# आधारशिला

## 31वां संस्करण, जुलाई 2026

दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड

## डीएमआरसी अकादमी

सीबीसी के राष्ट्रीय मानकों के अंतर्गत प्रत्यायित
ACCREDITED UNDER CBC's NATIONAL STANDARDS

एनसीवीईटी द्वारा मान्यता दोहरी श्रेणी
RECOGNITION BY NCVET-DUAL CATEGORY

आईएसओ 9001:2015 प्रमाणित
ISO 9001:2015 CERTIFIED

आईएसओ 14001:2015 प्रमाणित
ISO 14001:2015 CERTIFIED

## डीएमआरसी एवं इनसीड (INSEAD) – द बिज़नेस स्कूल फॉर द वर्ल्ड, सिंगापुर के मध्य समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर

दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन (डीएमआरसी) ने दिनांक 23 मार्च 2026 को इनसीड (INSEAD) – द बिज़नेस स्कूल फॉर द वर्ल्ड, सिंगापुर के साथ मेट्रो क्षेत्र में क्षमता निर्माण एवं व्यावसायिक उत्कृष्टता को सहभागी एवं अनुभवात्मक शिक्षण के माध्यम से सुदृढ़ करने हेतु एक समझौता ज्ञापन (MoU) पर हस्ताक्षर किए। इस समझौते का उद्देश्य रणनीतिक, व्यावसायिक तथा यात्री संतुष्टि के दृष्टिकोण से मेट्रो रेल प्रबंधन की समझ को और गहरा करना है। साथ ही, यह डीएमआरसी अकादमी एवं इनसीड, सिंगापुर के मध्य ज्ञान, विचारों एवं विशेषज्ञता के निर्बाध आदान-प्रदान हेतु एक संरचित मंच प्रदान करता है। यह सहयोग शहरी परिवहन एवं मेट्रो रेल प्रणालियों में डीएमआरसी की विशेषज्ञता तथा नेतृत्व, रणनीति एवं प्रबंधन

शिक्षा में इनसीड की वैश्विक शैक्षणिक उत्कृष्टता को एक साथ लाता है। यह समझौता दोनों संस्थाओं की कौशल विकास, नवाचार को प्रोत्साहन तथा वैश्विक सर्वोत्तम प्रथाओं को अपनाने की साझा प्रतिबद्धता को दर्शाता है, जिससे शहरी परिवहन प्रणालियों के सतत् विकास एवं आधुनिकीकरण को बल मिलेगा। समझौता ज्ञापन पर श्री घनश्याम बंसल, महानिदेशक/डीएमआरसी अकादमी एवं प्रोफेसर समीर हसीजा, डीन (एक्जीक्यूटिव एजुकेशन एवं एशिया कैंपस), इनसीड, सिंगापुर द्वारा डॉ. विकास कुमार, प्रबंध निदेशक/डीएमआरसी तथा अन्य वरिष्ठ अधिकारियों की उपस्थिति में हस्ताक्षर किए गए।

## डीएमआरसी अकादमी द्वारा सोनीपत स्टार्ट-अप समिट 2026 - 4.0 में नवाचार का प्रदर्शन

डीएमआरसी अकादमी ने सोनीपत स्टार्ट-अप समिट 2026 में अपनी नवाचार-प्रेरित पहलों का गर्वपूर्वक प्रतिनिधित्व किया, जहां मेट्रो इनोवेशन सेंटर ऑफ एक्सीलेंस (MICE) को क्षेत्र के प्रमुख प्रदर्शकों, निवेशकों एवं उभरते हुए स्टार्ट-अप्स के मध्य प्रदर्शित किया गया। अकादमी के स्टॉल ने निवेशकों, स्टार्ट-अप्स, उद्योग प्रतिनिधियों, विभिन्न स्कूलों एवं महाविद्यालयों के विद्यार्थियों का विशेष ध्यान आकर्षित किया, जिन्होंने सहयोग के अवसरों का अन्वेषण किया तथा डीएमआरसी के इनोवेशन इकोसिस्टम एवं इनक्यूबेशन संभावनाओं के बारे में जानकारी प्राप्त की।

इस स्टार्टअप सम्मिट का प्रमुख आकर्षण पैनल डिस्कशन रहा, जिसमें डीएमआरसी अकादमी के महानिदेशक ने टियर-2 एवं टियर-3 शहरों में

इनक्यूबेशन को सुदृढ़ करने और स्टार्ट-अप विकास को प्रोत्साहित करने संबंधी महत्वपूर्ण विचार साझा किए। रीजनल इनोवेशन इकोसिस्टम को सशक्त बनाने तथा उद्योग–शैक्षणिक संस्थानों के सहयोग को बढ़ावा देने पर उनके विचारों की व्यापक सराहना की गई। इस सत्र में विभिन्न स्टार्टअप्स, उद्योग जगत के अग्रणी प्रतिनिधि एवं विद्यार्थियों समेत 1000 से ज्यादा प्रतिभागियों की उत्साही भागीदारी रही। यह संवाद अत्यंत प्रभावशाली एवं ज्ञानवर्धक सिद्ध हुआ।

इस सम्मिट के माध्यम से डीएमआरसी अकादमी ने नवाचार संवर्धन, उद्योग सहभागिता और स्टार्ट-अप इनक्यूबेशन में अपनी अग्रणी भूमिका को पुनः स्थापित करते हुए युवा उद्यमियों एवं शैक्षणिक संस्थानों के साथ अपने संवाद को और सुदृढ़ किया।

दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड

# आधारशिला

## 31वां संस्करण, जुलाई, 2026

दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड

**प्रधान संरक्षक**

घनश्याम बंसल, महानिदेशक (डीएमआरसी अकादमी)

**संपादक मण्डल**

जय श्री शर्मा, मुख्य राजभाषा अधिकारी एवं महाप्रबंधक ( मा.सं. )
महेन्द्र सिंह, प्राचार्य ( डीएमआरसी अकादमी )
डॉ. अस्मिका सिन्हा, उप महाप्रबंधक ( राजभाषा )

**मुद्रक**

एडनेक एडवर्टाइजिंग लिमिटेड

**प्रकाशक**

डीएमआरसी अकादमी
दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड
शास्त्री पार्क, दिल्ली-110053

## शुभकामना संदेश

- महानिदेशक (डीएमआरसी अकादमी) का संदेश
- मुख्य राजभाषा अधिकारी एवं महाप्रबंधक (मा.सं.) का संदेश
- प्राचार्य (डीएमआरसी अकादमी) के डेस्क से
- उप महाप्रबंधक (राजभाषा) की लेखनी से

## इस अंक में

| क्रम | शीर्षक | पृष्ठ संख्या |
|---|---|---|
| 1. | पूर्णता की ओर ले जाने वाले जीवन के चार चरण - स्वामी भूमानंद तीर्थ जी | 06 |
| 2. | हँसी : चेतना की सात तरंगें - मिन्टू | 07 |
| 3. | मानव मूल्य- दान – जय श्री शर्मा | 08 |
| 4. | सिग्नलिंग प्रणाली में ऑटोमेशन का स्तर- भगवान सिंह | 10 |
| 5. | सुरक्षा संवेदनशील प्रणालियों हेतु संचार तंत्र: सीआरसी –अंकुर कुमार | 14 |
| 6. | ग्रीन ट्रैक्स, ग्रोविंग सिटीज: दिल्ली मेट्रो सतत् विकास- डॉ. मेघेंद्र सिंह | 17 |
| 7. | संस्मरण : एक मुस्कान के लिए – कांति चंद शर्मा | 18 |
| 8. | वेरिएबल फ्रिक्वेन्सी ड्राइव - विशाल कुमार | 20 |
| 9. | दिल्ली मेट्रो में मल्टी इंटरचेंज स्टेशनों का विस्तार- यात्रियों की सुविधा और शहरी गतिशीलता का नया युग- नवीन कुमार बर्णवाल | 21 |
| 10. | विकसित भारत 2047: मेट्रो नेटवर्क और शहरी पुनर्निर्माण की अनिवार्यता – हेमन्त शर्मा | 22 |
| 11. | मुरै लूप परीक्षण (Murray Loop Test) द्वारा भूमिगत केबलों में फॉल्ट (Fault) का पता लगाना | 36 |
| 12. | संवर्धित और आभासी वास्तविकता (एआर/वीआर) शिक्षा और शहरी गतिशीलता के भविष्य को पुनर्परिभाषित करना – अखिलेश चौरसिया | 39 |
| 13. | समय का सारथी- घड़ी | 40 |
| 14. | माँ का रूप अपार | 42 |

# महानिदेशक (डीएमआरसी अकादमी) का संदेश

आज के तीव्र गति से विकसित हो रहे शहरी भारत में मेट्रो रेल केवल आवागमन का साधन नहीं, बल्कि आधुनिक अर्थव्यवस्था, व्यापार, रोजगार सृजन और शहरी विकास की आधारशिला बन रही है। इस परिवर्तनकारी यात्रा में दिल्ली मेट्रो, अग्रणी भूमिका निभाते हुए देश के अन्य मेट्रो नेटवर्क के लिए एक आदर्श मॉडल के रूप में उभरी है।

परिवर्तन और नवाचार के इस दौर में वही संगठन अग्रणी रहते हैं जो समय रहते अपने कार्यबल की क्षमताओं को वैश्विक मानकों के अनुरूप ढाल लेते हैं। इसी दूरगामी विजन को साकार करते हुए, डीएमआरसी अकादमी द्वारा आयोजित **'लीडरशिप डेवलपमेंट प्रोग्राम'** का समापन एक ऐतिहासिक सफलता के साथ हुआ। दुनिया के शीर्ष बिजनेस स्कूलों में शुमार **INSEAD** के साथ हुए समझौता ज्ञापन (MoU) और इसके उपरांत आयोजित यह कार्यक्रम हमारे **"Vision-Academy@2030"** की दिशा में एक मील का पत्थर है।

यह कार्यक्रम केवल एक प्रशिक्षण सत्र नहीं, बल्कि वैश्विक उत्कृष्टता और व्यावहारिक दृष्टिकोण का एक अनूठा संगम था। इसमें प्रबंधन के शीर्ष अधिकारियों ने डिजिटल परिवर्तन एवं स्मार्ट मोबिलिटी, डीएमआरसी की विकास यात्रा एवं प्रबंधन रणनीतियाँ, परियोजना एवं निर्माण प्रबंधन की सर्वोत्तम कार्यप्रणालियाँ, सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) एवं वित्तीय मॉडल, संगठनात्मक प्रभावशीलता, परिचालन दक्षता हेतु कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), रणनीतिक अनुबंध प्रशासन तथा समकालीन दृष्टिकोण से नेतृत्व, जैसे विषयों को आत्मसात किया। इस सफल कार्यक्रम ने हमारे "Vision-Academy@2030" के महत्वाकांक्षी लक्ष्यों को एक नई गति दी है। वर्ष 2030 तक हमारा लक्ष्य खुद को एक अग्रणी 'मेट्रो नॉलेज हब' के रूप में स्थापित करना है।

"सच्चा नेतृत्व भविष्य का इंतजार नहीं करता, वह आज की क्षमताओं से कल का निर्माण करता है।"

INSEAD के सहयोग से संपन्न हुआ यह प्रोग्राम हमारे संकल्पों की सिद्धि का प्रत्यक्ष प्रमाण है। हमें पूरा विश्वास है कि यहाँ से प्राप्त वैश्विक दृष्टिकोण और नेतृत्व कौशल हमारे संगठन को वर्ष 2030 के लक्ष्यों की ओर तेजी से ले जाएंगे और सफलता के नए प्रतिमान स्थापित करेंगे।

" नेतृत्व केवल विचारों में नहीं, बल्कि ठोस क्षमताओं और आधुनिक संसाधनों के निर्माण में दिखता है।"

प्रबंध निदेशक एवं शीर्ष प्रबंधन के मार्गदर्शन में, INSEAD के सहयोग से संपन्न हुआ यह प्रोग्राम और समानांतर चल रहा निर्माण कार्य हमारे संकल्पों की सिद्धि का प्रत्यक्ष प्रमाण हैं। INSEAD के साथ यह कदम हमारे इसी विजन 2030 को गति देने का एक सशक्त माध्यम है।

नेतृत्व की यह नई राह चुनौतियों से भरी जरूर है, लेकिन वैश्विक विशेषज्ञों के मार्गदर्शन और हमारे आंतरिक संकल्प के बल पर, हम न केवल अपने 2030 के लक्ष्यों को प्राप्त करेंगे, बल्कि सफलता के नए प्रतिमान भी स्थापित करेंगे। आइए, मिलकर नेतृत्व के इस नए युग का सूत्रपात करें और अपने संगठन को एक स्वर्णिम भविष्य की ओर ले जाएं।

**(घनश्याम बंसल)**
**महानिदेशक (डीएमआरसी अकादमी)**

## मुख्य राजभाषा अधिकारी एवं महाप्रबंधक (मा.सं.) का संदेश

सादर वंदन,

मुझे यह बताते हुए अत्यंत प्रसन्नता हो रही है कि छमाही पत्रिका आधारशिला के 31वें अंक का प्रकाशन होने जा रहा है। किसी भी समाज और राष्ट्र की प्रगति में साहित्य, कला और विचारों का महत्वपूर्ण योगदान होता है। 'आधारशिला' नाम अपने आप में ही इस बात का प्रतीक है कि यह पत्रिका समाज में सकारात्मक बदलाव, बौद्धिक विमर्श और सांस्कृतिक चेतना को एक सुदृढ़ आधार प्रदान करने का निरंतर प्रयास कर रही है।

समसामयिक विषयों पर विचार विमर्श, ज्ञानवर्धक सामग्री और रचनात्मक विधाओं को सहेजने का जो कार्य पत्रिका के माध्यम से किया जा रहा है, वह सराहनीय है। मुझे पूरा विश्वास है कि यह अंक भी पाठकों के ज्ञानवर्धन में सहायक सिद्ध होगा और उनके विचारों को एक नई दिशा मिलेगी।

यह पत्रिका हमारे कार्मिकों की सृजनात्मकता को मंच प्रदान करती है और संगठन की उपलब्धियों को साझा करने का माध्यम बनती है। यह न केवल सूचनाओं का संकलन है, बल्कि भाषा, संस्कृति और मूल्यों के संवर्धन का भी प्रतीक है। यह उपलब्धि केवल एक परिवहन प्रणाली की नहीं, बल्कि अनुशासन, उत्कृष्टता और समाज के प्रति उत्तरदायित्व की मिसाल भी है। इस वर्ष दिल्ली मेट्रो ने अपनी गौरवपूर्ण यात्रा के 31 वर्ष पूर्ण किए हैं।

हाल ही में फेज-IV परियोजना का उद्घाटन माननीय प्रधानमंत्री जी द्वारा किया गया। इस चरण में नई लाइनों के विस्तार को जनता को समर्पित किया गया जिनमें जनकपुरी पश्चिम–आर.के. आश्रम मार्ग कॉरिडोर, मौजपुर–मुकुंदपुर कॉरिडोर, तथा एरोसिटी–तुगलकाबाद कॉरिडोर जैसे प्रमुख मार्ग शामिल हैं। इनसे दिल्ली मेट्रो का नेटवर्क और अधिक विस्तृत होगा।

अंत में मैं 'आधारशिला' पत्रिका के सफल प्रकाशन के लिए लेखकों और पाठकों को हार्दिक बधाई और शुभकामनाएं देती हूँ। ये पत्रिका निरंतर सफलता के नए सोपान तय करे, यही हमारी कामना है। आपकी सहभागिता ही इस पत्रिका को जीवंत और प्रेरणादायी बनाती है।

मेरी ओर से सभी को हार्दिक शुभकामनाएं

**(जय श्री शर्मा)**
**मुख्य राजभाषा अधिकारी एवं महाप्रबंधक (मा. सं.)**

# प्राचार्य के डेस्क से ...

'आधारशिला' का 31वां अंक आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे बहुत हर्ष हो रहा है, जो कुछ नया सीखने, नया सोचने और बेहतर कार्य करने की हमारी यात्रा में एक और अहम पड़ाव है। वर्ष 2011 से, 'आधारशिला' हमारी अकादमी की प्रगति को दर्शाती आ रही है और यह अंक वर्ष 2026 की प्रथम छमाही के असाधारण रूप से सफल और बदलाव वाले दौर को दिखाता है।

पिछले छह महीनों में, अकादमी को विभिन्न सरकारी, औद्योगिक, शैक्षिक, रक्षा संस्थानों और अंतरराष्ट्रीय संगठनों से पधारे विशिष्ट मेहमानों की मेज़बानी करने का सौभाग्य मिला है। आईआरआईडीएम, इन-स्पेस, डीआरडीओ, आरडीएसओ, विदेश मंत्रालय, गुजरात प्रशासनिक सेवा, सोजित्ज़ कॉर्पोरेशन (जापान), भूटान सरकार और कई अन्य संस्थानों के वरिष्ठ अधिकारियों के दौरों से जानकारी के आदान-प्रदान, सहयोग और पेशेवर विकास के बेहतरीन अवसर मिले हैं। गणतंत्र दिवस की सांस्कृतिक संध्या, प्रशिक्षुओं के राष्ट्रपति भवन और अमृत उद्यान के दौरे, भारतीय ज्ञान परंपरा पहल के तहत 'माइंड मैटर्स' सत्र और 'साधना सप्ताह' वर्कशॉप जैसी शैक्षिक और सांस्कृतिक पहलों ने भी हमारे प्रतिभागियों के सर्वांगीण विकास में योगदान दिया है।

डीएमआरसी और सिंगापुर के इनसीड (INSEAD) – द बिज़नेस स्कूल फॉर द वर्ल्ड के बीच समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर होना इस दौर की उपलब्धियों में से एक अहम उपलब्धि है। यह महत्वपूर्ण भागीदारी मेट्रो रेल सेक्टर में नेतृत्व और प्रबंधन को बढ़ावा देने के मामले में विश्व के उत्कृष्ट तौर-तरीके अपनाने की दिशा में एक रणनीतिक कदम है। डीएमआरसी - इनसीड लीडरशिप डेवलपमेंट प्रोग्राम (LDP) का सफल आयोजन इस भागीदारी की विशिष्टता रही है। इस कार्यक्रम में प्रतिभागियों को विश्व प्रसिद्ध लीडरशिप फ्रेमवर्क, रणनीतिक निर्णय लेने के तरीके और आज के युग के प्रबंधन के तौर-तरीकों से परिचित कराया गया। इस कार्यक्रम को मिली उत्साहजनक सकारात्मक प्रतिक्रिया हमारे इस विश्वास को और मज़बूत करती है कि लीडरशिप डेवलपमेंट किसी भी संगठन के विकास और दीर्घकालिक सफलता का आधार है।

भविष्य की बात करें, तो हमें सीखने, कार्य करने और नेतृत्व के तरीकों को बदलने में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) की बढ़ती भूमिका को समझना होगा। हमें न तो एआई (AI) को अनदेखा करना चाहिए और न ही इसकी क्षमता को; अपितु, हमें इसे समझदारी, ज़िम्मेदारी और विवेकपूर्ण ढंग से अपनाना और इसका उपयोग करना चाहिए। एआई (AI) टूल्स जैसे- ChatGPT, Gemini प्रोफेशनल्स को कार्य-उत्पादकता बढ़ाने, तेज़ी से सीखने और सही जानकारी के आधार पर निर्णय लेने में मदद कर रहे हैं। तथापि, एआई की प्रभावशीलता काफ़ी हद तक दिए गए निर्देशों की गुणवत्ता पर निर्भर करती है। एक बेहतर प्रॉम्प्ट गहन जानकारी दे सकता है, नए समाधान निकाल सकता है और अधिक कुशलता के साथ इच्छित परिणाम पाने में मदद कर सकता है। आगामी वर्षों में पूरी सूझबूझ और उत्तरदायित्व से एआई का उपयोग करने की क्षमता विकसित करना अनिवार्य नेतृत्व कौशल होगा।

हमेशा की तरह, इस अंक में शामिल उपलब्धियां हमारे संकाय, कार्मिकों, प्रशिक्षुओं और भागीदारों के सामूहिक प्रयासों का परिणाम हैं। मैं उन सभी का हार्दिक आभार व्यक्त करता हूं, जिन्होंने अकादमी की लगातार उन्नति और सफलता में अपना योगदान दिया है।

मुझे आशा है कि 'आधारशिला' का यह अंक हमारे पाठकों को प्रेरित करेगा और उत्कृष्टता, नवाचार तथा जीवन भर सीखते रहने के प्रति हमारी साझा प्रतिबद्धता को प्रतिबिंबित करेगा।

**(महेन्द्र सिंह)**
**प्राचार्य (डीएमआरसी अकादमी)**

## उप महाप्रबंधक (राजभाषा) की लेखनी से

'आधारशिला' पत्रिका का 31वां अंक के आज उस पड़ाव पर है जहां शब्द केवल ध्वनि नहीं, समय की आवाज हैं। किसी भी साहित्यिक और वैचारिक पत्रिका के लिए बिना रुके, बिना झुके 15 वर्षों से अधिक की यह यात्रा केवल अंकों की गिनती नहीं बल्कि साक्ष्य है, उस अटूट जिजीविषा का जो समाज में सार्थक विमर्श को जीवित रखना चाहती है। इस 31वें अंक को आपके हाथों में सौंपते हुए अत्यंत हर्ष और गौरव की अनुभूति हो रही है।

'आधारशिला' ने हमेशा से केवल उत्कृष्ट साहित्य को ही मंच प्रदान नहीं किया, बल्कि समय-समय पर तकनीकी और समाज के मुद्दों पर बदलती चेतना और मानवीय मूल्यों को भी रेखांकित किया है। 'आधारशिला' का यह अंक इसी ज़िम्मेदारी को निभाने का एक और विनम्र प्रयास है। आज 'ज्ञान' और 'संवेदना' के बीच की दूरी बढ़ती जा रही है। अब संवाद के माध्यम संक्षिप्त और सतही होते जा रहे हैं, तो एक पत्रिका की ज़िम्मेदारी और बढ़ जाती है कि वह गंभीर चिंतन और गहराई को बचाए रखे। वर्तमान समय तीव्र बदलावों का है। तकनीक के इस युग में जहां सूचनाओं की बाढ़ है, वही इस अंक में हमने समकालीन विमर्श, कविता और वैचारिक लेखों का एक ऐसा गुलदस्ता तैयार करने की कोशिश की है, जो न केवल आपका मनोरंजन करे, बल्कि आपको सोचने पर भी विवश करे। नए रचनाकारों की ऊर्जा और साहित्यकारों के अनुभव का यह समन्वय इस अंक की असली पूंजी है।

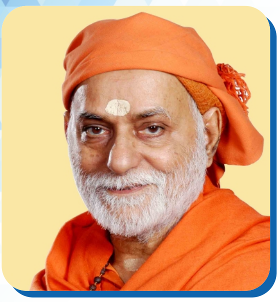
**बंधुरात्मात्मनस्तस्य येनात्मैवात्मना जित:।**
**अनात्मनस्तु शत्रुत्वे वर्तेतात्मैव शत्रुवत् ॥**

अर्थात् श्री कृष्ण कहते हैं, जिसने अपने मन पर विजय प्राप्त कर ली, उसके लिए मन सबसे अच्छा मित्र है, लेकिन जो ऐसा करने में असफल होता है उसका मन ही सबसे बड़ा शत्रु बन जाता है।

हम उन सभी लेखकों, विचारकों और पाठकों के प्रति अपनी गहरी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं, जो इस लंबी यात्रा में हमारी 'आधारशिला' के मजबूत स्तंभ बने रहे हैं। आपकी प्रतिक्रिया ही हमारी ऊर्जा हैं। आइए, शब्द और चेतना के इस उत्सव में शामिल हों और इस यात्रा को आगे बढ़ाएं।

हार्दिक शुभकामनाएं।

**(डॉ.अस्मिका सिन्हा )**
**उप महाप्रबंधक (राजभाषा)**



स्वामी भूमानन्द तीर्थ जी

# पूर्णता की ओर ले जाने वाले जीवन के चार चरण

मानव-जीवन के चार भिन्न चरण - ब्रह्मचर्य, गार्हस्थ्य, वानप्रस्थ और संन्यास— वस्तुतः ये चारों चरण एक-दूसरे से पृथक नहीं हैं। ये मिलकर जीवन की ऐसी समग्र व्यवस्था बनाते हैं, जो व्यक्ति की पूर्णता के साथ-साथ समाज में सामंजस्य और कल्याण भी सुनिश्चित करती है। प्रत्येक चरण यदि ठीक प्रकार से जिया जाए, तो वह अगले चरण में प्रवेश के लिए व्यक्ति को योग्य बना देता है।

पहला चरण, ब्रह्मचर्य, शिक्षा और अध्ययन के लिए समर्पित है। यह आज भी उतना ही प्रासंगिक है जितना प्राचीन काल में था। शिक्षण-काल तपस्या-निष्ठ भाव से युक्त होना चाहिए, जहां पर्याप्त अनुशासन हो, जो धीरे-धीरे व्यक्ति के सम्पूर्ण व्यक्तित्व में समा जाएँ। वे संस्कार आपके व्यक्तित्व के मूल तक पहुँचने चाहिएँ। केवल ऐसे अनुशासनों के द्वारा ही शिक्षा प्रभावशाली बनती है।

आज अधिकांश विद्यार्थी प्रश्न करते हैं— "स्वामीजी, मन को एकाग्र कैसे करूँ? मुझसे एकाग्रता नहीं हो पाती।" एकाग्रता तभी आएगी जब आप विभिन्न तपों और अनुशासनों के माध्यम से अपने भीतरी व्यक्तित्व तक पहुँच पाएँगे। मन अत्यन्त सूक्ष्म और पकड़ में न आने वाली सत्ता है; वह शरीर के अन्य अंगों की तरह नहीं है। मन पर अधिकार पाने के लिए और अधिक गहरे तथा सूक्ष्म अनुशासन आवश्यक हैं।

