably good. Structural Technology Division has taken up a project on aeroelastic clearance of the launch vehicle in various configurations to experimentally clear the vehicle design from transonic aeroelasticity in order to ensure the safe flight of the vehicle from transonic to supersonic regime. In the first phase, the team has successfully completed the design, fabrication, instrumentation, ground and wind tunnel testing of a 1:30 scaled aeromechanically simulated aeroelastic model of 'Gaganyaan-Test Vehicle' configuration and estimated the transonic buffet on the vehicle in terms of dynamic bending moment distribution.

Contributions to Special Materials & Coatings

CSIR-NAL has made significant contributions in the area of special materials and coatings. The achievements in the year are truly noteworthy. During 2021-22, R&D work was carried out for development of process methodology to fabricate NiTiPd high- temperature SMA wires with targeted austenite

Fig. 16 Trivalent chrome passivated Zn-Ni coated NCM steel disc.

finish (A_f) temperature of 200±20°C. The fabrication process involved hot working, cold wire drawing, intermediate annealing and shape memory heat treatment. The developmental work was funded by M/s General Electric India Industrial Private Limited. NiTiPd SMA wires of diameter 250 μm were processed successfully using multi-step hot rolling and cold wire drawing operations with inter-pass annealing at appropriate stages. CSIR-NAL has technologies for processing of carbon fiber as well as C_f/SiC composites. These in-house technologies were used for the development of C_f/SiC brake disc for applications in CSIR-NAL's own aircraft programs. 3D-C_f/SiC discs (Stator and Rotor) are made with aerospace grade carbon fibre with different fibre architectures (3D and non-woven) through CVI. The dynamometer tests were conducted at RCI, Hyderabad and discs are found to withstand the test conditions with lower coefficient of friction.

Zn-Ni plating (Ni:11-16wt%) as an eco-friendly replacement for Cd has been developed using an acidic electrolyte. The corrosion resistance of the coating was further enhanced with trivalent chrome passivation. The protective coating has been developed on NCM steel with a thickness of 11±2 μm. A 40 litre plating facility was set-up and plating trials were performed on discs, 'S' shaped specimens, sheet specimen, etc. The plated specimens *(Fig. 16)* have qualified for the adhesion, composition, thickness, lubricity in terms of coefficient of friction, corrosion resistance, tensile strength, fatigue strength and hydrogen embrittlement tests as per the AMS 2417 standard. A production level facility has been established and CEMILAC certification is in process.

Indigenous development of narrowband oxygen sensor for automobile application: India has realized the need to leapfrog from Bharat Stage (BS) IV to BS VI emission norms due to the carbon footprint obligations. To realize the giant leap, it is going to be mandatory for automobiles to be fitted with oxygen and NO_x sensors. These sensors are based on ceramic packaging technology and use alumina and zirconia green tapes that are fabricated into packages termed as oxygen and NO_x sensing elements. All the oxygen and NO_x sensors are currently imported in the country. CSIR-NAL has embarked on the indigenous development of oxygen and NOx sensing elements in collaboration with M/s. Rotary Electronics Pvt. Ltd. CSIR-NAL has designed and fabricated the narrowband oxygen sensor that can measure air/fuel ratios between ~14.0/15.0:1. The fabricated oxygen sensor has exhibited performance equivalent to the commercial oxygen sensor and was found to be compatible with vehicle engine control units *(Fig. 17)*.

R&D Performance Indicators and Technology Licensing

The R&D performance indicators of the laboratory during the year are noteworthy. CSIR-NAL was awarded 30 new Sponsored projects costing Rs. 51.14 crores, 9 Grant-in-aid projects costing Rs.12.53 crores

Fig. 17 The narrowband oxygen sensor.

during the financial year 2021-22 from external agencies. NAL's external cash-flow was Rs. 130.05 Crores, a highest ever in the history. This year a total of Rs.283.74 crore CSIR grant (excluding central administration grant of Rs.100.85 crore) was allocated to the laboratory by CSIR and thus the ECF earnings stand at about whopping 46%. I am happy to share that the total LRF realized is Rs. 75.56 crore for the year 2021-22. Thus NAL is progressing well in realising CSIR goal towards self-sustenance.

During the year, NAL has licensed two technologies to five industries. The major ToT include licensing of NAL's multi-copter drones to 4 MSMEs namely (a) Magicmyna, Coimbatore (b) CINT, Ahmedabad, (c) Scientech, Indore and (d) Bliss Aerospace, Bengaluru, and licensing of radial bump foil bearing to (e) Turbo Energy Pvt. Ltd., Chennai. During the year CSIR-NAL has received license fee & royally of Rs. 2.84 Crore from ToT partners. Further in the current year, total value of orders received by ToT partners stands at Rs.28.46 crore showing the good progress in commercialization of NAL technologies by the industries.

Even though the year 2021-22 witnessed frequent lockdowns during Covid-19 pandemic, it has generated signing of 40 MOUs / NDAs with external agencies, the notable ones amongst them include: agreement signed with M/s Reliance Industries Limited (RIL), Mumbai for Carbon Fibre, with M/s. TATA Advanced Systems Ltd, Bangalore for exploring the non-civil market for commercialization of HANSA NG Aircraft by making suitable changes as per the customer requirement; with ADE, DRDO, Bangalore for development of Fiber Optic Sensor based Structural Health Monitoring (SHM) Technologies, with Larsen & Toubro Limited, Mumbai for development of Large Rigid Radome system etc., In the reporting period, NAL's IP portfolio increased by filing of 5 new patent proposals and 5 copyrights. 4 Indian patents were granted during the year. The total number of publications was 162, with 102 journal papers and 60 conference papers.

Honour's and Awards

On the honours and awards front, the year 2021-22 was quite significant for the laboratory, major achievements are:

- NAL won the CSIR-Diamond Jubilee Award 2020 for 'Successful commercialization of indigenously developed state of the art composite technologies for series production of LCA (Tejas aircraft)
- The Advanced Composites Division received partnership recognition award from Advanced Defence System- Navy, BEL, Bengaluru in recognition of significant contributions in providing goods and services to ADSN-SBU
- Dr. Sivakumar G, Principal Scientist ALD, received "Certificate of Honour" conferred by IEEE-Bengaluru Chapter & TIE for the exemplary contribution in the development of indigenous instruments in the field of Aviation Meteorological Instruments
- Dr. Ramesh Sundaram, Head ACD was elected Fellow of Indian National Academy of Engineering (INAE)
- Dr. N. Jagannathan, Principal Scientist, SID was awarded Prof. Chintakindi V Jaga Rao Medal for best academic performance, 2021, IISc, Bengaluru
- Mrs. Vineetha Joy, Sr.Scientist, CEM was awarded IETE – IRSI Young Scientist Award
- Dr. Hema Singh, Sr. Principal Scientist, CEM was nominated as Senior IEEE Member by IEEE APS/ MTT Bengaluru Chapter.

In addition, many scientists of our laboratory have received research and association fellowships, identified as subject experts, members/ senior members of prestigious societies/institutes, 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, 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 MoCA 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 organisation.

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. V K Saraswat
(Former Secretary, Defence R&D)
Member, NITI Aayog,
New Delhi 110001

Members
Dr. (Ms.) Tessy Thomas
OS & Director General (Aero)
Office of DG Aero, ADE Campus
New Thippasandra Post
Bengaluru 560 075

Prof. Sanjay Mittal
Department of Aerospace Engineering
Indian Institute of Technology
Kanpur 208 016

Dr. Kota Harinarayana
SERB Distinguished Fellow
NEB 3/401, Shriram Spandana Challaghatta
Off Wind Tunnel Road
Bengaluru 560 037

Shri. R Madhavan
Chairman & Managing Director
Hindustan Aeronautics Limited
1511 , Cubbon Road
Bangalore 560 001

Shri. Bala Bharadvaj
Former Chief Managing Director
Boeing India Engineering & Technology Center
Lake View Building, Krishnappa Garden
C V Raman Nagar
Bengaluru 560 093

Agency Representative
Mrs. Vandana Aggarwal, IES
Former Senior Economic Adviser and
Member Secretary
Ministry of Civil Aviation
Rajiv Gandhi Bhavan, Safdarjung Airport
New Delhi 110 001

DG Nominee
Shri. Banmali Agarwala
President, Infrastructure, Defence & Aerospace
Tata Sons Pvt. Limited
OSHO. Plot No. 1534, New Link Road,
Opp. Esskay Resort, Borivali West Mumbai
Mumbai 400 103

Sister Laboratory
Dr. A K Srivastava
Director
CSIR-Advanced Materials and Processes
Research Institute
Hoshangabad Road
Bhopal - 462 026

Permanent Invitee
Shri. K Venkatasubramanian
Head, Central Planning Directorate
Council of Scientific & Industrial Research
Rafi Marg, New Delhi 110 001

