



भारत का डीप ड्रलि मशिन

प्रलमिस के लयि:

भारत का डीप ड्रलि मशिन, भौतिक भूगोल के मूल सदिधांत, भू-वज्जान, [ज्वालामुखी](#), [पृथ्वी की संरचना](#), [प्लेट वविरत्नकि](#)

मेन्स के लयि:

डीप ड्रलि मशिन का महत्त्व, पृथ्वी की संरचना में वभिन्न परतें, प्लेट वविरत्नकि की गतकिे प्रभाव, महत्त्वपूर्ण भू-भौतिकीय घटनाएँ

[स्रोत: द हट्टि](#)

चर्चा में क्यों?

हाल ही में पृथ्वी वज्जान मंत्रालय ने महाराष्ट्र के कराड में **बोरहोल जयिफज्जिक्स रसिर्च लेबोरेटरी (Borehole Geophysics Research Laboratory- BGRL)** नामक एक वशिष संस्थान की मदद से पृथ्वी की भू-परपटी की 6 कलिमीटर गहराई तक **वैज्जानकि ड्रलिगि** का कार्य शुरू कयि है।

- इसके द्वारा पहले ही 3 कलिमीटर की गहराई तक ड्रलिगि पूरी कर ली गई।

कोयना भारत के डीप ड्रलिगि मशिन के लयि क्यों उपयुक्त है?

- **भूकंपीय उत्प्रेरकता (Triggered Seismicity):** प्लेट वविरत्नकि (tectonic plate) सीमाओं पर होने वाले अधकिंश भूकंपों के वपिरीत, कोयना में वर्ष 1962 में कोयना बाँध के नरिमाण के बाद कई भूकंप आए। यह घटना, जहाँ मानवीय गतविधि (जलाशय को भरने) के कारण भूकंप आते हैं, उसे **जलाशय-प्रेरति भूकंपीयता (Reservoir-Induced Seismicity - RIS)** कहा जाता है।
 - वैज्जानकिों का लक्ष्य गहरी ड्रलिगि के माध्यम से इन भूकंपों के स्रोत पर पृथ्वी की संरचना और दबाव का प्रत्यक्ष अध्ययन करना है।
- **सक्रयि भ्रंश क्षेत्तर:** कोयना-वार्ना क्षेत्तर **भूग्रभीय भ्रंश रेखा** पर स्थति है, जसिके कारण यह स्वाभावकि रूप से **भूकंप के प्रतिसंवेदनशील** है।
- हालाँकि यहाँ होने वाली घटनाएँ प्लेट सीमाओं पर होने वाली घटनाओं से भिन्न हैं।
- **पृथक गतविधि:** कोयना बाँध के 50 कलिमीटर के दायरे में भूकंपीय गतविधिकि कोई अन्य महत्त्वपूर्ण स्रोत नहीं है। यह अलगाव कोयना को केंद्रति अनुसंधान के लयि एक आदर्श स्थान बनाता है।

साइंटफिकि डीप ड्रलिगि क्या है?

- **परचय:**
 - साइंटफिकि डीप ड्रलिगि से तात्पर्य है **कपृथ्वी की संरचना और प्रक्रयिओं का अध्ययन करने के लयि** पृथ्वी की भू-परपटी में डीप ड्रलिगि करना शामिल है।
 - यह शोध भू-वैज्जानकि **संरचनाओं**, प्राकृतकि संसाधनों और पृथ्वी के इतहास के बारे में जानकारी प्रदान कर सकता है।
 - डीप ड्रलिगि परयिोजनाओं का उद्देश्य अक्सर **वविरत्नकि, भूकंप तंत्र और भूतापीय ऊर्जा क्षमता के बारे में** हमारी समझ को आगे बढ़ाना होता है।
- **तकनीक और वधियि:**
 - **रोटरी ड्रलिगि:** इस वधि में चट्टानों को काटने के लयि एक घूमने वाली ड्रलि बटि का उपयोग कयि जाता है। ड्रलि बटि को एक ड्रलि स्ट्रगि से जोड़ा जाता है, जसि एक रगि द्वारा घुमाया जाता है। बटि को ठंडा करने और चट्टानों को सतह पर ले जाने के लयि ड्रलिगि मटिटी को प्रसारति कयि जाता है।