इस शिक्षण-चरण के बाद जीवन का अगला चरण आता है— विवाह और व्यवसाय का जीवन, जिसे गार्हस्थ्य कहा गया है। इसमें मनुष्य तीन मुख्य पुरुषार्थों— धर्म, अर्थ और काम— के आधार पर जीवन जीता है। आपको धनार्जन करना चाहिए, किन्तु उस धर्म और अनुशासन के अनुसार, जिन्हें आपने ब्रह्मचर्य में सीखा है। यदि वे न हों, तो संसार के भोग-विलास आपको आकर्षित कर अपने अधीन कर लेंगे। जो धन आप अर्जित करते हैं, उसका उपयोग केवल अपने लिए ही नहीं, बल्कि समाज के लिए भी गृहस्थ-धर्म के निर्देशों के अनुसार होना चाहिए। तभी आपका धन पवित्र बनता है और मन में स्वाभाविक रूप से वैराग्य तथा अपरिग्रह जैसे महान गुण विकसित होते हैं।

तीसरा चरण वानप्रस्थ है, जो वस्तुतः निवृत्ति का जीवन है। जिस प्रकार आप अपने व्यवसाय से निवृत्त होते हैं, उसी प्रकार गृहस्थ-जीवन से भी निवृत्त होना चाहिए। घर में आप बच्चों, संबंधियों और सम्पत्तियों से घिरे रहते हैं। वानप्रस्थ में व्यक्ति को या तो अकेले रहना है, अथवा अपने जीवनसाथी के साथ रहना होता है।

चौथा चरण संन्यास है, जहाँ किसी प्रकार के कर्मकाण्ड या अनुष्ठान का पालन नहीं किया जाता। यह ऐसा जीवन है जो सभी विधि-विधानों और कर्मकाण्डों का अतिक्रमण कर जाता है। निरन्तर आत्मचिन्तन आपके सम्पूर्ण अस्तित्व को आच्छादित कर लेना चाहिए। आप दृश्य और बाह्य सब कुछ का त्याग कर केवल अपने आन्तरिक आत्मस्वरूप पर आश्रित रहते हैं, और इस प्रकार संसार के बन्धनों से पूर्ण स्वतंत्रता प्राप्त करते हैं।

जीवन का उद्देश्य केवल रक्त-संबंधों और वैवाहिक संबंधों के बीच बने रहना नहीं है। आपको अपने मन को उनसे अलग रहने का अभ्यास भी देना चाहिए। जीवन का स्वभाव है— प्रत्येक चरण को पार कर उससे आगे बढ़ जाना।

भगवद्गीता में कृष्ण स्पष्ट रूप से कहते हैं कि कोई भी गृहस्थ आसक्ति के वशीभूत होकर जीवन को सुचारु रूप से नहीं जी सकता।

**असक्तिरनभिष्वङ्गः पुत्रदारगृहादिषु (भगवद्गीता 13.9)**

पुत्र, पत्नी, घर आदि के प्रति "अनभिष्वङ्ग" होना चाहिए— अर्थात् ऐसा मोह या चिपकी हुई आसक्ति नहीं होनी चाहिए जो मन को बाँध ले। "अभिष्वङ्ग" मन की वह अवस्था है जिसमें आप अनुभव करते हैं कि जब तक दूसरा व्यक्ति सुखी नहीं होगा, तब तक आप भी सुखी नहीं हो सकते। जब तक आप दूसरे को दुःखी देखते हैं, तब तक आप स्वयं भी व्यथित रहते हैं।

सामान्य रूप से देखा जाए तो यह भावना अच्छी प्रतीत होती है। जिन लोगों में सहानुभूति और स्नेह नहीं होता, उन्हें हम दूसरों के प्रति स्नेह विकसित करने की सलाह देते हैं। किन्तु आपका स्नेह ऐसा नहीं होना चाहिए कि वह हर समय आपको ही पीड़ा पहुँचाने लगे। मान लीजिए आपके घर में कोई असाध्य रोग से पीड़ित बच्चा या सदस्य है; तब स्वाभाविक रूप से आपको अत्यन्त दुःख होगा। किन्तु यदि आपके भीतर यह वृत्ति हो जाए कि जब तक वह पूर्णतः स्वस्थ न हो जाए, तब तक आप स्वयं भी शान्त या प्रसन्न नहीं हो सकते, तब यह "अभिष्वङ्ग" है। और अभिष्वङ्ग एक दोष है। आपको पुत्र, पत्नी, घर आदि के प्रति "अनभिष्वङ्ग" की स्थिति तक उठना चाहिए।

**नित्यं च समचित्तत्वं इष्टानिष्टोपपत्तिषु (भगवद्गीता 13.9)**

जब भी इष्ट या अनिष्ट घटनाएँ घटित हों, तब "समचित्तत्व" विकसित कीजिए।

प्रतिदिन जीवन में जो घटनाएँ घटती हैं, वे या तो आपकी अपेक्षा के अनुसार होंगी या उसके विपरीत। जो कुछ घटित हो— चाहे अपेक्षित हो या अनपेक्षित, अनुकूल हो या प्रतिकूल, प्रिय हो या अप्रिय— आपके भीतर उन्हें स्वीकार करने की उदारता और मानसिक विस्तार होना चाहिए। यह स्पष्ट है कि जीवन में केवल मनचाही घटनाएँ ही नहीं होंगी; अप्रिय और अवांछित परिस्थितियाँ भी अवश्य आएँगी। आध्यात्मिक साधक के जीवन में तो ऐसी घटनाएँ विशेष रूप से आती हैं, जो उसके मोह-भंग का कारण बनती हैं। इसलिए जब ऐसी घटनाएँ हों, तो उन्हें निराशाजनक नहीं, बल्कि जागृति और ज्ञान देने वाले उद्‌घाटन के रूप में देखिए।

ईश्वर पर अपनी निर्भरता की जाँच कीजिए। उसे परखिए। सुनिश्चित कीजिए कि वह न डगमगाए। निरन्तर यह देखते रहना है कि आपकी भक्ति फीकी या विकृत न हो जाए — यही आपके लिए सबसे बड़ा भक्तियोग है। आपकी भक्ति सूक्ष्म, गहरी और ऊर्ध्वगामी बने, जिससे वह केवल आधे घंटे की पूजा या मंदिर-भ्रमण की सीमित दिनचर्या से परे उठ जाए।

ये सभी गुण विशेष रूप से गृहस्थों के लिए बताए गए और आवश्यक माने गए हैं। इन गुणों के निष्ठापूर्ण अभ्यास से आप धीरे-धीरे, स्वाभाविक रूप से संसार के बन्धनों से मुक्त हो जाएंगे।

हरिः ॐ तत्सत्।

---

## हँसी : चेतना की सात तरंगें

मनुष्य की हँसी केवल मनोरंजन या भावनात्मक प्रतिक्रिया नहीं है। यह चेतना की भाषा है—एक ऐसी भाषा जो शब्दों से पहले जन्म लेती है और मौन में विलीन हो जाती है। भारतीय आध्यात्मिक परंपरा में हँसी को मन की स्थिति नहीं, बल्कि **अंतरात्मा की गति** माना गया है। जैसे-जैसे चेतना का विस्तार होता है, हँसी के रूप भी बदलते जाते हैं। यह हँसी सात स्तरों में प्रकट होती है—**सीता से अतीहंसीता तक**—और हर स्तर आत्मिक विकास की एक सीढ़ी है।

**1. सीता — मौन में खिलती आत्मा की मुस्कान**

सीता वह मुस्कान है जो दिखाई नहीं देती, बल्कि महसूस की जाती है।

यह चेहरे पर नहीं, **चेतना में घटती है।**

यह मुस्कान तभी देखी जा सकती है जब देखने वाला स्वयं सचेत हो।

यह उस साधक की मुस्कान है जिसने भीतर झाँकना सीख लिया है।

सीता मुस्कान कहती है — "सब ठीक है, जैसा है वैसा ही।"

यह हँसी नहीं, **स्वीकृति है।**

यह बुद्ध, महावीर और कबीर की मुस्कान है—जो संसार के कोलाहल में भी मौन में स्थित रहते हैं।

**2. हंसिता — जाग्रत मन की सौम्य अभिव्यक्ति**

हंसिता में होंठ हिलते हैं, दाँतों की किनारी झलकती है।

यह वह मुस्कान है जहाँ **भीतर की शांति बाहर झरने लगती है।**

यह उस व्यक्ति की हँसी है जिसने दुखों को समझ लिया है, पर अभी उनसे पूरी तरह मुक्त नहीं हुआ।यह मुस्कान कहती है —"मैं संसार में हूँ, पर संसार मुझमें नहीं।"

**3. वीहंसिता — आनंद की पहली झलक**

वीहंसिता में मुस्कान चौड़ी हो जाती है,

थोड़ी-सी हँसी जुड़ जाती है।

यह वह क्षण है जब आत्मा हल्की हो जाती है।

जीवन का बोझ कुछ देर के लिए उतर जाता है।

यह बालक-भाव की वापसी है—जहाँ हँसी बिना कारण के फूट पड़ती है।

**4. उपहंसिता — अहंकार के ढहने की हँसी**

यह ज़ोरदार ठहाके वाली हँसी है—

जिसमें सिर और भुजाएँ भी हिलने लगती हैं।

यह हँसी तब आती है जब व्यक्ति **अपने ही नाटक को पहचान लेता है।**

"मैं जिसे गंभीर समझ रहा था, वह तो एक खेल था।"

यह हँसी अहंकार को हिला देती है।

**5. औहंसिता — रोते-रोते हँसने की अवस्था**

यह इतनी ज़ोर की हँसी है कि आँखों से आँसू बहने लगते हैं।

पर ये आँसू दुख के नहीं होते—**ये मुक्ति के आँसू** होते हैं।

यह वह क्षण है जहाँ

हँसी और रोना एक हो जाते हैं,

जहाँ द्वैत टूटने लगता है।

**6. अतीहंसिता — देह से परे आनंद का विस्फोट**

अतीहंसिता सबसे तीव्र, सबसे शोरभरी हँसी है।

पूरा शरीर थरथराने लगता है, व्यक्ति हँसी से लोटपोट हो जाता है।

यह हँसी नहीं—**समाधि का विस्फोट** है।

यहाँ व्यक्ति नहीं हँसता,

**हँसी ही व्यक्ति को हिला रही होती है।**

देह झुक जाती है, अहंकार गिर जाता है,

और आत्मा आकाश की तरह फैल जाती है।

**निष्कर्ष : हँसी — ईश्वर की सबसे सरल साधना**

जो व्यक्ति हँसी को केवल मज़ाक समझता है, वह सतह पर जीता है।

और जो हँसी के इन स्तरों को पहचान लेता है,

वह जान जाता है कि—

**हँसी ही ध्यान है,**

**हँसी ही प्रार्थना है,**

**हँसी ही ईश्वर से साक्षात्कार है।**

जब जीवन बोझ लगे—तो हँसो।

जब समझ आ जाए—तो मुस्कराओ।

और जब सब छूट जाए—तो बस... **सीता में ठहर जाओ।**

**मिन्टू**
**सहायक प्रबंधक (प्रशासन)**

# मानव मूल्य – दान

बहुत समय पूर्व एक राजा था, जो अपनी दयालुता और उदारता के लिए प्रसिद्ध था। प्रतिदिन वह राजमहल के द्वार पर खड़ा होकर अपनी प्रजा को वस्त्र, आभूषण और आवश्यक सामग्री दान स्वरूप प्रदान करता था। किंतु दान करते समय उसकी दृष्टि सदैव भूमि की ओर झुकी रहती थी।

एक दिन उसके मंत्री ने विनम्रतापूर्वक प्रश्न किया - "महाराज, आप प्रतिदिन इतना दान करते हैं, परंतु कभी ऊपर नज़र उठाकर यह नहीं देखते कि किसे क्या दे रहे हैं। इसका कारण क्या है?"

**देनहार कोउ और है, भेजत सो दिन रैन।**

**लोग भरम हम पै धरैं, याते नीचे नैन॥ (रहीम दास)**

राजा ने हल्की मुस्कान और संकोच के साथ उत्तर दिया - "हे मंत्री, जब मैं दान करता हूं तो अपनी दृष्टि नीचे रखता हूं, ताकि मेरे हाथ देने वाले प्रतीत हों, परंतु वास्तव में देने वाला ईश्वर है। जो दिन-रात सबको देता चला जा रहा है मैं केवल माध्यम हूं। परंतु लोगों को ऐसा प्रतीत होता है कि हम ही दान कर रहे हैं। इसी कारण हमारे नेत्र ऊपर नहीं उठ पाते।

दान में यही भाव आवश्यक है। यदि दान करते समय यह विचार आ जाए कि यह मेरी वस्तु है, मेरा धन है, जिसे मैं दे रहा हूं, तो ऐसा दान व्यर्थ हो जाता है। सच्चा दान वही है, जिसमें यह भावना हो कि जिसे मैं दे रहा हूं, वह वस्तु वास्तव में उसी के लिए नियत थी। मैं तो केवल माध्यम हूं।

मानव जीवन में अनेक मूल्य हैं, परंतु उनमें से एक सर्वोच्च मूल्य है, दान। दान केवल वस्तुओं का आदान-प्रदान नहीं, बल्कि यह करुणा, विनम्रता और निस्वार्थ भाव का प्रतीक है।

दान एक भावना है जो दूसरों के दुखों को महसूस करने की क्षमता है। हमारे शास्त्रों में कहा गया है दान से बढ़कर कोई पुण्य नहीं। दान को भारतीय संस्कृति और हिंदू धर्म में अत्यंत पवित्र, श्रेष्ठ और पुण्यदायी कर्म माना गया है। यह मानवता, धर्म और समाज सेवा का श्रेष्ठ मार्ग है। दान केवल किसी वस्तु या धन को देने का नाम नहीं है, बल्कि यह मनुष्य के भीतर छिपी करुणा, त्याग, सेवा और संवेदनशीलता का प्रतीक है। दान से व्यक्ति का अहंकार कम होता है, मन पवित्र होता है और आत्मिक संतोष मिलता है तथा समाज में सहयोग, समानता तथा भाईचारे की भावना मजबूत होती है।

**दान के छः अंग**

**दाता प्रतिगृहीता च शुद्धिर्देयं च धर्मयुक् ।**

**देशकालौ च दानानामङ्गान्येतानि षड् विदुः ।। (याज्ञवल्क्य स्मृति)**

**अर्थ:-** दाता (दान देने वाला), दान लेनेवाला (सुपात्र), पावित्र्य (शुद्ध भावना से), देय वस्तु (क्या किसको दे रहे हैं), देश (किस स्थान पर दे रहे हैं) और काल (किस समय दे रहे हैं) - ये छ: दान के अंग हैं ।।

मुख्य रूप से शास्त्रानुसार दान के छः अंग होते हैं, जो निम्न इस प्रकार से है-

1. **दाता (देने वाला):** दान देने वाले व्यक्ति की कमाई ईमानदारी की होनी चाहिए। उसके मन में धैर्य, ईर्ष्या का अभाव और शांति होनी चाहिए।
2. **प्रतिग्रहीता (लेने वाला):** दान प्राप्त करने वाला व्यक्ति योग्य होना चाहिए। किसी सदाचारी, ज्ञानी और सच्चे जरूरतमंद को दिया गया दान ही सर्वश्रेष्ठ फल देता है।
3. **श्रद्धा (आदर का भाव):** दिखावे या अहंकार के साथ किया गया दान व्यर्थ जाता है। दान हमेशा विनम्रता, खुशी और सम्मान के भाव से देना चाहिए।
4. **धर्म (पवित्र वस्तु):** दान में दी जाने वाली वस्तु या धन न्यायपूर्वक कमाया हुआ होना चाहिए। चोरी या गलत तरीके से कमाए धन का दान स्वीकार्य नहीं है।
5. **देश (सही स्थान):** सही स्थान, जहां दान की वास्तविक आवश्यकता है जैसे स्थान, आपदा से प्रभावित क्षेत्र जहां सहायता की जरूरत हो, वहाँ दान करना उत्तम है।
6. **काल (सही समय):** जब किसी व्यक्ति को किसी वस्तु या धन की आवश्यकता हो उस समय दिया गया दान सबसे प्रभावशाली होता है।

**दान के पांच भूषण**

दान के इन पांच भूषणों का विस्तृत महत्व इस प्रकार है:

**आनन्दाश्रूणि रोमाञ्चो बहुमानः प्रियं वचः ।**

**तथानुमोदता पात्रे दानभूषणपञ्चकम् ॥ (याज्ञवल्क्य स्मृति)**

अर्थ: जब दान आनन्द, भाव, सम्मान और मधुरता से किया जाए, तो वही दान वास्तव में भूषणयुक्त अर्थात् अलंकारसम्य कहलाता है।

i. **आनन्द के आंसू** - दान करते समय हृदय में उमड़ते आनंद से आँखों में आँसू आना, जो सच्ची करुणा और भावनात्मक शुद्धता का प्रतीक है।
ii. **रोमांच (हृदय की भाव-प्रेरणा)** - दान की भावना से शरीर में रोमांच उत्पन्न होना, जो आत्मिक प्रसन्नता और गहन भावनात्मक जुड़ाव को दर्शाता है।
iii. **दान-ग्रहण के प्रति सम्मान** - दान ग्रहण करने वाले पात्र के प्रति आदर और सम्मान दिखाना, जिससे दान का मूल्य और पवित्रता बढ़ती है।
iv. **मधुर वचन** - दान देते समय मधुर, विनम्र और कोमल वाणी का प्रयोग करना, जिससे ग्रहणकर्ता का मन प्रसन्न होता है।
v. **सुपात्र को दान का अनुमोदन** - सुपात्र को दान देकर उसे हर्षपूर्वक स्वीकार करना और उसकी सराहना करना, जिससे दान पूर्ण और पुण्यदायी बनता है।

**दान के पाँच दोष**

दान के पाँच दोष (दूषण) वे कारण हैं जिनसे दान की पवित्रता नष्ट हो जाती है। धर्मशास्त्रों में कहा गया है कि यदि दान में ये दोष उपस्थित हों तो उसका पुण्य फल क्षीण हो जाता है और वह आत्मिक उन्नति में बाधक बनता है।

**अनादरो विलम्बश्च वैमुख्यं निष्ठुरं वचः ।**

**पश्चातापश्च पञ्चापि दानस्य दूषणानि च ॥ (याज्ञवल्क्य स्मृति)**

**अर्थ:** यदि दान में अनादर, विलम्ब, वैमुख्य, निष्ठुर वचन और पश्चाताप जैसे दोष हों, तो वह दान दूषित माना जाता है और उसका पुण्य नष्ट हो जाता

1. **तिरस्कार** - यदि दान करते समय पात्र का अपमान या उपेक्षा की जाए तो दान की पवित्रता नष्ट हो जाती है।
2. **विलम्ब** - दान देने में अनावश्यक देर करना भी दोष माना गया है। जब किसी को तत्काल सहायता की आवश्यकता हो और दान समय पर न दिया जाए तो उसका महत्व घट जाता है।
3. **वैमुख्य** - दान देते समय उदासीनता या अनिच्छा दिखाना दान को केवल औपचारिकता बना देता है।
4. **निष्ठुर वचन** - दान करते समय कठोर या अपमानजनक शब्द कहना दान की पवित्रता को दूषित कर देता है।
5. **पश्चाताप** - दान देने के बाद पछताना या खेद करना भी दोष है।

**निष्कर्ष**

दान मानवता का सबसे सुंदर रूप है। यह व्यक्ति को विनम्र, दयालु और संवेदनशील बनाता है। दान से समाज में प्रेम, सहयोग और समानता की भावना बढ़ती है। सच्चा दान वही है जिसमें स्वार्थ न हो, प्रदर्शन न हो और किसी के प्रति दया तथा सम्मान का भाव हो।

अतः हमें अपनी सामर्थ्य के अनुसार नियमित रूप से दान करना चाहिए। क्योंकि सच्ची समृद्धि वही है जो केवल हमारे पास न रहे, बल्कि दूसरों के जीवन में भी प्रकाश बनकर पहुंचे।

**- जय श्री शर्मा**
**मुख्य राजभाषा अधिकारी एवं**
**महाप्रबंधक (मानव संसाधन)**

# सिग्नलिंग प्रणाली में ऑटोमेशन का स्तर
## (Grade of Automation in Signalling System)

शहरी आबादी में तेज़ी से हुई वृद्धि ने सार्वजनिक परिवहन प्रणालियों, खासकर मेट्रो रेल पर अभूतपूर्व दबाव डाला है। इन प्रणालियों से यह उम्मीद की जाती है कि वे बार-बार, भरोसेमंद और सुरक्षित सेवाएँ प्रदान करें। इसलिए, यात्रियों की माँग के अनुसार, अब एक उच्च स्तर के ऑटोमेशन (स्वचालन) की आवश्यकता है। यह बदलाव उन्नत सिग्नलिंग तकनीकों की मदद से ही संभव होता है, जो लगातार संचार, ट्रेन की सटीक स्थिति की जानकारी और वास्तविक समय में नियंत्रण की सुविधा प्रदान करता है। इस बदलाव के केंद्र में 'ग्रेड्स ऑफ़ ऑटोमेशन' की अवधारणा है, जो परिचालन संबंधी ज़िम्मेदारियों को मानव चालकों से स्वचालित प्रणालियों को धीरे-धीरे सौंपने की प्रक्रिया को परिभाषित करती है।

पारंपरिक रेल परिवहन प्रणालियों में, महत्वपूर्ण कार्यों के लिए सॉफ़्टवेयर और हार्डवेयर की एक पुरानी प्रणाली का उपयोग किया जाता है। इन प्रणालियों का रखरखाव अक्सर महँगा होता है, इनमें बदलाव करना मुश्किल होता है, और ये आधुनिक तकनीकों के साथ तालमेल बिठाने में भी असमर्थ होती हैं। इस प्रणाली में, चालक (ट्रेन ऑपरेटर) की ही पूरी ज़िम्मेदारी होती है और उसकी गतिविधियों की निगरानी के लिए कोई ठोस प्रणाली (मॉनिटरिंग सिस्टम) नहीं होता है। इस प्रणाली में, ट्रेन पूरी तरह से मानवीय संचालन पर निर्भर रहती है और इसमें कोई स्वचालित सुरक्षा व्यवस्था (ऑटोमैटिक ट्रेन प्रोटेक्शन सिस्टम-एटीपी) नहीं होता है। यह प्रणाली पूर्ण रूप से मानवीय निर्णयों पर अत्यधिक निर्भर होती है जिस कारण इसे, 'ग्रेड ऑफ़ ऑटोमेशन-0' या 'गोआ-0' भी कहा जाता है।

चित्र - 01 कोई स्वचालित (ऑटोमेशन) सुरक्षा नहीं

**ऑटोमेशन के ग्रेड (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन):** किसी भी सिस्टम में ऑटोमेशन लागू करने के लिए आम तौर पर एक चरण-दर-चरण तरीका अपनाया जाता है, क्योंकि पूरी तरह से स्वायत्तता हासिल करने से पहले कई तरह की टेक्नोलॉजी, सिस्टम और यहाँ तक कि कानून भी बनाने पड़ते हैं। इंडस्ट्रियल ऑटोमेशन, मशीनरी, रोबोटिक्स और कारों के क्षेत्र में, इस प्रगति को ऑटोमेशन के स्तरों के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। इसी तरह, रेल परिवहन के क्षेत्र में, इस वर्गीकरण को 'ऑटोमेशन के ग्रेड (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन)' के नाम से जाना जाता है।

| | Type of Train Operation | Driver / Attendant Present | Starting Train Motion | Stopping Train Motion | Door Opening and Closing | Emergency Situations |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOA-1 | ATP with Driver | YES | Human Driver | Human Driver | Human Driver | Human Driver |
| GOA-2 | ATP and ATO with Driver | YES | Automatic | Automatic | Human Driver | Human Driver |
| GOA-3 | DTO | YES | Automatic | Automatic | Automatic | Attendant |
| GOA-4 | UTO | NO | Automatic | Automatic | Automatic | Automatic |

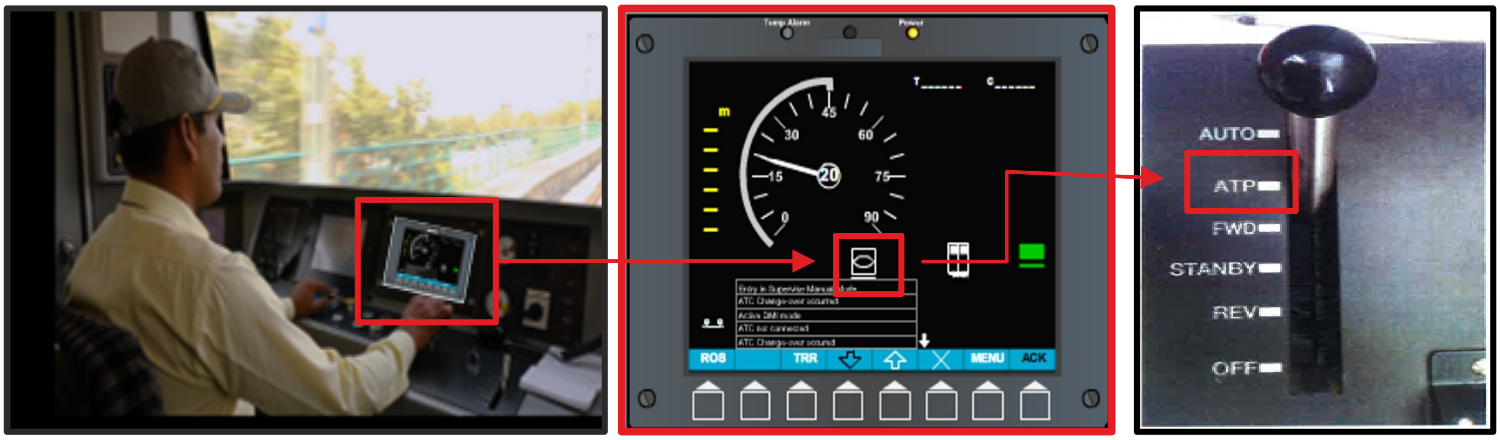
ATP- Automatic Train Protection
ATO- Automatic Train Operation
DTO- Driverless Train Operation
UTO- Unattended Train Operation