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

Secretary
Dr M Manjuprasad
Head, KTMD, CSIR-NAL

Management Council

Chairman
Mr Jitendra J Jadhav
Director, CSIR-NAL

Members
Dr Arun Bandyopadhyay
Director
CSIR-IICB, Kolkata

Dr C M Manjunatha
Chief Scientist & Head, Structural Integrity Division

Mr R Venkatesh
Sr. Principal Scientist & Deputy Head, KTMD

Dr Shiv Narayan
Principal Scientist, Centre for Electromagnetics

Ms A Leela Shawani
Senior Scientist, NTAF

Mr C H Viswarapachari
Scientist, Advanced Composites Division

Mr Shijo K Francis, STO-2, C-CADD

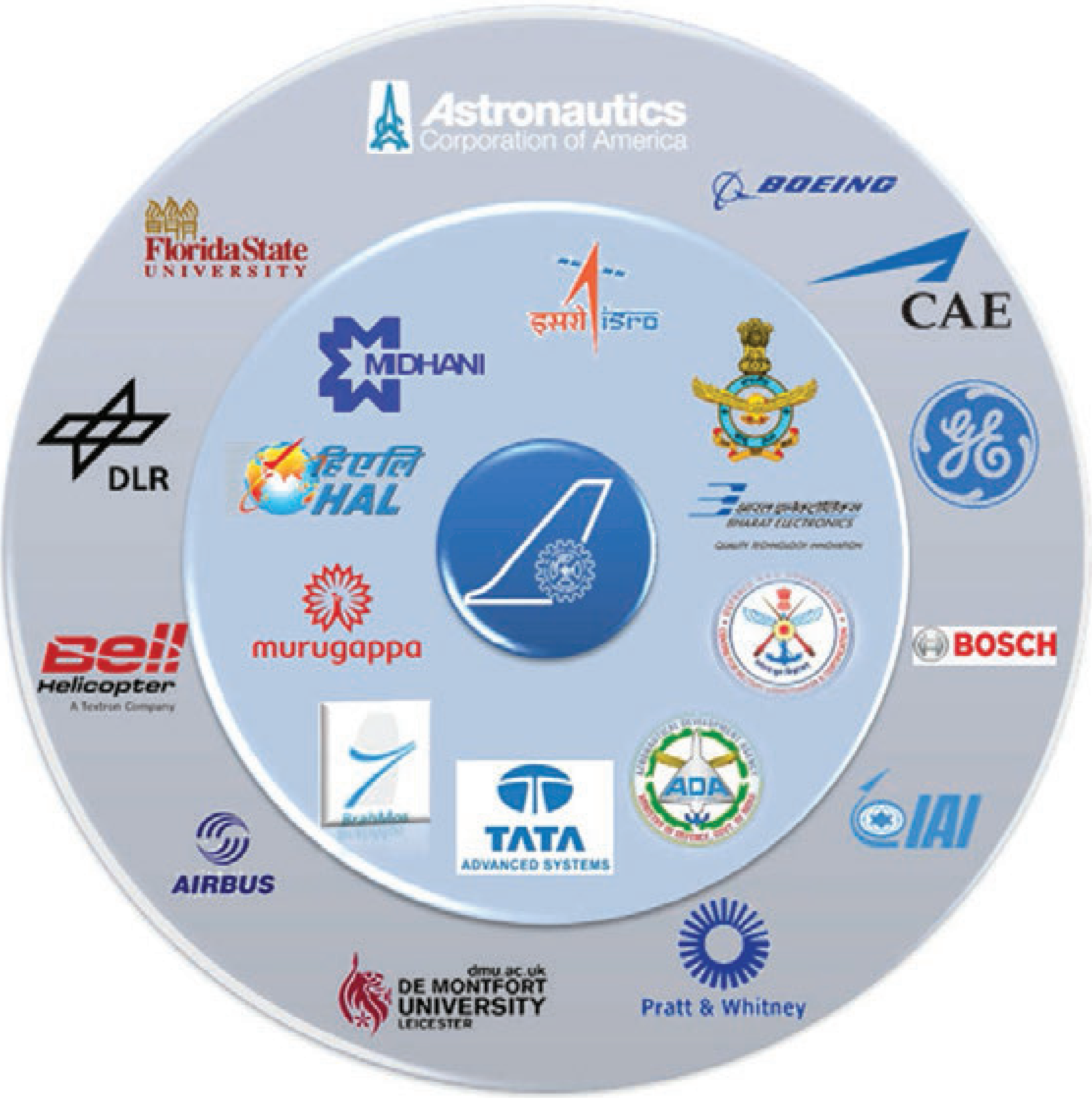
CoFA / F&AO

Member Secretary
Sr. CoA / CoA

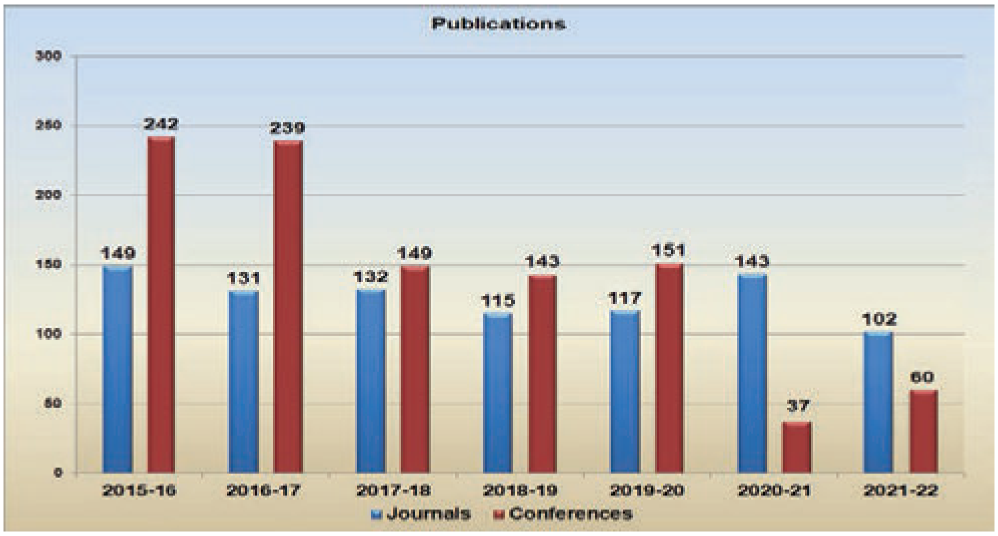
Major R&D Discipline

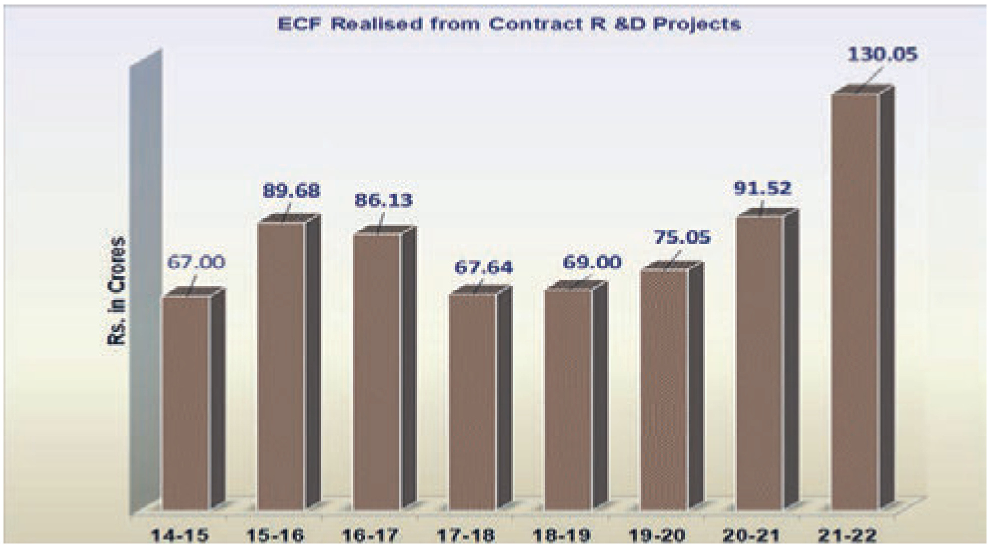
- Computational fluid dynamics
- Experimental aerodynamics
- National Trisonic Aerodynamic Facilities
- Flight mechanics and control
- Propulsion
- Composites
- Structural design, analysis and testing
- Structural dynamics and integrity
- Surface modification
- Aerospace materials
- Aerospace electronics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

