

## 5G प्रौद्योगिकी और ऑप्टिकल फाइबर

यह एडिटरियल 29/06/2022 को 'इंडियन एक्सप्रेस' में प्रकाशित "Preparing for 5G" लेख पर आधारित है। इसमें 5G प्रौद्योगिकी के महत्त्व और डिजिटल समावेशन के लक्ष्य की प्राप्ति में ऑप्टिकल फाइबर के इष्टतम उपयोग की भूमिका के बारे में चर्चा की गई है।

### संदर्भ

5G प्रौद्योगिकी बहुत जल्द ही भारत में अपनी पैठ बनाने जा रही है। भारत के शीर्ष स्मार्टफोन निर्माताओं ने इसके स्वागत में 5G क्षमता-युक्त फोन भी जारी कर दिये हैं। 117 करोड़ से अधिक दूरसंचार उपयोगकर्ताओं और 82 करोड़ से अधिक इंटरनेट ग्राहकों के साथ, भारत डिजिटल उपभोक्ताओं के लिये सबसे तेज़ी से विकास करते बाज़ारों में से एक है।

- भौतिक और पारंपरिक अवसंरचनाओं के साथ समेकित रूप से एकीकृत डिजिटल अवसंरचना भारत की विकास गाथा और आत्मनिर्भरता की ओर देश की तेज़ बढ़त के लिये महत्त्वपूर्ण है।
- 'डिजिटल इंडिया' परियोजना को समावेशी बनाने के लिये इंटरनेट कनेक्टिविटी महत्त्वपूर्ण है। इसके साथ ही, देश के दूरस्थ हिस्सों तक में ऑप्टिकल फाइबर का व्यापक उपयोग यह सुनिश्चित करने के लिये महत्त्वपूर्ण है कि कोई भी इस प्रयास में पीछे न छूट जाए।
- इस संदर्भ में 5G और ऑप्टिकल फाइबर की बुनियादी बातों से अवगत होना हमारे लिये प्रासंगिक होगा।

### 5G प्रौद्योगिकी से हमारा क्या तात्पर्य है?

- 5G नेटवर्क 5वीं पीढ़ी का मोबाइल नेटवर्क है। यह 1G, 2G, 3G और 4G नेटवर्क के बाद नवीनतम वैश्विक वायरलेस मानक है।
- 5G नेटवर्क 3 बैंड (लो, मडि और हाई फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम) में कार्य करता है, जिनमें से सभी के अपने अलग-अलग उपयोग और अपनी सीमाएँ हैं।
- यह एक नए प्रकार के नेटवर्क को संक्षिप्त बनाता है जसि मशीनों, वस्तुओं और उपकरणों सहित लगभग सभी को और सब कुछ को एक साथ जोड़ने के लिये डिज़ाइन किया गया है।
- भारत में सैटकॉम इंडस्ट्री एसोसिएशन-इंडिया (SIA) ने 5G स्पेक्ट्रम नीलामी में मिलीमीटर वेव (mm Wave) बैंड को शामिल करने की सरकार की योजना पर चर्चा व्यक्त की है।

