



**तृतीय वर्ष कला**  
**सत्र - V (CBCS)**

**भूगोल अभ्यासपत्रिका क्र. IX**  
**भू-अवकाशीय तंत्रज्ञान**  
**(प्रात्यक्षिक भूगोल)**  
**विषय कोड : 97189**

**प्राध्यापक सुहास पेडणेकर**

कुलगुरु,  
मुंबई विद्यापीठ, मुंबई

**प्राध्यापक रविंद्र द. कुलकर्णी**

प्र-कुलगुरु,  
मुंबई विद्यापीठ, मुंबई

**प्राध्यापक प्रकाश महानवार**

संचालक,  
दूर व मुक्त अध्ययन संस्था, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई

**प्रकल्प समन्वयक**

**: प्रा. अनिल आर. बनकर**

सहयोगी प्राध्यापक, इतिहास विभाग व  
प्रमुख, मानव्यविद्याशाखा,  
दूर व मुक्त अध्ययन संस्था, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई

**अभ्यास समन्वयक  
आणि संपादक**

**: प्रा. सुशेन म. आघाव**

सहाय्यक प्राध्यापक,  
दूर व मुक्त अध्ययन संस्था, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई.

**लेखक**

**: डॉ. हेमंत एम. पेडणेकर**

मुख्याध्यापक,  
आर्ट्स, सायन्स आणि कॉमर्स महाविद्यालय,  
ऑडे, विक्रमगड

**: डॉ. शिवराम ए. ठाकुर**

भूगोल विभाग प्रमुख,  
एस.पी.के. महाविद्यालय, सांवतवाडी

**: डॉ. आर. बी. पाटील**

भूगोल विभाग प्रमुख,  
फोंडाघाट, आर्ट्स आणि कॉमर्स महाविद्यालय,  
कनकवली

**: डॉ. समीर बुताला**

**ऑगस्ट २०२२, मुद्रण - १**

**प्रकाशक**

: संचालक, दूर व मुक्त अध्ययन संस्था, मुंबई विद्यापीठ,  
विद्यानगरी, मुंबई - ४०० ०९८.

**अक्षर जुळणी व  
मुद्रण**

: मुंबई विद्यापीठ मुद्रणालय,  
विद्यानगरी, सांताक्रुझ (पू), मुंबई

## अनुक्रमणिका

| क्रमांक | अध्याय                           | पृष्ठ क्रमांक |
|---------|----------------------------------|---------------|
| १.      | सदूर संवेदन - १                  | ०१            |
| २.      | सदूर संवेदन - २                  | १४            |
| ३.      | ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस) | २२            |
| ४.      | भौगोलिक माहिती तंत्रप्रणाली - १  | ३२            |
| ५.      | भौगोलिक माहिती तंत्रप्रणाली - २  | ३७            |



**TYBA SEM -V**  
**Paper – IX**  
**GEOSPATIAL TECHNOLOGY**

|                  |                                                                                                                                                                            |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>UNIT - I</b>  | <b>Remote Sensing – I</b>                                                                                                                                                  |
| 1.1              | Geospatial technology: concept, components and importance.                                                                                                                 |
| 1.2              | Definition and Concept of Remote Sensing; History of Indian Remote Sensing.                                                                                                |
| 1.3              | Concept of EMR and Electro-Magnetic Energy; Properties of EMR:<br>Wavelength and Wave Frequency; Electro-Magnetic Spectrum; EMR<br>Interaction with atmosphere and Surface |
| 1.4              | Resolution: Spatial, Temporal, Spectral and Radiometric<br>Remote Sensing Applications in Geography                                                                        |
|                  |                                                                                                                                                                            |
| <b>UNIT - II</b> | <b>Remote Sensing – II</b>                                                                                                                                                 |
| 2.1              | Tasks of Image Interpretation: Classification, Delineation, Measurement                                                                                                    |
| 2.2              | Elements of Image Interpretation: Tone, Texture, Pattern, Size, Shape, Shadow and Association                                                                              |
| 2.3              | Visual Image Interpretation: Interpretation of at least four satellite images employing image recognition elements                                                         |
| 2.4              | Thematic Mapping: Generation of thematic maps using trace paper                                                                                                            |