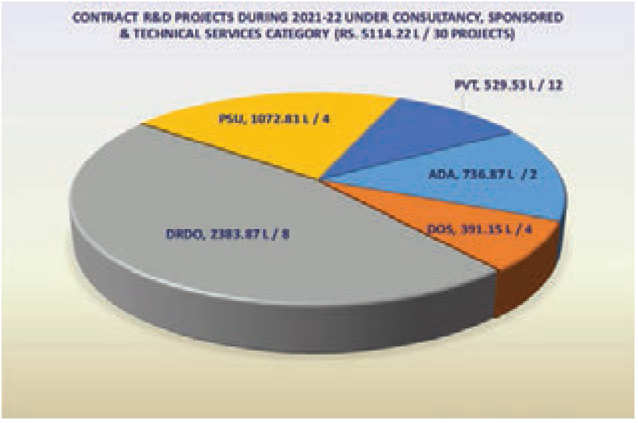
Collaborations and Interactions

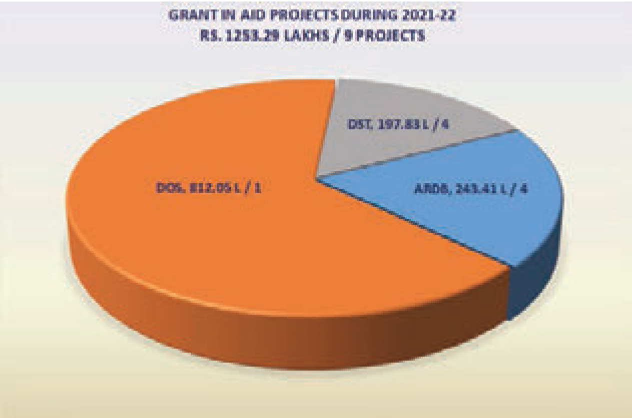


S&T Performance Indicators

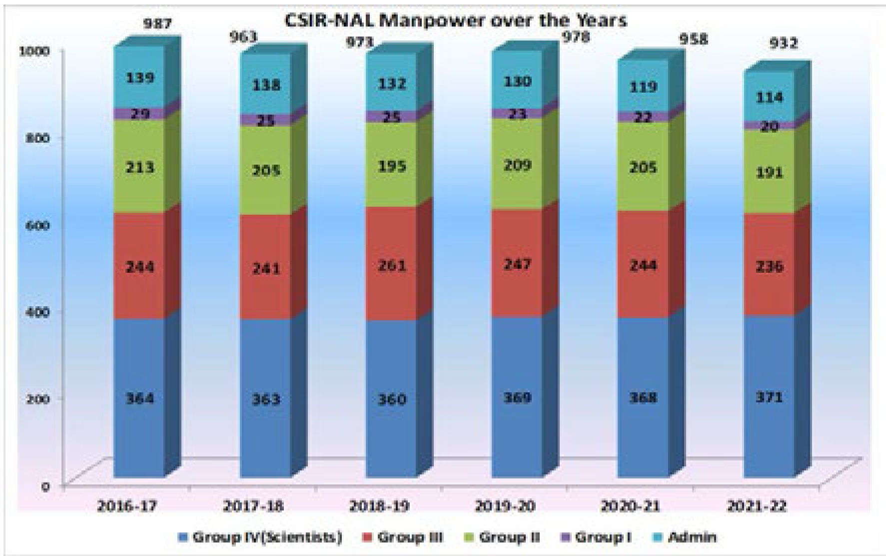


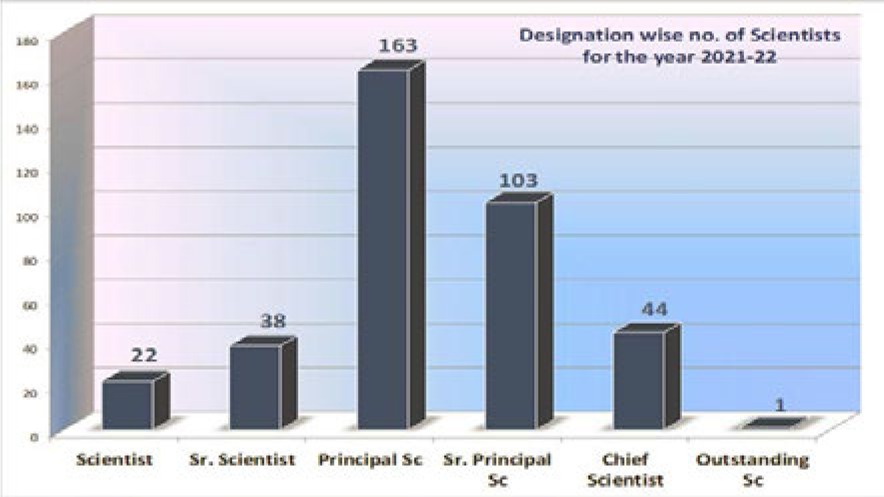


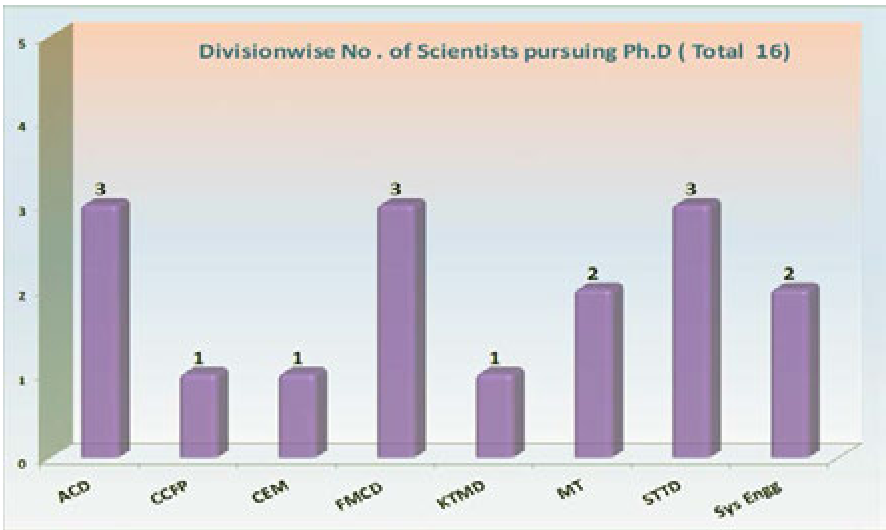




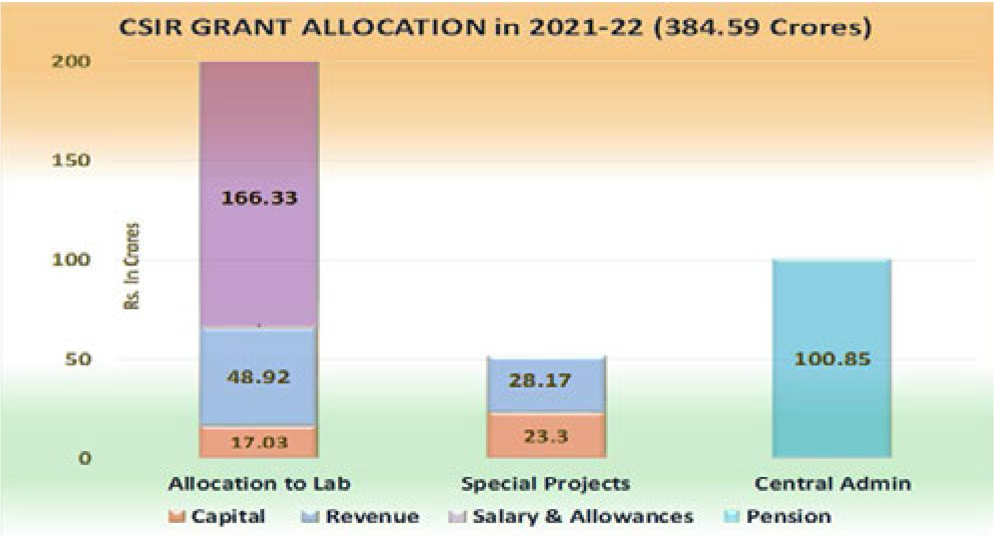
Human Resource Indicators

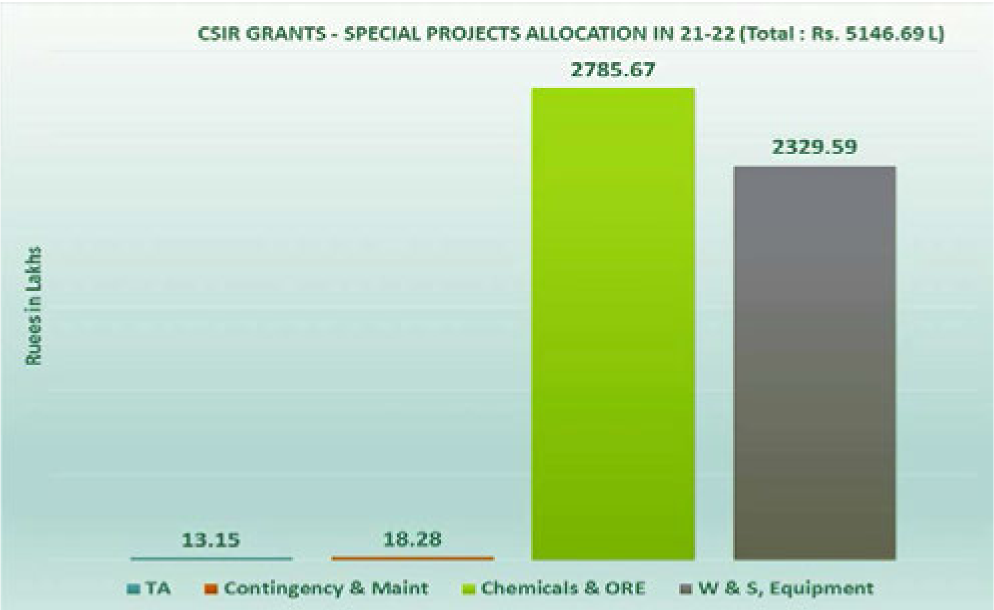






Financial Performance Indicators





CSIR-NAL @ Wings India 2022

Dignitary Visit at NAL Stall
Wings India 2022

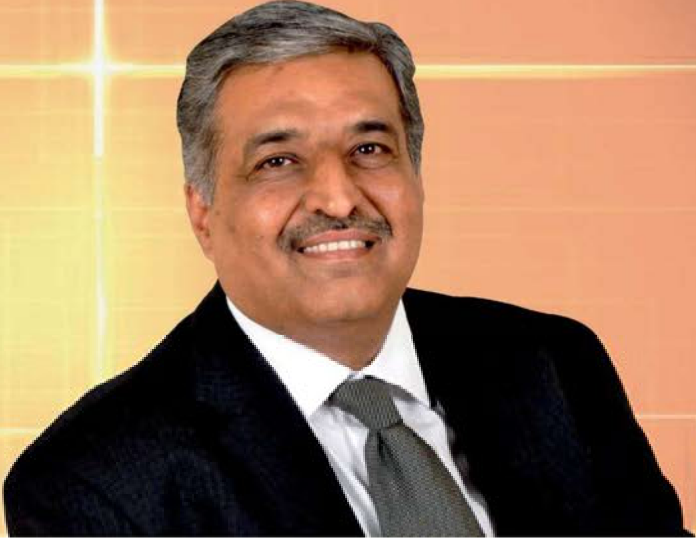
Visit of Hon'ble MoCA and Hon'ble Governor of Telangana

Dignitaries witnessing flying display from NAL Chalet

DG-MSS, DRDO

CMD-HAL, DG-CSIR, President-VIBHA, Director-NGRI

Visitors @ NAL Stall



निदेशक की रिपोर्ट

कोविड-19 महामारी के कारण वर्ष 2021-22 एक कठिन दौर रहा, जिसने दुनिया के साथ-साथ हमारे देश को भी प्रभावित किया। महामारी के दौरान हमारी प्रयोगशाला द्वारा सामना की गई चुनौतियों के बावजूद, मुझे यह कहते हुए गर्व हो रहा है कि सीएसआईआर-एनएएल ने देश के लिए वांतरिक्ष, सामरिक, स्वास्थ्य और सामाजिक क्षेत्रों में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के विकास में उल्लेखनीय योगदान दे रहा है। सभी स्तरों पर प्रयोगशाला के सामूहिक प्रयास ने उपलब्धियों और योगदानों को नई ऊंचाइयों पर पहुंचाया है।

हमारी प्रयोगशाला में पिछले वर्ष में कोविड-19 महामारी के कम करने में कामयाब होने पर, 31 मार्च 2022 को समाप्त वर्ष की सीएसआईआर-एनएएल की वार्षिक रिपोर्ट प्रस्तुत करना मेरे लिए सौभाग्य की बात है। विकसित प्रौद्योगिकियों और वांतरिक्ष, सामरिक, स्वास्थ्य और सामाजिक क्षेत्रों के विकास कार्य के संबंध में संस्थान द्वारा किए गए महत्वपूर्ण योगदान का सारांश रिपोर्ट में दिया गया है। मैं इस अवसर पर सीएसआईआर-एनएएल की पूरी टीम के प्रयास और योगदान के प्रति आभारी हूँ कि जिसके कारण यह रिपोर्ट उत्कृष्ट बन पाई है।

महत्वपूर्ण गतिविधियाँ

2021-22 के दौरान, प्रयोगशाला की गतिविधियों में हंस-3 (एनजी) वायुयान के टाइप प्रमाणन केलिए उड़ान परीक्षण, उच्च तुंगता प्लैटफार्म डिजाइन, बहु-कॉप्टर यूएवी प्रमाणन, सारस एमके ॥ की विस्तृत इंजीनियरिंग और डिजाइन आदि के क्षेत्रों में ध्यान रहें। सरस पीटी1एन, उच्च सारस एमके ॥ के लिए, विस्तृत डिजाइन कार्यों के साथ पोस्ट पीडीआर डिजाइन अध्ययन मुख्य रहें। सारस पीटी1एन वायुयान को उड़ान योग्यता मूल्यांकन प्लेटफॉर्म के रूप में बनाए रखा गया और वर्ष के बाद में, सरस एमके ॥ की अवधारणा के साथ स्वदेशी 'डिजिटल' ब्रेक मैनेजमेंट सिस्टम (बीएमएस) लागू किया गया और टैक्सी परीक्षण शुरू किए गए। नागर वायुयान अनुप्रयोगों के लिए कुशल ब्रेकिंग प्राप्त करने के लिए बीएमएस अत्यधिक मजबूत ब्रेक बई वायर (बीबीड़बल्यू) इलेक्ट्रो-हाइड्रोलिक ब्रेकिंग सिस्टम है (चित्र 1).