### 5G से क्या लाभ है?

- **उन्नत मोबाइल ब्रॉडबैंड:**
  - हमारे स्मार्टफोन को बेहतर बनाने के अलावा 5G मोबाइल प्रौद्योगिकी तेज़ गति, अधिक समरूप डेटा दर, नमिन लेटेंसी और नमिन प्रतबिडि लागत के साथ वर्चुअल रियलिटी (VR) और ऑगमेंटेड रियलिटी (AR) जैसे नए इमर्सिव अनुभवों की शुरुआत कर सकती है।
- **हाई-स्पीड प्रौद्योगिकी:**
  - 5G मोबाइल नेटवर्क पर डाउनलोडिंग और अपलोडिंग स्पीड को बढ़ा देगा।
  - 5G के हाई-बैंड स्पेक्ट्रम में इंटरनेट की गतिपरीक्षण स्तर पर 20 Gbps (गीगाबिट प्रतिसेकंड) तक उच्च पाई गई।
  - इसकी तुलना में 4G की अधिकतम इंटरनेट डेटा गति 1 Gbps दर्ज की गई थी।
  - 5G लेटेंसी या वलिंबता (नेटवर्क द्वारा प्रतिक्रिया देने में लगने वाला समय) को भी कम करेगा।
- **'मशीन-टू-मशीन इंटरैक्शन':**
  - 5G मशीन-टू-मशीन संचार की सुविधा प्रदान करने वाली पहली प्रौद्योगिकी होगी, जो इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) की नींव है।
  - IoT, क्लाउड, बगि डेटा, AI और एज कंप्यूटिंग के साथ 5G चौथी औद्योगिक क्रांतिका एक महत्त्वपूर्ण प्रवर्तक सिद्ध हो सकता है।
- **अर्थव्यवस्था को बढ़ावा:**
  - सरकार द्वारा नियुक्त पैनाल (वर्ष 2018) की एक रिपोर्ट के अनुसार, 5G वर्ष 2035 तक भारत में 1 ट्रिलियन अमेरिकी डॉलर का संचयी आर्थिक प्रभाव उत्पन्न कर सकता है।
  - यह मशीनों और वभिन्न क्षेत्रों के बीच कनेक्टिविटी बढ़ाकर भारत को व्यापक रूप से आर्थिक बढ़ावा देगा जो फरि दक्षता में वृद्धिकरेगा।
  - उत्पादन में भी वृद्धि होगी जसिसे भारी राजस्व संग्रह प्राप्त होगा।

#### ■ सहयोगी नेटवर्क परिनियोजन:

- 5G के कारण ऐसा पहली बार होगा कि नेटवर्क परिनियोजन के लिये व्यावसायिक कार्यक्षेत्र और प्रौद्योगिकी कार्यक्षेत्र एक साथ कार्य करेंगे।
- पहले दूरसंचार आंतरिक चर्चा करता था और नेटवर्क तैनात करता था, लेकिन अब व्यवसाय, प्रौद्योगिकी कंपनियाँ और साइबर विशेषज्ञ नेटवर्क की तैनाती के लिये एक साथ आएँगे।

## ऑप्टिकल फाइबर किस प्रकार लाभ की मात्रा निर्धारित कर सकता है?

#### ■ 'हाई स्पीड':

- फाइबर अधिक बैंडविडिथ प्रदान करता है और 10 Gbps और उससे अधिक तक मानकीकृत प्रदर्शन करता है। तांबे के उपयोग के साथ इसे प्राप्त कर सकना असंभव है।
- अधिक बैंडविडिथ का मतलब है कि फाइबर तांबे के तार की तुलना में कहीं अधिक दक्षता के साथ अधिक सूचनाओं का वहन कर सकता है।

#### ■ ट्रांसमिशन की रेंज:

- चूँकि फाइबर-ऑप्टिक केबल में डेटा प्रकाश के रूप में गुजरता है, ट्रांसमिशन के दौरान अत्यंत कम सिग्नल हानि होती है और डेटा उच्च गति से तथा अधिक दूरी तक स्थानांतरित हो सकता है।

#### ■ व्यतिकरण के प्रति अतिसंवेदनशील नहीं:

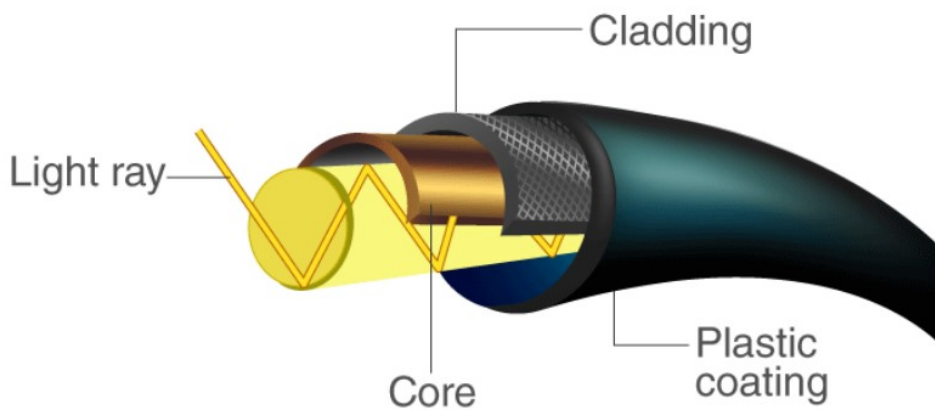
- फाइबर ऑप्टिक केबल कॉपर केबल की तुलना में शोर और विद्युत-चुंबकीय व्यतिकरण के प्रति कम संवेदनशील है।
- यह वस्तुतः इतना कुशल है कि इसके माध्यम से लगभग 7% सिग्नल राउटर तक पहुँच जाता है।