Human Driver — Attendant

चित्र – 02 स्वचालन (ऑटोमेशन) के स्तर

**ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-1 (GoA-1):** इस ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-1 में, ट्रेन ऑपरेटर की उपस्थिति में स्वचालित सुरक्षा प्रणाली (ऑटोमैटिक ट्रेन प्रोटेक्शन सिस्टम-एटीपी) की शुरुआत की गई है। यह स्वचालित सुरक्षा प्रणाली सभी ट्रेनों की गति और दो ट्रेनों के बीच उचित सुरक्षित अंतराल को सुनिश्चित करती है, जबकि ट्रेन की आवाजाही ट्रेन ऑपरेटर को ही करनी होती है।

ऑटोमेशन के इस ग्रेड में, ट्रेन ऑपरेटर, ट्रेन के आगे वाले केबिन में रहता है, गाइडवे पर नज़र रखता है और किसी भी खतरनाक स्थिति में ट्रेन को रोक देता है। गति बढ़ाने और ब्रेक लगाने का निर्देश ट्रेन ऑपरेटर ही देता है, जो ट्रैक के केबिन में मिलने वाले सिग्नल या फ़िक्स्ड सिग्नल के अनुसार होता है। ऑटोमैटिक ट्रेन प्रोटेक्शन सिस्टम (एटीपी सिस्टम), ट्रेन ऑपरेटर की गतिविधियों पर निगरानी रखता है।




चित्र - 03 'ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-1 (GoA-1)

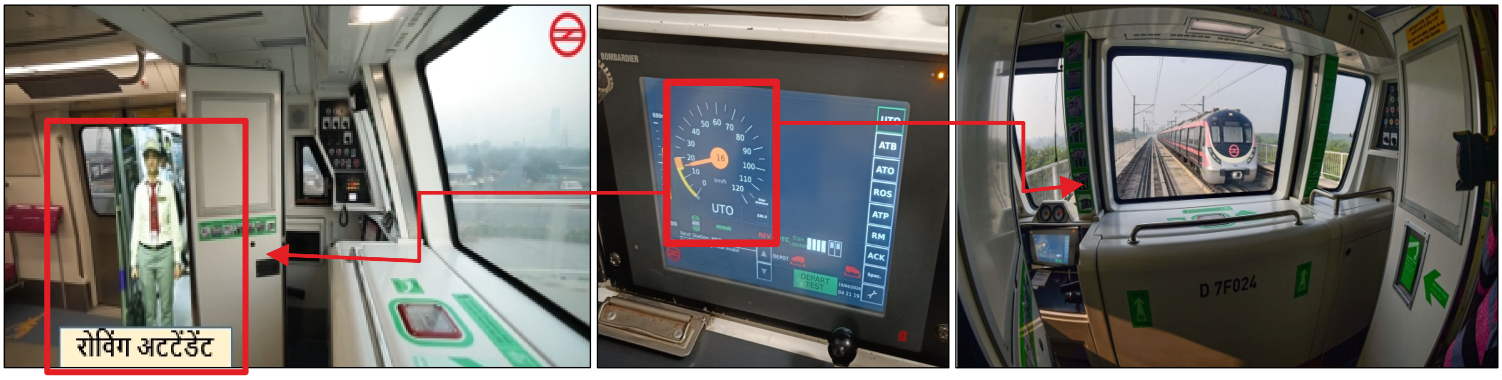
**ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-2 (GoA-2):** इस ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-2 में, स्वचालित सुरक्षा प्रणाली के साथ ऑटोमैटिक ट्रेन ऑपरेशन (एटीओ) सिस्टम, को पेश करके ऑटोमेशन को और आगे बढ़ाता है, जो ट्रेन ऑपरेटर के कामों को स्वचालित करता है।

ऑटोमेशन के इस ग्रेड में, ट्रेन ऑपरेटर, ट्रेन के आगे वाले केबिन में होता है, गाइडवे को देखता रहता है, और किसी भी खतरनाक स्थिति में ट्रेन को रोक देता है। ट्रेन की रफ़्तार बढ़ाना, ब्रेक लगाना, रोकना और दरवाज़े खोलना, ये सभी काम ऑटोमैटिक ट्रेन ऑपरेशन प्रणाली द्वारा ही होते हैं और ट्रेन की गति पर सिस्टम लगातार नज़र रखता है। इस ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-2 में ट्रेन ऑपरेटर, यात्री सेवाएँ प्रदान करने के बाद, ट्रेन के दरवाज़े बंद करता है, और अगले स्टेशन जाने के लिए ट्रेन का स्टार्ट बटन या प्रस्थान बटन दबाता है। इसके बाद ट्रेन अगले स्टेशन के लिए ऑटोमैटिक ट्रेन ऑपरेशन (एटीओ) प्रणाली के साथ स्वचालित हो जाती है।

चित्र - 04 'ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-2 (GoA-2)

**ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-3 (GoA-3):** यह एक ट्रेन ऑपरेटर -रहित ट्रेन ऑपरेशन है। इस ट्रेन ऑपरेशन में ट्रेन ऑपरेटर को हटा दिया जाता है लेकिन ट्रेन में एक कर्मचारी, जिसे 'रोविंग अटेंडेंट' कहा जाता है ,को ट्रेन के अंदर (लेकिन ट्रेन ऑपरेटर के केबिन में नहीं) मौजूद रह सकता है और ट्रेन का संचालन पूरी तरह से ऑटोमैटिक होता है। इस ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-3 में स्टेशन से ट्रेन का सुरक्षित प्रस्थान, जिसमें दरवाजों का बंद होना भी शामिल है, सिस्टम द्वारा अपने आप किया जाता है।

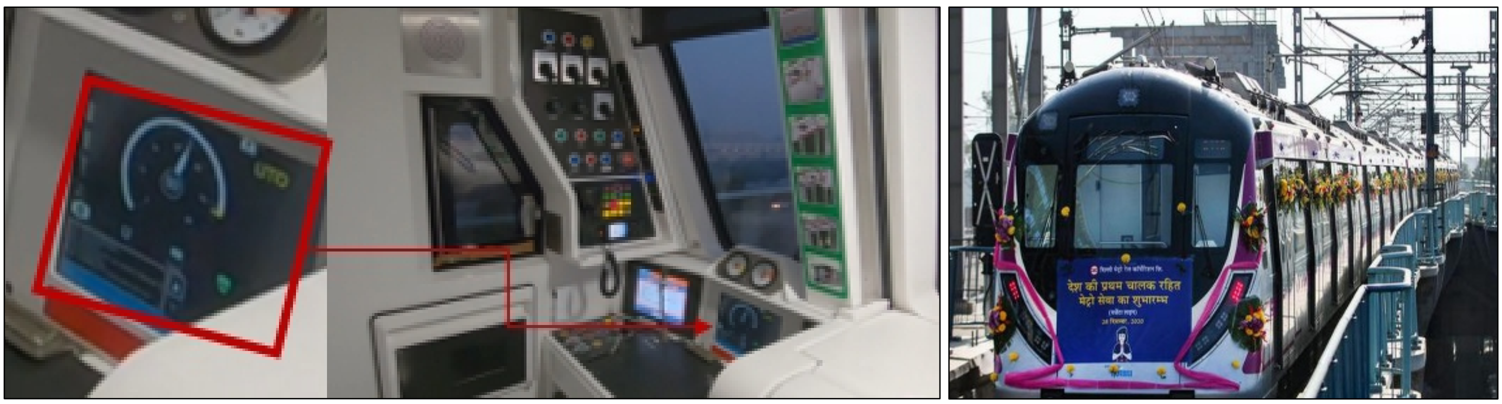
ऑटोमेशन के इस ग्रेड में, ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-2 की तुलना में अतिरिक्त उपायों की आवश्यकता होती है, क्योंकि ट्रेन के आगे वाले केबिन में कोई ट्रेन ऑपरेटर नहीं होता जो गाइडवे पर नज़र रख सके और किसी खतरनाक स्थिति में ट्रेन को रोक सके। ऑटोमेशन के इस ग्रेड में, यात्रियों की सहायता और किसी भी आपातकालीन स्थिति में ट्रेन को नियंत्रित करने के लिए, एक कर्मचारी, जिसे 'रोविंग अटेंडेंट' कहा जाता है, ट्रेन के अंदर (लेकिन ट्रेन ऑपरेटर के केबिन में नहीं) मौजूद रह सकता है।




चित्र - 05 'ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-3 (GoA-3)

**ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-4 (GoA-4):** यह बिना किसी ट्रेन ऑपरेटर और स्टाफ़ के ट्रेन चलाने (अनटटेंडेंट ट्रेन ऑपरेशन (यूटीओ) सिस्टम) का एक एडवांस्ड सिस्टम है, जो ऑटोमेशन के सबसे ऊँचे लेवल को दिखाता है। इस ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-4 में, ट्रेनें बिना किसी ऑन-बोर्ड स्टाफ़ के चलती हैं, और सभी काम ऑपरेशनल कंट्रोल सेंटर से कंट्रोल किए जाते हैं।

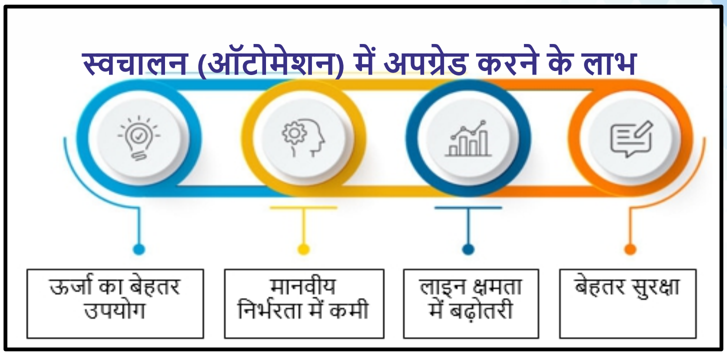
ऑटोमेशन के इस ग्रेड में, ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन - 3 की तुलना में ज़्यादा सुरक्षा उपायों की ज़रूरत होती है, क्योंकि इसमें ट्रेन के अंदर कोई स्टाफ़ नहीं होता है । स्टेशन से ट्रेन का सुरक्षित निकलना, जिसमें दरवाज़े बंद होना भी शामिल है, पूरी तरह से सिस्टम द्वारा अपने-आप किया जाता है। और ज़्यादा साफ़ तौर पर कहें तो, ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन – 4 सिस्टम में, खतरनाक स्थितियों और इमरजेंसी हालात में, जैसे कि यात्रियों को सुरक्षित बाहर निकालना, का पता लगाने और उन्हें संभालने में मदद करता है। कुछ खतरनाक स्थितियों या इमरजेंसी हालात में, जैसे कि ट्रेन का पटरी से उतरना, या ट्रेन में धुआँ या आग का पता चलना, आदि में ही स्टाफ़ के दखल की ज़रूरत पड़ सकती है।




चित्र - 06 'ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन-4 (GoA-4)

## उच्च स्तर के ऑटोमेशन के लाभ और चुनौतियाँ

उच्च स्तर का ऑटोमेशन कई महत्वपूर्ण लाभ प्रदान करता है, जिनमें बेहतर विश्वसनीयता, मानवीय त्रुटियों में कमी और उत्पादन क्षमता में वृद्धि शामिल है। हालाँकि, इसके साथ कुछ चुनौतियाँ भी जुड़ी हैं, जैसे कि भारी प्रारंभिक निवेश, जटिल सिस्टम और मज़बूत साइबर सुरक्षा उपायों की आवश्यकता इत्यादि।




## हाई-लेवल ऑटोमेशन (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन - 3/4) में अपग्रेड करने के फ़ायदे:

- बेहतर ऊर्जा दक्षता: ऑटोमैटिक ट्रेन ऑपरेशन से स्पीड प्रोफ़ाइल और ब्रेकिंग पैटर्न सबसे अच्छे रहते हैं, जिससे मैन्युअल ड्राइविंग के मुकाबले ऊर्जा की खपत कम होती है।
- मानवीय निर्भरता में कमी: ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन – 4 में, ट्रेनें बिना किसी ऑन-बोर्ड स्टाफ़ के चलती हैं और सभी काम ऑपरेशनल कंट्रोल सेंटर से कंट्रोल किए जाते हैं।
- बढ़ी हुई लाइन क्षमता और फ़्रीक्वेंसी: उच्च ऑटोमेशन (हाई-लेवल ऑटोमेशन) से ट्रेनें एक-दूसरे के ज़्यादा करीब चल पाती हैं, जिससे बिना नई पटरियाँ बिछाए, सुरक्षित रूप से फ़्रीक्वेंसी और पूरे नेटवर्क की क्षमता बढ़ जाती है।
- बढ़ी हुई सुरक्षा: ऐसे सिस्टम जिनमें रुकावटों का पता लगाने के लिए उन्नत तकनीक, ऑटोमैटिक इमरजेंसी ब्रेकिंग और प्लेटफ़ॉर्म स्क्रीन दरवाज़ों का मेल होता है, वे यात्रियों की सुरक्षा को काफ़ी हद तक बढ़ा देते हैं।
- ऑपरेशनल विश्वसनीयता: ऑटोमेटेड सिस्टम इंसानी गलतियों को कम करते हैं, जो सर्विस में देरी का मुख्य कारण होती हैं, जिससे समय पर काम करने की क्षमता बेहतर होती है और रखरखाव का खर्च कम होता है।
- बेहतर वर्कफ़ोर्स मैनेजमेंट: अपग्रेड करने से केबिन में ड्राइवर की ज़रूरत खत्म हो जाती है, जिससे स्टाफ़ को यात्रियों को बेहतर सर्विस देने या स्टेशन के मैनेजमेंट के लिए दोबारा तैनात किया जा सकता है।
- स्मार्ट मोबिलिटी के साथ बेहतर तालमेल: ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन – 4 में, सिस्टम स्मार्ट सिटी के बुनियादी ढाँचे, मोबाइल ऐप्स और कई तरह के ट्रांसपोर्ट सिस्टम के साथ आसानी से जुड़ सकते हैं, ताकि यात्रियों को रीयल-टाइम जानकारी मिल सके और बेहतर तालमेल बना रहे।
- डेटा-आधारित रखरखाव (अनुमानित रखरखाव): ट्रेन और पटरी के सिस्टम की लगातार निगरानी से खराबी का पता जल्दी चल जाता है, जिससे ब्रेकडाउन कम होते हैं और संपत्ति की उम्र बढ़ती है।
- मानकीकरण और विस्तार की क्षमता: ऑटोमेशन से पूरे नेटवर्क में एक जैसा काम होता है, जिससे लाइनें बढ़ाना, सिस्टम की नकल करना और एकरूपता बनाए रखना आसान हो जाता है।
- बाधाओं से तेज़ी से उबरना: देरी या किसी घटना की स्थिति में, ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन – 4 में, सिस्टम मैन्युअल सिस्टम के मुकाबले कहीं ज़्यादा तेज़ी से अपने आप समय-सारिणी बदल सकते हैं, रूट लूप कर बदल सकते हैं और सर्विस फिर से शुरू कर सकते हैं।
- पर्यावरण पर कम असर: ड्राइविंग के बेहतर तरीके, इंजन के बेकार में चलते रहने का समय कम होना और कुशल समय-सारिणी से कार्बन उत्सर्जन कम होता है और पर्यावरण के अनुकूल काम होता है।

## ऑटोमेशन के उच्च ग्रेड (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन - 3/4) में अपग्रेड करने की चुनौतियाँ

### मुख्य लागत कारक ये हैं:

- उन्नत रोलिंग स्टॉक सिस्टम (यात्री ट्रेनें) की ज़रूरत,
- उन्नत सिग्नलिंग और ट्रेन कंट्रोल सिस्टम की ज़रूरत,
- प्लेटफ़ॉर्म पर पीएसडी सिस्टम लगाने की अतिरिक्त ज़रूरत आदि।

### दूसरे कारक ये हैं:

- उच्च ग्रेड वाले सिस्टम को इस तरह से डिज़ाइन किया जाना चाहिए कि ट्रेन के सभी सिस्टम और उनके उप-सिस्टम को दूर से ही अपने आप कंट्रोल किया जा सके।
- उच्च ग्रेड वाले सिस्टम को ड्राइवर के इनपुट से जुड़ी पाबंदियों को खत्म कर देना चाहिए।
- उच्च ग्रेड वाले सिस्टम को खतरों (जैसे धुआँ/आग, गाइडवे पर किसी चीज़ से टकराना, आदि) का पता लगाने में सक्षम होना चाहिए।
- उच्च ग्रेड वाले सिस्टम में इमरजेंसी की स्थितियों के दौरान यात्रियों की दूर से निगरानी करने के लिए ऑन-बोर्ड सीसीटीवी सिस्टम की ज़रूरत होती है।
- संगठित श्रमिक संघों को ऑटोमेशन के उच्च ग्रेड में अपग्रेड होने के कारण कर्मचारियों की छंटनी का डर हो सकता है।

## निष्कर्ष

मेट्रो रेल में ऑटोमेशन के अपग्रेड से सिस्टम की क्षमता, विश्वसनीयता और सुरक्षा बढ़ती है, जबकि ट्रेन ऑपरेटर-रहित तकनीक (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन - 3/4) के माध्यम से परिचालन लागत कम होती है। इसके मुख्य लाभों में बेहतर ऊर्जा दक्षता, ट्रेनों की बढ़ी हुई आवृत्ति, यात्रियों के बेहतर अनुभव और कर्मचारियों की इष्टतम तैनाती शामिल हैं। ऑटोमेशन के ग्रेड (ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन) को बढ़ाने से सुरक्षा और परिचालन कार्यों की ज़िम्मेदारी इंसानों से हटकर जटिल सिग्नलिंग और ट्रेन नियंत्रण प्रणालियों पर आ जाती है।

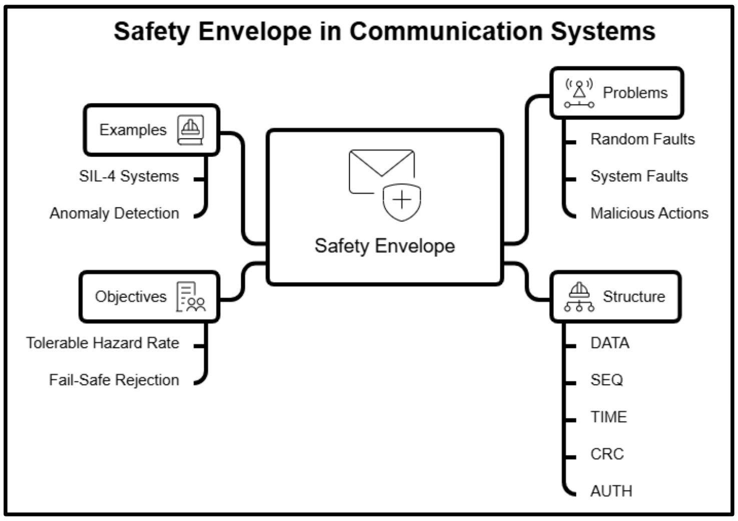
**- भगवान सिंह,**
**व्याख्याता/सिग्नलिंग**

# सुरक्षा-संवेदनशील प्रणालियों हेतु संचार तंत्र: CRC

## 1. संदर्भ एवं डिजाइन उद्देश्य

ओपन या non-trusted networks पर सुरक्षा-संवेदनशील संचार को विभिन्न प्रकार की समस्याओं को सहन करने योग्य (tolerant) होना चाहिए। इन समस्याओं में शामिल हैं:

- Random faults: जैसे नॉइज़, इंटरफेरेंस, हार्डवेयर errors
- System faults: जैसे बफरिंग डिलेज़, मैसेज री- ऑर्डरिंग, डुप्लिकेशन
- Malicious actions: जैसे इन्सर्शन (अनधिकृत संदेश जोड़ना), रिप्ले (पुराने संदेश को पुनः भेजना), मैस्करेड (किसी अन्य entity का रूप धारण करना)




इस डिजाइन का मुख्य उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि यदि कोई communication error detect नहीं होता है, तो उसकी संभावना सिस्टम के Tolerable Hazard Rate (THR) से कम हो।

उदाहरण के लिए:

- SIL-4 सिस्टम के लिए THR लगभग होता है:

$10^{-9}$ प्रति घंटा

इसका अर्थ है कि प्रणाली को इस प्रकार डिजाइन किया जाना चाहिए कि अज्ञात विफलता की संभावना न्यूनतम रहे।

इसके अतिरिक्त, प्रणाली को इस प्रकार कार्य करना चाहिए कि किसी भी विसंगति [जैसे त्रुटि, देरी (delay), बेमेल (mismatch) या अनधिकृत संदेश ] की स्थिति में वह fail-safe rejection करे, अर्थात संदेश को तुरंत अस्वीकार (reject) कर दे और किसी भी असुरक्षित स्थिति को उत्पन्न होने से रोके।

## 2. Cyclic Redundancy Check (CRC)

### 2.1 सुरक्षा परिप्रेक्ष्य में भूमिका

Cyclic Redundancy Check (CRC) एक अत्यंत विश्वसनीय तकनीक है, जिसका उपयोग सूचना के आदान-प्रदान के दौरान उत्पन्न होने वाली त्रुटियों की पहचान करने के लिए किया जाता है। जब भी सूचना एक प्रणाली से दूसरी प्रणाली तक भेजी जाती है - विशेष रूप से वायरलेस या कम्युनिकेशन लिंक के माध्यम से - तब हमेशा संभावना रहती है कि कुछ बिट्स, noise, इंटरफेरेंस या हार्डवेयर faults के कारण विकृत (corrupt) हो जाएँ। CRC इन त्रुटियों को बहुत उच्च संभावना के साथ पहचानने में सक्षम होता है।

सुरक्षा-संवेदनशील प्रणालियाँ जैसे रेलवे सिग्नलिंग सिस्टम में सूचना की शुद्धता अत्यंत महत्वपूर्ण होती है। यदि कोई त्रुटिपूर्ण संदेश प्रणाली द्वारा स्वीकार कर लिया जाता है, तो यह असुरक्षित परिस्थितियाँ उत्पन्न कर सकता है, जैसे गलत ट्रेन नियंत्रण decisions. CRC इस जोखिम को कम करता है क्योंकि यह सुनिश्चित करता है कि विकृत सूचना लगभग हमेशा पहचान ली जाए और आगे उपयोग न हो।

Safety case (जो प्रणाली की सुरक्षा का एक औपचारिक प्रमाण होता है) में CRC एक महत्वपूर्ण mechanism के रूप में उपयोग किया जाता है। यह दर्शाता है कि यह संचार प्रणाली ट्रासमिशन त्रुटियो को बहुत उच्च विश्वसनीयता के साथ पहचान सकती है। फिर भी CRC अकेले पर्याप्त नहीं होता, क्योंकि safety targets जैसे Tolerable Hazard Rate (THR) बहुत कठोर होते हैं। इसलिए CRC को अन्य सुरक्षा उपायों - जैसे sequence numbers (मैसेज ऑर्डरिंग), timestamps, redundancy (डुप्लीकेट ट्रांसमिशन) और औथेंटिकेशन टेक्नीक के साथ मिलाकर उपयोग किया जाता है।

### 2.1 सुरक्षा परिप्रेक्ष्य में भूमिका

CRC का कार्य सिद्धांत पोलिनोमियल arithmetic पर आधारित होता है, जहाँ बाइनरी सूचना को एक पोलिनोमियल के रूप में निरूपित किया जाता है। प्रत्येक बिट पोलिनोमियल के एक coefficient का प्रतिनिधित्व करता है (0 या 1) ।

CRC की गणना निम्नलिखित सूत्र द्वारा की जाती है:

$$CRC = \text{Remainder}\left(\frac{Data(x) \cdot x^{r}}{G(x)}\right)$$

जहाँ:

- $Data(x)$ = मूल सूचना पोलिनोमियल
- $G(x)$ = generator पोलिनोमियल
- $r$ = पोलिनोमियल की degree

प्रेषण से पहले सूचना के अंत में r शून्य बिट्स जोड़े जाते हैं, जिससे इसे विस्तारित (extended) किया जाता है। इसके बाद इस विस्तारित सूचना को generator पोलिनोमियल से modulo-2 division द्वारा विभाजित

किया जाता है। इस division में सामान्य subtraction के स्थान पर XOR operation का उपयोग होता है, क्योंकि यह binary field arithmetic पर आधारित होता है।

जो remainder प्राप्त होता है वही CRC होता है, जिसे मूल सूचना के साथ जोड़कर प्रेषित किया जाता है। प्राप्तकर्ता पक्ष पर भी यही division किया जाता है।

यदि शेष (Remainder) शून्य आता है, तो सूचना को सही माना जाता है; अन्यथा त्रुटि की पहचान हो जाती है। यह प्रक्रिया अत्यंत कुशल है और हार्डवेयर तथा सॉफ्टवेयर दोनों में आसानी से लागू की जा सकती है।

### 2.3 उचित पोलिनोमियल का चयन

Generator पोलिनोमियल G(x) का चयन CRC की त्रुटि पकड़ने/पहचान करने की क्षमता को सीधे प्रभावित करता है, इसलिए यह अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। यह बात नोट की जानी चाहिए कि सभी पोलिनोमियल समान स्तर की सुरक्षा प्रदान नहीं करते।

एक प्रभावी पोलिनोमियल में निम्न गुण होने चाहिए:

- सभी single-bit errors को पता लगाने (पकड़ने) की क्षमता
- अधिकांश double-bit errors को पता लगाने (पकड़ने) की क्षमता
- यदि इसमें x+1 factor शामिल है, तो सभी odd number of bit errors को पता लगाने (पकड़ने) की क्षमता
- लगातार आने वाली त्रुटियाँ (Burst errors)को एक निश्चित लंबाई तक पता लगाने (पकड़ने) की क्षमता

**CRC-16-IBM (0x8005):**

इसका पोलिनोमियल है:

$$G(x) = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$$

यह पोलिनोमियल अपेक्षाकृत सरल है और embedded सिस्टम तथा legacy कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल में उपयोग किया जाता है। यह मध्यम स्तर की त्रुटि पकड़ने की क्षमता प्रदान करता है, विशेष रूप से छोटे लंबाई वाले संदेशों के लिए।

**CRC-32 (0x04C11DB7):**

इसका पोलिनोमियल है:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

यह उच्च डिग्री का पोलिनोमियल है और ध्यानपूर्वक चयनित terms के कारण यह बहुत मजबूत त्रुटि पकड़ने की क्षमता प्रदान करता है। यह रैनडम errors तथा बर्स्ट errors दोनों के विरुद्ध प्रभावी है, इसलिए आधुनिक संचार प्रणालियाँ में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