|                   |                                                                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                                                                                                                               |
| <b>UNIT - III</b> | <b>Global Positioning System</b>                                                                                                              |
| 3.1               | Definition and Concept                                                                                                                        |
| 3.2               | Components: User Segment, Space Segment and Control Segment                                                                                   |
| 3.3               | Types: Handheld GPS and DGPS                                                                                                                  |
| 3.4               | Applications: GPS Applications in Geography and General Use<br>Hands-on/ Practical: Demarcation of Point, Line and Polygon features using GPS |
|                   |                                                                                                                                               |
| <b>UNIT - IV</b>  | <b>Geographic Information System – I</b>                                                                                                      |
| 4.1               | Definition, Concept of GIS                                                                                                                    |
| 4.2               | Components of GIS                                                                                                                             |
| <b>UNIT - V</b>   | <b>Geographic Information System – II</b>                                                                                                     |
| 5.1               | Applications of GIS                                                                                                                           |
| 5.2               | Hands-on/ practical using available or free software- Q GIS                                                                                   |

## सदूर संवेदन - १

या प्रकरणातून जात असताना, आपण खालील गोष्टी समजून घेवू.

### घटक रचना

१.१ उद्दीष्टे

१.२ परिचय

१.३ विषय चर्चा

१.४. भू - अवकाशीय तंत्रज्ञान : संकल्पना, घटक आणि महत्त्व.

१.५ परिभाषित आणि सदूर संवेदन ची संकल्पना आणि भारतीय सदूर संवेदन चा इतिहास

१.६ ईएमआरची आणि इलेक्ट्रो-चुंबकीय ऊर्जा संकल्पना ईएमआरची गुणधर्म वेवॉलेंबिल आणि वेव फ्रिक्वेन्सी-इलेक्ट्रो मेगनेटिक स्पेक्ट्रम-वातावरण आणि पृष्ठभाग यांच्याशी ईएमआरचा संवाद साधणे

१.७ रिजोल्यूशन- स्पेकीय, टेम्परल, स्पेक्ट्रल आणि रेडिओमेट्रिक

१.८ भूगोलामध्ये सदूर संवेदनाचा वापर

१.९ एक्सप्लोर / ऍक्सेस / ओपन भुवन वेबसाइट च्या माध्यमातून सदूर संवेदना ची माहिती मिळविणे

१.१० आपली प्रगती तपासा

१.११ प्रश्नांची उत्तरे

१.१२ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

१.१३ कार्य

१.१४ पुढील अभ्यासासाठी संदर्भ

---

### १.१ उद्दीष्टे

---

- भौगोलिक तंत्रज्ञान: संकल्पना, घटक आणि महत्त्व.
- सदूर संवेदन ची संकल्पना आणि इतिहास समजून घेणे
- ईएमआरची संकल्पना समजून घेणे
- सदूर संवेदन च्या रिझॉल्यूशन आणि ॲप्लिकेशन्ससारख्या संकल्पना जाणून घेणे

---

## १.२ परिचय

---

भू - अवकाशीय तंत्रज्ञान हे तंत्रज्ञानाचे नवीन युग आहे ते भूगोलात, विशेषतः भौगोलिक मॅपिंग हेतूसाठी पूर्ण वापरले जाऊ शकते. रिमोट सेन्सिंग म्हणजे वस्तूशी प्रत्यक्ष संपर्क न ठेवता त्यांच्याशी संबंधित माहितीचे संकलन. अशा प्रकारे, आपले डोळे आणि कान हे रिमोट सेन्सर आहेत आणि कॅमेऱ्यांसाठीही तेच खरे आहे. मायक्रोफोन आणि सर्व प्रकारच्या अनुप्रयोगांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या अनेक उपकरणांसाठी. रिमोट सेन्सिंग म्हणजे सेन्सरच्या थेट संपर्कात नसलेल्या वस्तू/पदार्थाबद्दल डेटा/माहिती मिळवण्याची प्रक्रिया, इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशन किंवा श्रवणविषयक लहरींचा वापर करून त्याचे इनपुट एकत्र करून, जे स्वारस्याच्या लक्ष्यातून बाहेर पडतात. दूरस्थपणे अनुभवलेले (कॅमेरा आणि फिल्म किंवा आता डिजिटल) उत्पादनाचे हवाई छायाचित्र हे एक सामान्य उदाहरण आहे.

