भारतातील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग

प्रगत डिजिटल उत्पादन प्रक्रियेद्वारे भारताची भविष्यनिर्मिती

नवी दिल्ली, 7 ऑक्टोबर 2026

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगच्या (एएम) माध्यमातून भारत डिजिटल क्रांतीतील स्पर्धक म्हणून उदयास येत आहे. ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग हे 3डी प्रिंटींग तंत्रज्ञान आहे. यामध्ये डिजिटल फाइलद्वारे उत्पादन प्रक्रिया नियंत्रित केली जाते. भारताची एएम परिसंस्था उभारण्यासाठी 2022 मध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठीचे राष्ट्रीय धोरण (एनएसएएम) अमलात आणण्यास सुरुवात झाली. आतापर्यंत या क्षेत्राने स्थिर वेगाने प्रगती केली असून 1,54,000 पेक्षा अधिक व्यक्तींना प्रशिक्षण देण्यात आले आणि 56 एएम स्टार्टअप्सना मदत केली आहे. आता या धोरणाचा पुढचा टप्पा एनएसएएम 2.0 सुरू होत आहे. एनएसएएम 1.0 पेक्षा मोठ्या बाजारपेठेचे आणि विकसित भारत व आत्मनिर्भर भारताच्या उभारणीतील महत्त्वाचा घटक म्हणून एएमला स्थान मिळवून देण्याचे नियोजन आहे.

भारताची बदलती तंत्रज्ञान कहाणी

गेल्या दहा वर्षांमध्ये केवळ तंत्रज्ञानाचा वापरकर्ता असण्यापासून तंत्रज्ञान निर्माण करणारा देश असा पल्ला भारताने गाठला आहे. भारतातील डिजिटल पायूत सुविधांनी याआधीच जगाला दाखवून दिले आहे की, भारत मोठ्या लोकसंख्येसाठी डिजिटल यंत्रणा उभी करू शकतो. हाच विश्वास आता डिजिटल जगाकडून प्रत्यक्ष व्यवहारातील जगात पसरत आहे. भारत कशाप्रकारे वस्तूंचे आरेखन, उभारणी आणि उत्पादन करत आहे हे जग पाहत आहे. या क्षेत्रातच ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग (एएम) उपयोगी ठरत आहे. उदयोन्मुख तंत्रज्ञान व नवोन्मेष डिजिटल आरेखनांचे प्रत्यक्ष वस्तूंच्या स्वरुपात उत्पादन करण्यामध्ये सहायकारी ठरत आहे.

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग भारताच्या निर्मिती क्षेत्राच्या प्रवासातील अभियांत्रिकीची सर्वात नवीन सीमा आहे. 2035 पर्यंत एएम यंत्रांची जागतिक बाजारपेठ 14,900 कोटी अमेरिकी डॉलर्सपर्यंत पोहोचण्याची अपेक्षा असून एएम इलेक्ट्रॉनिक्स पुरवठा साखळी 1800 कोटी अमेरिकी डॉलर्सवरुन 11,200 कोटी अमेरिकी डॉलर्सवर पोहोचेल अशी अपेक्षा आहे. यातून भारताला पॉलिमर्स, धातू, संयुगे, सिरॅमिक्स आणि सेमी कंडक्टर दर्जाचे पदार्थ यांच्या निर्मितीत एएम मंचावर स्पर्धक उत्पादक बनण्याची संधी भारताला मिळू शकते.