डीजीसीए से विशेष उड़ान अनुमति प्राप्त करने के उपरांत 3 सितंबर 2021 को हंसा-3 (एनजी) की पहली सफल उड़ान इस अवधि के दौरान की

चित्र-1 इंटीग्रेटेड एवियोनिक्स फ्लाइट कंट्रोल कंप्यूटर बीएमएस एप्लिकेशन के साथ होस्ट किया गया।

चित्र - 2 हंस-एनजी 3 सितंबर 2021 को पहली उड़ान।

चित्र - 3 विंग इंडिया 2022, हैदराबाद में हंसा-एनजी।

चित्र - 4 इंटीरियर कॉकपिट, केबिन और ईसीएस प्रणाली के साथ सारस एमके॥ फ्यूजलेज का भौतिक मॉक-अप।

प्रमुख उपलब्धि रही (चित्र 2)। 20 मिनट की इस उड़ान में हंसा-3 (एनजी) का पहला प्रोटोटाइप 4,000 फीट की अधिकतम ऊंचाई और 80 समुद्री मील की गति सफलतापूर्वक प्राप्त किया। इसके अलावा, वायुयान ने 19 फरवरी से **5** मार्च तक पुदुचेरी में समुद्र स्तर का परीक्षण सफलतापूर्वक पूरा किया। 19 फरवरी 2022 को वायुयान ने 155 किमी/घंटा की परिभ्रमण गति से डेढ़ घंटे में 140 समुद्री मील की दूरी को कवर करते हुए, पुदुचेरी के लिए उड़ान भरी।

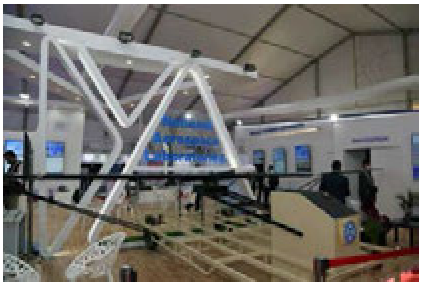
सीएसआईआर-एनएएल ने एशिया के सबसे बड़े नागरिक विमानन कार्यक्रम विंग्स इंडिया 2022 में सफलतापूर्वक भाग लिया। यह कार्यक्रम भारत सरकार के 'आत्मनिर्भर भारत' कार्यक्रम को आगे बढ़ाने हेतु उद्योगों और हितधारकों तक पहुंचने के लिए सीएसआईआर-एनएएल द्वारा लिया गया एक बड़ा कदम रहा। मार्च 2022 के दौरान विंग्स इंडिया (चित्र 3), हैदराबाद में हंसा-**3** **(**एनजी) मुख्य आकर्षण रहा। हैदराबाद आने-जाने के लिए 02 फेरी उड़ानों के अलावा छः (6) सफल प्रदर्शन उड़ानें भरीं। एविएशन शो के दौरान 10 वायुयान के क्रयादेश मिले हैं। इस वायुयान के लिए सीएसआईआर-एनएएल ने पहले ही 80 से अधिक इच्छा पत्र (एलओआई) उड़ान क्लबों से प्राप्त किया है। नियमिति उत्पादन सुविधा स्थापित करने के लिए निजी/सार्वजनिक उद्योग होने तक प्रारंभिक उत्पादन मौजूदा सुविधा में ही किया जाएगा।

विंग्स इंडिया 2022 में इंटीरियर, कॉकपिट, केबिन और ईसीएस सिस्टम के साथ सारस एमके ॥ फ्यूजलेज का प्रदर्शन किया गया (चित्र 4)।

इस प्रदर्शन ने बड़ी संख्या में दर्शकों के साथ-साथ व्यावसायिक आगंतुकों को भी आकर्षित किया और मुझे यह बताते हुए खुशी हो रही है कि आईसीएटीटी हेल्थ सॉल्यूशंस प्रा. लिमिटेड ने एयर एम्बुलेंस एप्लिकेशन हेतु सारस एमके ॥ के लिए इच्छा व्यक्त किया है। सारस एमके ॥ एक 19 सीट वाले लघु परिवहन वायुयान है जिसमें पैसेंजर ट्रांसपोर्ट, ट्रूप ट्रांसपोर्ट, VIP ट्रांसपोर्ट और केसवैक (एयर एम्बुलेंस) जैसी बहुमुखी क्षमताएं हैं। वायुयान को विशेष रूप से छोटे रनवे, गर्म और ऊंचे हवाई क्षेत्रों और टयर 1 और टयर 2 शहरों को जोड़ने के लिए सेमी-प्रीपेर रनवे से संचालन के लिए डिज़ाइन किया गया है। सारस एमके ॥ उन अद्वितीय वायुयानों में से एक हैं जहां दबावयुक्त केबिन, डिजिटल एंटीस्किड ब्रेकिंग, कैट ॥ लैंडिंग के साथ ऑटोपायलट, दो लीवर इंजन संचालन, लघु भार सामग्री आदि के माध्यम से अधिकतम लागत को ध्यान में रखते हुए परिचालन लाभ को अधिकतम किया जाता है। वर्ष के दौरान, सारस एमके ॥ के लिए उच्च तद्रूप सिमुलेटर, नृविज्ञान अध्ययन, प्रारंभिक डिजाइन समीक्षा, पवन सुरंग परीक्षण, इन-बोर्ड लेआउट, नैकेल डिज़ाइन, एफईएम संरचनात्मक विश्लेषण, सब सिस्टम साइजिंग, वजन अनुकूलन आदि पूरे किए गए। विस्तृत इंजीनियरिंग को देश में पहली बार निजी उद्योग को दिया गया तथा इस स्वदेशी डिजाइन और इंजीनियरिंग की पहल के परिणामस्वरूप एफई की बचत हुई। सुविधा प्रदान करने के तौर पर, एक ओएईटीबी (ओपन एयर इंजन टेस्ट बेड) को पुनः स्थापित किया गया। 3डी प्लेटफॉर्म, वर्चुअल रियलिटी, मॉडल आधारित इंजीनियरिंग, पीएलएम आदि जैसी नवीन डिजाइन इंजीनियरिंग का उपयोग डिजाइन और उत्पादन समय को कम करने के लिए किया गया।

प्रयोगशाला ने विंग्स इंडिया 2022 के सभी चार दिनों में एनएएल के बहु-कॉप्टरों - एनएएल-एग्री, एनएएल-मेड और एनएएल-जियोके सफल निर्माण का भी प्रदर्शन किया। ड्रोन द्वारा ले जाने वाले पेलोड में 10 किलो वजन का मेडिकल बॉक्स, 5 किलो वजन का अंडरस्लंग मैग्नेटोमीटर और मोटराइज्ड स्प्रेइंग नोजल के साथ 20 लीटर की क्षमता वाला कृषि कीटनाशक टैंक रहें (चित्र 5)। प्रदर्शन के दौरान उक्त प्रौद्योगिकी का हस्तांतरण उत्पादन, विपणन और बिक्री पर्यंत समर्थन के लिए चार (4) एमएसएमई को किया गया। एनएएल की टीम ने विंग्स इंडिया 2022 में पूरी तरह से कार्यात्मक सब-स्केल उच्च तुंगता प्लैटफार्म का भी सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया। एचएपी को 22 किमी की ऊंचाई पर और 90

चित्र - 5 विंग्स इंडिया 2022, हैदराबाद में ड्रोन



चित्र - 6 विंग्स इंडिया 2022, हैदराबाद में एचएपी डिस्प्ले ।

चित्र - 7 बेंगलुरु के बाहरी इलाके में कोविड -19 वैक्सीन की सुपुर्दगी। (ए) चंदपुरा पीएचसी से उड़ान भरें। (बी) हरगड्डे पीएचसी पर लैंडिंग।

दिनों तक की अवधि के लिए उड़ान भरने हेतु डिज़ाइन किया जा रहा है। यह उच्च निष्पादन, कम प्रमोचन लागत और पुन: प्रमोचन के लिए सुसज्जित होने के अतिरिक्त लचीलेपन के साथ "सूडो सैटिलैट" के रूप में एक आदर्श यान रहेगा। सब-स्केल एचएपी की उड़ान प्रदर्शन की योजना 2022 की दूसरी तिमाही के बनाई गई है और नियंत्रण के लिए उड़ान डेटा तथा समाकलन की समस्याओं के समाधान हेतु 3 किमी की क्रूज ऊंचाई पर इसके संचालित होने की उम्मीद है (चित्र 6) .

एनएएल के ऑक्टा-कॉप्टर ड्रोन द्वारा चंदापुरा पीएचसी से हरगड्डे पीएचसी तक तथा जम्मू से उप-जिला अस्पताल, MARH तक कोविड-19 वैक्सीन वितरण करते हुए सफल क्षेत्र प्रदर्शन रिपोर्टिंग अवधि में हुआ है (चित्र 8).

इस अवधि के दौरान, प्रयोगशाला ने कार्बन फाइबर प्रीप्रेग के स्वदेशी विकास और प्रमाणन के लिए मेसर्स भोर केमिकल्स, मुंबई के साथ भागीदारी की। निर्मित कार्बन एपॉक्सी प्रीप्रेग को इसके यांत्रिक गुणधर्मों के लिए पूरी तरह से अभिलक्षण किया गया। यह डेटा जनरेशन कार्य देश में वंतरिक्ष अनुप्रयोगों के लिए एक नया स्वदेशी सम्मिश्र प्रीप्रेग प्रणाली को योग्य बनाने की दिशा में प्रेरणादायक

चित्र - 8 अंतरराष्ट्रीय सीमा के पास कोविड-19 वैक्सीन की सुपुर्दगी। (ए) आईआईएम जम्मू से टेक-ऑफ (बी) एसडीएच, मढ़, जम्मू में टीके की सुपुर्दगी।

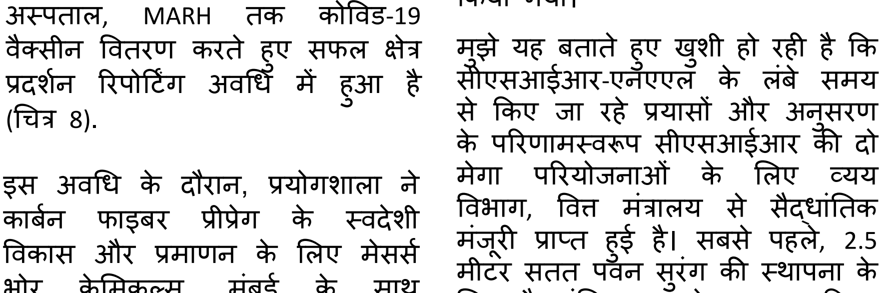
रहा। उत्पादन भागीदार टीएएसएल द्वारा एलसीए कार्य के लिए सम्मिश्र भागों की आपूर्ति की दिशा में, 40 शिपसेटों में से कुल 35 शिपसेटों को सफलतापूर्वक एचएएल को वितरित किया गया।

मुझे यह बताते हुए खुशी हो रही है कि सीएसआईआर-एनएएल के लंबे समय से किए जा रहे प्रयासों और अनुसरण के परिणामस्वरूप सीएसआईआर की दो मेगा परियोजनाओं के लिए व्यय विभाग, वित्त मंत्रालय से सैद्धांतिक मंजूरी प्राप्त हुई है। सबसे पहले, 2.5 मीटर सतत पवन सुरंग की स्थापना के लिए सैद्धांतिक अनुमोदन प्राप्त किया गया है और डीपीआर के लिए पूर्व-निवेश अध्ययन शुरू किया गया । दूसरा, सीएसआईआर को क्षेत्रीय परिवहन वायुयान की व्यवहार्यता रिपोर्ट और पीडीपी चरण के लिए सैद्धांतिक मंजूरी भी मिली है।

भारत सरकार के मिशन 'स्टार्ट अप इंडिया' के रूप में एयरोस्पेस स्टार्ट-अप के रूप में देश का प्रथम इनकुबेटर "माक 33.एयरो" स्थापित करना इस अवधि के दौरान हुई उल्लेखनीय उपलब्धि रही। टाटा ट्रस्ट द्वारा समर्थित सोशल अल्फा, राष्ट्रीय अनुसंधान विकास निगम और सीएसआईआर-राष्ट्रीय वांतरिक्ष प्रयोगशालाएं के साथ एक पहल है, ने 22 दिसंबर 2021 को माक 33. एयरो आरंभ किया। इनकुबेटर माक 33.एयरो वांतरिक्ष और संबद्ध इंजीनियरिंग में स्टार्ट-अप के पोषण के लिए सहायक इको-प्रणाली का विकास सीएसआईआर-एनएएल, बेंगलूरु परिसर में स्थित एक समर्पित अत्याधुनिक केंद्र में इस उद्देश्य से करेगा कि इसकी पहुँच भविष्य में नए भूगोल तक विस्तार हैं।