#### ■ स्थायित्व:

- फाइबर ऑप्टिक केबल उन विभिन्न पर्यावरणीय कारकों से अप्रभावित रहता है जो कॉपर केबल को प्रभावित करते हैं।
- कोर काँच से बना होता है जो एक कुचालक/इन्सुलेटर है, इसलिए इससे कोई विद्युत धारा प्रवाहित नहीं हो सकती है।

## ऑप्टिकल फाइबर से हमारा क्या तात्पर्य है?

- ऑप्टिकल फाइबर डिजिटल अवसंरचना की रीढ़ है; डेटा पतले फाइबर के लंबे स्ट्रैंड के माध्यम से यात्रा करने वाले प्रकाश-स्पंदों (Light Pulses) द्वारा प्रेषित होता है।
- फाइबर कम्युनिकेशन में संचरण के लिये धातु के तारों को प्राथमिकता दी जाती है क्योंकि इसमें सिग्नल कम हानि के साथ यात्रा करते हैं।
- ऑप्टिकल फाइबर पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection- TIR) के सिद्धांत पर कार्य करता है।
- प्रकाश करिणों का उपयोग बड़ी मात्रा में डेटा संचारित करने के लिये किया जा सकता है (बिना किसी मोड़ के लंबे सीधे तार के मामले में)।
- यदि तार में मोड़ हो तो ऑप्टिकल केबलों को इस तरह से डिज़ाइन किया गया है कि वे सभी प्रकाश करिणों को अंदर की ओर मोड़ते हैं (TIR का उपयोग कर)।



## भारत में 5G रोलआउट करने के समक्ष कौन-सी चुनौतियाँ हैं?

#### ■ नमिन् 'फाइबराइजेशन फुटप्रिंट':

- भारत में फाइबर कनेक्टिविटी को अपग्रेड करने की आवश्यकता है, जो वर्तमान में भारत के केवल 30% दूरसंचार टावरों को संयुक्त करता है।
- भारत ने अप्रैल, 2020 और नवंबर, 2021 के बीच 132 से अधिक देशों को 138 मिलियन डॉलर के ऑप्टिकल फाइबर का निर्यात किया।
- भारतीय ऑप्टिकल फाइबर केबल की खपत वर्ष 2021 में 17 मिलियन फाइबर कमी. से बढ़कर वर्ष 2026 तक 33 मिलियन फाइबर कमी. हो जाने का अनुमान है।
- लगभग 30% मोबाइल टावरों में ही फाइबर कनेक्टिविटी है; इसे कम से कम 80% तक बढ़ाने की ज़रूरत है।

#### ■ अन्य देशों द्वारा डंपिंग:

- चीन, इंडोनेशिया और दक्षिण कोरिया जैसे देश भारत में अपने फाइबर उत्पादों को बाज़ार मूल्य से कम दरों पर डंप कर रहे हैं।