सर्जनशील विचार, विज्ञानाची प्रेरणा, तंत्रज्ञानाचे सक्षमीकरण

भारतातील उदयोन्मुख विज्ञान, तंत्रज्ञान व नवोन्मेष परिषदेचे दुसरे पर्व इएसटीआयसी-2026, 27-29 ऑक्टोबर 2026 या कालावधीत आयोजित करण्यात आले आहे. सर्जनशील विचार, विज्ञानाची प्रेरणा, तंत्रज्ञानाचे सक्षमीकरण या संकल्पनेअंतर्गत नवी दिल्लीतील भारत मंडपम येथे ही परिषद होणार आहे. वैज्ञानिक व औद्योगिक संशोधन परिषदेद्वारे (सीएसआयआर) आयोजित इएसटीआयसी-2026 उदयोन्मुख विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या कक्षा आणखी रुंदावेल. यामध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग (एएम) आणि परिवर्तनकारी सामर्थ्य असलेल्या इतर उदयोन्मुख तंत्रज्ञानांचा समावेश आहे. ही परिषद धोरणात्मक सहकार्यास प्रवृत्त करेल आणि विकसित भारत 2047 हे स्वप्न साकारण्यात मदत करेल. 12 संकल्पनांवर आधारित या कार्यक्रमामध्ये उद्घाटन सत्र, तंत्रज्ञानविषयक चर्चा व प्रदर्शनांचा समावेश असेल. इएसटीआयसी 2026 च्या धोरणांबाबत अधिक माहिती वाचा.

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग तंत्रज्ञान समजून घेताना

एएम हे केवळ आणखी एक निर्मिती साधन नाही. तो डिजिटल अभियांत्रिकीचा एक प्रकार असून यामध्ये वस्तू निर्माण करण्यासाठी डिजिटल फाइलद्वारे कच्च्या मालाचे स्तर ओतण्याची आणि काहीवेळा पदार्थ मिश्रणाची प्रक्रिया नियंत्रित केली जाते. यामध्ये संगणन, इलेक्ट्रॉनिक्स, डिझाइन सॉफ्टवेअर आणि पदार्थ विज्ञान यांचा समन्वय साधला जातो. प्रत्येक एएम वस्तू निर्मितीची सुरुवात एका डिजिटल फाइलने होते, त्यामुळे हे तंत्रज्ञान कॉम्प्युटर एडेड डिझाइन (कॅड), कृत्रिम बुद्धीमत्ता (एआय) आणि आकृतीबंध ओळखणाऱ्या साधनांशी निगडीत आहे. एएम एका साध्या परंतु शक्तीशाली संकल्पनेवर काम करते – कापण्यापेक्षा वस्तूची निर्मिती उभ्या रेषेत वरच्या दिशेने करणे. डिजिटल डिझाइन प्रत्यक्ष वस्तूमध्ये कसे रुपांतरित होते त्याची प्रक्रिया अनुक्रमे खालीलप्रमाणे -



आभासी डिझाइन – या निर्मिती प्रक्रियेची सुरुवात कॅडमध्ये (कॉम्प्युटर एडेड डिझाइन) तयार केलेल्या डिजिटल डिझाइनने होते. हे डिझाइन मूळ वस्तूचे प्रारुप किंवा ३डी स्कॅनरच्या साह्याने प्रतिमा घेऊन किंवा सध्या मोबाइल छायाचित्रापासून एआयचा उपयोग करुन तयार केले जाते.

एसटीएल फाइल – एसटीएल (स्टँडर्ड टेस्सेलेशन लँग्वेज) फाइल त्रिकोणी पृष्ठभागांचे संकलन असलेले ३डी प्रारुप तयार करते. हा सामान्यतः एएमसाठी प्रारुप बनवण्यासाठी वापरला जाणारा फाइल फॉरमॅट आहे. ही फाइल यंत्राला काय बनवायचे आहे याची सूचना देते.

स्लायसिंग – स्लायसिंग सॉफ्टवेअर डिजिटल प्रारुपाचे शेकडो किंवा हजारो समतल पृष्ठभागांमध्ये विभाजन करते. ही प्रक्रिया पूर्ण झाल्यानंतर हे सॉफ्टवेअर यंत्राला एकापाठोपाठ एका स्तराचे मुद्रण कसे करायचे याबाबतच्या सूचना देते.

मुद्रण – स्तरांची फाइल एएम यंत्राला पाठवली जाते. हे यंत्र प्रत्येक स्तराच्या सूचना वाचून त्या क्रमाने वस्तू तयार करते.

ॲडिटिव्ह प्रक्रिया – अंतिम आकार तयार होईपर्यंत पदार्थाचे एकावर एक थर रचून एएमद्वारे वस्तू तयार केली जाते. तंत्रज्ञानातील प्रगतीने डिजिटल निर्मितीतील कच्चा माल ओतणे व मिश्रणाच्या नियंत्रणाची प्रक्रिया इतकी अचूक बनवली आहे की डिजिटल सूचनांशिवाय मुद्रणाद्वारे वस्तू तयार

होऊ शकत नाही. सध्या अशा 40 पेक्षा जास्त प्रक्रिया बाजारात उपलब्ध आहेत आणि संशोधन व विकासाच्या टप्प्यावर आहेत.