### 2.4 Residual Error Probability

CRC अत्यंत प्रभावी है, परंतु यह पूर्णतः त्रुटिरहित नहीं है। कुछ दुर्लभ स्थितियों में त्रुटियाँ पहचान से छूट सकती हैं। इसे residual error probability कहा जाता है।

इसका अनुमानित सूत्र है:

$$P_{\text{undetected}} \approx 2^{-r}$$

जहाँ r पोलिनोमियल की डिग्री है।

उदाहरण के लिए CRC-32 के लिए:

$$2^{-32} \approx 2.3 \times 10^{-10}$$

इसका अर्थ है कि लगभग 4 अरब में से केवल 1 त्रुटि ऐसी हो सकती है जो पकड़ी ना जाए।

सुरक्षा-संवेदनशील प्रणालियों में यह भी स्वीकार्य नहीं होता, क्योंकि safety requirements अत्यंत कठोर होते हैं। इसलिए CRC को अन्य स्वतंत्र सुरक्षा उपायों (independent safety layers) के साथ उपयोग किया जाता है, जिससे समग्र विफलता की संभावना (overall failure probability) और कम हो जाती है।

### 2.4 कार्य-क्षेत्र का निर्धारण

CRC को केवल payload तक सीमित नहीं रखना चाहिए। इसे sequence number, timestamp, control flags जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्र पर भी लागू करना चाहिए, ताकि सम्पूर्ण संदेश की अखंडता (integrity) सुनिश्चित हो सके।

**Authentication Fields का Exclusion:**

जब औथेंटिकेशन टेक्नीक (जैसे MAC – Message Authentication Code) उपयोग की जाती हैं, तब CRC और औथेंटिकेशन के बीच निर्भरता को ध्यान में रखना आवश्यक है। सामान्यतः CRC पहले calculate किया जाता है, और उसके बाद औथेंटिकेशन टेक्नीक लागू की जाती है।

उदाहरण:

- सूचना + sequence number + timestamp - CRC
- (सूचना + CRC) - MAC

यदि CRC में औथेंटिकेशन फील्ड शामिल किया जाए, तो circular dependency उत्पन्न हो सकती है, क्योंकि MAC पूरे संदेश पर आधारित होता है।

### 2.5 Implementation Methods:

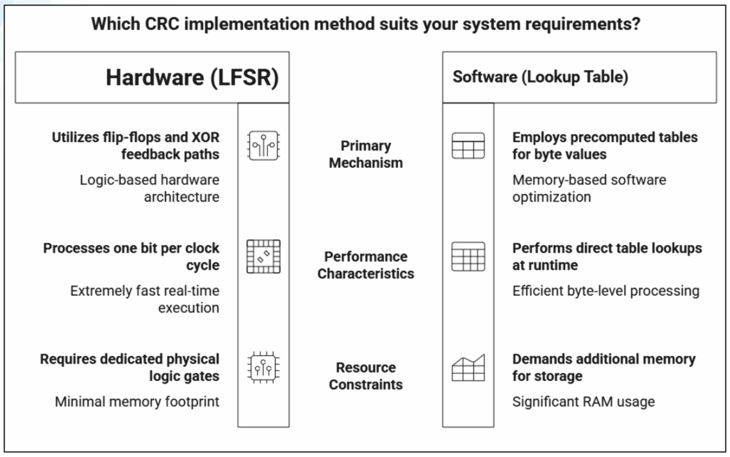
- **हार्डवेयर Implementation (LFSR – Linear Feedback Shift Register):**

  LFSR एक हार्डवेयर आधारित mechanism है, जिसमें flip-flops (shift registers) और XOR feedback paths होते हैं। प्रत्येक clock cycle में एक बिट प्रोसेस किया जाता है।

  यह implementation अत्यंत तेज़ होती है और real-time के लिए उपयुक्त होती है।

- **सॉफ्टवेयर Implementation (Lookup Table Method):**

सॉफ्टवेयर में CRC को optimize करने के लिए lookup tables का




उपयोग किया जाता है। इसमें पहले से 256 possible byte values के CRC precompute करके एक टेबल में स्टोर किए जाते हैं। Runtime के दौरान प्रत्येक byte के लिए direct table lookup किया जाता है, जिससे computation speed काफी बढ़ जाती है। यह bit-by-bit processing की तुलना में अधिक efficient होता है, हालांकि इसके लिए अतिरिक्त मेमोरी की आवश्यकता होती है।

### 2.6 Failure Modes और Mitigations

CRC के बावजूद कुछ failure scenarios संभव हैं, जिन्हें समझना और mitigate करना आवश्यक है।

**Systematic Faults:**

यदि प्रेषक (सेंडर) और प्राप्तकर्ता (रिसीवर) दोनों में CRC implementation में समान bug हो, तो error detection विफल हो सकता है। यह स्थिति विशेष रूप से खतरनाक होती है क्योंकि दोनों पक्ष एक ही गलत परिणाम उत्पन्न करते हैं।

**Mitigation Techniques:**

- **Diverse Coding:**

  CRC के लिए अलग-अलग implementations का उपयोग किया जाता है।

  उदाहरण के लिए:

  - प्रेषक (सेंडर) - हार्डवेयर LFSR implementation
  - प्राप्तकर्ता (रिसीवर) - सॉफ्टवेयर lookup-table implementation

इन दोनों implementations को अलग-अलग टीमों द्वारा विकसित किया जा सकता है, जिससे common-mode failure की संभावना कम हो जाती है।

- **Multiple CRC Layers (Layered Protection):**

CRC को विभिन्न स्तरों पर लागू किया जाता है:

  - लिंक स्तरीय CRC: प्रत्येक ट्रांसमिशन फ्रेम पर
  - End-to-end CRC: application-level संदेश पर

इससे यदि एक स्तर पर त्रुटि पकड़ी ना जाए, तो दूसरे स्तर पर पकड़ाने (पहचान मे आने) की संभावना बनी रहती है।

- **Security Limitation:**

CRC केवल आकस्मिक त्रुटियों को पकड़ता/पहचान करता है, जानबूझकर किए गए attacks को नहीं। यदि कोई हमलावर (attacker) मैसेज को बदलकर CRC को पुनः compute कर दे, तो सिस्टम इसे वैध मान सकता है। इसलिए CRC को cryptographic authentication (जैसे MAC या डिजिटल सिग्नेचर) के साथ उपयोग करना अधिक बेहतर माना जाता है

### 2.7 Verification और Testing

CRC implementation की correctness सुनिश्चित करने के लिए व्यापक परीक्षण आवश्यक है।

- **Fault Injection Testing:**

इसमें जानबूझकर त्रुटिया (जैसे बिट flips, बुर्स्ट errors) डाले जाते हैं और देखा जाता है कि CRC उन्हें पकड़ पा रहा है या नहीं।

- **Conformance Testing:**

Known test vectors (input + expected CRC output) का उपयोग करके implementation की सत्यता सत्यापित (correctness verify) की जाती है।

- **Formal Verification:**

सुरक्षा-संवेदनशील प्रणालियों में उन्नत तकनीकें का उपयोग किया जाता है, जिसमें गणितीय प्रमाण के माध्यम से यह सिद्ध किया जाता है कि CRC implementation आवश्यकता के अनुरूप है।

## 3. निष्कर्ष

Cyclic Redundancy Check (CRC) एक सरल, कुशल और अत्यंत प्रभावी त्रुटि पहचान तकनीक है, जिसका उपयोग संचार प्रणालियों में व्यापक रूप से किया जाता है। इसकी मजबूत गणितीय संरचना और तेज़ कार्यान्वयन इसे real-time systems के लिए उपयुक्त बनाते हैं। सुरक्षा-संवेदनशील प्रणालियों जैसे रेलवे सिग्नलिंग में CRC सूचना की अखंडता (Integrity) सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हालांकि, उच्च स्तर की सुरक्षा प्राप्त करने के लिए CRC को अन्य सुरक्षा तंत्रों के साथ संयोजित करना अनिवार्य है।

**अंकुर कुमार**
**प्रबंधक/ सिग्नलिंग एवं टेलीकॉम**

# ग्रीन ट्रैक्स, ग्रोइंग सिटीज़

**दिल्ली मेट्रो और शहरी सतत् विकास** शीर्षक वाला शोध-पत्र नेशनल जर्नल "Climate Change and Environmental Sustainability" में प्रकाशित हुआ है। यह अध्ययन डॉ. मेघेन्द्र सिंह द्वारा किया गया है, जिसमें दिल्ली मेट्रो को शहरी रेल आधारित सतत् विकास के एक वैश्विक मानक के रूप में प्रस्तुत किया गया है। इस शोध में दिल्ली मेट्रो की तुलना विश्व की प्रमुख मेट्रो प्रणालियों जैसे Hong Kong MTR, Singapore MRT, London Underground तथा Shanghai Metro से की गई है। तुलना के दौरान इसकी किफायती किराया प्रणाली, तीव्र नेटवर्क विस्तार और समावेशी परिवहन व्यवस्था को विशेष रूप से रेखांकित किया गया है। अध्ययन के निष्कर्ष यह दर्शाते हैं कि दिल्ली मेट्रो न केवल एक परिवहन प्रणाली है, बल्कि यह शहरी परिवर्तन का एक सशक्त माध्यम बन चुकी है। यह सतत, समान और आर्थिक रूप से सशक्त शहरी विकास को बढ़ावा देती है तथा तेजी से शहरीकरण कर रहे अन्य शहरों के लिए व्यावहारिक और उपयोगी दिशा-निर्देश भी प्रदान करती है।

## पर्यावरणीय सततता प्रभाव: लाभ एवं चुनौतियाँ

दिल्ली मेट्रो शहरी पर्यावरणीय सततता की दिशा में एक महत्वपूर्ण पहल के रूप में उभरकर सामने आई है। यह प्रणाली प्रति वर्ष लगभग 6.3 लाख टन $CO_2$ उत्सर्जन में कमी लाकर वायु प्रदूषण को नियंत्रित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। विद्युत-आधारित संचालन, रीजेनरेटिव ब्रेकिंग प्रणाली (लगभग 30% ऊर्जा बचत) तथा सौर ऊर्जा के उपयोग से यह ऊर्जा दक्षता का उत्कृष्ट उदाहरण प्रस्तुत करती है। इसके अतिरिक्त, मेट्रो कॉरिडोर के आसपास ध्वनि प्रदूषण में 20–30 डेसीबल तक कमी और वायु गुणवत्ता में उल्लेखनीय सुधार देखा गया है, जिससे शहरी जीवन स्तर बेहतर हुआ है।

हालांकि, इसके साथ कुछ चुनौतियाँ भी जुड़ी हुई हैं। मेट्रो निर्माण के दौरान धूल प्रदूषण, यातायात अवरोध और शोर जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं, जो स्थानीय निवासियों को प्रभावित करती हैं। इसके अलावा, अंतिम मील (last-mile) कनेक्टिविटी की कमी के कारण कई यात्रियों को अब भी प्रदूषणकारी साधनों का उपयोग करना पड़ता है, जिससे पर्यावरणीय लाभ आंशिक रूप से कम हो जाते हैं। अतः आवश्यक है कि हरित परिवहन के इस मॉडल को और अधिक प्रभावी बनाने के लिए स्वच्छ ऊर्जा विस्तार, बेहतर फीडर सेवाएं और सतत् निर्माण प्रथाएं अपनाई जाएँ।

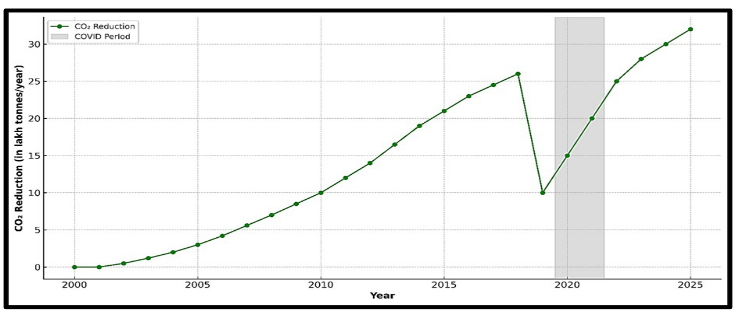



**Fig.1 Delhi Metro $CO_2$ Emission Reduction over Time (2000–2025).**

## चुनौतियाँ एवं सीमाएँ

दिल्ली मेट्रो की उल्लेखनीय सफलता के बावजूद इसके समक्ष कई चुनौतियाँ और सीमाएँ मौजूद हैं। सबसे प्रमुख समस्या लास्ट-माइल कनेक्टिविटी की है, जिसके अभाव में यात्रियों को मेट्रो स्टेशन तक पहुँचने के लिए निजी या प्रदूषणकारी साधनों पर निर्भर रहना पड़ता है। इसके अतिरिक्त, पीक आवर्स के दौरान अत्यधिक भीड़भाड़, विशेषकर ब्लू और येलो लाइन पर, यात्रियों की सुविधा और सुरक्षा दोनों को प्रभावित करती है। वित्तीय दृष्टि से, परियोजना का बड़ा हिस्सा ऋण और बाहरी निवेश पर निर्भर है, जो दीर्घकालिक स्थिरता के लिए चुनौती बन सकता है। साथ ही, पुराने स्टेशनों पर इन्फ्रास्ट्रक्चर की सीमाएँ और रखरखाव संबंधी समस्याएँ भी देखी जाती हैं। निर्माण के दौरान उत्पन्न धूल, शोर और यातायात अवरोध जैसी पर्यावरणीय चुनौतियाँ भी अनदेखी नहीं की जा सकतीं।

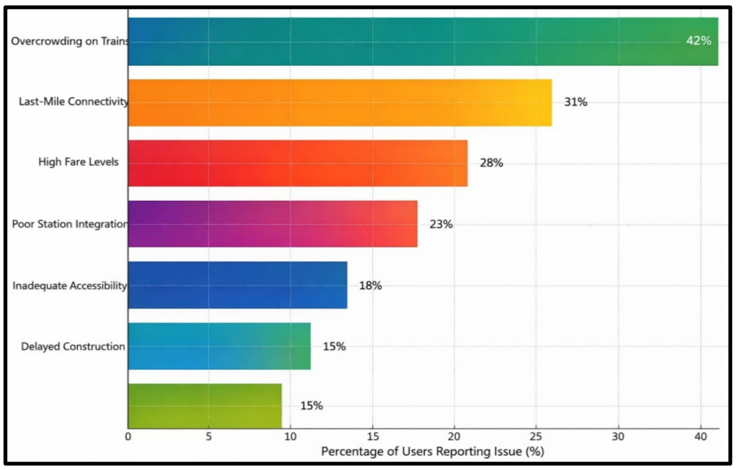



**Fig.2: Key Challenges Reported by Delhi Metro Users (2025 Survey)**

## निष्कर्ष

दिल्ली मेट्रो एक सशक्त और प्रभावी शहरी परिवहन मॉडल है, जिसने पर्यावरणीय, सामाजिक और आर्थिक क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। हालांकि, इसकी पूर्ण क्षमता को प्राप्त करने के लिए आवश्यक है कि उपरोक्त चुनौतियों का समाधान किया जाए, जैसे बेहतर फीडर सेवाए, भीड़ प्रबंधन, और सतत् वित्तीय रणनीतियाँ। यदि इन पहलुओं पर ध्यान दिया जाए, तो दिल्ली मेट्रो न केवल भारत बल्कि विश्व के अन्य तेजी से शहरीकरण कर रहे शहरों के लिए एक आदर्श और टिकाऊ मॉडल बन सकती है।

## प्रकाशन विवरण

जर्नल का नाम: Climate Change and Environmental Sustainability
वर्ष / वॉल्यूम / अंक: 2025, वॉल्यूम 13, अंक 1, पेज नंबर: 25–39
DOI: 10.5958/2320-642X.2025.00003.0

**- डॉ मेघेंद्र सिंह,**
**प्रधान एस सी/टी ओ**

# संस्मरण : एक मुस्कान के लिए

**3** अक्टूबर 2025 की दोपहर को जानकारी मिली कि डीएमआरसी अकादमी के सिविल विभाग को चेन्नई मेट्रो रेल लिमिटेड **(CMRL)** के तकनीशियनों के लिए एक फाउंडेशन ट्रेनिंग आयोजित की जानी है, जो अगले ही दिन **4** अक्टूबर से प्रारंभ होनी थी। कुल **44** प्रशिक्षु इस बैच में शामिल थे। मुझे उस बैच का बैच कॉर्डिनेटर बनाया गया। मैंने तुरंत सभी कक्षाओं का प्रबंध किया और अगले दिन सुबह **8:30** बजे सभी प्रशिक्षु रिपोर्ट करने डीएमआरसी अकादमी पहुंचे।

ये सभी प्रतिभागी तमिलनाडु के छोटे-छोटे गावों और शहरों से आए थे। भाषा की चुनौती थी ये लोग न हिंदी में सहज थे, न अंग्रेज़ी में। कुछ ही प्रशिक्षु थे जो थोड़ा बहुत हिंदी समझ पाते थे। शुरुआत के कुछ दिनों में जब क्लासेस होती रहीं, तो मैंने देखा कि उनके चेहरों पर एक तरह की थकान और उदासी है। बातचीत में भी वे अपने मन की बात पूरी तरह नहीं कह पाते थे।

एक सप्ताह बाद, जब मैंने उनसे खुलकर बात करने की कोशिश की। तब पता चला कि अधिकांश लोग दिवाली को लेकर उदास हैं क्योंकि पहली बार वे अपने परिवारों से दूर हैं। घर की याद और त्योहार की भावना उन्हें भीतर तक खा रही थी। उनकी बातें सुनकर मेरा दिल पसीज गया। अगले ही दिन, मैं प्रोफेसर श्री अनिल पटेल जी के कक्ष में पहुँच गया। उसी समय वहाँ हमारे जी.एम./सिविल/डीएमआरसी अकादमी श्री यादव साहब भी उपस्थित थे। थोड़ी हिचकिचाहट हुई, परंतु जब सर ने आने का कारण पूछा तो मैंने पूरी बात साफ़-साफ़ बता दिया कि "सर, ये लोग परेशान हैं, उनके चेहरों पर मुस्कान नहीं दिखती।"

अनिल सर ने ध्यान से सुना और यादव साहब के माध्यम से बात प्रिंसिपल साहब महेंद्र सिंह जी तक पहुँची। संयोग ऐसा बना कि उसी वक्त प्रिंसिपल सर भी वहाँ किसी अन्य विषय पर चर्चा के लिए आ गए। अब मेरे सामने वही तीन लोग थे जो समस्या को सुन भी सकते थे और समाधान भी कर सकते थे।

मैंने अपनी बातें विस्तार से रखीं:

सर्दी के मौसम की वजह से नए प्रशिक्षुओं को हॉस्टल में होने वाली शुरूआती समस्याओं पर विशेष ध्यान की आवश्यकता।

बीमार प्रशिक्षुओं के लिए हॉस्पिटल आने-जाने के लिए सुरक्षित वाहन की व्यवस्था।

और सबसे अहम उनके साथ मिलकर दिवाली उत्सव मनाना, ताकि उन्हें घर जैसी अनुभूति हो सके।

मेरी बातें सबने सकारात्मक रूप से स्वीकार कीं। हालांकि दिवाली समारोह पर कुछ शंकाएँ थीं क्योंकि लगभग **250** प्रशिक्षु थे और संसाधन सीमित थे। तब मैंने सुझाव दिया कि हम अपने सिविल बैच (**22** प्रशिक्षु) के साथ छोटा-सा गेट-टुगेदर रखेंगे। अनिल सर ने तुरंत हामी भर दी। मैंने तैयारी शुरू की।

**16** अक्टूबर को पास के मॉल से मिठाई और समोसे लाकर इंतज़ाम किया और शाम **4:30** बजे हमने अपने सभी 22 चेन्नई मेट्रो (**CMRL**) के सिविल प्रशिक्षुओं के साथ एक छोटी-सी "दिवाली पार्टी" आयोजित की।

वहाँ मिठाई बाँटी गई, चाय पर बातें हुईं और सबको अपनेपन का माहौल महसूस हुआ। उनके चेहरों पर लौटी मुस्कान ही उस शाम की सबसे बड़ी उपलब्धि थी। डीएमआरसी अकादमी के सीनियर अधिकारी श्री यादव साहब, श्री अनिल पटेल जी और सिविल विभाग की अन्य फैकल्टी भी मौजूद थीं। जब सभी ने प्रशिक्षुओं के साथ समूह फोटो ली, तो हर चेहरे पर साफ खुशी नजर आ रही थी।

प्रशिक्षुओं ने अपनी भाषा में अपने अनुभव साझा किए। प्रशिक्षुओं ने कहा कि अपने जीवन में पहली बार इतने वरिष्ठ अधिकारी उनके साथ बैठकर जलपान कर रहे हैं और उनकी बातें ध्यान से सुन रहे हैं, उनके लिए यह पल किसी सपने जैसा हैं। अब उन्हें लगा कि वे घर से दूर नहीं हैं, बल्कि इसी परिवार का हिस्सा हैं। हम सभी उनकी बातों से भी प्रभावित हुए, लेकिन उनकी शारीरिक भाषा ने और ज्यादा बता दिया कि वे कितने संतुष्ट और प्रसन्न थे। सभी प्रशिक्षु सच में बहुत खुश दिखाई दे रहे थे।

उस दिन एक बात चरितार्थ हुई की

**"मुस्कान खरीदी नहीं जा सकती, पर बाँटी ज़रूर जा सकती है।"**

हम सभी के मन में एक सुकून था कि हमने अपनी सीमाओं से आगे बढ़कर कुछ ऐसा किया, जो किसी के दिन को बेहतर बना गया वो भी केवल "एक मुस्कान के लिए"।

डीएमआरसी अकादमी के सिविल विभाग की इस छोटी पहल ने न सिर्फ प्रशिक्षुओं का मनोबल बढ़ाया, बल्कि संगठन की मानवीय संवेदनशीलता को भी सामने रखा। यही डीएमआरसी की वह कार्य–संस्कृति है, जिसे प्रशिक्षण के माध्यम से लगातार आगे बढ़ाया जाता है।

यह आयोजन सचमुच "एक मुस्कान के लिए" था और शायद वही मुस्कान इस प्रशिक्षण की सबसे बड़ी सफलता बन सकी।

**"ना पैसा लगता है,ना कोई खर्च लगता है,**
**मुस्कुराया कीजिए बड़ा अच्छा लगता है"**

बैच आते हैं, बैच जाते हैं,
सीखने आते हैं, सीखकर चले जाते हैं,
कुछ नए पल संग लाकर, कुछ यादें दे जाते हैं।
कभी कभी अपनी सीख हमें भी सिखा जाते हैं।

भावनाएं यहाँ कहती भी हैं, सुनाती भी हैं,
सम्मान यहाँ मिलता भी है, झुकना सिखाता भी हैं।
ज्ञान, संस्कार, आत्मीयता साथ ले जाते हैं,
और इन्हें जाते जाते दिल से जता भी जाते हैं।

चेन्नई से चले थे सपने बाँधकर,
दिल्ली से लौट रहे हो हुनर संभालकर।
ईंट पत्थर जोड़ना तो हुनर था सही,
पर इंसान जोड़ना भी सीखा यहीं।
शायद यही इस अकादमी की पहचान,
जो आता है, वो दे जाता है सम्मान।
इसी अपनापन, सीख और सत्कार से,
नाम गूंजता है दूर हर दिवार से।

अकादमी से मिली जो सीख,
वो काम में दिखे, तो बात बने ठीक।

विदा नहीं, बस इतना कहना है,
जहाँ भी रहो, बस चमकते रहना है।

सिविल की मिट्टी ने जो ढाला तुम्हें,
मजबूत किया है, संभाला भी तुम्हें।

विनम्र रहकर मजबूती से जुड़े रहना,
काम से ही अब अपनी पहचान गढ़ते रहना।

मन लगाकर मेहनत से काम करना,
सबको सम्मान और खुद का मान रखना।

इसी सीख पर अब आगे बढ़ना है,
जहाँ तुम हो, वहीं अकादमी को जीना है।

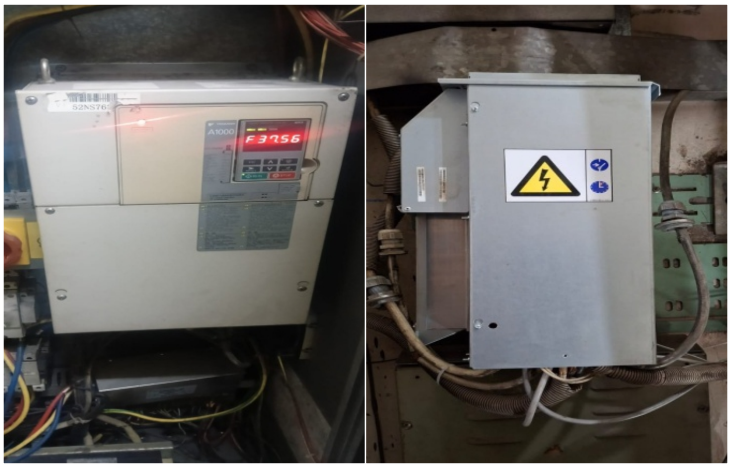
अकादमी ने, तुम्हें हुनर दिया है भारी,
अब तुम्हारी राह बताएगी, तैयारी हमारी ।

तुमसे ही अब यह बात, कही जाएगी,
जहाँ तुम जाओगे, जैसा तुम करोगे,
डीएमआरसी अकादमी वहीं पहचानी जाएगी।


- कान्ति चन्द शर्मा,
व्याख्याता/सिविल

# वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव (चर आवृत्ति ड्राइव)
## ( Variable Frequency Drive)

दिल्ली मेट्रो ने फेज़-03 एवं 04 के स्टेशनों पर वायु नियंत्रण इकाई (Air Handling Unit) मोटर, ताज़ा हवा पंखा (Fresh Air Fan), ट्रैक-वे निकास पंखा (Track-way Exhaust Fan), स्वचालित सीढ़ी ( Escalator) और लिफ्ट में वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव (VFD) स्थापित किया है। वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव इलेक्ट्रिक मोटर की गति नियंत्रण का सबसे कुशल तरीका है। यह मोटर को आपूर्ति की जाने वाली आवृत्ति (फ्रीक्वेंसी) और वोल्टेज को बदलकर वोल्टेज और फ्रीक्वेंसी अनुपात को स्थिर रखता है। यह गति नियंत्रण प्रणाली माइक्रोकंट्रोलर आधारित पॉवर इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम से बनी है जो सुचारू नियंत्रण प्रदान करती है और स्वचालित नियंत्रण के लिए इच्छित आउटपुट पैरामीटर्स में बदलाव से फीडबैक लेती है।