- **परकशन ड्रलिंग (एयर हैमरिंग):** यह हथौड़े को चलाने के लिये उच्च वायुदाब का उपयोग करता है जो ड्रलिंग बटि पर तेज़ी से प्रहार करता है, कुशलतापूर्वक चट्टान को तोड़ता है और कटिंग को बाहर निकालता है। यह **खनजि अन्वेषण, पानी के कुओं और भूतापीय ऊर्जा जैसे कठोर चट्टान अनुप्रयोगों के लिये लागत प्रभावी तथा बहुमुखी है**, हालाँकि यह तेज आवाज़ करने और उथली गहराई के लिये सबसे उपयुक्त है।
- **कोयना ड्रलिंग तकनीक में मड रोटरी ड्रलिंग और परक्यूशन ड्रलिंग (एयर हैमरिंग) का संयोजन किया जाता है।**
- **हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग (फ्रैक्चरिंग):** फ्रैक्चरिंग, जिसे हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग के रूप में भी जाना जाता है, एक तकनीक है जिसका उपयोग कभी-कभी चट्टानों को **वर्धन करने के लिये** किया जाता है जिसका उद्देश्य नमूने के लिये **द्रव प्रवाह में सुधार करना** या **संसाधन नष्टिकरण** के दौरान बेहतर परिणाम पाना होता है।
- **भू-भौतिकीय सर्वेक्षण:** इसमें भूमिगत संरचनाओं का मानचित्रण करने तथा ड्रलिंग कार्यों से पहले और उसके दौरान ड्रलिंग लक्ष्यों की पहचान करने के लिये भूकंपीय, चुंबकीय एवं गुरुत्वाकर्षण वधियों का उपयोग किया जाता है।

पृथ्वी की आंतरिक संरचना का अध्ययन करने की अन्य वधियाँ क्या हैं?

- **पृथ्वी की आंतरिक संरचना का अध्ययन प्रत्यक्ष वधियों** जैसे ड्रलिंग और गहरे बोरहोल के माध्यम से शैल का नमूना प्राप्त करने तथा **अप्रत्यक्ष वधियों** जैसे भूकंपीय तरंग विश्लेषण, गुरुत्वाकर्षण माप एवं पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का अध्ययन करके किया जाता है।
- **भूकंपीय तरंगें:** **भूकंप** से उत्पन्न भूकंपीय तरंगों का अध्ययन पृथ्वी की आंतरिक संरचना के बारे में बहुमूल्य जानकारी प्रदान करता है।
 - भूकंपीय तरंगें पृथ्वी के आंतरिक भाग से होकर परिवहति होती हैं और उनकी **अपवर्तन (Refraction)** और **परावर्तन (Reflection)** जैसी गतिविधियाँ वैज्ञानिकों को विभिन्न परतों की संरचना और इनके गुणों का अनुमान लगाने में मदद करती हैं।
- **गुरुत्वाकर्षण और चुंबकीय क्षेत्र माप:** पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण और चुंबकीय क्षेत्रों में होने वाले परिवर्तन आंतरिक घनत्व तथा इसकी संरचना में परिवर्तन का संकेत देती हैं। ये माप पृथ्वी के क्रोड, मेंटल और क्रस्ट के बीच की सीमाओं की पहचान करने में मदद करते हैं।
- **ऊष्मा के प्रवाह का माप:** पृथ्वी के आंतरिक भाग से बाहर निकलने वाली **ऊष्माविभिन्न परतों के ताप और ऊष्मीय गुणधर्मों के बारे में जानकारी** प्रदान करती है। यह जानकारी पृथ्वी की आंतरिक प्रक्रियाओं और गतिशीलता को समझने के लिये महत्वपूर्ण है।
- **उल्कापडि की संरचना:** उल्कापडि का अध्ययन, जिनमें **प्रारंभिक सौर मंडल के अवशेष** माना जाता है, पृथ्वी के आंतरिक भाग की संरचना और निर्माण के बारे में जानकारी प्रदान कर सकता है।