- विश्व व्यापार संगठन 'डंपिंग' को एक ऐसे अंतरराष्ट्रीय मूल्य भेदभाव की स्थिति के रूप में परिभाषित करता है जिसमें आयातक देश में पेश किए गए उत्पाद की कीमत निर्यातक देश के बाजार में उस उत्पाद की कीमत से कम होती है।
- **इष्टतम 5G प्रौद्योगिकी मानक का चयन:**
  - 5G प्रौद्योगिकी कार्यान्वयन में तेजी लाने के लिये घरेलू 5Gi मानक और वैश्विक 3GPP मानक के बीच टकराव को समाप्त करने की आवश्यकता है।
  - 5Gi के अपने स्पष्ट लाभ हैं, लेकिन यह टेलीकॉम के लिये 5G इंडिया की लॉन्च की लागत बढ़ाता है साथ ही, इंटरऑपरेबिलिटी समस्याएँ भी उत्पन्न करता है।
  - 3GPP रेडियो एक्सेस प्रौद्योगिकियों और ग्लोबल सिसिम फॉर मोबाइल कम्युनिकेशंस (GSM) वनिरिदेशों के आधार पर वैश्विक मोबाइल 3G वायरलेस सिसिम को औपचारिक रूप प्रदान करने के लिये दूरसंचार उद्योग भागीदारों (संगठनात्मक भागीदारों) के बीच संपन्न एक सहयोगी परियोजना समझौता है।
- **'मेक इन इंडिया' हार्डवेयर चुनौती:**
  - कुछ विदेशी दूरसंचार मूल उपकरण निर्माताओं (Original Equipment Manufacturer- OEMs)—जिन पर अधिकांश 5G प्रौद्योगिकी विकास निर्भर करता है, पर प्रतिबंध स्वयं में एक अवरोध उत्पन्न करता है।

## कम सरकारी सब्सिडी:

- मौजूदा राजकोषीय घाटे के बीच स्पेक्ट्रम नीलामी के लिये सरकारों द्वारा निर्धारित उच्च आरक्षित मूल्यों के अतीत को देखते हुए सरकारी सब्सिडी की संभावना बेहद कम है।

## स्वास्थ्य और पर्यावरणीय असफलताएँ:

- मानव स्वास्थ्य पर 5G और नमिन तीव्रता के रेडियोफ्रीक्वेंसी (RF) इलेक्ट्रॉनिक चुंबकीय क्षेत्र (EMF) विकिरण के प्रभाव और इसके पर्यावरणीय प्रभाव के बारे में विभिन्न वैज्ञानिकों द्वारा चर्चा व्यक्त की गई है।
- कहा गया है कि वायरलेस गैजेट्स और नेटवर्क सेल टावरों से 5G प्रौद्योगिकी और संबद्ध RF विकिरण 'लोगों और पशु-पक्षियों के स्वास्थ्य और सेहत के लिये बेहद खतरनाक और हानिकारक होगा।
- बहुत उच्च स्तर का विकिरण (जिससे आयनकारी विकिरण भी कहा जाता है) हमारे ऊतकों को गर्म करता है और अंततः कैंसर का कारण बन सकता है।

## डजिटल समावेशन के संबंध में भारत ने क्या पहल की है?

- **भारतनेट (BharatNet):**
  - यह ऑप्टिकल फाइबर का उपयोग करने वाला विश्व का सबसे बड़ा ग्रामीण ब्रॉडबैंड कनेक्टिविटी कार्यक्रम है और भारत ब्रॉडबैंड नेटवर्क लिमिटेड (BBNL) द्वारा कार्यान्वित एक प्रमुख मशन है।
  - यह राज्यों और नज्दी क्षेत्र की साझेदारी में डजिटल इंडिया के वज़िन को साकार करने हेतु एक उच्च मापनीय नेटवर्क अवसंरचना है जिससे गैर-भेदभावपूर्ण आधार पर सभी घरों के लिये 2Mbps से 20Mbps तथा सभी संस्थानों को उनकी मांग क्षमता के अनुसार सस्ती ब्रॉडबैंड कनेक्टिविटी प्रदान करने के लिये एक्सेस किया जा सकता है।
  - इसे संचार मंत्रालय के तहत दूरसंचार विभाग द्वारा कार्यान्वित किया जा रहा है।
- **राष्ट्रीय ब्रॉडबैंड मशन (National Broadband Mission- NMB):**
  - NMB देश भर में, विशेष रूप से ग्रामीण और दूरदराज़ के क्षेत्रों में, ब्रॉडबैंड सेवाओं के लिये सार्वभौमिक और समान पहुँच को सुवधाजनक बनाएगा।
  - मशन का उद्देश्य डजिटल विभाजन को दूर करना, डजिटल सशक्तिकरण एवं समावेशन की सुवधा प्रदान करना और सभी के लिये ब्रॉडबैंड तक सस्ती एवं सार्वभौमिक पहुँच सुनिश्चित करना है।
- **घर तक फाइबर योजना (GTFS):**
  - GTFS बिहार के सभी 45,945 ग्रामों को हाई-स्पीड ऑप्टिकल फाइबर से जोड़ने का लक्ष्य रखता है।
  - योजना के तहत बिहार को प्रतिग्राम कम से कम पाँच फाइबर-टू-द-होम (FTTH) कनेक्शन और प्रतिग्राम कम से कम एक वाईफाई हॉटस्पॉट प्रदान करना है।
  - यह योजना बिहार में ई-शिक्षा, ई-कृषि, टेली-मेडिसिन, टेली-लॉ जैसी डजिटल सेवाओं और अन्य सामाजिक सुरक्षा योजनाओं का नेतृत्व करेगी तथा राज्य के सभी नविसियों के लिये आसान पहुँच सुनिश्चित करेगी।
  - यह भारतनेट पहल के कार्यान्वयन के साथ स्थानीय कर्मियों की भरती कर स्थानीय रोजगार सृजन को भी बढ़ावा दे सकेगी।