**स्वचालित सीढ़ी (Escalator) VFD, लिफ्ट (Lift) VFD**

वायु नियंत्रण इकाई रिटर्न वायु तापमान को तापमान सेंसर द्वारा महसूस किया जाता है जो डेटा, भवन प्रबंधन प्रणाली(BMS) को भेजता है। यदि तापमान 27°C या कम है तो भवन प्रबंधन प्रणाली सबसे पहले PICV वाल्व को बंद करता है और यदि तापमान 27°C या ज्यादा रहता है तो भवन प्रबंधन प्रणाली वायु नियंत्रण इकाई, वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव को अपना संकेत भेजता है जिससे, वायु नियंत्रण इकाई ब्लोअर की गति घटती है, और अंततः वायु नियंत्रण इकाई मोटर की कुल ऊर्जा खपत कम होती है। इसी प्रकार जब तापमान 27°C या अधिक होता है तो, यह विपरीत तरीके से कार्य करता है। प्रेशर डिफरेंशल स्विच (PDS) को ट्रैक-वे निकास पंखा, प्रेशर को महसूस करने के लिए स्थापित किया गया है। प्रेशर डिफरेंशल स्विच सप्लाई साइड की ओर प्रेशर अंतर को महसूस करता है, यदि प्रेशर अंतर वांछित मान से अधिक है तो भवन प्रबंधन प्रणाली, ट्रैक-वे निकास पंखा, वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव को इसकी फ्रीक्वेंसी कम करने का सिग्नल भेजता है, जिससे गति कम होती है और अंततः ऊर्जा की खपत भी कम होती है। इसी तरह, यदि प्रेशर अंतर वांछित मान से कम है तो सिस्टम विपरीत तरीके से काम करता है। ताज़ा हवा के पंखे में भी वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव स्थापित किया गया है ताकि मध्यतल (कोंकोर्स) में कार्बन डाइऑक्साइड स्तर के फीडबैक नियंत्रण सिस्टम के माध्यम से इसकी गति को नियंत्रित किया जा सके। स्टेशन के दोनों छोर पर ट्रैक-वे निकास पंखा, रिटर्न प्लेनम में कार्बन डाइऑक्साइड सेंसर लगाए गए हैं ताकि स्टेशन रिटर्न वायु के कार्बन डाइऑक्साइड स्तर को महसूस किया जा सके। भवन प्रबंधन प्रणाली कार्बन डाइऑक्साइड सेंसर के माध्यम से कार्बन डाइऑक्साइड स्तर का पता लगाता है और ताज़ा हवा के पंखे की गति को नियंत्रित करने के लिए सिग्नल भेजता है, जिससे ताज़ा हवा के पंखे की फ्रीक्वेंसी बदलकर गति को नियंत्रित किया जा सके। इससे स्टेशन परिसर में वांछित ऑक्सीजन स्तर बनाए रखा जा सकता है। गति 0 से 100% तक बदल सकती है, जो स्टेशन और मध्यतल में यात्रियों के लिए आपूर्ति किए जाने वाले ठंडी हवा का अधिकतम 10% ताजी हवा प्रदान कर सकती है। यह सिस्टम पर फ्रेश वायु पंखे और वायु-संचार एवं वातानुकूलन(VAC) लोड के संचालन को अनुकूलित करता है। स्वचालित सीढ़ियों के लिए मोटर ड्राइव को ऊर्जा कुशल संचालन के लिए वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव द्वारा संचालित किया जाता है। स्वचालित सीढ़ियों में स्थापित वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव उपयोगकर्ताओं को किसी भी झटके से बचाने के लिए स्वचालित सीढ़ियों के सुचारू रूप से शुरू और बंद होने को सुनिश्चित करता है। यह लिफ्ट पर लोड की मात्रा को महसूस करता है और इसे उसकी गति नियंत्रण के लिए ड्राइव को प्रतिक्रिया सिग्नल के रूप में देता है। लिफ्ट के लिए मोटर ड्राइव को ऊर्जा कुशल संचालन के लिए वेरिएबल फ्रिक्वेंसी ड्राइव द्वारा संचालित किया जाता है। यह लिफ्ट पर लोड की मात्रा को महसूस करता है और इसे उसकी गति नियंत्रण के लिए ड्राइव को प्रतिक्रिया सिग्नल के रूप में देता है।

अतः चर आवृति ड्राइव ऊर्जा संरक्षण और कुशल कार्यान्वन में सहायक एवं उपयोगी है।

**- विशाल कुमार**
**खंड अभियंता**

# दिल्ली मेट्रो में मल्टी-इंटरचेंज स्टेशनों का विस्तार
## यात्रियों की सुविधा और शहरी गतिशीलता का नया युग

भारत की राजधानी में दिल्ली मेट्रो ने शहरी परिवहन व्यवस्था को नई दिशा दी है। आज दिल्ली मेट्रो केवल एक यातायात प्रणाली नहीं, बल्कि राजधानी की जीवनरेखा बन चुकी है। प्रतिदिन लाखों यात्री मेट्रो के माध्यम से तेज़, सुरक्षित और समयबद्ध यात्रा करते हैं। समय के साथ दिल्ली मेट्रो नेटवर्क का विस्तार हुआ है और कई स्टेशन अब साधारण स्टेशन न रहकर "मल्टी-इंटरचेंज हब" में परिवर्तित हो चुके हैं। जहाँ पहले एक या दो लाइनें जुड़ती थीं, वहीं अब कई स्टेशन दो और तीन इंटरचेंज लाइनों से जुड़े हैं। इससे यात्रियों की सुविधाओं, समय की बचत और शहर की कनेक्टिविटी में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है।

मल्टी-इंटरचेंज स्टेशनों का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यात्रियों को लंबी दूरी तय करने के लिए बार-बार स्टेशन बदलने की आवश्यकता कम हो जाती है। पहले यात्रियों को अलग-अलग मार्गों के लिए कई स्टेशनों पर उतरकर लाइन बदलनी पड़ती थी, जिससे समय अधिक लगता था। अब तीन और चार इंटरचेंज वाले स्टेशन यात्रा को अधिक सरल, तेज़ और सुगम बना रहे हैं।

राजीव चौक मेट्रो स्टेशन, इसका सबसे प्रमुख उदाहरण है। यह स्टेशन ब्लू लाइन और येलो लाइन के बीच इंटरचेंज का मुख्य केंद्र है। प्रतिदिन लाखों यात्री यहाँ से गुजरते हैं। यह स्टेशन कनॉट प्लेस जैसे व्यावसायिक क्षेत्र को नोएडा, द्वारका, गुरुग्राम और उत्तरी दिल्ली से सीधे जोड़ता है। यहाँ विकसित आधुनिक मार्गदर्शन प्रणाली, एस्केलेटर, लिफ्ट और बेहतर यात्री सूचना प्रणाली यात्रियों को सुविधाजनक अनुभव प्रदान करती है। कश्मीरी गेट मेट्रो स्टेशन, दिल्ली मेट्रो का पहला "ट्रिपल इंटरचेंज स्टेशन" बनकर उभरा। यह स्टेशन रेड लाइन, येलो लाइन और वायलेट लाइन का संगम है। इस स्टेशन के विकसित होने से पुरानी दिल्ली, उत्तर दिल्ली, केंद्रीय दिल्ली और दक्षिणी दिल्ली के बीच यात्रा अत्यंत आसान हो गई। पहले यात्रियों को अलग-अलग रूटों के लिए कई स्थानों पर बदलना पड़ता था, जबकि अब एक ही स्टेशन से अनेक दिशाओं में यात्रा संभव हो गई है। यह स्टेशन अंतरराज्यीय बस अड्डे से भी जुड़ा हुआ है, जिससे मेट्रो और बस परिवहन के बीच बेहतर समन्वय स्थापित हुआ है। हौज खास मेट्रो स्टेशन, आधुनिक मल्टी-इंटरचेंज प्रणाली का उत्कृष्ट उदाहरण है। यहाँ येलो लाइन और मैजेंटा लाइन का इंटरचेंज यात्रियों को दक्षिण दिल्ली, आईजीआई एयरपोर्ट और नोएडा के बीच तेज़ कनेक्टिविटी प्रदान करता है। मैजेंटा लाइन जुड़ने के बाद एयरपोर्ट तक पहुँचने का समय काफी कम हो गया। पहले जहाँ यात्रियों को कई बार लाइन बदलनी पड़ती थी, वहीं अब यात्रा अधिक सुविधाजनक और समयबद्ध हो गई है।

इसी प्रकार, मंडी हाउस ब्लू लाइन और वायलेट लाइन के महत्वपूर्ण इंटरचेंज के रूप में विकसित हुआ है। यह स्टेशन दिल्ली के सांस्कृतिक और प्रशासनिक क्षेत्रों को जोड़ता है। इसके विस्तार से कार्यालय आने-जाने वाले यात्रियों को बड़ी सुविधा मिली है।

नई मेट्रो परियोजनाओं और कॉरिडोर विस्तार के साथ भविष्य में और भी स्टेशन मल्टी-इंटरचेंज हब में विकसित हो रहे हैं। इन स्टेशनों पर यात्रियों की सुविधा के लिए आधुनिक तकनीकों का उपयोग किया जा रहा है, जैसे - स्मार्ट साइनेज सिस्टम, डिजिटल सूचना बोर्ड, स्वचालित किराया प्रणाली, एस्कलेटर, लिफ्ट और बेहतर सुरक्षा व्यवस्था। इससे बुजुर्गों, दिव्यांगजनों और महिलाओं को भी अधिक सुविधा प्राप्त हो रही है।

मल्टी-इंटरचेंज स्टेशनों ने केवल यात्रा को आसान नहीं बनाया, बल्कि शहर की अर्थव्यवस्था और व्यापारिक गतिविधियों को भी गति दी है। ऐसे स्टेशनों के आसपास मॉल, कार्यालय, होटल, रेस्टोरेंट और व्यावसायिक परिसरों का तेजी से विकास हुआ है। इससे रोजगार और निवेश के नए अवसर उत्पन्न हुए हैं। भीड़ प्रबंधन की दृष्टि से भी ये स्टेशन अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। विभिन्न लाइनों में यात्रियों का विभाजन होने से किसी एक मार्ग पर अत्यधिक दबाव नहीं पड़ता। इससे ट्रेनों में भीड़ कम होती है और यात्रा अधिक आरामदायक होती है।

भविष्य में दिल्ली मेट्रो का नेटवर्क और अधिक विस्तृत होगा तथा नए इंटरचेंज स्टेशन राजधानी की कनेक्टिविटी को और सशक्त बनाएँगे। मल्टी-इंटरचेंज प्रणाली स्मार्ट सिटी और आधुनिक शहरी परिवहन की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है।

दिल्ली मेट्रो के तीन और चार इंटरचेंज वाले स्टेशन आधुनिक शहरी परिवहन का नया चेहरा बन चुके हैं। इन्होंने यात्रियों के समय की बचत, यात्रा की सुविधा और शहर की कनेक्टिविटी को नई ऊँचाई प्रदान की है। आज ये स्टेशन केवल यात्रा के केंद्र नहीं, बल्कि राजधानी के विकास और गतिशीलता के प्रतीक बन चुके हैं। वास्तव में, मल्टी-इंटरचेंज स्टेशन दिल्ली मेट्रो को और अधिक स्मार्ट, तेज़ और यात्री-अनुकूल बनाने की दिशा में एक ऐतिहासिक कदम हैं।

दिल्ली मेट्रो में वर्तमान तथा फेज़-IV और प्रस्तावित/स्वीकृत Phase-V(A) तक कई महत्वपूर्ण इंटरचेंज स्टेशन विकसित हो रहे हैं। नीचे प्रमुख इंटरचेंज एवं ट्रिपल-इंटरचेंज स्टेशनों का सारणी में विवरण दिया गया है।

| क्रम | इंटरचेंज स्टेशन | इंटरचेंज लाइनें | स्थिति |
|---|---|---|---|
| 1 | कश्मीरी गेट | रेड + येलो + वायलेट | वर्तमान ट्रिपल इंटरचेंज |
| 2 | राजीव चौक | ब्लू + येलो | वर्तमान |
| 3 | केन्द्रीय सचिवालय | येलो + वायलेट + (मैजेंटा/ (सेंट्रल विस्टा कॉरिडॉर) | फेज़-V(A) |
| 4 | नई दिल्ली | येलो + एयरपोर्ट एक्सप्रेस/ (नई दिल्ली - यशोभूमि द्वारका सेक्टर-25)+मैजेंटा (फेज़-IV) | फेज़-IV |
| 5 | आजादपुर | येलो + पिंक + मैजेंटा (फेज़-IV) | फेज़-IV |
| 6 | इंद्रलोक | रेड + ग्रीन + मैजेंटा (फेज़-IV) | फेज़-IV |
| 7 | लाजपत नगर | वायलेट + पिंक + गोल्डन लाइन (फेज़-IV) | फेज़-IV |
| 8 | बॉटेनिकल गार्डेन | ब्लू + मैजेंटा | वर्तमान |
| 9 | मंडी हाउस | ब्लू + वायलेट | वर्तमान |
| 10 | आनंद विहार आईएसबीटी | ब्लू + पिंक + आरआरटीएस कनेक्टिविटी | विस्तारित हब |
| 11 | आईएनए | येलो + पिंक | वर्तमान |
| 12 | हौज खास | येलो + मैजेंटा | वर्तमान |
| 13 | यमुना बैंक | ब्लू मुख्य लाइन + ब्लू ब्रांच लाइन | वर्तमान |
| 14 | द्वारका सेक्टर 21 | ब्लू + एयरपोर्ट एक्सप्रेस | वर्तमान |
| 15 | एयरोसिटी | एयरपोर्ट एक्सप्रेस + गोल्डन लाइन (फेज़-IV) + संभावित एनसीआरटीसी | विकसित हो रहा इंटरचेंज हब |

ट्रिपल इंटरचेंज स्टेशन यात्रियों को एक ही स्थान पर तीन मेट्रो लाइनों के बीच सहज और सुगम परिवर्तन की सुविधा प्रदान करते हैं, जिससे यात्रा समय में कमी आती है और आवागमन अधिक सुविधाजनक बनता है।

**प्रमुख तथ्य**

- वर्तमान में DMRC नेटवर्क में लगभग 29 इंटरचेंज स्टेशन हैं।
- फेज़-IV पूर्ण होने पर यह संख्या लगभग 43 हो जाएगी।
- फेज़-V(A) के बाद इंटरचेंज स्टेशनों की संख्या लगभग 46 तक पहुँचने की संभावना है।

**- नवीन कुमार बर्णवाल**
**सहायक अधीक्षक/प्रशासन**

# विकसित भारत 2047: मेट्रो नेटवर्क और शहरी पुनर्निर्माण की अनिवार्यता

भारत एक ऐतिहासिक संकल्प के साथ आगे बढ़ रहा है, विकसित भारत 2047। यह केवल एक नारा नहीं, बल्कि एक सुनिश्चित आर्थिक लक्ष्य है जिसके अंतर्गत भारत को अपनी अर्थव्यवस्था को वर्तमान 4.2 ट्रिलियन डॉलर से बढ़ाकर लगभग 30 ट्रिलियन डॉलर तक पहुँचाना है और प्रति व्यक्ति आय को 18,000 से 26,000 डॉलर के स्तर तक ले जाना है। इस महत्वाकांक्षी यात्रा में सबसे महत्वपूर्ण प्रश्न यह है कि यह संभव कैसे होगा?

**शहरीकरण: अवसर भी, चुनौती भी**

जैसे-जैसे भारत औद्योगिक होता जाएगा, शहरीकरण की गति तेज होगी। मुंबई, बेंगलुरु, चेन्नई, दिल्ली जैसे महानगरों में पहले से ही जनसंख्या का अत्यधिक दबाव है। सड़कों पर ट्रैफिक जाम, वायु और जल प्रदूषण, भीड़भाड़ और सीमित आवासीय स्थान , ये सब मिलकर नागरिकों के जीवन स्तर को गिरा रहे हैं और आर्थिक उत्पादकता को भी प्रभावित कर रहे हैं।

एक अनुमान के अनुसार दिल्ली और मुंबई जैसे शहरों में ट्रैफिक जाम के कारण प्रतिवर्ष हजारों करोड़ रुपये की आर्थिक क्षति होती है। यदि भारत को वास्तव में विकसित बनना है तो उसके शहरों को भी विकसित, सुनियोजित और रहने योग्य बनाना होगा।

**मेट्रो नेटवर्क: शहरी समस्याओं का समाधान**

इस परिदृश्य में मेट्रो नेटवर्क एक अत्यंत प्रभावी समाधान के रूप में सामने आता है। तीव्र, सुरक्षित और प्रदूषणमुक्त सार्वजनिक परिवहन न केवल यातायात की समस्या को कम करता है, बल्कि शहर के आर्थिक ढाँचे को भी मजबूत करता है।

परंतु भारत में मेट्रो की एक बड़ी कमज़ोरी सामने आई है लास्ट माइल कनेक्टिविटी का अभाव। मेट्रो स्टेशन से उतरने के बाद दफ्तर, अस्पताल या बाज़ार तक पहुँचने में जो समय लगता है, वह अक्सर मेट्रो से बचाए गए समय को निरस्त कर देता है। इससे लोग निजी वाहनों का उपयोग जारी रखते हैं और मेट्रो की उपयोगिता सीमित रह जाती है।

इसका समाधान है **ट्रांज़िट-ओरिएंटेड डेवलपमेंट (TOD)**। मेट्रो स्टेशनों को केवल आवागमन के केंद्र के रूप में नहीं, बल्कि बहुमंजिला मिश्रित-उपयोग परिसरों के रूप में विकसित किया जाए जिनमें कार्यालय, व्यावसायिक स्थान, पार्किंग, डेटा सेंटर और कॉर्पोरेट पार्क एकीकृत हों। इससे नागरिकों को स्टेशन से बाहर जाने की आवश्यकता ही न पड़े।

**मेट्रो नेटवर्क: आत्मनिर्भर और टिकाऊ शहरी परिवहन की रूपरेखा**

इस परिदृश्य में मेट्रो नेटवर्क एक अत्यंत प्रभावी समाधान के रूप में सामने आता है। तीव्र, सुरक्षित और प्रदूषणमुक्त सार्वजनिक परिवहन न केवल यातायात की समस्या को कम करता है, बल्कि शहर के आर्थिक ढाँचे को भी मजबूत करता है।

यदि मेट्रो को वास्तव में विकसित भारत की रीढ़ बनाना है तो उसे आत्मनिर्भर और वित्तीय रूप से टिकाऊ बनाना अनिवार्य है।

**1. ट्रांज़िट-ओरिएंटेड डेवलपमेंट (TOD)**

इसका सबसे प्रभावी समाधान है - ट्रांज़िट-ओरिएंटेड डेवलपमेंट (टीओडी)। इस अवधारणा के अंतर्गत मेट्रो स्टेशनों को केवल आवागमन के केंद्र के रूप में नहीं, बल्कि बहुमंजिला मिश्रित-उपयोग परिसरों के रूप में विकसित किया जाता है जिनमें कार्यालय, व्यावसायिक स्थान, आवासीय इकाइयाँ, पार्किंग, डेटा सेंटर और कॉर्पोरेट पार्क एकीकृत हों।

इसके लिए डीडीए (दिल्ली विकास प्राधिकरण), एमएमआरडीए (मुंबई), बीडीए (बेंगलुरु) जैसी शहरी विकास संस्थाओं के साथ मेट्रो प्राधिकरण का सक्रिय सहयोग आवश्यक है। सरकार मेट्रो स्टेशन के 500 मीटर से 1 किलोमीटर की परिधि में टीओडी ज़ोन घोषित कर सकती है जहाँ निजी डेवलपर्स को उच्च FAR (Floor Area Ratio) की अनुमति दी जाए। इसके बदले में डेवलपर्स मेट्रो निर्माण लागत में हिस्सेदारी करें। इस मॉडल में सरकार ज़मीन देती है, निजी क्षेत्र निर्माण करता है और मेट्रो प्राधिकरण को दीर्घकालिक राजस्व प्राप्त होता है।

हाँगकाँग की एमटीआर ने यही "रेल+प्रॉपर्टी" मॉडल अपनाया और आज वह विश्व की इकलौती मेट्रो प्रणाली है जो बिना सरकारी सब्सिडी के न केवल अपना खर्च उठाती है बल्कि भारी मुनाफा भी कमाती है।

**2. मल्टी-स्टोरी स्टेशन डिज़ाइन: एक शहर के भीतर शहर**

भारत के बड़े शहरों में भूमि अत्यंत सीमित और महँगी है। ऐसे में मेट्रो स्टेशन की संरचना को ऊर्ध्वाधर रूप से विस्तारित करना सबसे व्यावहारिक विकल्प है। कल्पना करें एक ऐसे मेट्रो स्टेशन की जहाँ भूतल पर यात्री प्रवेश, फीडर बस और ऑटो स्टैंड हों,प्रथम तल पर रिटेल शॉप्स, फूड कोर्ट और बैंकिंग सुविधाएँ हों,द्वितीय तल पर मेट्रो प्लेटफॉर्म हो, तृतीय से पंचम तल तक कार्यालय परिसर या कॉर्पोरेट स्पेस हो, उच्चतम मंजिलों पर आवासीय अपार्टमेंट या सर्विस्ड अपार्टमेंट हों

इस प्रकार का वर्टिकल मिक्स्ड-यूज़ स्टेशन नागरिकों को घर से दफ्तर तक का सफर बिना बाहर निकले पूरा करने की सुविधा दे सकता है। इससे लास्ट माइल की समस्या स्वतः समाप्त हो जाती है और स्टेशन 24 घंटे जीवंत रहता है जिससे राजस्व भी निरंतर प्राप्त होता है।

यह डिज़ाइन निर्माण के प्रारंभिक चरण में ही तय होना चाहिए। बाद में संरचना में परिवर्तन करना न केवल महँगा होता है बल्कि तकनीकी रूप से जटिल भी। इसलिए मेट्रो का मास्टरप्लान बनाते समय प्रत्येक प्रमुख स्टेशन के लिए TOD संभावना का मूल्यांकन अनिवार्य रूप से किया जाना चाहिए।

**3. स्टेशन और ट्रेन ब्रांडिंग: विज्ञापन से राजस्व का खजाना**

विश्व की सफल मेट्रो प्रणालियों में विज्ञापन और ब्रांडिंग राजस्व का एक महत्वपूर्ण स्रोत है। भारत में इस क्षमता का अभी पूर्ण दोहन नहीं हुआ है। इस दिशा में निम्नलिखित उपाय अत्यंत प्रभावी हो सकते हैं—

स्टेशन नामकरण अधिकार (Station Naming Rights): किसी प्रमुख कॉर्पोरेट ब्रांड को स्टेशन के नाम के साथ अपना नाम जोड़ने का दीर्घकालिक अनुबंध दिया जाए। जैसे "राजीव चौक - Powered by XYZ Bank"। यह मॉडल अमेरिका और यूरोप में अत्यंत सफल रहा है।

**4. ट्रेन रैप ब्रांडिंग:** पूरी मेट्रो ट्रेन की बाहरी और आंतरिक सज्जा किसी एक ब्रांड के लिए समर्पित की जाए। यह चलता-फिरता विज्ञापन लाखों यात्रियों तक प्रतिदिन पहुँचता है और कंपनिया इसके लिए भारी राशि देने को तैयार होती हैं।

**5. डिजिटल विज्ञापन बोर्ड:** स्टेशन परिसर में, प्लेटफॉर्म पर और ट्रेन के भीतर प्रोग्रामेटिक डिजिटल बोर्ड लगाए जाएँ जो समय, स्थान और यात्री वर्ग के अनुसार लक्षित विज्ञापन दिखा सकें। यह पारंपरिक होर्डिंग की तुलना में तीन से चार गुना अधिक राजस्व देते हैं।

**6.डेटा मॉनेटाइज़ेशन:** मेट्रो के यात्री डेटा (गोपनीयता मानकों के अंतर्गत) का उपयोग कर शहरी नियोजन, रिटेल स्थान चयन और विज्ञापन लक्ष्यीकरण में व्यावसायिक अंतर्दृष्टि प्रदान की जा सकती है।

**7. एकीकृत नियोजन:** सरकार और निजी क्षेत्र की साझेदारी आत्मनिर्भर मेट्रो के लिए सबसे महत्वपूर्ण है नियोजन के प्रारंभ से ही सरकार, मेट्रो प्राधिकरण और निजी निवेशकों की त्रिपक्षीय भागीदारी। इसके लिए एक एकीकृत नियोजन ढाँचा आवश्यक है जिसमें मेट्रो रूट की घोषणा से पहले ही TOD ज़ोन की भूमि अधिग्रहण नीति तय हो ।

निजी डेवलपर्स के लिए पारदर्शी बोली प्रक्रिया हो मेट्रो प्राधिकरण को भूमि की मूल्यवृद्धि (Land Value Capture) का एक निर्धारित हिस्सा प्राप्त हो डीडीए या राज्य सरकार की भूमि को मेट्रो परियोजना में इक्विटी के रूप में शामिल किया जाए । इस मॉडल में सरकार पर वित्तीय बोझ कम होता है और मेट्रो परियोजना निजी पूँजी से संचालित होती है।

**8. आर्थिक स्थायित्व:** हांगकांग मॉडल से सीख मेट्रो नेटवर्क के विस्तार में सबसे बड़ी बाधा है उसका वित्तीय बोझ। भारत सरकार का पूँजीगत व्यय सीमित है और 200 ट्रिलियन डॉलर के इंफ्रास्ट्रक्चर निवेश की आवश्यकता को सरकारी खजाने से पूरा करना असंभव है। इसलिए प्रत्येक मेट्रो परियोजना का आत्मनिर्भर और वित्तीय रूप से टिकाऊ होना अनिवार्य है।