मुझे यह बताते हुए बहुत खुशी हो रही है कि सीएसआईआर-एनएएल ने वर्ष 2021-22 के दौरान 130 करोड़ रुपये की बाहरी नकद प्रवाह अर्जित करने के अपने इतिहास में ही पहला मील का पत्थर हासिल किया है। मैं एनएएल के सभी कर्मचारियों को पहली बार 100 करोड़ रुपये से अधिक ईसीएफ बनाने का इतिहास रचने के लिए बधाई देता हूं। वर्ष के दौरान, एनएएल ने दो (2) प्रौद्योगिकियों को पांच नए उद्योगों को हस्तांतरित किया है। इसके अलावा, वर्तमान टीओटी भागीदारों को आटोक्लेव प्रौद्योगिकी, दृष्टि ट्रांसमिसोमीटर आदि के लिए 28.46 करोड़ रुपये के कई क्रयादेश मिले हैं, जो किसी भी वित्तीय वर्ष में व्यावसायीकरण के उच्चतम क्रयादेशों में से एक है।

चित्र - 9 Mach33. एयरो का उद्घाटन।



Novo Star Management Systems Solutions India Pvt Ltd

CERTIFICATE

This is to certify that

COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH
NATIONAL AEROSPACE LABORATORIES
CSIR NATIONAL AEROSPACE LABORATORIES
PB NO.1779, VIMANAPURA POST OFFICE, HAL AIRPORT ROAD,
BENGALURU - 560 017, KARNATAKA, INDIA

Scope:

DESIGN, DEVELOPMENT, MANUFACTURE, TESTING AND QUALIFICATION OF AEROSPACE VEHICLES, COMPONENTS, SPIN OFF PRODUCTS AND TECHNOLOGIES.

AS 9100:2016

Certification Structure	Campus
Date of Initial Issue	August 27, 2021
Date of Re-issue	Not Applicable
Date of Certification Expiry	August 26, 2024

Director

चित्र - 10 एएस 9100:2016 सीएसआईआर-एनएएल के लिए प्रमाणन।

एक और उल्लेखनीय उपलब्धि में, सीएसआईआर-एनएएल, सीईएल और एचएएल ने आजादी के 75वें वर्षगांठ के अमृत महोत्सव के अवसर पर एचएएल, नई हेलीकॉप्टर सुविधा, तुमकुरु में स्वदेशी रूप से विकसित एनएएल की दृष्टि और विमानन मौसम निगरानी प्रणाली (एडब्ल्यूएमएस) की स्थापना के लिए त्रिपक्षीय समझौते पर हस्ताक्षर किए।

एक और महत्वपूर्ण उपलब्धि जिसका मैं उल्लेख करना चाहता हूं कि सीएसआईआर-एनएएल ने 27 अगस्त, 2021 को एएस 9100:2016 मानक के लिए मेसर्स नोवो स्टार मैनेजमेंट सिस्टम्स सल्यूशंस इंडिया प्राइवेट लिमिटेड द्वारा सफलतापूर्वक कार्यान्वित और प्रमाणित किया है (चित्र 10)। पूरी सीएसआईआर-एनएएल टीम को मेरी हार्दिक बधाई है।

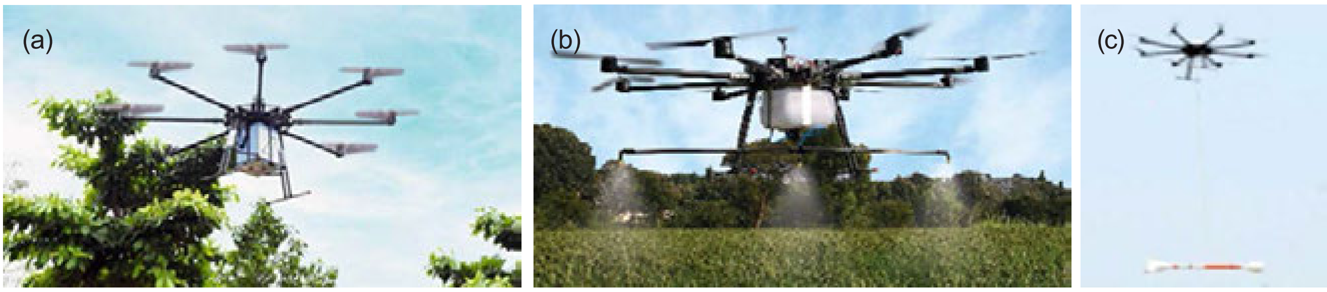
मेरी रिपोर्ट में निम्नलिखित श्रेणियों में नागरिक, सामरिक, स्वास्थ्य और सामाजिक दोनों क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान का सार प्रस्तुत किया गया है।.

नागरिक उड्डयन क्षेत्र में योगदान

वर्ष 2021-22 में, सीएसआईआर-एनएएल ने राष्ट्रीय वांतरिक्ष क्षेत्र के विकास को आगे बढ़ाने में अपना योगदान जारी रखा। टीम सीएसआईआर-एनएएल ने सरकार के राष्ट्रीय मिशन 'आत्मनिर्भर भारत' की दिशा में उन्नत विषयों एवं प्रौद्योगिकियों और उत्पादों को वितरित करने पर ध्यान केंद्रित करते हुए एक उच्च-प्रौद्योगिकी उन्मुख संस्थान के रूप में संगठन का निर्माण जारी रखा है। सितंबर 2021 में हंसा-3 (एनजी) की पहली सफल उड़ान एक प्रमुख उपलब्धि रही है। इस अवधि के दौरान, ग्लास कॉकपिट, बेहतर वायुयान निष्पादन के लिए उन्नत ईंधन कुशल रोटैक्स 912iSc इंजन (परिष्कृत सीमा एवं सहनशक्ति), अनुकूलित एयरफ्रेम, विद्युत संचालित फ्लैप, आईएफआर अनुपालन, बेहतर कॉकपिट प्रवेश-निकास, बेहतर इंटीरियर, एर्गोनॉमिक्स और बाहरी फिनिश जैसे सुधारों के साथ हंस-एनजी वायुयान के अभिकल्प एवं प्रमाणन की दिशा में महत्वपूर्ण प्रयास किए गए। स्टीयरबल नोज़ व्हील भी जल्द ही लागू किया जाएगा। NMG के विकास में वायुयान के टूलींग, निर्माण, संयोजन और श्रृंखला उत्पादन के समाधान शामिल है। इन विकासों का उद्देश्य श्रृंखला उत्पादन के विनिर्माण आवश्यकताओं को आसान बनाना है। पंख, फ्यूजलेज, वर्टिकल फिन, हॉरिजॉन्टल स्टेबलाइजर और मेन लैंडिंग गियर (एमएलजी) के संरचनात्मक परीक्षण किए गए। संरचनात्मक परीक्षण नमूनों पर अभिकल्प सीमा भार परीक्षण और अंतिम भार परीक्षण (पंख को छोड़कर) सफलतापूर्वक पूरे किए गए। मुख्य लैंडिंग गियर पर लिमिट और रिजर्व एनर्जी ड्रॉप परीक्षण के साथ-साथ स्टैटिक स्ट्रेंथ परीक्षण भी किया गया। स्वदेशी एलआरयू जैसे इंजन मॉनिटरन डिस्प्ले यूनिट (ईएमडीयू) और एनएवी/सीओएम का विकास प्रगति पर है और हंस-एनजी वायुयान में स्थापित करने हेतु डीजीसीए द्वारा प्रमाणन अगस्त 2022 तक अपेक्षित है।

चित्र-11 सारस एमके॥ वायुयान।

सरस एमके-॥ अभिकल्प गतिविधियों की प्रगति अच्छी है और जनवरी 2021 में पोस्ट पीडीआर बैठक आयोजित की गई थी। वायुगतिकी विन्यास (चित्र-11), लेआउट अध्ययन, सीएफडी अध्ययन, पवन सुरंग परीक्षण और सिम्युलेटर में 6 डीओएफ मॉडल का मूल्यांकन पूरा हो गया है। पर्याप्त डेटा प्राप्त करने के लिए 1:20वें स्केल के मॉडल और 1:6वें स्केल के मॉडल पर पवन सुरंग परीक्षण किए गए। सरस एमके ॥ के विस्तृत अभिकल्प एवं अभियांत्रिकी के संबंध में, लैंडिंग गियर का प्रारंभिक अभिकल्प किया गया और ड्युयल स्टेज शॉक अबसर्बर के साथ एमएलजी के लिए आर्टिकुलेटेड अभिविन्यास और एनएलजी के लिए टेलेस्कोपिक अभिविन्यास का विस्तृत अभिकल्प प्रगति पर है। ब्रेक और व्हील्स में प्राप्त उपलब्धि डेल्टा-पीडीआर की सफलता और सीडीआर की तैयारी है। ईसीएस प्रणाली में हासिल की गई उपलब्धियों में ईसीएस नियंत्रण प्रणाली के स्वदेशी विकास की शुरुआत, पूरी तरह से डिजिटल सीपीसीएस प्रणाली की पहचान जो वाणिज्यिक रूप से ऑफ-द-शेल्फ (सीओटीएस) उपकरण है और विभिन्न विफलता अध्ययन किए गए और न्यूनतम आवश्यक फ्रेश एयर फ्लो रेट शामिल हैं। सीएसआईआर-एनएएल ने देश में पहली बार सिविल एयरक्राफ्ट एप्लीकेशन के लिए स्वदेशी डिजिटल ब्रेक मैनेजमेंट सिस्टम (डीबीएमएस) का सफलतापूर्वक विकास और परीक्षण किया है। सारस पीटी1एन पर बीएमएस सॉफ्टवेयर संस्करण 2.0, 2.1 और 2.3 का सफल एकीकरण और प्रदर्शन किया गया। जनवरी 2022 में एक विशेषज्ञ अभिकल्प समीक्षा



चित्र-12 एनएएल ऑक्टा-काप्टरों का अभिविन्यास (क) ऑक्टा-मेड (b) ऑक्टा-अग्रि (c) ऑक्टा-जियो।