आपले डोळे व कान हे एक प्रकारचे रिमोट सेन्सर आहेत त्यांच्या व्दारे व त्यांच्याशी संपर्कात येणा-या वस्तूशी संबंधितमाहितीचे संकलन आपल्याला होत असते. तसेच आपण आपल्या रोजच्या व्यवहारात वापरले जाणारे कॅमेरे किंवा मायक्रोफोन्स यासारखी सर्व उपकरणे सेन्सरचे काम करतात. तसेच इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक विकिरण किंवा ध्वनी आवाजाचा वापर करून माहिती गोळा केली जाते. तसेच एरियल फोटोग्राफ दूरस्थपणे संवेदनक्षम प्रतिमेच्या स्वरूपात मिळवतात. कॅमेरा आणि चित्रपट, किंवा आता डिजिटल वस्तूही उत्पादने सर्वसामान्य उदाहरण आहेत.

---

## १.३ विषय चर्चा

---

सदूर संवेदन यामुळे एखादया धोकादायक भागातील माहितीचे संकलन करता येते. जसे सदूर संवेदन या ऍप्लिकेशन्सव्दारे आपण अॅमेझोनचे खोरे, हिमनदया यांच्या भूरूपांचा अभ्यास करू शकतो. किंवा तसेच जगाच्या विविध किनारपट्ट्या महासागरांची खोली जगातील वन संपदा, रोज होणारी जंगलतोड याची निरीक्षणे सदूर संवेदनाव्दारे घेतली जातात. सदूर संवेदनामुळे जमिनीवर आपल्या बाजूला होणारे छोटे छोटे बदलही अभ्यासता येतात.

---

## १.४. भू - अवकाशीय तंत्रज्ञान : संकल्पना, घटक आणि महत्त्व

---

भू - अवकाशीय तंत्रज्ञान ही एक संज्ञा आहे जी पृथ्वी आणि मानवी समाजांच्या भौगोलिक मॅपिंग आणि विश्लेषणामध्ये योगदान देणाऱ्या आधुनिक साधनांच्या श्रेणीचे वर्णन करते. प्रागैतिहासिक काळात पहिले नकाशे तयार झाल्यापासून ही तंत्रज्ञाने कोणत्या ना कोणत्या स्वरूपात विकसित होत आहेत. 19 व्या शतकात, कार्टोग्राफी

आणि मॅपमेकिंगच्या लांब महत्वाच्या शाळा हवाई छायाचित्रणात सामील झाल्या कारण सुरुवातीचे कॅमेरे फुगे आणि कबूतरांवर आणि नंतर 20 व्या शतकात विमानांवर पाठवले गेले. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात आणि शीतयुद्धाच्या काळात उपग्रह आणि संगणकांच्या आगमनाने फोटोग्राफिक व्याख्या आणि नकाशा बनविण्याचे विज्ञान आणि कला वेगवान झाली. उपग्रहांनी पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या प्रतिमा आणि त्यातील मानवी क्रियाकलापांना काही मर्यादांसह परवानगी दिली. संगणकांनी एकत्रितपणे भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS) म्हटल्या जाणाऱ्या सामाजिक-आर्थिक आणि पर्यावरणीय घटनांवरील संबंधित डिजिटल सॉफ्टवेअर, नकाशे आणि डेटा सेटच्या विकासासह प्रतिमा संग्रहित आणि हस्तांतरित करण्याची परवानगी दिली. GIS चा एक महत्वाचा पैलू म्हणजे भौगोलिक डेटाची श्रेणी नकाशांच्या स्तरित संचामध्ये एकत्रित करण्याची क्षमता आहे ज्यामुळे जटिल थीमचे विश्लेषण केले जाऊ शकते आणि नंतर व्यापक प्रेक्षकांना संप्रेषित केले जाऊ शकते. हे 'लेयरिंग' या वस्तुस्थितीद्वारे सक्षम केले जाते की अशा सर्व डेटामध्ये पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील त्याच्या अचूक स्थानाची माहिती समाविष्ट असते, म्हणून 'भू - अवकाशीय' संज्ञा.