इस संदर्भ में हांगकांग की MTR (Mass Transit Railway) एक अनुकरणीय उदाहरण है। MTR ने "Rail + Property" मॉडल अपनाया जिसमें स्टेशनों के ऊपर और आसपास अचल संपत्ति विकसित कर भारी राजस्व अर्जित किया जाता है। वर्ष 2025-26 में MTR ने लगभग 18,000 करोड़ रुपये का शुद्ध लाभ अर्जित किया। इसके अतिरिक्त स्टेशन ब्रांडिंग, ट्रेन विज्ञापन, डिजिटल बोर्ड और वाणिज्यिक पट्टे जैसे स्रोतों से भी आय अर्जित की जाती है।

भारत के बड़े शहरों में ऊर्ध्वाधर विस्तार (Vertical Expansion) की अपार संभावनाएँ हैं। जहाँ भूमि दुर्लभ और महँगी है, वहाँ मेट्रो स्टेशनों के ऊपर बहुमंजिला व्यावसायिक परिसर बनाना न केवल व्यावहारिक है बल्कि अत्यधिक लाभकारी भी है।

**9. निर्माण के समय ही हो दूरदर्शी योजना:** यह भी अत्यंत आवश्यक है कि मेट्रो स्टेशनों की योजना निर्माण के प्रारंभिक चरण में ही भविष्योन्मुखी दृष्टि से बनाई जाए। डिजिटल बोर्ड, स्मार्ट पार्किंग, ब्रांडिंग स्पेस और वाणिज्यिक इकाइयों को बाद में जोड़ना महँगा और कठिन होता है। यदि इन्हें डिज़ाइन के आरंभ में ही सम्मिलित किया जाए तो मेट्रो परियोजना अपना निर्माण व्यय स्वयं वहन करने में सक्षम हो सकती है।

विकसित भारत 2047 का सपना तभी साकार होगा जब मैन्युफैक्चरिंग, शहरी अवसंरचना और सार्वजनिक परिवहन एक समन्वित रणनीति के तहत विकसित हों। आत्मनिर्भर मेट्रो नेटवर्क इस रणनीति की आधारशिला है । जो एक साथ प्रदूषण घटाएगा, भीड़भाड़ कम करेगा, नागरिकों को बेहतर जीवन देगा और निजी निवेश को भी आकर्षित करेगा। हाँगकाँग से प्रेरणा लेकर भारत अपने शहरों को न केवल रहने योग्य, बल्कि वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी बना सकता है। संक्षेप में, भारत की मेट्रो परियोजनाओं को केवल परिवहन के साधन के रूप में नहीं बल्कि शहरी पुनर्निर्माण के इंजन के रूप में देखने की आवश्यकता है। TOD, मल्टी-स्टोरी स्टेशन डिज़ाइन, स्मार्ट ब्रांडिंग और सरकारी-निजी एकीकृत नियोजन के संयोजन से भारत एक ऐसी मेट्रो प्रणाली खड़ी कर सकता है जो न केवल लाखों नागरिकों को बेहतर जीवन दे बल्कि अपनी लागत स्वयं वहन करते हुए देश की आर्थिक प्रगति में भी सक्रिय योगदान करे। यही विकसित भारत 2047 की असली नींव होगी।

**- हेमन्त शर्मा**
**व्याख्याता (परिचालन)**

# डीएमआरसी–इनसीड(INSEAD) नेतृत्व विकास कार्यक्रम (LDP): "भविष्य के नेतृत्व का निर्माण"

**"Shaping Leaders for Future" शीर्षक से आयोजित डीएमआरसी– इनसीड नेतृत्व विकास कार्यक्रम (Leadership Development Program - LDP),** डीएमआरसी अकादमी एवं INSEAD, सिंगापुर द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित एक महत्वपूर्ण क्षमता निर्माण पहल है, जिसका उद्देश्य भारत के तीव्र गति से विकसित हो रहे मेट्रो एवं शहरी गतिशीलता क्षेत्र में नेतृत्व क्षमताओं को सुदृढ़ बनाना है। जून 2025 में डीएमआरसी एवं इनसीड के मध्य निरंतर संवाद एवं संरचित विचार-विमर्श के माध्यम से इस कार्यक्रम की परिकल्पना की गई थी, जो अप्रैल 2026 में दिल्ली एवं सिंगापुर में आयोजित दो सुव्यवस्थित मॉड्यूलों के माध्यम से सफलतापूर्वक संपन्न हुआ।

यह कार्यक्रम दो क्रमिक मॉड्यूलों में आयोजित किया गया - **मॉड्यूल-I** डीएमआरसी अकादमी, दिल्ली में (08–10 अप्रैल 2026) तथा **मॉड्यूल-II** इनसीड एशिया कैंपस, सिंगापुर में (15–17 अप्रैल 2026)। कार्यक्रम में भारत के 10 मेट्रो संगठनों तथा आवासन और शहरी कार्य मंत्रालय (MoHUA) के कुल 32 वरिष्ठ एवं शीर्ष स्तर के अधिकारियों ने भाग लिया। दिल्ली में आयोजित प्रथम मॉड्यूल की मेजबानी डीएमआरसी अकादमी ने की जिसमें प्रतिभागियों को डीएमआरसी की परिचालन विशेषज्ञता एवं संस्थागत सर्वोत्तम कार्यप्रणालियों से परिचय कराया गया।

सिंगापुर में आयोजित द्वितीय मॉड्यूल में प्रतिभागियों को वैश्विक नेतृत्व दृष्टिकोण एवं आधुनिक शहरी गतिशीलता पारिस्थितिकी तंत्र की जटिलताओं के अनुरूप अत्याधुनिक रणनीतिक ढाँचों से परिचित कराया गया। इस मॉड्यूल में इनसीड के प्रतिष्ठित संकाय सदस्यों द्वारा गहन एवं संवादात्मक सत्र संचालित किए गए। कार्यक्रम की सफलता प्रतिभागियों द्वारा दिए गए अत्यंत सकारात्मक फीडबैक से स्पष्ट रूप से परिलक्षित होती है। डीएमआरसी मॉड्यूल को कुल मिलाकर **9.64/10** का संतुष्टि स्कोर प्राप्त हुआ। इसी प्रकार, इनसीड मॉड्यूल को भी उत्कृष्ट प्रतिक्रिया मिली तथा इसे **9.46/10** का समग्र संतुष्टि स्कोर प्राप्त हुआ।

समग्र रूप से, डीएमआरसी–इनसीड नेतृत्व विकास कार्यक्रम (अप्रैल **2026**) ने राष्ट्रीय स्तर की सर्वोत्तम कार्यप्रणालियों एवं वैश्विक नेतृत्व उत्कृष्टता का एक अद्वितीय संगम प्रस्तुत करते हुए मेट्रो रेल क्षेत्र में नेतृत्व क्षमता निर्माण का एक आदर्श मॉडल स्थापित किया है। डीएमआरसी की सिद्ध परिचालन सफलता तथा इनसीड की विश्वस्तरीय नेतृत्व शिक्षा के समन्वय से यह कार्यक्रम एक ऐसी रणनीतिक पहल के रूप में उभरा है, जो दूरदर्शी भविष्य के लिए तैयार नेतृत्व विकसित करने में महत्वपूर्ण योगदान देगा तथा भारत की शहरी गतिशीलता प्रणालियों को सतत् विकास, नवाचार और सेवा उत्कृष्टता की दिशा में अग्रसर करेगा।

### सतत् भविष्य हेतु स्मार्ट इंजीनियरिंग पर तकनीकी सत्र

05 मार्च 2026 को डीएमआरसी अकादमी में 'सतत् विकास के लिए विश्व इंजीनियरिंग दिवस 2026' के अवसर पर "नवाचार एवं डिजिटलीकरण के माध्यम से सतत् भविष्य हेतु स्मार्ट इंजीनियरिंग" विषय पर तकनीकी सत्र आयोजित किया गया। यह सत्र डॉ. विकास कुमार, प्रबंध निदेशक, डीएमआरसी द्वारा प्रस्तुत किया गया। इंस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी (IET) - दिल्ली लोकल नेटवर्क के सहयोग से आयोजित इस कार्यक्रम में डीएमआरसी के अधिकारी एवं आईईटी के सदस्य ऑफलाइन एवं ऑनलाइन माध्यम से सम्मिलित हुए। अपने व्याख्यान में डॉ. विकास कुमार ने स्मार्ट इंजीनियरिंग, डिजिटलीकरण तथा सतत् शहरी परिवहन में नवाचार की भूमिका पर प्रकाश डाला तथा ऑटोमेशन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं ऊर्जा दक्षता से संबंधित डीएमआरसी की पहलों का उल्लेख किया।

### सोज़िट्ज़ (Sojitz) कॉर्पोरेशन, जापान के प्रतिनिधिमंडल का दौरा

03 मार्च 2026 को डीएमआरसी अकादमी ने सोज़िट्ज़ (Sojitz) कॉर्पोरेशन, जापान के प्रतिनिधिमंडल का स्वागत किया। इस अवसर पर अकादमी के अवसंरचना, प्रशिक्षण पद्धतियों तथा उत्कृष्टता केन्द्रों पर विस्तृत प्रस्तुति दी गई, जिसमें मेट्रो रेल क्षेत्र हेतु कुशल मानव संसाधन विकास में अकादमी की भूमिका को रेखांकित किया गया। साथ ही, जापान में कार्य हेतु आवश्यक कौशल एवं प्रशिक्षण आवश्यकताओं पर सार्थक संवाद किया गया। तत्पश्चात प्रतिनिधिमंडल ने सिविल डेमोंस्ट्रेशन कक्ष, जीएमएसएम सीबीटी कक्ष, मेट्रो सिग्नलिंग मॉडल कक्ष, आरएस-10 बोगी सेक्शन, ब्रेक्स एवं न्यूमेटिक्स कक्ष तथा आरएस-2 ड्राइविंग सिम्युलेटर सहित विभिन्न प्रशिक्षण सुविधाओं का दौरा किया। प्रतिनिधिमंडल द्वारा अकादमी के अत्याधुनिक प्रशिक्षण अवसंरचना, अनुभवात्मक शिक्षण वातावरण तथा व्यावहारिक एवं अनुप्रयोग-आधारित प्रशिक्षण पर विशेष ध्यान देने की सराहना की गई।

## इन-स्पेस अधिकारियों का दौरा

06 फरवरी 2026 को डीएमआरसी अकादमी में भारतीय राष्ट्रीय अंतरिक्ष संवर्धन और प्राधिकरण केंद्र (इन-स्पेस) के अधिकारियों का स्वागत किया गया। यह दौरा भारतीय लोक प्रशासन संस्थान (आईआईपीए) द्वारा उनके आवासीय प्रशिक्षण कार्यक्रम के अंतर्गत आयोजित किया गया था। प्रतिनिधिमंडल को अकादमी की प्रशिक्षण क्षमताओं एवं उत्कृष्टता केंद्रों पर विस्तृत प्रस्तुति दी गई, जिसके उपरांत उन्होने आरएस-2 ड्राइविंग सिम्युलेटर सहित अत्याधुनिक प्रशिक्षण सुविधाओं का दौरा किया। अधिकारियों ने अकादमी के उन्नत सिम्युलेटर तथा प्रौद्योगिकी-आधारित प्रशिक्षण तंत्र की सराहना की। यह दौरा पेशेवर संवाद एवं ज्ञान-विनिमय के लिए एक महत्वपूर्ण मंच सिद्ध हुआ।

## एशियाई परिवहन विकास संस्थान (AITD) रेलवे प्रशिक्षण कार्यक्रम के अंतर्गत भूटान सरकार के अधिकारियों का दौरा

29 अप्रैल 2026 को डीएमआरसी अकादमी में भूटान सरकार के अधिकारियों का एशियाई परिवहन विकास संस्थान (AITD) रेलवे प्रशिक्षण कार्यक्रम के अंतर्गत अध्ययन दौरा आयोजित किया गया। प्रतिनिधिमंडल को वृत्तचित्र प्रस्तुति के माध्यम से अकादमी की अत्याधुनिक प्रशिक्षण अवसंरचना, विशेष सिम्युलेटर एवं सीबीटी लैब आदि की जानकारी प्रदान की गई, जिसके उपरांत महानिदेशक, डीएमआरसी अकादमी के साथ एक संवादात्मक सत्र आयोजित किया गया। अधिकारियों ने सिम्युलेटर आधारित तकनीकी प्रशिक्षण व्यवस्थाओं का भी दौरा किया।

## पूर्वी एवं मध्य अफ्रीका के राजदूत का डीएमआरसी अकादमी दौरा

29 अप्रैल 2026 को डीएमआरसी अकादमी में श्री मुकेश कुमार, राजदूत (पूर्वी एवं मध्य अफ्रीका) का स्वागत किया गया। उन्हें अकादमी की अवसंरचना एवं प्रशिक्षण पद्धतियों की विस्तृत जानकारी दी गई, जिसमें मेट्रो क्षेत्र के लिए क्षमता निर्माण में अकादमी की महत्वपूर्ण भूमिका को रेखांकित किया गया। इसके पश्चात उन्होने विभिन्न प्रशिक्षण सुविधाओं का दौरा किया, जहाँ उन्नत व्यावहारिक प्रशिक्षण वातावरण का प्रदर्शन किया गया। उन्होंने अकादमी की सराहना करते हुए कहा, "यह एक अत्यंत उत्कृष्ट अनुभव रहा तथा यह एक उच्च स्तर की पेशेवर अकादमी है।"

### श्री वी. वी. एस. श्रीनिवास, वरिष्ठ प्रोफेसर एवं निदेशक (प्रभारी), IRIDM का डीएमआरसी अकादमी दौरा

19 जनवरी 2026 को श्री वी. वी. एस. श्रीनिवास, वरिष्ठ प्रोफेसर एवं निदेशक (प्रभारी), भारतीय रेल आपदा प्रबंधन संस्थान (IRIDM) ने डीएमआरसी अकादमी का दौरा किया। इस अवसर पर उन्हें अकादमी के प्रशिक्षण दायित्व, कार्यक्रमों एवं क्षमताओं के संबंध में विस्तृत जानकारी दी गई। इस के उपरांत उन्होंने अकादमी की अत्याधुनिक प्रशिक्षण सुविधाओं का दौरा किया । श्री श्रीनिवास ने डीएमआरसी अकादमी की सराहना करते हुए कहा कि "यह एक उन्नत सुविधा है, जिसका संचालन एक समर्पित एवं जानकार टीम द्वारा किया जा रहा है। यह दौरा अत्यंत ज्ञानवर्धक एवं प्रेरणादायक रहा। मैं डीएमआरसी अकादमी की टीम के उज्ज्वल भविष्य की कामना करता हूँ।"

---

### संयुक्त सचिव, बाह्य प्रचार एवं सार्वजनिक कूटनीति, विदेश मंत्रालय का दौरा

04 अप्रैल 2026 को श्री राजेश परिहार, संयुक्त सचिव (एक्सपीडी), विदेश मंत्रालय ने डीएमआरसी अकादमी का दौरा कर इसकी प्रशिक्षण अवसंरचना एवं क्षमता निर्माण पहलों की जानकारी प्राप्त की। उन्हें अकादमी की अत्याधुनिक सुविधाओं एवं प्रशिक्षण क्षमताओं पर आधारित डॉक्यूमेंट्री दिखाई गई, इस दौरान अकादमी द्वारा विकसित तकनीक-संचालित प्रशिक्षण वातावरण को प्रदर्शित किया गया, जो मेट्रो रेल क्षेत्र में कौशल विकास को सुदृढ़ करता है।

## गुजरात प्रशासनिक और विज्ञान व प्रौद्योगिकी विभाग के अधिकारियों का डीएमआरसी अकादमी का दौरा

19 फरवरी 2026 को भारतीय लोक प्रशासन संस्थान (आईआईपीए) द्वारा आयोजित एक आधिकारिक दौरे पर आए गुजरात प्रशासनिक सेवा (वर्ग-I) के अधिकारियों और विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग के वैज्ञानिकों का डीएमआरसी अकादमी में स्वागत किया गया। इसका प्रारंभ अकादमी की अवसंरचना, प्रशिक्षण क्षमताओं, उत्कृष्टता केंद्रों और परियोजना प्रबंधन प्रथाओं पर विस्तृत प्रस्तुति से हुआ, इसके बाद परियोजना प्रबंधन पर एक अंतःक्रियात्मक चर्चा आयोजित की गई। तत्पश्चात अधिकारियों ने प्रमुख प्रशिक्षण सुविधाओं का दौरा किया, जिनमें जीएमएसएम सीबीटी कक्ष, मेट्रो सिग्नलिंग मॉडल कक्ष, आरएस-10 बोगी अनुभाग, ब्रेक्स एवं न्यूमैटिक्स कक्ष और आरएस-2 ड्राइविंग सिम्युलेटर शामिल थे। प्रतिभागियों ने अकादमी के उन्नत प्रशिक्षण तंत्र और व्यावहारिक शिक्षण वातावरण की सराहना की।

## अनुसंधान अभिकल्प एवं मानक संगठन के अपर महानिदेशक का दौरा

14 मार्च 2026 को श्री काज़ी मैराज अहमद, अपर महानिदेशक / अनुसंधान अभिकल्प एवं मानक संगठन (ADG/RDSO), ने डीएमआरसी अकादमी का दौरा कर इसकी प्रशिक्षण अवसंरचना एवं क्षमता निर्माण पहलों की समीक्षा की। उन्हें अकादमी की उन्नत सुविधाओं एवं प्रशिक्षण पद्धतियों की जानकारी दी गई, उन्होंने अकादमी के तकनीक-संचालित प्रशिक्षण पारितंत्र की सराहना की तथा अनुसंधान अभिकल्प एवं मानक संगठन (RDSO) के साथ सहयोग की संभावनाओं को रेखांकित किया, जिससे रेल क्षेत्र में नवाचार एवं कौशल विकास को और सुदृढ़ किया जा सके।

## मेजर जनरल सी. जे. जयचंद्रन, एडिशनल डायरेक्टर जनरल ऑफ इंजीनियर्स (कार्मिक) के नेतृत्व में रक्षा अधिकारियों का दौरा

11 मार्च 2026 को मेजर जनरल सी. जे. जयचंद्रन के नेतृत्व में एक प्रतिनिधिमंडल ने डीएमआरसी अकादमी का दौरा किया, ताकि डीएमआरसी की प्रशिक्षण अवसंरचना एवं क्षमता निर्माण पहलों की जानकारी प्राप्त की जा सके। अधिकारियों को अकादमी एवं उसकी सुविधाओं पर विस्तृत प्रस्तुति दी गई, जिसके उपरांत उन्होने प्रशिक्षण परिसरों का मार्गदर्शित दौरा किया। अधिकारियों ने अकादमी की सराहना करते हुए कहा कि "देश के प्रमुख प्रशिक्षण संस्थानों में से एक की प्रशिक्षण सुविधाओं को देखना हमारे लिए गौरव का विषय है। डीएमआरसी ने निर्माण एवं संचालन दोनों क्षेत्रों में उच्च मानक स्थापित किए हैं, जिसका श्रेय इस अकादमी को जाता है। दूरदर्शी प्रबंधन, प्रेरित कर्मियों एवं संपूर्ण टीम को बधाई। शुभकामनाएँ एवं जय हिन्द।"

## डॉ. वी. जी. भूमा, अपर सदस्य (मानव संसाधन), रेलवे बोर्ड का डीएमआरसी अकादमी दौरा

22.05.2026 को रेलवे बोर्ड की अपर सदस्य (मानव संसाधन) डॉ. वी. जी. भूमा ने दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन (डीएमआरसी) अकादमी का दौरा किया। इस अवसर पर उन्होंने डीएमआरसी द्वारा संचालित प्रशिक्षण अवसंरचना तथा क्षमता निर्माण संबंधी पहलों की जानकारी प्राप्त की। उन्होंने चेन्नई मेट्रो रेल लिमिटेड (CMRL) के ओ एंड एम फेज-II बैच के प्रशिक्षुओं से संवाद किया। यह संवाद सत्र अत्यंत ज्ञानवर्धक एवं प्रेरणादायक रहा, जिसमें उन्होंने युवा पेशेवरों को मेट्रो रेल क्षेत्र के विकास में प्रभावी योगदान देने के लिए प्रेरित किया।

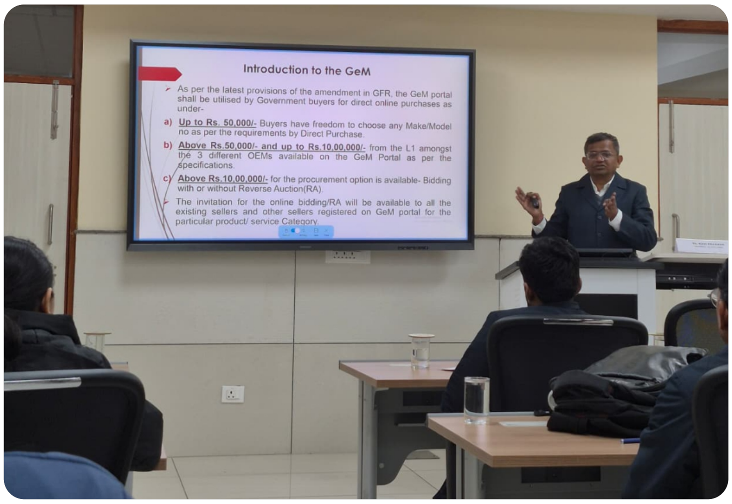
इसके पश्चात उन्हें एक डॉक्यूमेंट्री प्रस्तुत किया गया, जिसमें डीएमआरसी अकादमी की अधोसंरचना, प्रशिक्षण पद्धतियों तथा उत्कृष्टता केंद्रों (Centres of Excellence) का परिचय दिया गया। इसके बाद उन्होंने आरएस-2 ड्राइविंग सिम्युलेटर का दौरा किया, जहाँ उन्होंने मेट्रो पेशेवरों के कौशल संवर्धन हेतु डीएमआरसी अकादमी द्वारा विकसित उन्नत व्यावहारिक प्रशिक्षण व्यवस्था को देखा। डॉ. भूमा ने डीएमआरसी अकादमी के कार्यों की सराहना करते हुए कहा, **"DMRC Academy is not just a Training Center, it is a development and learning ecosystem"**

## "संविदा प्रबंधन की कला" पर कार्यशाला

डीएमआरसी अकादमी द्वारा "संविदा प्रबंधन की कला" विषय पर कार्यशाला का आयोजन 19 से 23 जनवरी 2026 तक किया गया। पांच दिवसीय इस कार्यशाला में निविदा प्रक्रिया एवं संविदा प्रबंधन, विधिक दृष्टिकोण, संविदा की सामान्य शर्तें (जनरल कंडीशन्स ऑफ कॉन्ट्रैक्ट), भारतीय अनुबंध शर्तों की एफआईडीआईसी प्रावधानों से तुलना, प्रकरण अध्ययन, संविदा संबंधी सामान्य त्रुटियां, वार्ता कौशल तथा विशेषज्ञों के साथ संवादात्मक सत्रों सहित विभिन्न विषयों को सम्मिलित किया गया। कार्यक्रम के अंतर्गत मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) के साथ विशेष संवाद सत्र भी आयोजित किया गया। इस कार्यशाला में डीएमआरसी के 22 नामांकित प्रतिभागियों ने भाग लिया, जो संगठन के विभिन्न स्तरों एवं विविध कार्यात्मक पृष्ठभूमियों का प्रतिनिधित्व करते हैं, जिससे सार्थक विचार-विमर्श एवं व्यावहारिक सीख को बढ़ावा मिला।

## CETUSE के अंतर्गत "सार्वजनिक खरीद एवं निविदा प्रक्रिया" पर कार्यशाला

डीएमआरसी अकादमी द्वारा 9 जनवरी 2026 को "उत्कृष्टता केंद्र – टनल निर्माण एवं भूमिगत स्थान अभियांत्रिकी" (CETUSE) के अंतर्गत "सार्वजनिक खरीद एवं निविदाकरण" पर एक दिवसीय कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस कार्यशाला में डीएमआरसी के 13 नामांकित प्रतिभागियों ने भाग लिया, जो विभिन्न संगठनात्मक स्तरों और विविध कार्यात्मक पृष्ठभूमियों जैसे आर्किटेक्चर, सिविल कंस्ट्रक्शन, परिचालन एवं अनुरक्षण (O&M) और डिज़ाइन का प्रतिनिधित्व कर रहे थे। कार्यक्रम में "GeM के माध्यम से खरीद" एवं "निर्माण कार्यों में निविदाकरण" विषय पर विशेषज्ञ सत्र आयोजित किए गए। कार्यशाला में GeM के माध्यम से सार्वजनिक खरीद प्रक्रियाओं, निर्माण कार्यों की निविदा प्रक्रिया और संबंधित केस स्टडीज का विश्लेषण किया गया, जिससे प्रतिभागियों को खरीद एवं निविदा प्रक्रियाओं की व्यावहारिक समझ और व्यापक ज्ञान प्राप्त हुआ।



## कोलकाता मेट्रो के परिचालन विभाग के अधिकारियों के लिए सीबीटीसी प्रणाली पर अनुकूलित प्रशिक्षण कार्यक्रम

डीएमआरसी अकादमी ने कोलकाता मेट्रो रेलवे के परिचालन विभाग के अधिकारियों के लिए सीबीटीसी प्रणाली पर अनुकूलित प्रशिक्षण कार्यक्रम का सफलतापूर्वक आयोजन किया, जिससे उन्नत मेट्रो रेल प्रशिक्षण में उत्कृष्टता केंद्र के रूप में डीएमआरसी अकादमी की भूमिका पुनः सुदृढ़ हुई। यह प्रशिक्षण कार्यक्रम दो चरणों में, 29 दिसंबर 2025 से 2 जनवरी 2026 तथा 5 जनवरी से 9 जनवरी 2026 तक आयोजित किया गया, जिसमें कुल 24 अधिकारी एवं कर्मचारी शामिल हुए। उल्लेखनीय है कि डीएमआरसी अकादमी में कोलकाता मेट्रो के लिए आयोजित यह पहला सीबीटीसी प्रशिक्षण कार्यक्रम था। कार्यक्रम का उद्देश्य संरचित कक्षा सत्रों, व्यावहारिक प्रशिक्षण तथा सिम्युलेटर आधारित अभ्यास के माध्यम से प्रतिभागियों को सीबीटीसी प्रणाली एवं उससे संबद्ध परिचालन प्रणालियों की गहन समझ प्रदान करना था। इसके अतिरिक्त, डिपो एवं परिचालन नियंत्रण केंद्र (ओसीसी) के अध्ययन दौरे से परिचालन तत्परता एवं प्रणाली से परिचय और अधिक सुदृढ़ हुआ। कार्यक्रम को प्रतिभागियों से सकारात्मक प्रतिक्रिया प्राप्त हुई तथा इसने आधुनिक नागरीय रेल प्रणालियों में क्षमता निर्माण और पेशेवर उत्कृष्टता के प्रति डीएमआरसी अकादमी की सतत् प्रतिबद्धता को पुनः स्थापित किया।