उप-समिति द्वारा संपूर्ण एयरफ्रेम के अभिकल्प की व्यापक समीक्षा की गई और इसे विस्तृत अभिकल्प के लिए मंजूरी दी गई। ईसीएस, सीपीसीएस, एलएसएस और डी-आइस सिस्टम के लिए सिस्टम आवश्यकताएं, विनिर्देश, सिस्टम आर्किटेक्चर, निष्पादन विश्लेषण, कार्यान्वयन लेआउट अध्ययन पूरा किया गया। इन्हें सार्वजनिक/निजी उद्योगों में टयर-2 आपूर्तिकर्ताओं के रूप में विकसित किया जा रहा है। तनाव विश्लेषण के लिए यांत्रिक उड़ान नियंत्रण प्रणाली के लगभग 300 विस्तृत अभिकल्प आरेख तैयार किए गए। स्वदेशी विकास की दिशा में, प्रयोगशाला ने डिजिटल नियंत्रण और उन्नत सेंसर के साथ प्राथमिक विद्युत वितरण प्रणाली (पीपीडीएस) को सफलतापूर्वक अभिकल्प किया। इंटीग्रेटेड एवियोनिक्स एंड फ्लाइट कंट्रोल कंप्यूटर (IAFCC) ऑटोपायलट, फ्लाइट डायरेक्टर, स्टॉल वार्निंग एंड प्रोटेक्शन सिस्टम (SPS), BMS, ECS, USMS और सेंट्रल मेंटेनेंस कंप्यूटिंग (CMC) फंक्शन को होस्ट करता है। IAFCC के ऑटोपायलट (AP) और फ्लाइट डायरेक्टर (FD) कार्यात्मकताओं को IFR और VFR संचालन हेतु प्रमाणित होने और CAT II अनुपालन प्रदान करने के लिए अभिकल्प किया गया है।

एनएएल में वायुयान प्रोटोटाइप निर्माण सुविधा ने वायुयान संघटक, मेटल टूलिंग, विंड टनल मॉडल, विभिन्न सब-असेंबली और असेंबली जिग्स का स्वदेशी निर्माण किया है। पूर्ण प्रमुख परियोजनाओं में हंस-एनजी वायुयान के लिए धातु के घटकों का व्यापक निर्माण शामिल है, जिसमें सब-असेंबली और असेंबली जिग्स, फिक्स्चर, टूलिंग के अलावा 5000 से अधिक हवाई घटकों का निर्माण किया गया है। इसके अतिरिक्त, सिमुलेटर के लिए सारस वायुयान कार्यक्रम, इंजन टेस्ट बेड, थ्रॉटल क्वाड्रेंट बॉक्स असेंबली, आर्टिफिशियल फील यूनिट, फ्यूजलेज इंटीरियर आदि से संबंधित घटकों को पूरा किया है।

एनएएल के यूएवी प्रभाग ने एनएएल ऑक्टा-कॉप्टर ड्रोन को एक उत्पाद का रूप देने पर ध्यान केंद्रित किया है। इन ड्रोनों को सामाजिक जरूरतों के लिए कई अनुप्रयोगों के अनुरूप तैयार किया गया है। एनएएल ऑक्टा-कॉप्टर ड्रोन 20 मिनट की अवधि के लिए 20 किलोग्राम का पेलोड ले जाने में सक्षम है। तथापि, लंबी अवधि के अनुप्रयोगों के लिए पेलोड उपयुक्त रूप से कम हो गया है। परिकल्पित तीन अनुप्रयोग: (क) आपातकालीन चिकित्सा/वैक्सीन वितरण (ख) कृषि छिड़काव एवं (ग) भूभौतिकीय सर्वेक्षण है। ऑटोपायलट नियंत्रण विधि के मॉडल आधारित अभिकल्प रोबोस्ट नियंत्रक की ओर ध्यानाकर्षित कर रहा है। इसने ऑक्टा-कॉप्टर को अलग-अलग अनुप्रयोगों के अनुकूल होने में सक्षम बनाया है। ऑक्टा-कॉप्टर को तीन अलग-अलग पेलोड के साथ उड़ान भरते हुए दिखाया है (चित्र-12)। एनएएल ऑक्टाकॉप्टर को आपात स्थिति में भोजन, डाक पैकेट, मानव अंग आदि जैसे आपात्कालीन सुपुर्दगी के लिए भी अभिविन्यास किया जा सकता है।

दृष्टि ट्रांसमिसोमीटर और ऑटोमेटेड वेदर ऑब्जर्विंग सिस्टम कई वर्षों से हमारे देश की सेवा में हैं। एक सौ से अधिक दृष्टि ट्रांसमिसोमीटर और पांच ऑटोमेटेड वेदर ऑब्जर्विंग स्टेशन भारत के कई अंतरराष्ट्रीय नागरिक हवाई अड्डों और भारतीय वायु सेना के हवाई क्षेत्रों में अपना निष्पादन प्रदर्शित कर रहे हैं। अत्याधुनिक स्वदेशी ऑगमेंटेड वेदर ऑब्जर्विंग सिस्टम, NAviMet (नेशनल एयरोस्पेस लेबोरेटरीज एविएशन मीटिऑरालाजिकल) सिस्टम (चित्र-13) में दिखाया गया है।

सामरिक क्षेत्र में योगदान

सामरिक क्षेत्र में स्वदेशी विकास को आगे बढ़ाने के अलावा, इस क्षेत्र के प्रमुख राष्ट्रीय कार्यक्रमों में एनएएल के महत्वपूर्ण योगदान ने सामरिक क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने और अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों और सेवाओं के आयात में होने वाले व्यय को बचाने में सक्षम बनाया है। सीएसआईआर-एनएएल की राष्ट्रीय ट्राइसोनिक वायुगतिकीय सुविधा ने वर्ष के दौरान 1.2 मीटर पवन सुरंग में 868 ब्लोडाउन और 0.6 मीटर पवन सुरंग में 610 ब्लोडाउन पूरे किए हैं। सुविधा के प्रमुख उपयोगकर्ता डीआरडीओ/एडीए, इसरो और सीएसआईआर-एनएएल थे। वर्ष के दौरान एनएएल ने 1.2 मीटर सुरंग के 55 वर्षीय डब्ल्यूएडी की जगह नए वाइड-एंगल डिफ्यूज़र (डब्ल्यूएडी) को सफलतापूर्वक स्थापित किया है। घटक के आकार और आवश्यक सुरंग एक्सिस अलाइनमेंट के कारण स्थापना कार्य अत्यंत चुनौतीपूर्ण रहा।

चित्र-13 नेविमेट-देशीय एडब्ल्यूओएस।

सीएसआईआर-एनएएल ने एलसीए-तेजस कार्यक्रम को अपना समर्थन जारी रखा है। उन्नत सम्मिश्रण प्रभाग (एसीडी)-एनएएल ने एलसीए कार्यक्रम के लिए समग्र संरचनाओं के अभिकल्प, संविरचना और अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्रों में योगदान देना जारी रखा है। जैसा कि रिपोर्ट की प्रमुख विशेषताओं में बताया गया है, एनएएल के प्रोडक्शन पार्टनर टीएएसएल द्वारा एचएएल को 40 जहाजों में से कुल 35 जहाजों की सुपुर्दगी की गई है। प्रयोगशाला महत्वपूर्ण अभिकल्प समीक्षा (सीडीआर) की दिशा में एलसीए एएफ एमके-2 रडोम के ईएम अभिकल्प एवं निष्पादन विश्लेषण में सक्रिय रूप से शामिल है। नियंत्रण विधि के विकास के तहत सिंगल सीटर और प्रशिक्षण वायुयान के एलसीए नियंत्रण विधि (सीएलएडब्ल्यू) के लिए यूनिफाइड वर्शन का अभिकल्प सफलतापूर्वक पूरा किया गया और कार्यरूप में लाया गया। एलसीए नौसेना वायुयानों पर स्वचालित टेक-ऑफ और लैंडिंग (एटीओएल) गतिविधियों की दिशा में, एटीओएल प्रदर्शन का पूर्ण नियंत्रक और मोड ट्रांजिशन लॉजिक का विकास, डीईएलएस में कार्यान्वयन और पायलट मूल्यांकन कार्य सफलतापूर्वक पूरा किया गया और कार्यरूप में लाया गया।

स्टेल्थ प्रौद्योगिकी के योगदानों में एक बहुस्तरीय एफएसएस-आधारित RASORBER को आउट-ऑफ-बैंड अवशोषण से जुड़े बैंड के भीतर एक ट्रांसमिशन विशेषता के साथ अभिकल्प किया गया। एफएसएस-आधारित RASORBER ने एक्स-बैंड में संचरण विशेषताओं और एस-बैंड से एक्स-बैंड तक अवशोषण विशेषताओं को -10 डीबी रिटर्न लॉस के साथ दिखाया है। सीएसआईआर-एनएएल को स्टेल्थ पदार्थ विकास के समन्वयक केंद्र के रूप में मान्यता दी गई है। सीएसआईआर-आईएमएमटी, भुवनेश्वर के सहयोग से एक नए मोनोलिथिक आरएएस तकनीक का विकास किया है। प्रयोगशाला ने बहुत अच्छे EM अवशोषण गुणों के साथ अदृश्य के नाम से RAM पेंट का विकास किया है। यह रडार अवशोषित पेंट क्षेत्र में घुमावदार सतह पर 10 डीबी आरसीएस कमी प्रदान करता है। विकसित RAM पेंट ने सभी पर्यावरण और संरचनात्मक परीक्षण पास किया है।

इसके अलावा सामरिक क्षेत्र के योगदानों में आईएएफ वायुयान कार्यक्रम के लिए जीवीटी आधारित फ्लटर विश्लेषण और स्टोर पृथक्करण अध्ययन किया गया। भारतीय वायुसेना के सैन्य परिवहन वायुयानों पर कुल कैलेंडर जीवन (टीसीएल) विस्तार अध्ययन की दिशा में पहले कदम के रूप में, आईएएफ द्वारा उपलब्ध कराए गए आंकड़ों पर डिफेक्टेशन विश्लेषण किया गया। विफलता विश्लेषण और दुर्घटना जांच पिछले साढ़े चार दशकों से सीएसआईआर-एनएएल के पदार्थ विज्ञान प्रभाग की एक सतत गतिविधि है और इस गतिविधि को भारतीय वांतरिक्ष संगठनों की जरूरतों को पूरा करने के लिए अभिकल्प किया गया है। वर्ष 2021-22 के दौरान, रक्षा वायुयानों के लिए उपयोग किए जाने वाले वायुयान, हेलीकॉप्टर और भू-उपकरणों की घटनाओं/दुर्घटनाओं से संबंधित उनतीस जांचों को भारतीय वायुसेना, एचएएल और एमओसीए जैसे विभिन्न संगठनों द्वारा जांच के लिए प्रयोगशाला में भेजा गया था। इनमें से अधिकांश जांचों में, विफलताओं के प्राथमिक कारणों की पहचान की गई और प्रत्येक जांच के बाद, भविष्य में इसी तरह की घटनाओं/दुर्घटनाओं की रोकथाम के लिए समाधान सुझाए गए।

सामरिक क्षेत्र के स्वदेशी प्रौद्योगिकी के योगदानों में 50 एन थ्रस्ट के माइक्रो गैस टर्बाइन (एमजीटी) इंजन का स्वदेशी रूप से अभिकल्प कर विकसित किया गया, जैसा कि (चित्र-14) में दिखाया गया है। इंजन मास फ्लो दर लगभग 0.25 किग्रा/सेकेंड और एक्सास्ट गैस तापमान लगभग 820 K है। इंजन का उद्देश्य उच्च गतिक यूएवी और लायटरिंग म्यूनिशनों को शक्तिशाली बनाना है। एमजीटी का परीक्षण 100,000 आरपीएम तक किया गया, जो लगभग 53 एन (चित्र-16 पृष्ठ 28) थ्रस्ट उत्पन्न करता है। जेट ए1 फ्यूल और ल्यूब ऑयल के मिश्रण के प्रयोग से इंजन को इंटरनल बेयरिंग लुब्रिकेशन सर्किट के साथ चलाया गया। इंजन के महत्वपूर्ण घटकों का निर्माण एडिटिव