## अन्य पहल:

- **ग्रामनेट (GramNet)**
- **जन वाईफाई (JanWiFi)**
- **फाइबर फर्स्ट पहल (Fibre First Initiative)**

## आगे की राह

- **एंटी-डंपिंग शुल्क:**
  - भारत को चीन, इंडोनेशिया आदि देशों से सस्ते फाइबर उत्पादों के आयात पर एंटी-डंपिंग शुल्क अधिसूचना जारी करना चाहिये।
- **उत्पादन-संबंध प्रोत्साहन (PLI):**
  - ऑप्टिकल फाइबर के घरेलू वनिर्माण को बढ़ावा देने के लिये सरकार को एक PLI योजना शुरू करने पर विचार करना चाहिये, जो घरेलू इकाइयों में नरिमिति ऑप्टिकल फाइबर से बिक्री में वृद्धि पर कंपनियों को प्रोत्साहन देने पर लक्ष्य हो।
- **ग्रामीण-शहरी अंतराल को दूर करना:**
  - 5G को अलग-अलग बैंड स्पेक्ट्रम पर तैनात किया जा सकता है और निम्न बैंड स्पेक्ट्रम पर रेंज काफी लंबी होती है जो ग्रामीण क्षेत्रों के लिये मददगार होती है।
- **सरकार की ओर से सहायता:**
  - इनपुट पर सरकार का पूरा नियंत्रण है। 5G के प्रमुख इनपुट में से एक बैंड स्पेक्ट्रम है।
  - स्पेक्ट्रम के डिजाइन का प्रबंधन कर सरकार लोगों द्वारा भुगतान किये जाने वाले मूल्य को नियंत्रित कर सकती है।
  - सरकार को दूरसंचार कंपनियों को ऐसे नेटवर्क शुरू करने में सहायता करनी चाहिये जो लोगों के लिये वहीनीय और संवहनीय हो।
- **उपभोक्ताओं के दृष्टिकोण से व्यवहार्य प्रौद्योगिकी:**
  - व्यापक 5G परिनियोजन के लिये इसे आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाने की आवश्यकता है अन्यथा ग्रामीण एकीकरण एक कोरा स्वप्न ही रह जाएगा।
  - इसके साथ ही, 5G प्रौद्योगिकी को दूरसंचार ऑपरेटरों के लिये भी व्यवहार्य होना चाहिये।

**अभ्यास प्रश्न:** डिजिटल इंडिया परियोजना को समावेशी बनाने के लिये देश के सुदूरतम कोने तक इंटरनेट कनेक्टिविटी का होना महत्त्वपूर्ण है। इस कथन के आलोक में ऑप्टिकल फाइबर की उपयोगिता पर चर्चा करें।

PDF Reference URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/5g-technology-and-optical-fibre>