अंतिम उत्पादन – मुद्रण यंत्र कच्च्या मालाचे एकापाठोपाठ एक स्तर रचून एक परिपूर्ण त्रिमितीय वस्तू यशस्वीरित्या तयार करते. एकदा मुद्रण प्रक्रिया पूर्ण झाली की ही वस्तू बाजारात विकण्यायोग्य बनवण्यासाठी निर्मितीपश्चात प्रक्रिया केली जाते.

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग साहित्य

खालील साहित्य श्रेणींनी असंख्य उपयोगांसह, ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगच्या क्षेत्रात क्रांती घडवून आणली आहे.

थर्मोप्लास्टिक्स: थर्मोप्लास्टिक पॉलिमर हे एएम सामग्रीचे सर्वात लोकप्रिय प्रकार आहेत. ॲक्रिलोनायट्राइल ब्युटाडाइन स्टायरिन (एबीएस), पॉली कार्बोनेट (पीसी) आणि पॉलीलॅक्टिक ॲसिड (पीएलए), हा प्रत्येक प्रकार वेगवेगळ्या उपयोगांमध्ये विशिष्ट फायदे देतो. पाण्यात विरघळणारे पॉलीविनाइल अल्कोहोल (पीव्हीए) सामान्यतः तात्पुरत्या आधार संरचना तयार करण्यासाठी वापरले जाते, ते नंतर विरघळवून टाकले जातात.

धातू: ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगमध्ये विविध धातू आणि धातूंचे मिश्रधातू वापरले जातात, यात सोने आणि चांदीसारख्या मौल्यवान धातूंपासून ते स्टेनलेस स्टील आणि टायटॅनियमसारख्या स्ट्रॅटेजिक (महत्वाच्या) धातूंचा समावेश होतो.

सिरॅमिक्स: ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगमध्ये झिर्कोनिया, ॲल्युमिना आणि ट्राय कॅल्शियम फॉस्फेट यांसारख्या विविध प्रकारच्या सिरॅमिक्सचाही वापर केला जातो. तसेच, काचेच्या उत्पादनांचे पूर्णपणे नवीन वर्ग विकसित करण्यासाठी, काचेची भुकटी आणि चिकट पदार्थ यांचे एकाआड एक थर एकत्र भाजले जातात.

जैव सामग्री: एएम अनुप्रयोगांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या जैव सामग्रीमध्ये सिलिकॉन, कॅल्शियम फॉस्फेट आणि झिंक यांसारख्या कठीण पदार्थांचा समावेश होतो. नवीन हाडांच्या वाढीदरम्यान हाडांच्या संरचनेला आधार देण्यासाठी त्याचा वापर केला जातो. रक्तवाहिन्या, मूत्राशय आणि इतर अनेक मानवी अवयव तयार करण्यासाठी संशोधकांकडून स्टेम सेल्सपासून बनवलेल्या बायो-इंकचाही शोध घेतला जात आहे. तसेच, यकृताच्या ऊती, मूत्रपिंड, हृदय इत्यादी मानवी अवयवांचे 3D प्रिंटिंग जैव सामग्री आणि जिवंत पेशी वापरून केले जात आहे.

भारतीय अर्थव्यवस्थेतील प्रमुख क्षेत्रांचा कायापालट

एएम (AM) आता केवळ प्रयोगशाळा आणि प्रोटोटाइपपुरते मर्यादित राहिलेले नाही. सरकारी आणि खासगी क्षेत्रातील विविध प्रकल्पांच्या माध्यमातून, भारताच्या अर्थव्यवस्थेतील महत्त्वाच्या क्षेत्रांमध्ये आणि धोरणात्मक क्षेत्रात याचा अवलंब केला जात आहे.