चित्र-14 समेकित एमजीटी

मैन्युफैक्चरिंग के माध्यम से किया जाता है। प्रयोगशाला ने वेंकेल रोटरी दहन इंजन (डब्ल्यूआरसीई) के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास किया है जिसमें थर्मल स्प्रेइंग प्रक्रिया द्वारा डब्लूआरसीई के ट्रोकोइड हाउसिंग और साइड हाउसिंग के लिए बेहतर वेयर रेसिस्टेंस के प्रतिरोध कोटिंग्स, डब्ल्यूआरसीई के स्वास्थ्य प्रबंधन हेतु एक विधि का विकास, WRCE के लिए इंजन रव विश्लेषण एवं घटाव और स्टार्टिंग सिस्टम पर अनुसंधान अध्ययन शामिल हैं।

अंतरिक्ष कार्यक्रमों में योगदान

पिछले साढ़े तीन दशकों से सीएसआईआर-एनएएल अपनी ध्वानिक परीक्षण सुविधा (एटीएफ) द्वारा भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों में अपना समर्थन दे रहा है। इस वर्ष के दौरान, एटीएफ ने क्रू एस्केप सिस्टम डेमान्स्ट्रेशन कार्यक्रम के रूप में टेस्ट वेहिकल बेस श्राउड (चित्र-15) की ध्वानिक योग्यता पूरी कर ली है। इंस्ट्रुमेंटेशन डेक के साथ लघु उपग्रह प्रक्षेपण यान (एसएसएलवी) के इंटर-स्टेज एस2वी को भी डेक पर लगे संवेदनशील पैकेजों में वाइब्रेशन इनपुट को कम करने के लिए डेक में कुछ अभिकल्प परिवर्तन किए जाने के बाद पुन:योग्य बनाया गया। एटीएफ ने उड़ान के दौरान ध्वानिक स्पेक्ट्रम के मापन हेतु प्रयोग किए जाने वाले ध्वानिक सेंसर को माउंट करने के लिए प्रमोचन यान स्टेजों के अंदर प्रयोग किए गए ब्रैकेट पर भी विस्तृत अध्ययन किया।

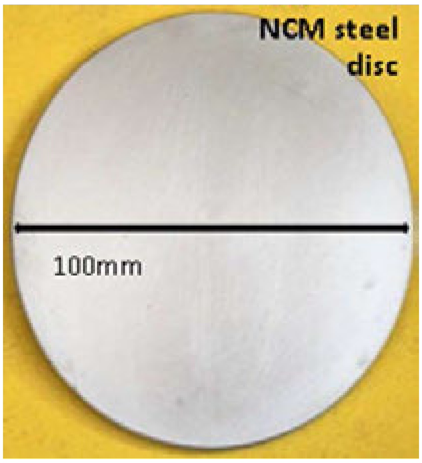
इसके अलावा, एनएएल की 1.2 मीटर पवन सुरंग में प्रारूपिक गगनयान असेंट यान के स्केलड मॉडल पर बल एवं आघूर्ण मापन किए गए। चूंकि यह एक मानव रेटेड कार्यक्रम है, इसलिए डेटा कंसिस्टेंसि और रिपीटबिलिटी को सत्यापित करने हेतु विभिन्न पवन

चित्र-15 टेस्ट बेस श्रौड (ऊपरी + नीचली).

सुरंगों में समान विन्यास का परीक्षण करने की योजना बनाई गई। अन्य विदेशी सुरंग की तुलना में सीएसआईआर-एनएएल के 1.2 मीटर सुरंग की डेटा काफी अच्छी थी। संरचनात्मक प्रौद्योगिकी प्रभाग में, ट्रांसोनिक से सुपरसोनिक तक यान की सुरक्षित उड़ान सुनिश्चित करने हेतु ट्रांसोनिक एयरोएलास्टिक से यान के अभिकल्प को प्रयोगात्मक रूप से सही बनाने के लिए विभिन्न कॉन्फ़िगरेशन में प्रमोचन यान के एयरोएलास्टिक क्लियरेंस पर एक परियोजना। पहले चरण में, टीम ने 'गगनयान-टेस्ट वेहिकल' कॉन्फ़िगरेशन के 1:30 स्केलड एयरो-मैकेनिकली सिम्युलेटेड एयरोएलास्टिक मॉडल का अभिकल्प, संविरचना, इंस्ट्रुमेंटेशन, ग्राउंड और विंड टनल टेस्टिंग को सफलतापूर्वक पूरा कर लिया है और डायनामिक बेंडिंग मोमेंट डिस्ट्रिब्यूशन में यान पर ट्रांसोनिक बुफे का अनुमान लगाया है।

विशेष पदार्थों एवं लेपनों में योगदान

सीएसआईआर-एनएएल ने विशेष सामग्रियों एवं लेपनों के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। वर्ष की उपलब्धियां वास्तव में उल्लेखनीय रही हैं। 2021-22 के दौरान, 200 ± 20 डिग्री सेल्सियस के लक्षित ऑस्टेनाइट फिनिश (एएफ) तापमान के साथ NiTiPd उच्च तापमान SMA तारों को बनाने के लिए प्रक्रिया पद्धति के विकास के लिए अनुसंधान एवं विकास



चित्र-16 ट्राइवलेंट क्रोम पैसिवेटेड Zn-Ni कोटेड NCM स्टील डिस्क।

कार्य किया गया। निर्माण प्रक्रिया में हॉट वर्किंग, कोल्ड वायर ड्राइंग, इंटरमीडिएट एनीलिंग और शेप मेमोरी हीट ट्रीटमेंट शामिल थे। विकास कार्य में मेसर्स जनरल इलेक्ट्रिक इंडिया इंडस्ट्रियल प्राइवेट लिमिटड ने धनराशि की सहायता की। 250 μm व्यास के NiTiPd SMA तारों को मल्टी-स्टेप हॉट रोलिंग और कोल्ड वायर ड्राइंग ऑपरेशंस का उपयोग करके इंटर-पास एनीलिंग के साथ उपयुक्त चरणों में सफलतापूर्वक संसाधित किया गया। सीएसआईआर-एनएएल में कार्बन फाइबर के साथ-साथ सीएफ/एसआईसी कंपोजिट के प्रसंस्करण के लिए प्रौद्योगिकियां हैं। सीएसआईआर-एनएएल के अपने वायुयान कार्यक्रमों में सीएफ/एसआईसी ब्रेक डिस्क के विकास के लिए इन स्वदेशी प्रौद्योगिकियों का उपयोग किया गया। CVI के माध्यम से विभिन्न फाइबर आर्किटेक्चर (3D और नॉन -वुवेन) के साथ वांतरिक्ष ग्रेड के कार्बन फाइबर के 3D-Cf/SiC डिस्क (स्टेटर और रोटर) बनाए जाते हैं। डायनेमोमीटर परीक्षण आरसीआई, हैदराबाद में आयोजित किए गए और पता चला कि घर्षण के कम गुणांक के साथ डिस्क परीक्षण स्थिति सहन कर सकता है।

एक अम्लीय इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करके (Ni:11-16wt%) सीडी का पर्यावरण अनुकूल प्रतिस्थापन के रूप में Zn-Ni प्लेटिंग विकसित किया गया। लेपन के संक्षारण प्रतिरोध को त्रिसंयोजक क्रोम निष्क्रियता के साथ बढ़ाया गया। सुरक्षात्मक लेपन को 11±2 μm की मोटाई के साथ एनसीएम स्टील पर विकसित किया गया। एक 40 लीटर की प्लेटिंग सुविधा स्थापित की गई थी और डिस्क, 'एस' आकार के नमूने, शीट के नमूने आदि पर प्लेटिंग परीक्षण किए गए। प्लेटेड नमूनों (चित्र 16) ने आसंजन, संघटन, मोटाई, चिकनाई के संदर्भ में एएमएस 2417 मानक के अनुसार घर्षण, संक्षारण प्रतिरोध, तन्य शक्ति, थकान शक्ति और हाइड्रोजन उत्सर्जन परीक्षण का गुणांक योग्यता प्राप्त की है। एक उत्पादन स्तर की सुविधा स्थापित की गई और CEMILAC प्रमाणन हो रहा है।

ऑटोमोबाइल अनुप्रयोग के लिए नैरोबैंड ऑक्सीजन सेंसर का स्वदेशी विकास: भारत ने कार्बन फुटप्रिंट दायित्वों के कारण भारत स्टेज (बीएस) IV से बीएस VI उत्सर्जन मानदंडों तक छलांग लगाने की आवश्यकता महसूस की। बड़ी छलांग को साकार करने के लिए वाहनों में ऑक्सीजन और NOx सेंसर लगाना अनिवार्य होने वाला है। यह सेंसर सिरेमिक पैकेजिंग प्रौद्योगिकी पर आधारित हैं और एल्युमिना और जिरकोनिया ग्रीन टेप जिन्हें ऑक्सीजन और NOx सेंसिंग घटकों के रूप में पैकेज में गढ़ा जाता है। सभी ऑक्सीजन और NOx सेंसर वर्तमान में देश में आयात किए जाते हैं। सीएसआईआर-एनएएल ने मेसर्स इलेक्ट्रॉनिक्स प्राइवेट लिमिटेड के सहयोग से ऑक्सीजन और Nox सेंसिंग तत्वों के स्वदेशी विकास की शुरुआत की है। सीएसआईआर-एनएएल का ने नैरोबैंड ऑक्सीजन सेंसर का डिजाइन और निर्माण किया है जो ~14.0/15.0:1 के बीच वायु/ईंधन अनुपात को माप सकता है। संविरचित ऑक्सीजन सेंसर ने वाणिज्यिक ऑक्सीजन सेंसर के समतुल्य निष्पादन किया है और इसे वाहन इंजन नियंत्रण इकाइयों (चित्र 17) के साथ संगत पाया गया है।

अ-वि निष्पादन संसूचक एवं प्रौद्योगिकी लाइसेंसिंग

वर्ष के दौरान प्रयोगशाला के अनुसंधान एवं विकास निष्पादन संसूचक उल्लेखनीय हैं। सीएसआईआर-एनएएल ने वित्तीय वर्ष 2021-22 के दौरान बाहरी अभिकरणों से 51.14 करोड़, 12.53 करोड रूपये की 9 सहायता अनुदान प्राप्त परियोजनाएं प्राप्त की। एनएएल का बाह्य नकदी प्रवाह रु. 130.05