विशेषतः गेल्या दशकात, ही तंत्रज्ञाने शक्तिशाली डेस्कटॉप GIS द्वारे पूरक राष्ट्रीय सुरक्षा, वैज्ञानिक आणि व्यावसायिकरित्या संचालित उपग्रहांच्या नेटवर्कमध्ये विकसित झाली आहेत. याव्यतिरिक्त, मानवरहित हवाई वाहनांसह (उदा. ग्लोबल हॉक टोपन ड्रोन) एरियल रिमोट सेन्सिंग प्लॅटफॉर्मचा गैर-लष्करी वापर देखील वाढलेला दिसत आहे. उच्च दर्जाचे हार्डवेअर आणि डेटा आता नवीन प्रेक्षकांसाठी उपलब्ध आहे जसे की विद्यापीठे, कॉर्पोरेशन आणि गैर-सरकारी संस्था. औद्योगिक अभियांत्रिकी, जैवविविधता संवर्धन, जंगलातील आग दडपशाही, कृषी निरीक्षण, मानवतावादी मदत आणि बरेच काही यासारख्या विषयांवर निर्णयकर्त्यांना माहिती देणारे हे तंत्रज्ञान उपयोजित करणारी क्षेत्रे आणि क्षेत्रे सध्या वेगाने वाढत आहेत.

आता विविध प्रकारचे भू - अवकाशीय तंत्रज्ञान मानवी हक्कांसाठी संभाव्यपणे लागू आहेत, ज्यात खालील गोष्टींचा समावेश आहे:

- रिमोट सेन्सिंग: स्पेस- किंवा एअरबोर्न कॅमेरा आणि सेन्सर प्लॅटफॉर्मवरून संकलित केलेली प्रतिमा आणि डेटा. काही व्यावसायिक उपग्रह प्रतिमा प्रदाते आता एक मीटर किंवा त्यापेक्षा लहान तपशील दर्शविणारी प्रतिमा ऑफर करतात, ज्यामुळे या प्रतिमा मानवतावादी गरजा आणि मानवी हक्क उल्लंघनांचे निरीक्षण करण्यासाठी योग्य बनतात.
- भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS): भौगोलिक संदर्भित (पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर एक विशिष्ट स्थान नियुक्त केलेले, अन्यथा भूस्थानिक डेटा म्हणून ओळखले जाणारे) डेटा मॅपिंग आणि विश्लेषण करण्यासाठी सॉफ्टवेअर साधनांचा एक संच. जीआयएसचा वापर

इतर डेटामधील भौगोलिक नमुने शोधण्यासाठी केला जाऊ शकतो, जसे की विषारी घटकांमुळे उद्भवणारे रोग क्लस्टर, उप-इष्टतम पाणी प्रवेश इ.

- ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (GPS): यूएस डिपार्टमेंट ऑफ डिफेन्स सॅटेलाइट्सचे नेटवर्क जे नागरी आणि लष्करी वापरकर्त्यांना योग्य रिशीव्हिंग उपकरणांसह अचूक समन्वय स्थान देऊ शकते (टीप: गॅलिलिओ नावाची तत्सम युरोपीय प्रणाली पुढील काही वर्षांमध्ये कार्यान्वित होईल. रशियन प्रणाली कार्यरत आहे परंतु प्रतिबंधित आहे).
- इंटरनेट मॅपिंग तंत्रज्ञान: Google Earth सारखे सॉफ्टवेअर प्रोग्राम आणि Microsoft Virtual Earth सारखी वेब वैशिष्ट्ये भौगोलिक डेटा पाहण्याची आणि सामायिक करण्याची पद्धत बदलत आहेत. वापरकर्ता इंटरफेसमधील घडामोडी देखील अशा तंत्रज्ञानास मोठ्या प्रेक्षकांसाठी उपलब्ध करून देत आहेत तर पारंपारिक GIS विशेषज्ञ आणि जटिल सॉफ्टवेअर प्रोग्राम शिकण्यात वेळ घालवणाऱ्यांसाठी राखीव आहे.

---

## १.५ सदूर संवेदनाची संकल्पना आणि परीणामः

---

व्याख्या: सदूर संवेदन म्हणजे कोणताही भौतिकसंपर्क न घेता एखाद्या विभागाची किंवा प्रदेशाची माहिती संपादित करू शकणे.