### डीएमआरसी अकादमी द्वारा आई-मेट्रो के लिए "कर्षण प्रणाली में प्रगति" विषय पर एक दिवसीय कार्यशाला का आयोजन

डीएमआरसी अकादमी ने भारतीय मेट्रो रेल संगठन सोसायटी (आई-मेट्रो) के लिए "कर्षण प्रणाली में प्रगति" विषय पर एक दिवसीय तकनीकी कार्यशाला का सफल आयोजन किया। इस कार्यशाला का उद्देश्य तकनीकी ज्ञान को सुदृढ़ करना, श्रेष्ठ प्रथाओं का आदान-प्रदान करना तथा मेट्रो कर्षण प्रौद्योगिकी में नवीनतम नवाचारों पर विचार-विमर्श करना था। देशभर की विभिन्न मेट्रो रेल निगमों से इंजीनियरों एवं तकनीकी अधिकारियों ने इसमें सक्रिय भागीदारी की। सत्रों में कर्षण प्रौद्योगिकी, स्काडा प्रणाली तथा नवीकरणीय ऊर्जा के माध्यम से वित्तीय स्थिरता से संबंधित नवीनतम प्रगति पर चर्चा की गई, साथ ही आई-मेट्रो सदस्य संगठनों के मध्य श्रेष्ठ प्रथाओं के मानकीकरण को प्रोत्साहित किया गया। अंतःक्रियात्मक चर्चाओं, प्रश्नोत्तर सत्रों एवं विषय विशेषज्ञों के अनुभव-साझाकरण के माध्यम से प्रतिभागियों ने कर्षण विफलताओं एवं ऊर्जा प्रबंधन से जुड़ी चुनौतियों और उनके समाधान पर विचार-विमर्श किया। यह कार्यशाला ज्ञान-साझाकरण, नेटवर्किंग एवं सहयोग को बढ़ावा देने का प्रभावी मंच सिद्ध हुई और धन्यवाद ज्ञापन के साथ सफलतापूर्वक संपन्न हुई, जिसमें प्रतिभागियों ने इसकी व्यावहारिक एवं तकनीकी रूप से समृद्ध सामग्री की सराहना की।

### ग्राउंड इंजीनियरिंग एवं सुदृढ़ित मृदा विधियों पर तकनीकी कार्यशाला

24 अप्रैल 2026 को डीएमआरसी अकादमी द्वारा "ग्राउंड इंजीनियरिंग एवं सुदृढ़ित मृदा विधि" विषय पर एक दिवसीय तकनीकी कार्यशाला का सफलतापूर्वक आयोजन किया गया। इस कार्यक्रम में विभिन्न स्तरों के अधिकारी, जैसे सीआरई, प्रबंधक एवं कनिष्ठ अभियंता, सम्मिलित हुए। उद्योग विशेषज्ञों द्वारा आयोजित व्याख्यान सत्रों में सुदृढ़ित मृदा संरचनाएँ, भू-स्थिरीकरण, ढलान संरक्षण तथा जियोसिंथेटिक्स जैसे प्रमुख विषयों को सम्मिलित किया गया। कार्यशाला में संवादात्मक चर्चाएँ एवं केस स्टडी भी शामिल थीं, जिससे व्यावहारिक समझ को सुदृढ़ किया गया। इस कार्यक्रम को इसकी तकनीकी गहराई एवं व्यावहारिक उपयोगिता के लिए व्यापक सराहना प्राप्त हुई, जिससे उन्नत होती सिविल इंजीनियरिंग तकनीकों में उत्कृष्टता एवं क्षमता निर्माण के प्रति अकादमी की प्रतिबद्धता पुनः स्थापित हुई।

## ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन (GoA) पर आई-मेट्रो कार्यशाला

13 मार्च 2026 को डीएमआरसी अकादमी में ग्रेड ऑफ ऑटोमेशन (GoA) विषय पर आई-मेट्रो कार्यशाला का सफलतापूर्वक आयोजन किया गया। इस एक दिवसीय कार्यक्रम में देश की सात मेट्रो प्रणालियों के अधिकारियों ने भाग लिया, जिसमें मेट्रो सिग्नलिंग एवं ऑटोमेशन के प्रमुख पहलुओं—जैसे सीबीटीसी (CBTC) मानक, ऑटोमेशन के स्तर तथा यूटीओ (UTO) कमांड एवं नियंत्रण - पर विशेष ध्यान केंद्रित किया गया। इस कार्यशाला ने प्रतिभागियों की आधुनिक मेट्रो सिग्नलिंग के क्षेत्र में तकनीकी एवं परिचालन क्षमताओं को सुदृढ़ किया तथा मेट्रो क्षेत्र हेतु उद्योग उन्मुख एवं उच्च गुणवत्ता वाले क्षमता निर्माण प्रदान करने के प्रति डीएमआरसी अकादमी की प्रतिबद्धता को पुनः स्थापित किया। समापन समारोह के दौरान श्री अरुण कुमार, सलाहकार/एस एंड टी समन्वय, डीएमआरसी ने उभरती सिग्नलिंग तकनीकों के महत्व पर प्रकाश डाला, जिसमें भारत की पहली मेट्रो प्रणाली के रूप में डीएमआरसी द्वारा यूटीओ (UTO) के अग्रणी कार्यान्वयन, एआई आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस तथा मिश्रित एआर/वीआर अनुप्रयोग शामिल हैं।

## रेल वेल्डिंग एवं यूएसएफडी परीक्षण पर तकनीकी कार्यशाला

13 मार्च 2026 को डीएमआरसी अकादमी द्वारा "रेल वेल्डिंग एवं अल्ट्रासोनिक फ्लॉ डिटेक्शन (USFD) परीक्षण की तकनीक" विषय पर एक दिवसीय तकनीकी कार्यशाला का सफलतापूर्वक आयोजन किया गया। इस कार्यक्रम में 36 अधिकारियों ने भाग लिया, जिनमें नेशनल हाई स्पीड रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड, कोच्चि मेट्रो रेल लिमिटेड, मुंबई मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड तथा गुजरात मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन के प्रतिनिधि शामिल थे। इंडियन रेलवे इंस्टीट्यूट ऑफ सिविल इंजीनियरिंग (पुणे) एवं उद्योग विशेषज्ञों द्वारा व्याख्यान सत्र आयोजित किए गए, जिन्हें एटी वेल्ड्स के यूएसएफडी पर व्यावहारिक प्रशिक्षण द्वारा पूरित किया गया। इस कार्यशाला को इसके व्यावहारिक दृष्टिकोण एवं तकनीकी गहराई के लिए व्यापक सराहना मिली, जिससे मेट्रो रेल प्रणालियों के क्षेत्र में क्षमता निर्माण एवं उत्कृष्टता के प्रति अकादमी की प्रतिबद्धता सत्यापित हुई।

**"संविदा प्रबंधन: अंतर्दृष्टि एवं अनुभव साझा" विषय पर कार्यशाला**

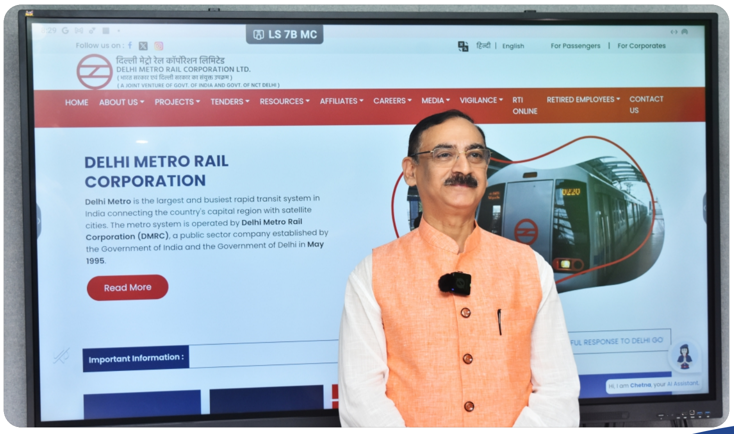
10 मार्च 2026 को डीएमआरसी अकादमी में "संविदा प्रबंधन" विषय पर एक कार्यशाला का आयोजन किया गया, जिसे पूर्व प्रबंध निदेशक डॉ. मंगू सिंह द्वारा संबोधित किया गया। इस सत्र में डीएमआरसी तथा नेशनल हाई-स्पीड रेल कॉर्पोरेशन लिमिटेड (NHSRCL) के वरिष्ठ अधिकारियों ने भाग लिया और अवसंरचना परियोजनाओं के सफल क्रियान्वयन हेतु समयबद्ध निर्णय-निर्धारण तथा पारदर्शी समन्वय के महत्व पर महत्वपूर्ण रणनीतिक अंतर्दृष्टियाँ प्राप्त कीं। कार्यशाला का समापन विचार-विमर्श एवं अनुभवों के आदान-प्रदान के साथ हुआ, जिससे यह प्रतिभागी अधिकारियों के लिए एक उपयोगी एवं ज्ञानवर्धक सत्र सिद्ध हुआ।

## प्रबंध निदेशक/ डीएमआरसी के कर कमलों द्वारा डिजिटल स्टूडियो का उद्घाटन

डीएमआरसी अकादमी ने डिजिटल कंटेंट के सृजन तथा ई-लर्निंग मॉड्यूल के विकास को सुदृढ़ बनाने के उद्देश्य से **कर्मयोगी भारत** के सहयोग से एक अत्याधुनिक **डिजिटल स्टूडियो** की स्थापना की है। यह पहल मेट्रो रेल क्षेत्र में प्रौद्योगिकी-सक्षम शिक्षण एवं क्षमता निर्माण को नई दिशा प्रदान करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है।

इस डिजिटल स्टूडियो का उद्घाटन **डॉ. विकास कुमार, प्रबंध निदेशक, डीएमआरसी** के कर-कमलों द्वारा 21 जून 2026 को किया गया। यह उद्घाटन आधुनिक मेट्रो प्रशिक्षण प्रणाली में डिजिटल परिवर्तन के महत्व को रेखांकित करता है। उद्घाटन के अवसर पर प्रबंध निदेशक ने डिजिटल शिक्षण की बढ़ती भूमिका तथा कार्यबल की दक्षताओं को सुदृढ़ बनाने में डिजिटल स्टूडियो की महत्ता पर अपने विचार साझा करते हुए एक वीडियो संदेश भी रिकॉर्ड किया।

इसका उपयोग ई-लर्निंग मॉड्यूल के निर्माण, विषय विशेषज्ञों के व्याख्यानों की रिकॉर्डिंग, वेबिनार, पॉडकास्ट, वर्चुअल कक्षा सत्रों तथा अन्य ज्ञान-साझाकरण कार्यक्रमों के संचालन के लिए किया जाएगा। यह सुविधा डीएमआरसी अकादमी को उच्च गुणवत्ता, आकर्षक एवं व्यापक स्तर पर उपयोगी डिजिटल शिक्षण सामग्री विकसित करने में सक्षम बनाएगी, जिससे मेट्रो कार्मिकों के सतत् अधिगम एवं व्यावसायिक कौशल विकास को प्रभावी रूप से बढ़ावा मिलेगा।



# भारतीय ज्ञान परम्परा – शैक्षणिक भ्रमण

## राष्ट्रीय संग्रहालय, नई दिल्ली | आर एस टी बैच 02/26 | दिनांक: 14 मई 2026

दिनांक 14 मई 2026 को दिल्ली मेट्रो रेल अकादमी के आर एस टी बैच 02/26 के 28 प्रशिक्षुओं ने भारतीय ज्ञान परम्परा (IKS) के अंतर्गत राष्ट्रीय संग्रहालय, जनपथ, नई दिल्ली का एक सुनियोजित शैक्षणिक भ्रमण किया। यह भ्रमण **प्रो. श्री रितेश गुप्ता (प्रोफेसर, परिचालन)** तथा **प्रो. श्री चंद्रकांत श्रीवास (प्रोफेसर, विद्युत)** के मार्गदर्शन में, **एसोसिएट प्रोफेसर (परिचालन) श्री वत्सल भारद्वाज** और **एसोसिएट प्रोफेसर (दूरसंचार) श्री विवेक कुमार** के सहयोग से आयोजित किया गया। **बैच समन्वयक श्री हेमंत शर्मा** ने समस्त व्यवस्था को सुचारू रूप से संचालित किया।

1949 में स्थापित और 1960 में औपचारिक रूप से उद्घाटित, राष्ट्रीय संग्रहालय पाँच हज़ार वर्षों से अधिक की भारतीय सभ्यता के दो लाख से अधिक पुरावशेषों का संरक्षक है। भ्रमण के दौरान प्रशिक्षुओं ने हड़प्पा सभ्यता दीर्घा, सिनौली रथ दीर्घा, प्रागैतिहासिक कला दीर्घा, मूर्तिकला दीर्घा, सिक्का एवं मुद्राशास्त्र दीर्घा, समुद्री विरासत दीर्घा, संगीत वाद्ययंत्र दीर्घा, आभूषण दीर्घा, हाथीदाँत कला दीर्घा, वस्त्र एवं कढ़ाई दीर्घा तथा बौद्ध दीर्घा सहित ग्यारह प्रमुख दीर्घाओं का अवलोकन किया।

हड़प्पा दीर्घा में मोहनजोदड़ो, हड़प्पा, कालीबंगन, लोथल और धोलावीरा से प्राप्त दुर्लभ पुरावशेष देखकर प्रशिक्षु अभिभूत हो गए। प्रसिद्ध 'नर्तकी' कांस्य प्रतिमा, 'पुजारी-राजा' की मूर्ति, दशमलव भार-माप प्रणाली तथा जल-निकास की उन्नत व्यवस्था ने यह सिद्ध किया कि चार हज़ार वर्ष पूर्व भी भारतीय नगर नियोजन और इंजीनियरिंग का स्तर असाधारण था। सिनौली पुरातात्विक स्थल (उ.प्र.) से प्राप्त ताम्र-रथ, शस्त्र-सज्जित योद्धाओं के अवशेष और नृतत्व-आकृति भारत की धातुकर्म प्रतिभा और वैदिक परंपरा से इसके संभावित संबंध की ओर संकेत करते हैं।

सिनौली की खोजों ने औपनिवेशिक मान्यताओं को चुनौती दी है कि भारत में रथ व घोड़े को आर्यों ने पेश किया। सिनौली में आर्यों के आने से 500 वर्ष पूर्व के प्रचलित हाथियारों के अवशेष मिले हैं, यह इस धारणा का भी खंडन करता है कि उस समय सुसंगठित सेना या योद्धा वर्ग नहीं था।

सिनौली में महिला योद्धाओं की भी कब्रें मिली हैं जो इस प्रचलित आम धारणा के विपरीत यह दर्शाती है कि महिलाओं का समाज में ऊँचा स्थान था और वे युद्ध में भी भाग लेती थीं। सिनौली में गेरुए रंग के बर्तन, कांस्यकृत उन्नत व बेहतरीन धातु कला दर्शाते हैं कि कला व तकनीक का विकास लगातार जारी था।

मूर्तिकला दीर्घा में गांधार, मथुरा, गुप्त, पल्लव और चोल शैलियों की अनुपम कृतियाँ; सिक्का दीर्घा में मौर्य से मुगल काल तक की मुद्राएँ; संगीत दीर्घा में हिंदुस्तानी और कर्नाटक परंपराओं के दुर्लभ वाद्ययंत्र; तथा बौद्ध दीर्घा में गांधार शैली की बुद्ध प्रतिमाएँ, थांगका चित्र और पाली पांडुलिपियाँ – सभी ने भारत की अखंड सांस्कृतिक धारा को सजीव कर दिया।

यह भ्रमण **IKS** की उस भावना को साकार करता है जिसके अनुसार भारत का अतीत कोई जीर्ण-शीर्ण अभिलेखागार नहीं, बल्कि वर्तमान पेशेवर जीवन के लिए प्रेरणा का अक्षय स्रोत है। प्रशिक्षुगण नवीन राष्ट्रीय गौरव, तीक्ष्ण ऐतिहासिक चेतना और इस महान सभ्यता-भूमि की सेवा के प्रति गहरी दायित्व-भावना लेकर अकादमी लौटे।

**सिनौली रथ - राष्ट्रीय संग्रहालय में प्रदर्शित ऐतिहासिक ताम्र-रथ (लगभग 1800–2000 ई.पू.), जो भारतीय उपमहाद्वीप पर खोजे गए प्राचीनतम रथों में से एक है।**

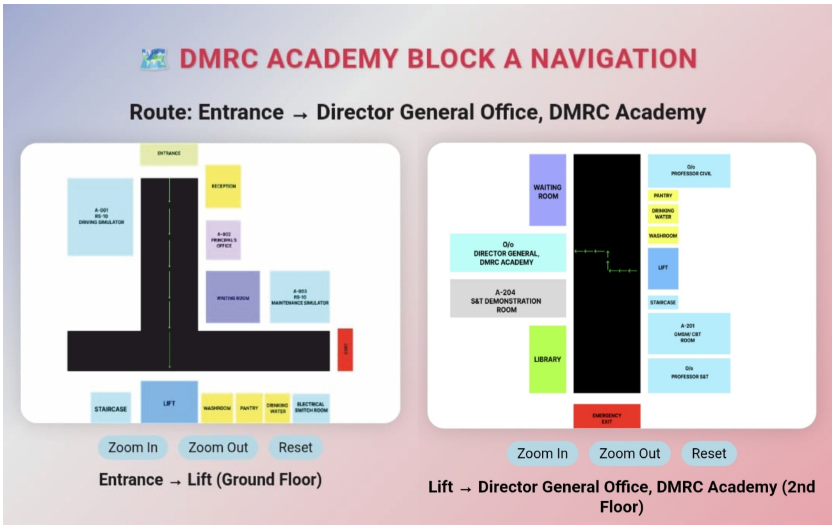
**आर एस टी बैच 02/26 के प्रशिक्षुगण, संकाय सदस्य तथा बैच समन्वयक - राष्ट्रीय संग्रहालय के प्रवेश द्वार पर, 14 मई 2026।**

# प्रबंध निदेशक (डीएमआरसी) के कर कमलों द्वारा नेविगेशन सिस्टम का उद्घाटन

## QR-आधारित वे-फाइंडिंग सिस्टम – 21 जून, 2026

अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस (21 जून, 2026) पर, डीएमआरसी के प्रबंध निदेशक महोदय ने अकादमी के QR कोड-आधारित इनडोर नेविगेशन सिस्टम का उद्घाटन किया। इस अवसर पर निदेशक (परिचालन एवं सेवाएं), निदेशक (वित्त) और डीएमआरसी अकादमी के महानिदेशक की गरिमामयी उपस्थिति रही। यह स्मार्ट वे-फाइंडिंग समाधान आगंतुकों और प्रशिक्षुओं को अपने स्मार्टफोन से QR कोड स्कैन करके अकादमी के A और B ब्लॉक में कक्षाओं, प्रयोगशालाओं और कार्यालयों को आसानी से खोजने में सक्षम बनाता है - वे-फाइंडिंग को एक सहज, उपयोगकर्ता-अनुकूल अनुभव में रूपांतरित करता है।

यह प्रणाली प्रत्येक मंजिल पर रणनीतिक रूप से रखे गए QR कोड के माध्यम से संचालित होती है, जो डिजिटल वे-पॉइंट के रूप में कार्य करती हैं। उपयोगकर्ताओं को दिशा-निर्देश, सुविधा संबंधी जानकारी और इंटरैक्टिव मानचित्र प्राप्त होते हैं। काइज़ेन दर्शन (छोटे और उद्देश्यपूर्ण नवाचारों के माध्यम से निरंतर सुधार) को मूर्त रूप देते हुए, यह प्रणाली परिसर के विस्तार और उपयोगकर्ता प्रतिक्रिया के साथ विकसित होने के लिए डिज़ाइन की गई है।




**चित्र 2: ब्लॉक A नेविगेशन मार्ग रंग-कोडित सुविधाओं के साथ**

इस प्रणाली को अभिनव केसरवानी और अजितेश चन्ना (B.Tech. AI & Data Science, गति शक्ति विश्वविद्यालय, वडोदरा) द्वारा विकसित किया गया। योगेश चंद्र तिवारी, सहायक अधीक्षक/प्रशासन (डीएमआरसी अकादमी) द्वारा समन्वय और परीक्षण के साथ, डीएमआरसी अकादमी के प्रोफेसर (परिचालन) के रणनीतिक मार्गदर्शन में HTML, CSS, JavaScript और Figma का उपयोग करके निर्मित, यह प्लेटफॉर्म सभी डिवाइस पर प्रतिक्रियाशील डिज़ाइन सुनिश्चित करता है। उल्लेखनीय रूप से, यह संपूर्ण प्रणाली शून्य लागत पर विकसित की गई। यह डी.एम.आर.सी. अकादमी और गति शक्ति विश्वविद्यालय के बीच सहयोग को प्रदर्शित करता है। यह वास्तविक दुनिया की समस्या-समाधान के अनुभव के माध्यम से अकादमी और छात्रों दोनों को लाभान्वित करता है।

**चित्र 3: डीएमआरसी के प्रबंध निदेशक द्वारा नेविगेशन सिस्टम का उद्घाटन**

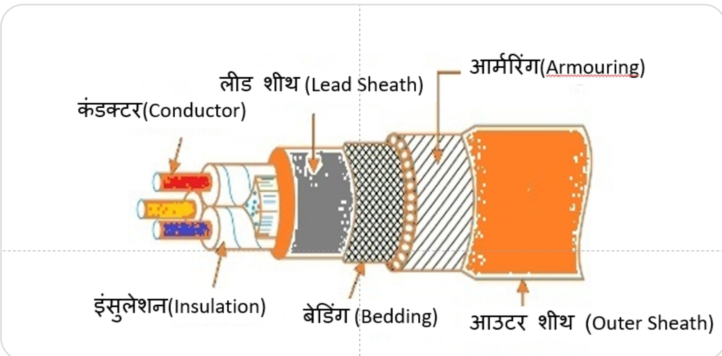
अकादमी ब्लॉक के विस्तार के साथ, इस प्रणाली की स्केलेबल आर्किटेक्चर नई इमारतों और प्रयोगशालाओं को निर्बाध रूप से समायोजित कर सकती है। डी.एम.आर.सी. अकादमी इनडोर नेविगेशन प्रणाली प्रदर्शित करती है कि कैसे प्रभावी नवाचार तब उत्पन्न होता है जब शैक्षणिक संस्थान, तकनीकी और नेतृत्व साझा उत्कृष्टता की ओर सहयोग करते हैं। जब आगंतुक इस स्मार्ट वे-फाइंडिंग टूल का सामना करते हैं, तो वे डी.एम.आर.सी. की संस्थागत विकास और उपयोगकर्ता-केंद्रित डिज़ाइन के प्रति आगे की सोच वाली प्रतिबद्धता का अनुभव करते हैं।

# मुरै लूप परीक्षण (Murray Loop Test) द्वारा भूमिगत केबलों में फॉल्ट (Fault) का पता लगाना

## परिचय

भूमिगत केबल (Underground Cable) मुख्यतः एक या अधिक चालकों (Conductors) से बनी होती है, जिन पर उपयुक्त विद्युत-रोधक (Insulation) चढ़ा होता है तथा बाहरी आवरण से सुरक्षा के लिए प्रोटेक्टिव कवर (Protective Cover) प्रदान किया जाता है। ऐसी केबलों का उपयोग भूमिगत बिछाकर विद्युत शक्ति अथवा संकेत (Signals) के संचरण के लिए किया जाता है।

यद्यपि भूमिगत केबल ओवरहेड लाइनों की अपेक्षा अधिक सुरक्षित होती हैं, फिर भी इनमें विभिन्न यांत्रिक, पर्यावरणीय तथा विद्युतीय तनावों के कारण फॉल्ट हो सकता है। इनमें मुख्यतः ओपन सर्किट (Open Circuit), शॉर्ट सर्किट (Short Circuit) तथा अर्थ/ग्राउंड फॉल्ट (Earth/Ground Fault) उत्पन्न हो सकते हैं।




## केबल में फॉल्ट के प्रमुख कारण

- यांत्रिक क्षति (Mechanical Damage)
- नमी का प्रवेश (Moisture Ingress)
- इन्सुलेशन का क्षरण/विफलता (Insulation Failure)
- विद्युतीय स्ट्रेस एवं सर्ज (Electrical Overstress – Overloading & Surges)
- तापीय तनाव (Thermal Stress)
- कृन्तकों एवं कीटों द्वारा क्षति (Rodent and Insect Attack)
- निम्न गुणवत्ता की कारीगरी (Poor Workmanship)
- मिट्टी एवं पर्यावरणीय परिस्थितियाँ (Soil and Environmental Conditions)
- रासायनिक प्रभाव (Chemical Exposure)
- केबल का पुराना होना (Ageing of Cable)

## आवश्यकता (Need)

भूमिगत केबलों में फॉल्ट का स्थान निर्धारित करना कठिन होता है क्योंकि -

- फॉल्ट के कोई प्रत्यक्ष दृश्य संकेत उपलब्ध नहीं होते।
- भूमिगत होने के कारण केबल तक सीधी पहुँच सीमित होती है।इसी कारण फॉल्ट का सही स्थान ज्ञात करना आवश्यक होता है, जिससे -
- खुदाई (Excavation) की लागत कम हो।
- विद्युत आपूर्ति बाधित रहने की अवधि (Outage Time) न्यूनतम हो।
- आगे होने वाली क्षति से बचाव किया जा सके।