अंतराळ आणि अवकाश

भारताचा अंतराळ कार्यक्रम हलके आणि वेगवान हार्डवेअर तयार करण्यासाठी ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगचा अवलंब करत आहे. मे 2024 मध्ये, आयआयटी मद्रास-इन्क्युबेटेड स्टार्टअप अग्निकुल कॉसमॉसने अग्निबाण - एसओआरटीईडी चे प्रक्षेपण केले, यामध्ये सिंगल-पीस, एएम प्रिंटेड सेमी-क्रायोजेनिक रॉकेट इंजिन होते. ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग हे जटिल इंजिनचे डिझाइन कसे शक्य करू शकते आणि स्पेस हार्डवेअरच्या जलद, स्वदेशी विकासाला समर्थन देऊ शकते, हे या मोहिमेने सिद्ध केले. एनएसएएम अशा आणखी स्टार्टअप्सना, एएम चा वापर करून महत्वपूर्ण इंजिनचे भाग विकसित करण्यासाठी त्यांच्या संशोधन आणि विकासात सहाय्य करत आहे.

संरक्षण

सशस्त्र दल, आपत्ती-प्रतिरोधक बांधकामासाठी ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग (एएम) तंत्रज्ञानाचा वापर करत आहेत. भारतीय लष्कराने अहमदाबाद येथे आपल्या पहिल्या एएम-प्रिंटेड दुमजली निवासी युनिटचे उद्घाटन केले, जे केवळ 12 आठवड्यांत बांधले गेले, आणि तेव्हापासून लडाखसारख्या युद्धक्षेत्रातील सुरक्षा व्यवस्थेच्या उभारणीसाठी या तंत्रज्ञानाचा विस्तार करण्यात आला. एनएसएएम, संरक्षण दलाच्या तिन्ही शाखांना एमआरओ अनुप्रयोगांसाठी कार्यशाळा स्तरावरील सुविधा स्थापित करण्यासाठी साहाय्य करत आहे.



आरोग्य सेवा

भारत, एएमच्या माध्यमातून आयात केलेल्या वैद्यकीय तंत्रज्ञानाला स्वदेशी पर्याय विकसित करत आहे. इलेक्ट्रॉनिक्स आणि माहिती तंत्रज्ञान मंत्रालयाने एएम-आधारित वैद्यकीय उपकरण निर्मितीला आणि एनएसएएम अंतर्गत नैसर्गिक रेशमावर आधारित इम्प्लांटच्या विकासासाठी एएम प्रिंटिंग करणाऱ्या ओस्टिओफोर्ज (OsteoForge) सारख्या स्टार्टअप्सना पाठबळ दिले आहे. तंत्रज्ञान विकास मंडळ स्वदेशी जैव-सिरेमिक सामग्रीपासून बनवलेल्या 3D-मुद्रित अस्थी रोपणाला समर्थन देत आहे. हे तंत्रज्ञान रुग्णाच्या विशिष्ट गरजा आणि शरीररचनेनुसार कलम तयार करू शकते, आयात कमी करू शकते, देशांतर्गत वैद्यकीय उत्पादन मजबूत करू शकते आणि वैयक्तिक गरजेनुसार आरोग्य सेवेला समर्थन देऊ शकते.

इलेक्ट्रॉनिक्स

भारतातील 'एएम' केंद्रांचे जाळे इलेक्ट्रॉनिक्स-ग्रेड उत्पादनात स्वदेशी क्षमता विकसित करत आहे. एनएसएएमने एएम प्रिंटेड बॅटरी, अँटेना, व्हेरिस्टर, कपॅसिटर आणि इतर अनेक इलेक्ट्रॉनिक घटकांचा यशस्वीपणे प्रयोग केला आहे. जागतिक स्तरावर प्रथमच आयआयएससीने एएम प्रिंटिंगचा वापर करून फोटोनिक इंटिग्रेटेड सर्किट ब्लॉक्स तयार करून दाखवले आहेत.