वर्श्व की अन्य डीप ड्रलिंग परियोजनाएँ

- **अमेरिका का प्रोजेक्ट मोहोल:** 1960 के दशक में अमेरिका ने पृथ्वी की परपटी और मेंटल के बीच की सीमा से नमूने प्राप्त करने के लिये दुनिया का सबसे गहरा प्रवेधन (Drill) करने का प्रयास किया, जिसे **मोहो डिसकंटिन्यूटी** के नाम से जाना जाता है।
 - इसे वर्ष 1966 में रोक दिया गया लेकिन इसने ग्रह के संबंध में नवीन भू-वैज्ञानिक जानकारी प्राप्त करने के लिये गहरे समुद्र में प्रवेधन करने की क्षमता को प्रदर्शित किया।
- **कोला सुपरडीप बोरहोल:** यह रूस में मानव द्वारा किया गया वर्श्व का सबसे गहरा रंध्र (Hole) है, जिसे 1970 के दशक में शुरू किया गया था जिसकी गहराई **12,262 मीटर** थी।
 - इस दौरान **"कॉनराड डिसकंटिन्यूटी"** के लोप, अत्यंत गहराई पर तरल पदार्थ की मौजूदगी और 2 अरब वर्ष प्राचीन सूक्ष्म जीवाश्मों जैसी अप्रत्याशित खोज हुई।
 - इसे वर्ष 1992 में रोक दिया गया और वर्ष 2005 में रंध्र को सील कर दिया गया।
- **चीन की डीप होल परियोजना:** चीन पृथ्वी की सतह के ऊपर और नीचे नई सीमाओं का पता लगाने के लिये **जियिंग में 10,000 मीटर गहरा प्रवेधन** कर रहा है।
 - इसका उद्देश्य 10 से अधिक महाद्वीपीय परतों में प्रवेश करना और 145 मिलियन वर्ष प्राचीन **क्रेटेशियस सिस्टम** तक पहुँच सुनिश्चित करना है।
- **डीप सी ड्रलिंग प्रोजेक्ट (DSDP):** इसकी शुरुआत वर्ष 1966 में हुई थी, जिसमें विभिन्न महासागरों में **ड्रलिंग और कोरिंग** शामिल थी, जिससे महत्वपूर्ण वैज्ञानिक खोज हुई, जिसमें **नमक के गुंबदों की पहचान तथा तेल की खोज के लिये उनकी क्षमता** शामिल थी। इसे वर्ष 1972 में समाप्त कर दिया गया था।
- **एकीकृत महासागर ड्रलिंग परियोजना (IODP):** यह एक अंतरराष्ट्रीय पहल है जो समुद्री अनुसंधान प्लेटफॉर्मों का उपयोग करके **समुद्र तल के नमूनों के माध्यम से पृथ्वी के इतिहास और प्रक्रियाओं का अध्ययन** करती है।
 - इसके लक्ष्यों में **पृथ्वी की दीर्घकालिक प्रक्रियाओं को समझना, गहन जीवमंडल की खोज करना, जलवायु इतिहास का अध्ययन करना तथा भूपरपटी और मेंटल की जाँच करना** शामिल है।
 - IODP वैश्विक अभियानों के लिये जापान, अमेरिका और अन्य साझेदारों के अनुसंधान जहाज़ों को नियुक्त करता है, जिससे ग्रह संबंधी ज्ञान में वृद्धि होती है।

कोयना में डीप ड्रलिंग मशिन के प्रमुख नष्टिकर्ष क्या हैं?

- **क्षेत्र का गंभीर तनाव:** कोयना क्षेत्र अत्यधिक तनावग्रस्त है, जिससे यह छोटे तनाव संबंधी वक्रिषोभों के प्रतिसंवेदनशील है, जिससे बार-बार छोटे-तीव्रता वाले भूकंप आ सकते हैं।
- **3 कमी. तक जल की उपस्थिति:** 3 कमी. नीचे पाया जाने वाला जल उल्कापडि या वर्षा आधारित है, जो गहरे रसाव और परसिंचरण का संकेत देता