"सदूर संवेदन" म्हणजे सामान्यतः उपग्रहामार्फत किंवा विमानाच्या माध्यमातून पृथ्वीवरील विविध वस्तूंचा किंवा प्रदेशांचा शोध घेणे व त्यांचे वर्गीकरण करणे होय जसे पृथ्वीवरील वातावरणातील बदल असतील, किंवा महासागराचा अभ्यास असेल, उपग्रह जे प्रचलित सिग्नल्स दिले जातील ज्याला इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक किरण म्हटले जाते, त्यांच्या व्दारे त्यांचे विभाजन होवून व विमानाने किंवा उपग्रहाने उत्सर्जित केलेली किरणे प्रतिबिंबित होवून ते प्रदेश ओळखता येतात. थोडक्यात सूर्यप्रकाशाने प्रतीबिंबित केलेली सूर्यकिरणे सेन्सरने शोधली जातात.

इलेक्ट्रो-चुंबकीय किरणे जेव्हा एखाद्या वस्तूवरून किंवा एखाद्या प्रदेशावरून परावर्तीत होतात, बाहेर टाकली जातात तेव्हा ती विविध प्रकारची माहिती गोळा करीत असतात. एखाद्या प्रदेशाची माहिती मिळविण्यासाठी जेव्हा इलेक्ट्रो-चुंबकीय विकीरणाचा उपयोग केला जातो तेव्हा त्या साधनाला सेन्सर असे म्हणतात.

सदूर संवेदन हि तांत्रिक संकल्पना 1960 मध्ये प्रथम अमेरिकेत वापरली गेली. या संकल्पनेत फोटो जॉमेट्री या संकल्पनेतून काही भौगोलीक गोष्टींचा अभ्यास फोटो किंवा प्रतिमेच्या सहाय्याने केला जाऊ लागला साधारणतः 1972 मध्ये पहिल्यांदा पृथ्वीवरून अवकाशात उपग्रहाचे प्रक्षेपण करण्यात आले व या अवकाशीय उपग्रहाच्या माध्यमातून विद्युत चुंबकीय विकीरणाचा वापर करून पर्यावरणाची भिन्न परीस्थिती, विविध प्रदेश यांची प्रतिमा/ फोटो याच्या स्वरूपात प्राप्त होवू लागली.

सदूर संवेदन आपल्यापेक्षा अधिक काळ आपल्या सोबत आहे. 1600 मध्ये गॅलिलियोने खगोलीय सर्वेक्षण करण्यासाठी ऑप्टिकल सुधारणा केली. तर 1890 मध्ये फोटोग्राफर गेस्पार्ड फेलिक्स यांनी फुग्यांचा वापर करून उंचावरून फोटो घेवून जमीनीचे सर्वेक्षण करण्याचा प्रयत्न केला.

➤ भारतातील सदूर संवेदनाचा विकास हा 1975 ते 2017 या काळात होत गेलेला आहे.

1. आर्यभट्ट उपग्रह 19 एप्रिल 1975 पासून सुरू झाला.
2. भास्कर सेगल उपग्रह 7 जून 1979 मध्ये सुरू करण्यात आला.
3. रोहिणी आरएस - 1 उपग्रह 18 जुलै 1980 मध्ये सुरू करण्यात आला.
4. भास्कर - द्वितीय उपग्रह वर्ष 20 नोव्हेंबर मध्ये प्रक्षेपित झाला
5. INSAT-1B उपग्रह 30 ऑगस्ट 1987 पासून प्रक्षेपित केले गेले 6. रोहिणी उपग्रह सेवा (एसआरएसओएस -1) उपग्रह 24 मार्च 1987 मध्ये सुरू करण्यात आला.
7. आयआरएस - आयए उपग्रह 17 मार्च 1988 ला प्रक्षेपित करण्यात आले.
8. इन्सॅट - आयसी उपग्रह 12 जून 1990 मध्ये सुरू करण्यात आले होते.
9. आरएस -1 एन उपग्रह सन 29 ऑगस्ट 1992 मध्ये प्रक्षेपित झाला.
10. रोहिणी उपग्रह श्रृंखला (एसआरएसएस सी) 20 मे 1992 मध्ये सुरू करण्यात आली.
11. इन्सॅट -2 बी उपग्रह 23 जुलै 1993 पासून सुरू करण्यात आला.
12. रोहिणी उपग्रह श्रृंखला (एसआरओएसएस - सी 2) 4 मे 1994 पासून सुरू झाली.
13. इन्सेट - 2 डी उपग्रह 4 जून 1997 पासून सुरू केले.
14. INSAT-2E उपग्रह 3 एप्रिल 1999 पासून सुरू झाला.
15. इन्सॅट -3 बी उपग्रह 22 मार्च 2000 साली सुरू करण्यात आले.
16. जीएसएटी -1 सेटेक्शनची सुरुवात 18 एप्रिल 2001 मध्ये झाली.
17. एडीसॅट उपग्रह 20 ऑक्टोबर 2004 मध्ये सुरू करण्यात आले.