बांधकाम

जलद आणि अधिक टिकाऊ बांधकामासाठी संभाव्य उपाय म्हणून भारत 3D डी प्रिंटिंगची शक्यता तपासत आहे. केल्विन 6K प्रो, ऑन-साइट 3D कन्स्ट्रक्शन प्रिंटरने कमी-कार्बन जिओपॉलिमर सामग्रीचा वापर करून 30 दिवसांपेक्षा कमी कालावधीत 2,500 चौरस फुटाची घरे बांधण्याची क्षमता सिद्ध केली आहे. या तंत्रज्ञानामध्ये सामग्री आणि लॉजिस्टिक खर्च कमी करण्याची, कार्बन उत्सर्जन कमी करण्याची आणि बांधकाम कार्यक्षमता सुधारण्याची क्षमता आहे. सुरुवातीच्या उपयोगांवरून असे दिसून येते की, सिमेंट-आधारित बांधकामाच्या तुलनेत यात साहित्य आणि लॉजिस्टिक खर्चात 30% घट होण्याची, तसेच उत्सर्जनात 90% घट होण्याची शक्यता आहे.

या वाढत्या गतीमागे सरकारचे भक्कम पाठबळ आहे. गेल्या काही वर्षांमध्ये, केंद्राने स्वतंत्र प्रायोगिक प्रकल्पांपासून पुढे जाऊन, समर्पित निधी, संस्था आणि राष्ट्रीय धोरणाच्या पाठबळावर ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठी एक संरचित, मोहिम-आधारित दृष्टिकोन स्वीकारला आहे. एनएसएएम आता सौर ऊर्जा साठवणुकीसाठी काँक्रीटवर आधारित सुपरकॅपॅसिटर विकसित करत आहे.

सरकारी धोरणात्मक उपक्रम: भारतीय 'एएम' परिसंस्थेची उभारणी



एएम, हे धोरणात्मक, अत्याधुनिक उत्पादन तंत्रज्ञान असल्याचे लक्षात घेऊन, भारत सरकार एक संरचित राष्ट्रीय परिसंस्था विकसित करत आहे. हा प्रयत्न ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठी राष्ट्रीय धोरण (एनएसएएम), यावर आधारित आहे. याला वाढत्या राष्ट्रीय व्यासपीठांचा, संस्थांचा आणि उपक्रमांचा पाठिंबा असून, ते या परिसंस्थेला बळकट करत आहेत.

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठी राष्ट्रीय धोरण (एनएसएएम)

इलेक्ट्रॉनिक्स आणि माहिती तंत्रज्ञान मंत्रालयाने फेब्रुवारी 2022 मध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठीचे राष्ट्रीय धोरण (एनएसएएम) जाहीर केले. एनएसएएम हे 3D प्रिंटिंग आणि ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठी भारताची मार्गदर्शक धोरणात्मक चौकट म्हणून काम करते. 'मेक इन

इंडिया' आणि 'आत्मनिर्भर भारत' याच्याशी सुसंगत असलेले हे धोरण स्पष्ट आणि कालबद्ध राष्ट्रीय उद्दिष्टे ठेवते. केंद्र, राज्ये, उद्योग क्षेत्र आणि शिक्षण क्षेत्रातील तज्ञ, यांच्या सहयोगाने ही उद्दिष्टे साध्य केली जात आहेत.

जागतिक स्तरावरील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग (थरांवर थर चढवून वस्तू तयार करण्याचे तंत्रज्ञान-स्तरवर्धित उत्पादन) क्षेत्रात 5 टक्के वाटा मिळवणे आणि भारताच्या सकल राष्ट्रीय उत्पादनात (जीडीपी) जवळपास 1 अब्ज अमेरिकी डॉलर्सची भर घालणे, हे या राष्ट्रीय धोरणाचे उद्दिष्ट आहे. या धोरणांतर्गत भारताच्या गरजांनुसार साहित्य, यंत्रे, उत्पादन प्रक्रिया आणि सॉफ्टवेअर यांचा समावेश असलेल्या 50 तंत्रज्ञानांचा विकास करण्याचे लक्ष्य ठेवण्यात आले आहे.

या धोरणांतर्गत ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्रातील 100 नवीन स्टार्टअप्सना प्रोत्साहन देणे आणि 500 नवीन उत्पादने विकसित करणे अपेक्षित आहे. तसेच, या क्षेत्रासाठी 1 लाख कुशल कामगारांना प्रशिक्षण देण्याचे उद्दिष्ट आहे. याशिवाय, सध्या विकसित झालेल्या आणि नव्याने उदयास येत असलेल्या 10 उत्पादन क्षेत्रांमध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग तंत्रज्ञानाचा वापर वाढवून त्या क्षेत्रांची क्षमता विकसित करण्याचेही या धोरणाचे उद्दिष्ट आहे.