है।

- **जलाशय से उत्पन्न भूकंपों के संबंध में जानकारी:** इस मशिन से ज्ञात हुआ कि 65 मिलियन वर्ष पुराने डेक्कन ट्रैप लावा प्रवाह का 1.2 कमी. हसिंसा 2,500-2,700 मिलियन वर्ष पुराने ग्रेनाइट बेसमेंट चट्टानों के ऊपर स्थिति है।
- **चट्टान संबंधी जानकारी:** 3 कमी. गहराई से लिये गए कोर नमूनों से चट्टानों के भौतिक और यांत्रिक गुणों, नरिमाण तरल पदार्थ तथा गैसों की रासायनिक एवं समस्थानिक संरचना, तापमान व तनाव व्यवस्था तथा फ्रैक्चर अभिविन्यासों के बारे में नई जानकारी मिली।
- **डेटा सत्यापन:** ध्वनिक और सूक्ष्म-प्रतरोधकता तकनीकों का उपयोग करके बोरहोल दीवार की उच्च-रिज़ॉल्यूशन छवियाँ वैश्विक वैज्ञानिकों को अन्य कोर से डेटा को सत्यापित करने की अनुमति देती हैं।
- **हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग एंड फॉल्ट डिटैक्शन:** टीम ने चट्टानों के स्व-स्थानिक तनाव शासन को मापने के लिये हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग प्रयोग किया। विभिन्न डेटासेट तथा उन्नत विश्लेषण को एकीकृत करके, उन्होंने दबे हुए फॉल्ट ज़ोन का पता लगाया एवं उनका अध्ययन किया।

डीप ड्रिलिंग मशिन का महत्त्व क्या है?

- **भूकंप की बेहतर समझ और भू-खतरा प्रबंधन:** इसे गहरे बोरहोलों में सेंसर लगाकर प्राप्त किया जा सकता है, ताकदोष रेखाओं की नगिरानी की जा सके, जिससे बेहतर पूर्वानुमान मॉडल एवं जोखिम न्यूनीकरण संभव हो सके।
 - इसके अतिरिक्त, गहरी ड्रिलिंग से पृथ्वी की पपड़ी पर सटीक डेटा मिलता है, जो भू-खतरों के प्रबंधन और खनजों और हाइड्रोकार्बन जैसे भू-संसाधनों की खोज के लिये आवश्यक है।
- **भू-वैज्ञानिक मॉडलों का सत्यापन:** ड्रिलिंग से प्रत्यक्ष अवलोकन और नमूनाकरण, भू-वैज्ञानिक मॉडलों की पुष्टि या खंडन करने तथा टेक्टोनिक प्रक्रियाओं और भूपरपटी की गतिशीलता के बारे में हमारी समझ को बढ़ाने की सुविधा मिलती है।
- **तकनीकी नवाचार और आत्मनिर्भरता:** गहरी ड्रिलिंग में नविन से भूकंप विज्ञान, ड्रिलिंग तकनीक, सेंसर विकास तथा डेटा विश्लेषण में प्रगतिको बढ़ावा मिलता है, जिससे भारत में तकनीकी आत्मनिर्भरता को बढ़ावा मिलता है।
- **वैश्विक वैज्ञानिक योगदान:** भारत में गहन ड्रिलिंग परियोजनाओं से प्राप्त नविकरष वैश्विक भू-विज्ञान ज्ञान में योगदान देते हैं, अंतरराष्ट्रीय सहयोग को बढ़ावा देते हैं और पृथ्वी की प्रणालियों की समग्र समझ को बढ़ाते हैं।

डीप ड्रिलिंग मशिन के साथ चुनौतियाँ क्या हैं?