चित्र-17 नैरोबैंड ऑक्सिजन सेंसर।

करोड़ था, जो एनएएल के इतिहास में अब तक का सबसे अधिक। इस वर्ष कुल 283.74 करोड़ रुपये के सीएसआईआर अनुदान (100.85 करोड़ रुपये के केंद्रीय प्रशासन अनुदान को छोड़कर) सीएसआईआर द्वारा प्रयोगशाला को आवंटित किया गया था और इस प्रकार ईसीएफ आय भारी 46% है। मुझे यह बताते हुए खुशी हो रही है कि कुल एलआरएफ रु. वर्ष 2021-22 के लिए 75.56 करोड़ हैं। इस प्रकार एनएएल आत्मनिर्भरता की दिशा में सीएसआईआर लक्ष्य को साकार करने में अग्रसर हो रहा है।

वर्ष के दौरान, एनएएल ने पांच उद्योगों को दो प्रौद्योगिकियों का लाइसेंस दिया है। प्रमुख टीओटी में एनएएल के मल्टी-कॉपर ड्रोन को 4 एमएसएमई अर्थात् (ए) मैजिकमायना, कोयंबतूर (बी) सीआईएनटी, अहमदाबाद, (सी) साइंटेक, इंदौर और (डी) ब्लिस एयरोस्पेस, बेंगलूरु, और रेडियल बम्प फ़ॉइल बेयरिंग का लाइसेंस सेवा मेरे (ई) टर्बो एनर्जी प्रा. लिमिटेड, चेन्नई को लाइसेंस देना शामिल है। वर्ष के दौरान सीएसआईआर-एनएएल ने टीओटी भागीदारों से रु. 2.84 करोड़ लाइसेंस शुल्क और अधिशुल्क प्राप्त किया है। इसके अलावा चालू वर्ष में टीओटी भागीदारों द्वारा प्राप्त आदेशों का कुल मूल्य 28.46 करोड़ रुपये है जो उद्योगों द्वारा एनएएल प्रौद्योगिकियों के व्यावसायीकरण की प्रगति को दर्शाता है।

भले ही वर्ष 2021-22 में कोविड-19 महामारी के कारण बार-बार लॉकडाउन देखा गया, फिर भी बाहरी अभिकरणों के साथ 40 समझौता ज्ञापनों / एनडीए पर हस्ताक्षर किए गए, उनमें से उल्लेखनीय हैं: कार्बन फाइबर के लिए मेसर्स रिलायंस इंडस्ट्रीज लिमिटेड (आरआईएल), मुंबई, ग्राहकों की आवश्यकताओं के अनुसार उपयुक्त परिवर्तन करके हंसा एनजी विमान के व्यावसायीकरण में गैर-सिविल बाजार की खोज के लिए मेसर्स टाटा एडवांस्ड सिस्टम्स लिमिटेड, बेंगलूरु; एडीई, डीआरडीओ, बेंगलूरु के साथ फाइबर ऑप्टिक सेंसर आधारित स्ट्रक्चरल हेल्थ मॉनिटरिंग (एसएचएम) प्रौद्योगिकियों के विकास के लिए, लार्सन एंड टुब्रो लिमिटेड, मुंबई के साथ बड़े कठोर रेडोम सिस्टम आदि के विकास के लिए समझौता। समीक्षाधीन अवधि में, एनएएल के आईपी पोर्टफोलियो में 5 नए पेटेंट प्रस्ताव और 5 कॉपीराइट दाखिल किए गए। वर्ष के दौरान 4 भारतीय पेटेंट प्रदान किए गए। प्रकाशनों की कुल संख्या 162 थी, जिसमें 102 जर्नल पेपर और 60 कॉन्फ्रेंस पेपर है।

सम्मान और पुरस्कार

सम्मान और पुरस्कार के स्तर पर वर्ष 2021-22 प्रयोगशाला के लिए काफी महत्वपूर्ण रहा, प्रमुख उपलब्धियां इस प्रकार हैं:

- एनएएल ने एलसीए (तेजस विमान) के श्रृंखला उत्पादन के लिए स्वदेशी रूप से विकसित अत्याधुनिक कंपोजिट प्रौद्योगिकियों के सफल व्यावसायीकरण के लिए सीएसआईआर-डायमंड जुबली अवार्ड 2020 जीता।
- एडीएसएन-एसबीयू को सामान और सेवाएं प्रदान करने में महत्वपूर्ण योगदान के लिए उन्नत सम्मिश्र प्रभाग को उन्नत रक्षा प्रणाली - नेवी, बीईएल, बेंगलुरु से पार्टनरशिप रिकग्निशन पुरस्कार मिला।
- डॉ शिव कुमार जी, प्रधान वैज्ञानिक, एएलडी को विमानन मौसम विज्ञान उपकरणों के क्षेत्र में स्वदेशी उपकरणों के विकास में अनुकरणीय योगदान के लिए आईईईई-बेंगलूरु चैप्टर और टीआईई द्वारा "सर्टिफिकेट ऑफ ऑनर" प्रदान किया गया।
- डॉ.रमेश सुंदरम, प्रधान एसीडी को इंडियन नैशनल इंजीनियरिंग अकादमी (आईएनएई) का फेलो चुना गया।
- डॉ. एन. जगन्नाथन, प्रधान वैज्ञानिक, एसआईडी को सर्वश्रेष्ठ शैक्षणिक निष्पादन के लिए आईआईएससी 2021 बेंगलूरु के प्रो. चिंताकिंडी वी जग राव पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- श्रीमती विनीता जॉय, वरिष्ठ वैज्ञानिक, सीईएम को आईईटीई - आईआरएसआई युवा वैज्ञानिक पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- डॉ. हेमा सिंह, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक, सीईएम को आईईईई एपीएस/एमटीटी बेंगलूरु चैप्टर द्वारा वरिष्ठ आईईईई सदस्य के रूप में नामित किया गया।

इसके अलावा, हमारी प्रयोगशाला के कई वैज्ञानिकों को अनुसंधान और एसोसिएशन फेलोशिप, विषय विशेषज्ञ, प्रतिष्ठित समाजों / संस्थानों के सदस्यों / वरिष्ठ सदस्यों के रूप में मान्यता, अन्य व्यक्तिगत/समूह पुरस्कार, संपादकीय बोर्ड के सदस्य और राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं के समीक्षकों के रूप में नियुक्ति। सर्वश्रेष्ठ उत्तम लेख पुरस्कार आदि प्राप्त किए, मैं उन सभी को उनकी सफलता पर बधाई देता हूं।

प्रयोगशाला की सभी उपलब्धियों के लिए मैं अनुसंधान परिषद के सदस्यों, सीएसआईआर-एनएएल की प्रबंधन परिषद, डीजी-सीएसआईआर और सीएसआईआर मुख्यालय, नई दिल्ली के कर्मचारियों के समर्थन और सहयोग के लिए धन्यवाद देना चाहूँगा। मैं डीआरडीओ, इसरो, डीजीसीए,एडीए, एचएएल, वायुसेना मुख्यालय, एआरडीबी, डीएसटी, डीएई, रक्षा सेवाएं, एमओईएस, आईएमडी एमओसीए, और अन्य अंतर्राष्ट्रीय निकायों जैसे विभिन्न हितधारकों के प्रति हम पर विश्वास जारी रखने और कई अनुसंधान एवं विकास परियोजनाओं को प्रायोजित करने के लिए आभारी हूं। इन अभिकरणों द्वारा दिखाए गए प्रयासों, सहयोग, सलाह और विश्वास के कारण हमारी बहुत सी उपलब्धियां संभव हो पाई हैं।

अंत में, मैं सीएसआईआर-एनएएल के सभी वैज्ञानिकों और कर्मचारियों को संगठन की उपलब्धियों के प्रति उनकी निरंतर प्रतिबद्धता के लिए आभारी हूं और उनको धन्यवाद देता हूँ।

जितेन्द्र जे जाधव
निदेशक

HANSA - 3 (NG) & Octa-Copter @ Wings India 2022

Dignitary Visit

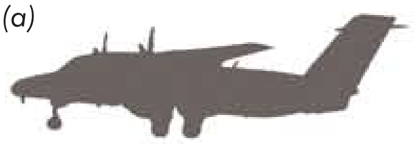
Dr. S K Jha, CMD, MIDHANI & Team on 09th Sept., 2021

Shri. Amit Banerjee, CMD, BEML & Team on 16th Sept., 2021

Dr. V K Aatre, Former SA to RM & DG-DRDO on 23rd Feb., 2022

Back Cover

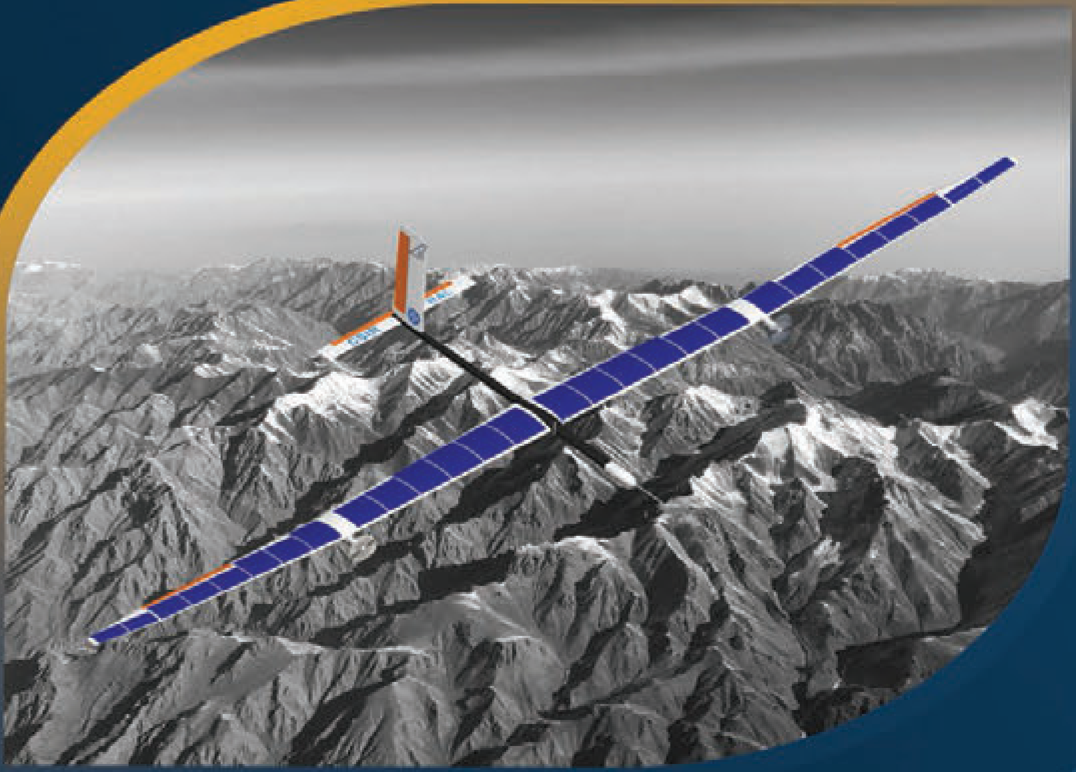
(a)



(b)

(a) Saras Mk II - 19 seater Light Transport Aircraft.

(b) High Altitude Platform (HAP)



सीएसआईआर-राष्ट्रीय वांतरिक्ष प्रयोगशालाएं
CSIR - National Aerospace Laboratories
PB 1779, Old Airport Road, Kodihalli, Bengaluru 560017, India
www.nal.res.in