या उद्दिष्टांच्या पूर्ततेला अधिक गती देण्यासाठी सरकारने सात विशेष विकास आणि तंत्रज्ञान उपयोजन केंद्रे स्थापन केली आहेत. ही केंद्रे संशोधन आणि विकास, कौशल्य प्रशिक्षण तसेच प्रत्यक्ष वापरासाठी आवश्यक तंत्रज्ञान उपलब्ध करून देण्याचे काम करतात.

तुम्हाला माहिती आहे का?

भारत सरकार अटल टिंकरिंग लॅब्ज या नवोन्मेष कार्यशाळांच्या माध्यमातून शालेय विद्यार्थ्यांना 3डी प्रिंटिंग या त्रिमितीय मुद्रणाचे कौशल्य शिकण्यासाठी प्रोत्साहन देत आहे. प्रत्येक प्रयोगशाळेसाठी

20 लाख रुपयांचे अनुदान दिले जाते. या निधीतून 1,200 ते 1,500 चौरस फूट जागेत नाविन्यपूर्ण प्रयोगशाळा उभारल्या जातात. या प्रयोगशाळांमध्ये 3 डी प्रिंटर, रोबोटिक्स (यंत्रमानव तंत्रज्ञान) आणि इंटरनेट ऑफ थिंग्ज (परस्परजोड इंटरनेट तंत्रज्ञान)यांसारखी आधुनिक उपकरणे तसेच स्वतः प्रयोग करून शिकण्यासाठी आवश्यक संच उपलब्ध करून दिले जातात. यामुळे इयत्ता सहावी ते बारावीच्या विद्यार्थ्यांना शालेय जीवनापासूनच ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगचे प्रत्यक्ष प्रशिक्षण मिळते. यामुळे या आधुनिक तंत्रज्ञानाचे ज्ञान आणि कौशल्य असलेले कुशल मनुष्यबळ देशात तयार होण्यास मदत होते.



एनएसएएम अंतर्गत झालेली प्रगती

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठीच्या राष्ट्रीय धोरणाची (नॅशनल स्ट्रॅटेजी फॉर ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग-एनएसएएम) सुरुवात होऊन चार वर्षांहून अधिक काळ लोटला आहे. या काळात या धोरणामुळे ठोस भरीव प्रगती झाली आहे. सरकारच्या पाठबळातून राबवण्यात आलेल्या विविध उपक्रमांमुळे कौशल्य विकास, उद्योजकतेला प्रोत्साहन, तंत्रज्ञानाची प्रगती आणि विविध क्षेत्रांमध्ये या तंत्रज्ञानाचा उपयोग यांद्वारे भारतातील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्र अधिक सक्षम झाले आहे.

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगशी संबंधित कौशल्यांचे प्रशिक्षण आतापर्यंत 1 लाख 54 हजारांहून अधिक व्यक्तींना देण्यात आले आहे. त्यामुळे या क्षेत्रासाठी कुशल मनुष्यबळ तयार होत आहे. याशिवाय, 56 स्टार्टअप्सना प्रोत्साहन आणि मदत देण्यात आली आहे. यामुळे भारतातील नवनवीन कल्पना आणि उद्योजकतेला चालना मिळाली असून, या क्षेत्राचा पाया अधिक मजबूत झाला आहे. राष्ट्रीय केंद्रांच्या जाळ्यामुळे भारताच्या गरजांनुसार 65 तंत्रज्ञान विकसित करणे शक्य झाले आहे. यामध्ये विविध प्रकारचे साहित्य, यंत्रे, ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगसाठी वस्तूंची रचना करण्याचे तंत्रज्ञान (डीएफएएम) आणि छपाईद्वारे तयार होणाऱ्या उत्पादनांचा समावेश आहे. या तंत्रज्ञानाचा उपयोग विमान आणि अंतराळ क्षेत्र, वैद्यकीय उपकरणे, इलेक्ट्रॉनिक्स, ऊर्जा, अन्नप्रक्रिया आणि प्रकाश तंत्रज्ञान अशा विविध क्षेत्रांमध्ये नवी उत्पादने आणि त्यांचे प्राथमिक नमुने (प्रोटोटाइप्स) विकसित करण्यासाठी होत आहे.