## प्रारम्भिक विद्युत परीक्षण (Basic Electrical Preliminary Tests)

**1. कॉन्टिनुइटी परीक्षण (Continuity Test)** कम प्रतिरोध वाले ओह्ममीटर (Low Resistance Ohmmeter) द्वारा चालक की सततता की जाँच की जाती है।

**2. इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Insulation Resistance Test)** मेगर (Megger) की सहायता से चालक-से-चालक तथा चालक-से-अर्थ के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापा जाता है।

**3. शीथ सततता परीक्षण (Sheath Continuity Test)** लो-रेजिस्टेंस टेस्टर द्वारा आर्मर और शीथ की अखंडता (Integrity) की जाँच की जाती है।

## मुरै लूप परीक्षण की उपयुक्तता / अनुप्रयोग (Suitability/ Application of Murray Loop Test)

- इस परीक्षण का उपयोग निम्नलिखित स्थिति में फॉल्ट का स्थान ज्ञात करने के लिए किया जाता है—
- अर्थ फॉल्ट (Earth Fault)
- शॉर्ट सर्किट फॉल्ट (Short Circuit Fault)

## परीक्षण हेतु आवश्यकताएँ (Requirements for Test)

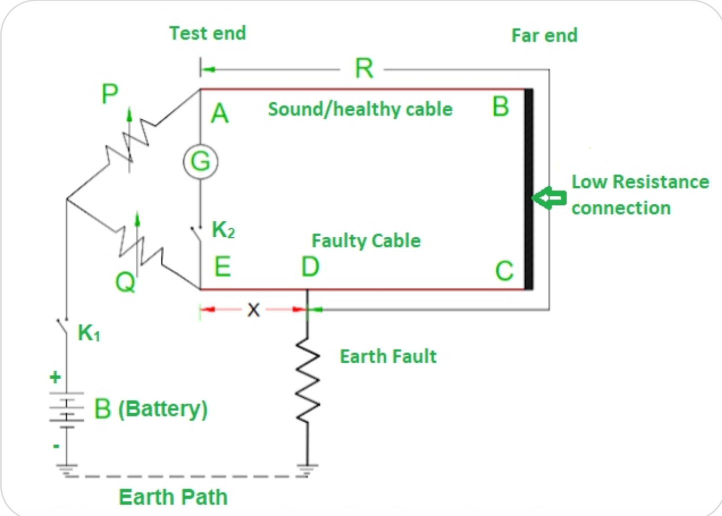
- एक हेल्दी (Healthy) केबल उपलब्ध होनी चाहिए।
- हेल्दी केबल, फॉल्ट वाले केबल के समान मार्ग (Route) में बिछी हो।
- हेल्दी केबल की लंबाई, व्यास तथा विनिर्देश (Specifications) फॉल्ट वाले केबल के समान होने चाहिए।

## कार्य सिद्धान्त (Working Principle)

मुरै लूप परीक्षण व्हीटस्टोन ब्रिज (Wheatstone Bridge) के सिद्धान्त पर आधारित है।

## अर्थ फॉल्ट (Earth Fault) की स्थिति

अर्थ फॉल्ट का स्थान ज्ञात करने हेतु परिपथ में **AB** हेल्दी केबल तथा **CE** फॉल्ट वाली केबल है, जिसमें **D** बिंदु पर अर्थ फॉल्ट उपस्थित है।




यहाँ -

- **P, Q, R तथा X व्हीटस्टोन ब्रिज की चार भुजाएँ (Arms)** हैं।
- G **गैल्वेनोमीटर है, जिसे** A **एवं E के बीच** $K_2$ **स्विच द्वारा जोड़ा गया है।**
- B **बैटरी है, जिसे** $K_1$ **स्विच द्वारा जोड़ा गया है।**
- **केबल के B एवं C सिरों को कम प्रतिरोध वाले संयोजन द्वारा आपस में शॉर्ट किया जाता है।**

जब $K_1$ तथा $K_2$ स्विच बंद किए जाते हैं, तो गैल्वेनोमीटर में विचलन दिखाई देता है। इसके बाद **P** एवं **Q** प्रतिरोधों को समायोजित किया जाता है जब तक कि गैल्वेनोमीटर शून्य विचलन (Zero Deflection) नहीं दिखाए। शून्य विचलन की स्थिति में ब्रिज संतुलित हो जाता है

संतुलित अवस्था (Balanced Condition) में -

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{X}$$

दोनों पक्षों में 1 जोड़ने पर—

$$\frac{P}{Q} + 1 = \frac{R}{X} + 1$$

$$\frac{P+Q}{Q} = \frac{R+X}{X}$$

यदि प्रत्येक केबल का प्रतिरोध r हो, तो—

$$R + X = 2r$$

$$\frac{P+Q}{Q} = \frac{2r}{X}$$

इससे,

$$X = \frac{Q}{P+Q} \times 2r \text{ .............(i)}$$

यदि प्रत्येक केबल की लंबाई l मीटर हो, तो प्रति मीटर प्रतिरोध होगा -

$$= \frac{r}{l}$$

परीक्षण सिरे (Test End) से फॉल्ट बिंदु d की दूरी निम्न होगी—

$$d = \frac{X}{r/l} \text{ ..................(ii)}$$

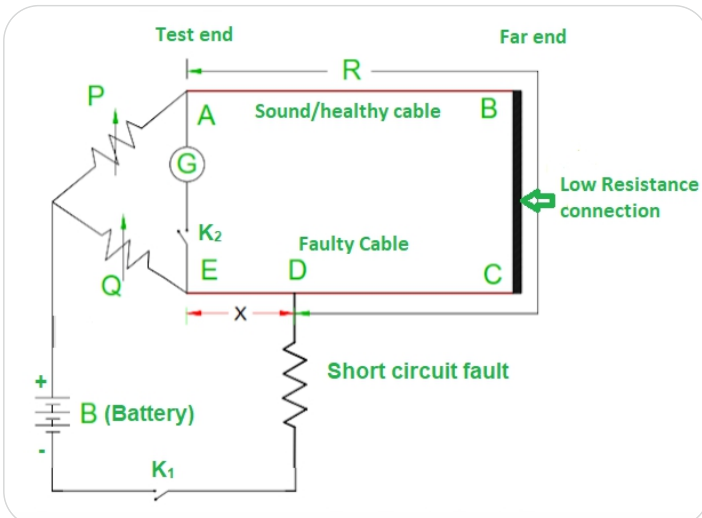
$$d = \frac{Q}{P+Q} \times 2r \times \frac{l}{r}$$

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times 2l$$

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times \text{ लूप की कुल लंबाई}$$

## शॉर्ट सर्किट फॉल्ट (Short Circuit Fault) की स्थिति

केबलों के बीच शॉर्ट सर्किट की स्थिति में परिपथ आरेख (Circuit Diagram) नीचे प्रदर्शित है।



इसी प्रकार, **P, Q, R** तथा **X** व्हीटस्टोन ब्रिज (Wheatstone Bridge) की चार भुजाएँ हैं। गैल्वेनोमीटर में शून्य विचलन प्राप्त होने तक प्रतिरोध P तथा Q के मानों को परिवर्तित किया जाता है।

ब्रिज के संतुलित (Balanced) होने की स्थिति में

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{X}$$

दोनों पक्षों में 1 जोड़ने पर

$$\frac{P}{Q} + 1 = \frac{R}{X} + 1$$

$$\frac{P+Q}{Q} = \frac{R+X}{X}$$

यदि प्रत्येक केबल का प्रतिरोध **r** हो, तो

$$R + X = 2r$$

$$\frac{P+Q}{Q} = \frac{2r}{X}$$

सरलीकरण द्वारा

$$X = \frac{Q}{P+Q} \times 2r \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(i)}$$

यदि प्रत्येक केबल की लंबाई l मीटर हो, तो प्रति मीटर प्रतिरोध होगा - $= \frac{r}{l}$

परीक्षण सिरे (Test End) से फॉल्ट बिंदु d की दूरी निम्न होगी -

$$d = \frac{X}{r/l} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(ii)}$$

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times 2r \times \frac{l}{r}$$

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times 2l$$

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times \text{ लूप की कुल लंबाई}$$

**निष्कर्ष (Conclusion)**

भूमिगत केबल में अर्थ फॉल्ट तथा शॉर्ट सर्किट फॉल्ट दोनों ही स्थितियों में फॉल्ट का स्थान निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है -

$$d = \frac{Q}{P+Q} \times \text{ लूप की कुल लंबाई}$$

**- चंद्रकिशोर प्रसाद**
**एसोशिएट प्रोफेसर/ट्रेक्शन**

# संवर्धित एवं आभासी वास्तविकता (एआर/वीआर): शिक्षा और शहरीगतिशीलता के भविष्य को पुनर्परिभाषित करना

## परिचय

दुनिया एक शांत क्रांति से गुजर रही है - एक ऐसी क्रांति जो भारी मशीनों या विशाल बुनियादी ढांचे के माध्यम से नहीं, बल्कि हेडसेट्स, स्मार्टफोन स्क्रीन और वास्तविक दुनिया पर डिजिटल जानकारी की एक अदृश्य परत के माध्यम से प्रकट हो रही है। संवर्धित वास्तविकता (एआर) और आभासी वास्तविकता (वीआर) अब विज्ञान-कथा की कल्पना मात्र नहीं रह गई हैं। ये उद्योगों को नया स्वरूप दे रही हैं, कार्यस्थलों को बदल रही हैं और सबसे महत्वपूर्ण रूप से, दिल्ली मेट्रो रेल कॉर्पोरेशन (डीएमआरसी) जैसे संगठन के कर्मचारियों के प्रशिक्षण, संचालन प्रबंधन और प्रतिदिन लाखों यात्रियों के साथ संवाद करने के तरीकों को पुनर्परिभाषित कर रही हैं।

यह लेख इन तकनीकों को सरलता से समझाने, इनके वास्तविक जीवन में उपयोग का अन्वेषण करने तथा यह कल्पना करने का प्रयास है कि ये दिल्ली मेट्रो और उसके कर्मचारियों के लिए क्या संभावनाएँ लेकर आ सकती हैं।

## प्रौद्योगिकी को समझना

### आभासी वास्तविकता (वीआर)

वर्चुअल रियलिटी (वीआर) एक पूर्णतः इमर्सिव, कंप्यूटर-निर्मित वातावरण तैयार करती है, जो उपयोगकर्ता के वास्तविक परिवेश का स्थान ले लेती है। जब कोई व्यक्ति वीआर हेडसेट पहनता है, तो वह एक सिम्युलेटेड मेट्रो नियंत्रण कक्ष, भीड़भाड़ वाले प्लेटफॉर्म या शहर के नीचे स्थित रखरखाव सुरंग जैसे किसी भी वातावरण में स्वयं को उपस्थित अनुभव कर सकता है। यह अनुभव इंटरेक्टिव, प्रतिक्रियाशील और अत्यंत वास्तविक प्रतीत होता है।

### संवर्धित वास्तविकता (एआर)

इसके विपरीत, एआर वास्तविक दुनिया को प्रतिस्थापित नहीं करती, बल्कि उसे और अधिक समृद्ध बनाती है। स्मार्टफोन, स्मार्ट ग्लास या हेड्स-अप डिस्प्ले की सहायता से एआर वास्तविक वातावरण पर डिजिटल जानकारी—जैसे पाठ, चित्र, एनिमेशन और निर्देश—प्रदर्शित करती है। उदाहरण के लिए, डीएमआरसी का कोई तकनीशियन यदि किसी सिग्नलिंग पैनल की ओर टैबलेट इंगित करे, तो उसे तत्काल डिजिटल स्कीमैटिक, फॉल्ट हिस्ट्री और चरण-दर-चरण मरम्मत निर्देश स्क्रीन पर दिखाई दे सकते हैं।

### मिश्रित वास्तविकता (एमआर)

मिश्रित वास्तविकता (Mixed Reality) एआर और वीआर दोनों का संयोजन है, जिसमें डिजिटल वस्तुएँ वास्तविक दुनिया के साथ वास्तविक समय में संवाद और प्रतिक्रिया करती हैं। इन सभी तकनीकों को सामूहिक रूप से विस्तारित वास्तविकता (Extended Reality – एक्सआर/XR) कहा जाता है।

## वैश्विक अनुप्रयोग: जहाँ एआर/वीआर पहले से कार्यरत है

विभिन्न उद्योगों में एक्सआर/XR तकनीकों का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है।

- **स्वास्थ्य सेवा**

क्लीवलैंड क्लिनिक और जॉन्स हॉपकिन्स जैसे संस्थानों के सर्जन जटिल शल्य प्रक्रियाओं का अभ्यास वीआर सिमुलेशन के माध्यम से करते हैं। मेडिकल विद्यार्थी मानव शरीर की त्रि-आयामी संरचना का अध्ययन कर सकते हैं और वर्चुअल एनाटॉमी को घुमा, ज़ूम और विश्लेषित कर सकते हैं।

- **रक्षा एवं विमानन**

भारतीय वायु सेना तथा विश्वभर की नौसेनाएँ पायलट प्रशिक्षण के लिए वीआर आधारित फ्लाइट एवं कॉम्बैट सिमुलेटर का उपयोग करती हैं, जिससे लागत और जोखिम दोनों में उल्लेखनीय कमी आती है।

- **विनिर्माण**

बोइंग और सीमेंस जैसी कंपनियाँ एआर हेडसेट्स का उपयोग असेंबली कर्मचारियों को जटिल वायरिंग और इंस्टॉलेशन प्रक्रियाओं में मार्गदर्शन देने के लिए करती हैं, जिससे त्रुटियों में 25% से अधिक की कमी आई है।

- **शिक्षा**

विद्यालय और विश्वविद्यालय वीआर की सहायता से विद्यार्थियों को प्राचीन रोम, मंगल ग्रह की सतह या जीवित कोशिका के भीतर जैसी वर्चुअल यात्राओं पर ले जाते हैं, जिससे जटिल अवधारणाएँ अधिक रोचक और स्मरणीय बनती हैं।

- **खुदरा एवं वास्तुकला**

आईकेईए (IKEA) का एआर ऐप ग्राहकों को खरीदारी से पहले अपने घरों में फर्नीचर की वर्चुअल झलक देखने की सुविधा देता है। इसी प्रकार, वास्तुकार ग्राहकों को उन भवनों का अनुभव कराते हैं जो अभी निर्मित भी नहीं हुए हैं।

- **सामान्य लाभ**

एआर और वीआर सीखने की प्रक्रिया को तेज बनाते हैं, त्रुटियों को कम करते हैं, लागत घटाते हैं और प्रशिक्षण को अधिक सुरक्षित एवं प्रभावी बनाते हैं।

## मेट्रो परिप्रेक्ष्य: डीएमआरसी के लिए इसका महत्व

डीएमआरसी में एआर/वीआर की सफलता का आधार शास्त्री पार्क स्थित प्रतिष्ठित डीएमआरसी अकादमी में स्थापित अत्याधुनिक वीआर-एआर प्रयोगशाला है। यह विशेष सुविधा मेट्रो कार्यबल विकास में नवाचार का केंद्र बन चुकी है। यहाँ स्टेशन संचालन, आपातकालीन प्रतिक्रिया, सुरक्षा प्रक्रियाओं (ESP, ETS, डिस्चार्ज रॉड प्रावधान, PTW आदि) के लिए इमर्सिव प्रशिक्षण उपलब्ध कराया जाता है।

इसके अतिरिक्त, CETUSE विभाग द्वारा सदर बाजार मेट्रो स्टेशन के वीआर सिमुलेशन मॉडल भी विकसित किए जा रहे हैं। इन्हें भारत मंडपम में आयोजित AI Impact Summit में प्रदर्शित किया गया था। केंद्रीय आवास एवं शहरी कार्य तथा ऊर्जा मंत्री श्री मनोहर लाल ने डीएमआरसी के स्टॉल का दौरा किया और AI, उभरती प्रौद्योगिकियों तथा नवाचार के क्षेत्र में डीएमआरसी द्वारा किए जा रहे प्रयासों की सराहना की।

इस प्रकार, एआर और वीआर भविष्य में डीएमआरसी के लिए परिवर्तनकारी संभावनाएँ रखते हैं। भारत सरकार की राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 अनुभवात्मक एवं तकनीक-एकीकृत शिक्षा पर बल देती है। स्मार्ट सिटीज मिशन और डिजिटल इंडिया पहल सार्वजनिक सेवाओं में इमर्सिव तकनीकों के उपयोग को बढ़ावा दे रही हैं। भारत की सबसे प्रतिष्ठित सार्वजनिक संस्थाओं में से एक होने के नाते डीएमआरसी इस परिवर्तन का नेतृत्व करने की उत्कृष्ट स्थिति में है।

## निष्कर्ष

प्रौद्योगिकी स्वयं संगठनों को परिवर्तित नहीं करती; लोग, प्रौद्योगिकी की सहायता से परिवर्तन लाते हैं। एआर और वीआर शक्तिशाली उपकरण हैं, किंतु उनका वास्तविक मूल्य इस बात में निहित है कि उन्हें संगठन के कार्य और संस्कृति में कितनी सोच-समझकर एकीकृत किया जाता है।

डीएमआरसी जैसे संगठन के लिए, जिसकी नींव सटीकता, सुरक्षा और सेवा पर आधारित है, ये तकनीकें प्रशिक्षण को अधिक सुरक्षित, संचालन को अधिक बुद्धिमान, रखरखाव को अधिक तेज तथा यात्री अनुभव को अधिक समृद्ध बनाने की क्षमता रखती हैं। प्रश्न यह नहीं है कि ये तकनीकें शहरी परिवहन को बदलेंगी या नहीं—वे पहले से ऐसा कर रही हैं। वास्तविक प्रश्न यह है कि क्या हम उन लोगों में शामिल होंगे जो इस भविष्य को आकार देंगे, या केवल उसे अपनाने वालों में।

डीएमआरसी अकादमी में, जहाँ हम उन लोगों को प्रशिक्षित करते हैं जो इस शहर को गतिशील बनाए रखते हैं, इसका उत्तर स्पष्ट होना चाहिए। एक व्यापक डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र (Comprehensive Digital Ecosystem) की हमारी परिकल्पना के अंतर्गत, डीएमआरसी एआर/वीआर सहित अत्याधुनिक तकनीकों को एकीकृत करने वाला एकीकृत मंच विकसित कर रहा है।

**- अखिलेश चौरसिया**
**पर्यवेक्षक (आईटी) / CETUSE**

## “समय का सारथी– घड़ी”

**समय का सारथी- घड़ी**

**“यह सिर्फ एक मशीन नहीं... इंसान को वक़्त बताती है...**

**यह चलती तो है 24 घंटे... पर इंसान को सब्र सिखाती है...**

**देखते - देखते बीतता जाता है समय...**

**चलते - चलते यह हमको निरंतर आगे बढ़ना सिखाती है...**

**खामोशी में कहती जाती है - बढ़ते रहो, चलते रहो, भले ही धीरे - धीरे...**

**पर इसकी छोटी छोटी सुइयाँ हमें जीवन में धैर्य धरना सिखाती हैं...**

**सेकंड, मिनट और घंटे का खेल नहीं है ...**

**यह जीवन की जीवनधारा में कलकल बहना सिखाती है...**

**यह घड़ी है साहब... यह इंसान को वक़्त बताती है।”**

**- अंजली सिंह**
**सहायक खंड अभियंता**

## भारतीय ज्ञान प्रणाली के अनुसार "मानसिक स्पष्टता" पर ज्ञानवर्धक शेक्षणिक सत्र

20 फरवरी 2026 को डीएमआरसी अकादमी में "मन का महत्व: उच्च प्रदर्शन वाले वातावरण में तनावमुक्त मन" विषयक प्रेरणादायक सत्र आयोजित किया गया, जो भारतीय ज्ञान प्रणाली के सिद्धांतों के अनुरूप था। यह सत्र श्री अविनाश घासी (एपीईएक्स – 'द आर्ट ऑफ लिविंग' कॉर्पोरेट प्रशिक्षण विभाग), द्वारा संचालित किया गया। श्री घासी ने मार्गदर्शित ध्यान सत्र का नेतृत्व किया, जिसमें मन और शरीर के बीच गहरे संबंध और उत्पादकता व समग्र कल्याण पर प्रभाव की व्याख्या की गयी। उन्होंने मानव अस्तित्व की सात अवस्थाओं - शरीर, श्वास, मन, बुद्धि, स्मृति, अहंकार और आत्मा, इनके सामंजस्यपूर्ण समन्वय से प्रतिस्पर्धात्मक वातावरण में प्रदर्शन कैसे बढ़ता है, विस्तारपूर्वक समझाया। यह अंतःक्रियात्मक सत्र तनाव प्रबंधन, एकाग्रता और आंतरिक संतुलन के व्यावहारिक उपाय प्रस्तुत करते हुए सभी प्रतिभागियों के लिए सकारात्मक और ऊर्जा-पूर्ण अनुभव के साथ संपन्न हुआ।

## 77वें गणतंत्र दिवस के अवसर पर सांस्कृतिक संध्या

23 जनवरी 2026 को भारत के 77वें गणतंत्र दिवस के अवसर पर डीएमआरसी अकादमी द्वारा लोकतंत्र, एकता एवं राष्ट्रीय गौरव की भावना को स्मरण करने हेतु एक सांस्कृतिक संध्या का आयोजन किया गया। कार्यक्रम का शुभारंभ पारंपरिक दीप प्रज्ज्वलन के साथ हुआ, जो ज्ञान, सत्यनिष्ठा तथा राष्ट्र के मार्गदर्शक मूल्यों का प्रतीक है। इसके पश्चात सरस्वती वंदना एवं मनमोहक सांस्कृतिक प्रस्तुतियां आयोजित की गईं। यह सांस्कृतिक संध्या अकादमी के अधिकारियों, संकाय सदस्यों एवं प्रशिक्षुओं के बीच देशभक्ति, अनुशासन तथा सामूहिक उत्तरदायित्व के मूल्यों को सुदृढ़ करने का एक सार्थक मंच सिद्ध हुई, जो राष्ट्र सेवा के प्रति डीएमआरसी की चिरस्थायी प्रतिबद्धता के अनुरूप है।

## संरक्षा एवं स्वास्थ्य के प्रति प्रतिज्ञा का आयोजन

दिनांक 05 मार्च 2026 को डीएमआरसी में मनाए जा रहे संरक्षा जागरूकता सप्ताह (04–10 मार्च 2026) के अंतर्गत सभी संकाय सदस्यों, कर्मचारियों एवं प्रशिक्षुओं को संरक्षा एवं स्वास्थ्य के प्रति प्रतिज्ञा (शपथ) दिलाई गई। यह प्रतिज्ञा (शपथ) महानिदेशक, डीएमआरसी अकादमी द्वारा दिलाई गई, जिससे सभी प्रतिभागियों ने समस्त कार्यों एवं गतिविधियों में उच्चतम संरक्षा मानकों के पालन हेतु अपनी सामूहिक प्रतिबद्धता की पुष्टि की।

---

## "माँ का रूप अपार"

उमड़ते भावों की सरिता है तू, निःशब्दों की एक पुकार,
शब्दों में जो ढल न सके, ऐसा तेरा अनुपम प्यार।

वर्णन करूँ कैसे तुझको, लफ़्ज़ भी पड़ जाते हैं कम,
अथाह सागर-सी ममता तेरी, जिसमें डूबे मेरे हर ग़म।

तेरे आँचल का अमृत माँ, इस जग में कहीं न पाया,
तेरी दुआओं की छाया ने, जीवन पथ को स्वर्ग बनाया।

तेरी गोद का वो कोमल सुख, जैसे स्वर्ग उतर आया हो,
तेरे स्पर्श से ही मानो, हर सपना सच हो पाया हो।

तेरे हाथों की छाया में, मेरी हर राह सँवरती रही,
तेरे त्याग और तपस्या से, मेरी दुनिया निखरती रही।

निस्वार्थ प्रेम की मूरत तू, निष्काम स्नेह की धारा,
हर संकट में ढाल बनी तू, तू ही जीवन का सहारा।

अनगिनत तारों-सी तेरी चमक, कभी न फीकी पड़ने पाई,
ज्ञान-ज्योति बनकर तूने, हर अँधेरी राह दिखलाई।

हे माँ! तुझसे ही मेरा अस्तित्व, तुझसे ही मेरी पहचान,
तेरे चरणों में ही बसता, मेरा हर सुख, मेरा सम्मान।

- शशि कुमार जाटव
सहायक खंड अभियंता

## डीएमआरसी अकादमी में अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस 2026 का आयोजन

डीएमआरसी अकादमी, शास्त्री पार्क में 21 जून 2026 को 12वें अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस 2026 का उत्साहपूर्वक आयोजन किया गया। इस अवसर पर अधिकारियों, कर्मचारियों एवं प्रशिक्षुओं सहित लगभग 250 प्रतिभागियों ने सक्रिय रूप से भाग लिया। कार्यक्रम का आयोजन डीएमआरसी के प्रबंध निदेशक डॉ. विकास कुमार की गरिमामयी उपस्थिति में किया गया तथा यह इस वर्ष की वैश्विक थीम "स्वस्थ आयु के लिए योग" के अनुरूप था।

कार्यक्रम का शुभारंभ प्रातःकाल ए-ब्लॉक के सामने स्थित सभा स्थल पर हुआ, जहाँ प्रतिभागी कॉमन योग प्रोटोकॉल सत्र में भाग लेने के लिए एकत्रित हुए। कार्यक्रम की शुरुआत डीएमआरसी अकादमी के महानिदेशक (डीजी) के स्वागत भाषण से हुई, जिसके पश्चात एक निर्देशित योग सत्र आयोजित किया गया। सभा को संबोधित करते हुए डीएमआरसी के प्रबंध निदेशक डॉ. विकास कुमार ने समग्र स्वास्थ्य बनाए रखने तथा कार्यक्षमता बढ़ाने के लिए योग को दैनिक जीवन का हिस्सा बनाने के महत्व पर बल दिया।

कार्यक्रम का समापन राष्ट्रगान के साथ हुआ।

डीएमआरसी
अकादमी
डी एम आर सी अकादमी
शास्त्री पार्क, दिल्ली – 110053