- **रगि क्षमता:** जैसे-जैसे गहराई बढ़ती है, ड्रिलिंग रगि की हुक लोड क्षमता एक महत्त्वपूर्ण बाधा बन जाती है, जिससे 3 किलोमीटर के लिये 100 टन के रगि की तुलना में 6 किलोमीटर के पायलट के लिये कहीं अधिक शक्तिशाली रगि की आवश्यकता होती है।
- **ड्रिलिंग जटिलता:** अधिक गहराई पर खंडति एवं भूकंपीय रूप से सक्रिय चट्टान संरचनाओं के माध्यम से ड्रिलिंग करना अधिक जटिल हो जाता है, जिससे उपकरणों के फँसने का जोखिम बढ़ जाता है और साथ ही सीमिति पहुँच के कारण समस्या नविरण में जटिलताएँ उत्पन्न होती हैं।
- **कोर हैंडलिंग:** 3 किलोमीटर से अधिक गहराई से लंबे और भारी चट्टान कोर को नकालना तथा उठाने पर विशेष तकनीकी चुनौतियों का सामना करना पड़ता है।
- **बोरहोल की स्थिरता:** गहरे बोरहोल में फॉल्ट लाइन एवं फ्रैक्चर ज़ोन का सामना करने की अधिक संभावना होती है, जो बोरहोल स्थिरता से समझौता कर सकता है और साथ ही ड्रिल को चलाने के लिये विशेष उपकरण की आवश्यकता होती है।
- **मानव संसाधन:** गहरी ड्रिलिंग प्रचालनों की वसितारति अवधि, जो 3 किलोमीटर के लिये 6-8 महीने तथा 6 किलोमीटर के लिये 12-14 महीने तक चलती है, अत्यधिक कुशल तकनीकी कर्मकों पर भारी बोझ डालती है, जिन्हें कठोर परिस्थितियों में 24/7 साइट पर कार्य करना पड़ता है।

पृथ्वी का आंतरिक भाग

1 क्रस्ट

- सबसे पतली, सबसे बाहरी परत
- सागरीय क्रस्ट - पतली
 - औसत मोटाई - 5 कि.मी.
 - सिलिका और मैग्नीशियम (SiMa) से निर्मित है,
- महाद्वीपीय क्रस्ट - मोटी
 - औसत मोटाई - 30 कि.मी.
 - सिलिका और एल्युमीनियम (SiAl) से निर्मित है,
 - प्रमुखतः पर्वत श्रेणियों के क्षेत्रों में इसकी मोटाई अधिक है,
 - हिमालयी क्षेत्र में लगभग 70 कि.मी. मोटाई है
- गहराई के साथ तापमान में वृद्धि होती है (प्रत्येक किमी पर 30° C तक)

लिथोस्फीयर

- मोटाई: 100 कि.मी., बाहरी परत कठोर
- क्रस्ट और ऊपरी मेंटल से मिलकर बनता है
- पृथ्वी की भूगर्भीय संरचना में बड़े पैमाने पर परिवर्तन के लिये ज़िम्मेदार विवर्तनिक प्लेटों में विभाजित (फोल्डिंग, फॉल्टिंग)

3 क्रोड

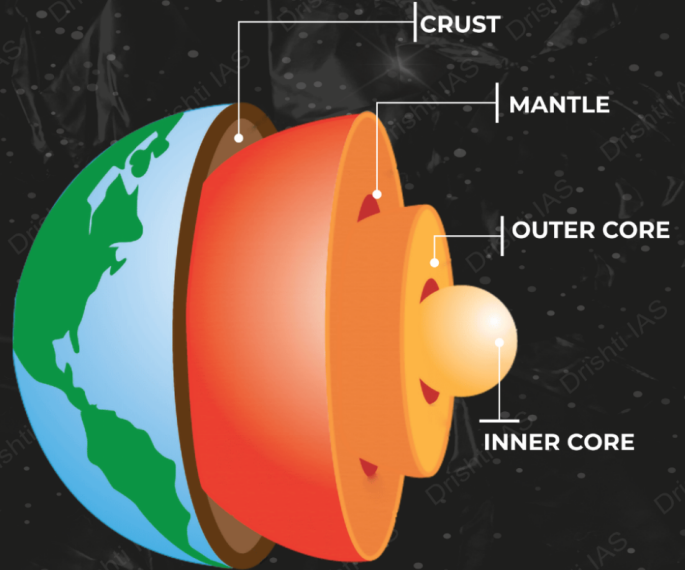
- पृथ्वी की सतह के नीचे 2900-6400 कि.मी. के बीच स्थित है,
- मुख्य रूप से भारी पदार्थों से बना है, जैसे- निकल (Ni) और लोहा (Fe) - NiFe
- बाहरी क्रोड -
 - 2900-5100 कि.मी. के बीच
 - ठोस में परिवर्तित होने के लिये पर्याप्त दबाव नहीं होने के कारण तरल है
- आंतरिक क्रोड -
 - 5100-6370 कि.मी. के बीच
 - ठोस - यह द्वितीयक तरंगों (भूकंप) को प्रसारित कर सकता है जिसे बाहरी क्रोड नहीं कर सकता
- मेंटल की तुलना में सघन