18. ओससेट - 2 (आयआरएस - पी 4) उपग्रह 19 सप्टेंबर 2009 पासून सुरू करण्यात आला.
19. जीएसएटी 4 उपग्रह सन 15 एप्रिल 2010 मध्ये सुरू करण्यात आले.
20. युथसेट उपग्रह 20 एप्रिल 2011 रोजी सुरू करण्यात आला.
21. आयआरएनएसएस - 1 एफ उपग्रह वर्षाला 10 मार्च 2016 मध्ये सुरू करण्यात आला.
22. कार्टोसॅट - 2 डी उपग्रह हा 15 फेब्रुवारी 2017 मध्ये सुरू करण्यात आले.
23. भारतातील बहुतेक क्षेत्रात सद्दूर संवेदनाचा वापर केला जात आहे. जसे भू सर्वेक्षण भौतिक, विज्ञान, सैन्य, व्यावसायिक, आर्थिक नियोजनासाठी इ. सद्दूर संवेदन मध्ये सहभागी होणाऱ्या प्रक्रियेमुळे एखाद्या दूर अंतरावर असणाऱ्या घटकाची माहिती मिळविता येते. दूरस्थ म्हणजे दूर आणि माहिती मिळवणे म्हणजे संवेदन. येथे सेन्सर्सचा वापर वस्तूंना समजण्यासाठी केला जातो. सेन्सर “विद्युतचुंबकीय लहरींच्या माध्यमातून एनर्जी” मोजून एखाद्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वस्तूची माहिती मिळवितात.

---

## १.६ इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशन (ईएमआर) चे संकल्पना

---

इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक विकिरण (ईएम विकिरण किंवा ईएमआर असे त्यांना म्हणतात), चार्ज कणांचा वेगाने होणा-या प्रवासाने इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लहरी तयार होतात, आणि या लहरीच्या लाटा तयार होवून त्याचा संबंध ईएम या लहरींशी येतो. यात रेडिओ तरंग, मायक्रोवेव्ह, इन्फ्रारेड, (दृश्यमान) प्रकाश, अतिनील, एक्स, आणि गामा विकिरण यांचा समावेश असतो.