एनएसएएम 2.0

भारताच्या ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्राच्या वाढीला गती देण्याच्या उद्देशाने 'एनएसएएम 2.0' हे पुढील टप्प्यातील धोरण तयार केले जात आहे. या धोरणांतर्गत बौद्धिक संपदा अधिकारांची (आयपीआर) निर्मिती वाढवणे, डिजिटल माध्यमातून ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्रातील जाळ्याचा विस्तार करणे आणि व्यावसायिक वापरासाठी जागतिक बाजारपेठेत स्पर्धा करू शकणारे तंत्रज्ञान विकसित करणे यावर भर दिला जाणार आहे. तसेच, सामायिक सुविधा केंद्रांच्या माध्यमातून यंत्रे आणि साहित्य अधिक परवडणाऱ्या दरात उपलब्ध करून देणे, तसेच ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगमधील इलेक्ट्रॉनिक्स उत्पादनांची संपूर्ण मूल्यसाखळी अधिक मजबूत करणे, हे या धोरणाचे उद्दिष्ट आहे.

एनएसएएम 2.0 अंतर्गत ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्रातील स्टार्टअप्सचा विस्तार करणे, भारतीय संरक्षण क्षेत्राला अधिक व्यापक पाठबळ देणे आणि शाश्वत विकास ध्येयांशी (एसडीजी) संबंधित प्रायोगिक उपक्रमांना प्रोत्साहन देण्याची योजना आहे. तसेच, तांत्रिक मानके निश्चित करणे, संयुक्त संशोधन करणे आणि तंत्रज्ञानविषयक भागीदारी वाढवणे, यांद्वारे आंतरराष्ट्रीय सहकार्य अधिक मजबूत करण्याचा प्रस्ताव आहे. या प्राधान्यक्रमांमुळे भारताची तांत्रिक क्षमता वाढण्यास मदत होईल. तसेच, आर्थिक, औद्योगिक आणि सामाजिक क्षेत्रांमध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग तंत्रज्ञानाचा व्यापक वापर वाढू शकेल.

नॅशनल ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग सिम्पोशियम (एनएएमएस)

'नॅम्स' (एनएएमएस) परिसंवाद, हे भारतातील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्राच्या विकासाला चालना देणारे राष्ट्रीय व्यासपीठ आहे. या व्यासपीठावर धोरणकर्ते, वैज्ञानिक, उद्योगक्षेत्रातील प्रतिनिधी, नवउद्योग (स्टार्टअप्स), शिक्षणतज्ज्ञ आणि इतर संबंधित घटक एकत्र येतात. धोरण, संशोधन, नावीन्यपूर्ण संकल्पना आणि उद्योगक्षेत्र यांच्यात समन्वय साधून या क्षेत्राची एकत्रित प्रगती घडवून आणणे, हा या व्यासपीठाचा मुख्य उद्देश आहे.

इलेक्ट्रॉनिक्स आणि माहिती तंत्रज्ञान मंत्रालयाने 13 मार्च 2026 रोजी नवी दिल्ली येथे 'नॅम्स'च्या दुसऱ्या आवृत्तीचे आयोजन केले होते. 'नॅम्स 2026'मुळे भारतातील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्रातील विविध घटकांमधील सहकार्य अधिक बळकट झाले. या क्षेत्रातील भागीदारी वाढवण्यासाठी सामंजस्य करारांची देवाणघेवाण करण्यात आली. तसेच, ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगशी संबंधित नवीन उत्पादने सादर करण्यात आली. या परिषदेत 'एनएसएएम 2.0', संरक्षण क्षेत्रातील स्वावलंबन, उद्योगक्षेत्राचा दृष्टिकोन आणि इलेक्ट्रॉनिक्स व माहिती तंत्रज्ञान मंत्रालयाच्या (MeitY) पाठबळाने कार्यरत असलेल्या संशोधन आणि विकास (R&D) केंद्रांवर चर्चासत्रे आयोजित करण्यात आली. या परिषदेमुळे ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगच्या विविध क्षेत्रांतील वापराला चालना देण्यासाठी वेगवेगळ्या मंत्रालयांमधील समन्वयही अधिक मजबूत झाला. राज्य सरकारे, उद्योगक्षेत्र आणि आघाडीच्या संशोधन संस्थांनीही या व्यासपीठाला बळ दिले. या सर्व प्रयत्नांमधून भारतीय अर्थव्यवस्थेच्या विविध क्षेत्रांमध्ये ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगचे महत्त्व वाढत असल्याचे स्पष्ट होते.