पृथ्वी की परतों के बीच की असंबद्धताएँ

- कोनराड असंबद्धता - ऊपरी और निचली भूपर्पटी के बीच
- मोहोरोविकिक असंबद्धता (मोहो) - भूपर्पटी को मेंटल से अलग करती है, इसकी औसत गहराई लगभग 35 कि.मी. है।
- रेपटी असंबद्धता - ऊपरी और निचले मेंटल के बीच
- गुटेनबर्ग असंबद्धता - मेंटल और बाहरी कोर के बीच स्थित है।
- लेहमैन असंबद्धता - आंतरिक और बाहरी कोर के बीच

2 मेंटल

- मोहो असंबद्धता से 2,900 कि.मी. की गहराई तक फैली हुई है,
- ऊपरी भाग को एस्थेनोस्फीयर कहा जाता है,
 - कमज़ोर चट्टानों का क्षेत्र; अर्द्ध पिघला हुआ अथवा जेली (अर्द्ध द्रवीय) अवस्था में
 - 400 किलोमीटर तक फैला हुआ है,
 - मैग्मा का मुख्य स्रोत ज्वालामुखी विस्फोट होता है



नषिकर्ष

3 किलोमीटर पायलट ड्रिलिंग डेटा भविष्य की 6 किमी. योजनाओं का मार्गदर्शन करेगा, जिसमें 110-130 डिग्री सेल्सियस के तापमान के लिये उपकरण एवं सेंसर डिज़ाइन शामिल हैं। कोयना के नषिकर्ष औद्योगिक क्षमता के साथ दोष क्षेत्रों से लेकर गहरे उपसतह सूक्ष्मजीवों तक विविध शोध को संभव बनाते हैं। अंतरराष्ट्रीय रुचि में गहरे डेक्कन ट्रैप में कार्बन कैप्चर पर परियोजनाएँ शामिल हैं। यह प्रयास भारत की वैज्ञानिक ड्रिलिंग क्षमता को मज़बूत करता है और साथ ही अंतःविषय ज्ञान को भी वसित करता है।

दृष्टि भेन्स प्रश्न:

प्रश्न. साइंटिफिक डीप ड्रिलिंग क्या है? इसके महत्त्व एवं चुनौतियों पर चर्चा कीजिये?

प्रश्न-समूह-1:

प्रश्न: नमिन्लखिति पर वचिर कीजयि: (2013)

1. वदियुत चुंबकीय वकिरिण
2. भू-तापीय ऊर्जा
3. गुरुत्वाकर्षण बल
4. प्लेट संचलन
5. पृथ्वी का घूर्णन
6. पृथ्वी की परकिरमा

उपर्युक्त में से कौन पृथ्वी की सतह पर गतशील परिवर्तन लाने के लिये ज़म्मेदार हैं?

- (a) केवल 1, 2, 3 और 4
- (b) केवल 1, 3, 5 और 6
- (c) केवल 2, 4, 5 और 6
- (d) 1, 2, 3, 4, 5 और 6

उत्तर: (d)

प्रश्न-समूह-2:

प्रश्न. भारतीय उपमहाद्वीप में भूकंपों की आवृत्ति बढ़ती हुई प्रतीत होती है। फिर भी इनके प्रभाव के न्यूनीकरण हेतु भारत की तैयारी (तत्परता) में महत्त्वपूर्ण कमियाँ हैं। वभिन्न पहलुओं पर चर्चा कीजिये। (2015)

प्रश्न. भूकंप से संबंधित संकटों के लिये भारत की भेद्यता की वविचना कीजिये। पछिले तीन दशकों में भारत के वभिन्न भागों में भूकंपों द्वारा उत्पन्न बड़ी आपदाओं के उदाहरण प्रमुख वशिषताओं के साथ कीजिये। (2021)