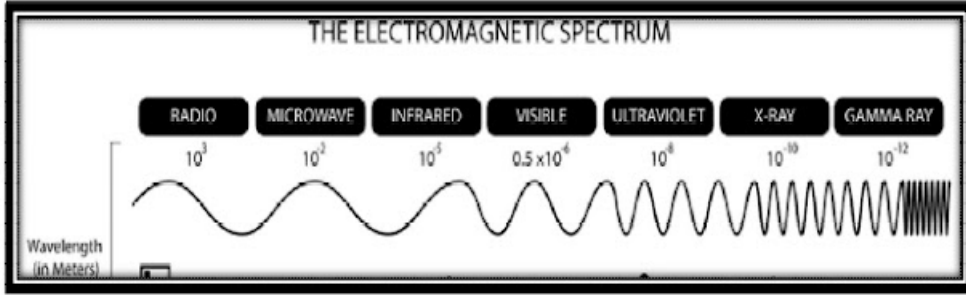
### ➤ तरंगलांबी आणि तरंग वारंवारीता

तरंगलांबी म्हणजे एखाद्या विशिष्ट सूक्ष्मजंतूसारखी असते, तरंगाबद्दल किंवा वारंवारीतेचे जे प्रक्षेपण असते ज्याला स्पेक्ट्रम असे म्हटले जाते. संपूर्ण प्रकाश स्पेक्ट्रम चे संपूर्ण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वर्णक्रम हा एक एक ध्वनी स्पेक्ट्रम किंवा कंप स्पेक्ट्रम करण्यासाठी लागू केले जाऊ शकते. तरंगलांबी सामान्यतः ग्रीक अक्षर लॅम्डा ( $\lambda$ ) द्वारे निदर्शित केलेली आहे. तरंगाच्या लाटा या निश्चित वेगाने पुढे सरकत जास्त वारंवारीता असलेल्या लाटा ज्यांची तरंग लांबी जास्त तर कमी वारंवारीता असलेल्या तरंगाची लांबी कमी असते या तरंगलाटा मध्ये नियतकालिक विद्युत सिग्नल असतात.

## ➤ इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रम

सदूर संवेदन - १

सूर्यप्रकाशामुळे निर्माण होणारी उष्णता सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत प्रवास करते ज्याला विद्युतचुंबकीय लहरी म्हणतात. या लाटामधील तरंगातील बदल मोठ्या प्रमाणात असू शकतात. कारण सूर्यप्रकाशापासून निघालेल्या विद्युतगमनात्मक लहरी पृथ्वीवर विविधतेने येतात. अशा प्रकारे या सर्व लाटांना किंवा लहरींना इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रम म्हटले जाते.



या मध्ये रेड लाईट इन्फ्रामॅग्नेटिक हा एक रेडिएशनचा प्रकार आहे ज्याला विद्युतचुंबकीय वर्णक्रमानुसार इन्फ्रारेड असे म्हणतात. ज्याचा प्रकाशापेक्षा जास्त वेग आहे. नैसर्गिकरित्या येणा-या रेडिओ लहरी या रेडिओ ट्रान्समिटर्सद्वारे तयार केल्या जातात आणि त्या रेडिओ रिसेव्हर्सद्वारे प्राप्त होतात. या लहरींचा उपयोग मोबाइल, रेडिओ कम्युनिकेशन, ब्रॉडकास्टिंग, रडार आणि इतर नेव्हिगेशन सिस्टम्स, कम्युनिकेशन उपग्रह, कॉम्प्युटर नेटवर्कसाठी केला जातो.

➤ 0.00-0.3 मीटर या श्रेणीतील विद्युततरंगलहरी त्यांच्या लांबीसह विद्युत चुंबकीय असतात. या लहरी सामान्य रेडिओ तरंगापेक्षा लहान असतात आणि इन्फ्रारेड रेडिएशनपेक्षा जास्त असतात साधारणतः या लहरी मायक्रोवेव्ह ओव्हनमध्ये वापरल्या जातात तसेच विविध प्रकारच्या औद्योगिक प्रक्रियांसाठी या लहरींचा वापर होतो. तर इन्फ्रारेड रेडिएशनकडे या लहरी या जास्त लांबीच्या तरंग लहरी असतात सन 1800 या वर्षी खगोलशास्त्रज्ञ सर डब्ल्यू एच शर्केल यांनी इन्फ्रारेड या लहरी शोधल्या.

➤ दृश्यमान प्रकाश म्हणजे बहुतेक मानवी डोळ्यांच्या दिसणारे तरंग आहेत. ज्यांची लांबी जास्त आहे या लाटा इंद्रधनुष्याचे रंग म्हणून पाहिले जातात. इंद्रधनुष्यात असणा-या प्रत्येक रंगाची वेगळी लांबी असते लाल रंगाच्या लहरी सर्वात लांब आहे तर जांभळा रंगाच्या लहरीसर्वात कमी लांबीच्या आहेत.