विकसित भारताच्या दिशेने

ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग हे तंत्रज्ञान आता भारतातील संशोधन प्रयोगशाळांपुरते मर्यादित राहिलेले नाही. ते कारखाने, संरक्षण क्षेत्र आणि रुग्णालयांमध्येही वापरले जात आहे. सरकारच्या ठोस धोरणांमुळे या तंत्रज्ञानाच्या वापराला चालना मिळत आहे. त्यामुळे देशांतर्गत उत्पादन वाढण्यास आणि आयातीवरील अवलंबित्व कमी होण्यास मदत होत आहे. देशातच नवनवीन तंत्रज्ञान विकसित करण्याची क्षमता वाढत असल्याने 'आत्मनिर्भर भारत'चे उद्दिष्ट साध्य करण्यासही बळ मिळत आहे. भारतातील ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग क्षेत्राचा विस्तार होत असताना कुशल रोजगाराच्या नव्या संधी निर्माण होत आहेत आणि देशाची तांत्रिक क्षमता अधिक मजबूत होत आहे.डिजिटल उत्पादन, प्रगत स्वयंचलन आणि गरजेनुसार विविध ठिकाणी उत्पादन करण्याची सुविधा यांमुळे हे तंत्रज्ञान 'उद्योग 5.0' ला चालना देते. या तंत्रज्ञानामुळे साधनासामुग्रीचा कार्यक्षम वापर, स्थानिक पातळीवर उत्पादन आणि पर्यावरणपूरक उपाययोजनांना प्रोत्साहन मिळते. त्यातून शाश्वत विकासाची उद्दिष्टे साध्य करण्यासही मदत होऊ शकते. या सर्व प्रयत्नांमुळे विकसित भारताच्या उभारणीत ॲडिटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंगचे योगदान अधिक महत्त्वाचे ठरत आहे.

References:

NCAM

- https://ncam.in/national-strategy-for-additive-manufacturing/

Atal Innovation Mission

- https://aim.gov.in/pdf/3D_Printing-Guidelines_and_Links.pdf
- https://aim.gov.in/pdf/3D_Printing-Types.pdf

Ministry of Electronics & IT

- https://www.meity.gov.in/static/uploads/2024/02/35-1.pdf
- https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1887216&reg=48&lang=2
- https://www.pib.gov.in/PressReleaseDetail.aspx?PRID=2308145&reg=48&lang=2
- https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2027072&reg=48&lang=2
- https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1800915&reg=48&lang=2

- https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2239876

NIST

- https://www.nist.gov/additive-manufacturing/research-areas/technologies/powder-bed-fusion
- https://www.nist.gov/additive-manufacturing/research-areas/technologies/vat-photopolymerization
- https://www.nist.gov/publications/upper-bound-feed-rates-thermoplastic-material-extrusion-based-additive-manufacturing
- https://www.nist.gov/additive-manufacturing/research-areas/technologies/directed-energy-deposition
- https://www.nist.gov/additive-manufacturing/research-areas/technologies/binder-jetting

Others

- https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/sheetlamination/
- https://newsonair.gov.in/isro-successfully-tests-new-liquid-rocket-engine-at-mahendragiri-in-tamil-nadu/
- https://frontiertech.niti.gov.in/story/ai-driven-3d-printing-robots-build-full-homes-in-30-days/
- https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2022161&reg=48&lang=2
- https://cdn.digitalindiacorporation.in/wp-content/uploads/2026/03/pdf5.pdf
- https://www.ugc.gov.in/pdfnews/8063467_Annexure--1-(NSAM).pdf

पीडीएफ येथे पाहता येईल

नितीन फुल्लुके / सुरेखा जोशी / राजश्री आगाशे / आशुतोष सावे/प्रिती मालंडकर