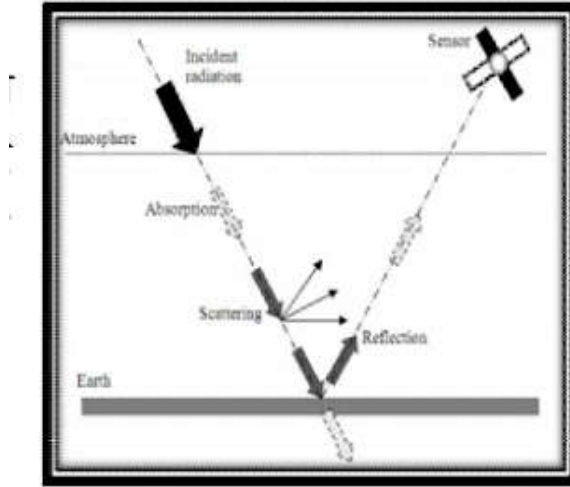
दिसणा-या प्रकाशापेक्षा अल्ट्रा व्हायलेट लहरींचे दृश्यमान कमी आहे परंतु एक्स-रे लहरी पेक्षा जास्त आहे. या लहरी सूर्याच्या एकूण प्रकाशाच्या 10 टक्के उत्पादीत होतात या लहरी विशेषतः म्हणजे ओझोन भार असणा-या किरणांना यूव्ही लहरी म्हणतात त्यांचा

वापर हॉस्पिटल्स मध्ये निर्जंतुक करणे तसेच शस्त्रक्रिया करण्यासाठी आणि यूवी दिवे यासाठी केला जातो. एक्स-रेज तरंगाची लांबी गामा किरणांपेक्षा लहान आहेत. तर क्ष-किरणे हे वारंवारीत उच्च असतात आणि बरीच ऊर्जा देतात. ही किरणे बहुतेक सर्व पदार्थांमधून जातात आणि या किरणांचा मोठ्या प्रमाणात वैद्यकीय उद्योगात वापर करतात.

गामा किरणांमध्ये उच्च वारंवारीता आणि उच्च ऊर्जा असते आणि ती लहान तरंगकिरणे असतात. या किरणात किरणोत्सर्गाचे घटक असतात.

### ➤ पृथ्वीच्या पृष्ठभागाशी आणि वातावरणांशी असणार संबंध

सदूर संवेदनाच्याद्वारे शोधले जाणारे स्रोत किरणांत्सर्गाच्या सहाय्याने काही अंतर अगोदर शोधले जातात. वातावरणातील EMR च्या गुणधर्मांमुळे विकीरण व शोषण क्रिया घडून येते.

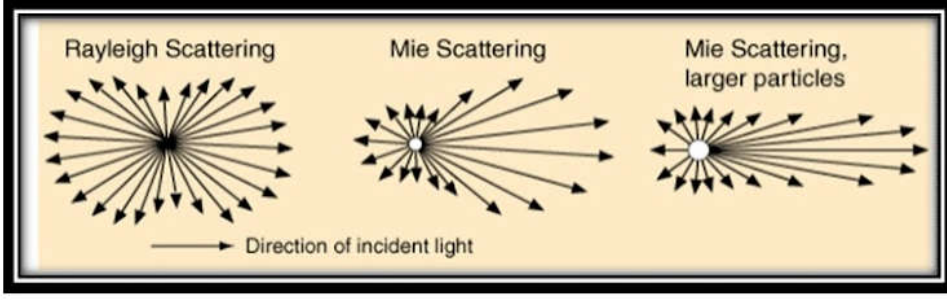


वातावरणातील विकीरीकरण हि एक अशी प्रक्रिया आहे की सर्व बाजूने विकीरण झाल्याने वातावरणातील लहान कण विरघळतो. विकीरीकरण होत असताना कोणतेही परिवर्तन होत नाही परंतु विखूरीत अवस्थेत

असलेली ऊर्जेचे स्वरूप स्थानिक वितरणात बदलले जाते.

खालील तीन वेगवेगळ्या प्रकारात विकीरण प्रक्रिया पहावयास मिळते

1. रेलेइची विकीरण: हे नायट्रोजनचे तसेच धूळीचे लहान कण असतात तर ऑक्सिजनचे रेणूच्या रेलेइची विकीरण तरंग लहरी या जास्त विखूरलेल्या जात नाहीत.



2. माई विखूरण- म्हणजे समान आकाराच्या तरंग लहरी समान अंतरावर विकीरण होतात त्याला माई विखूरण असे म्हणतात. पराग कण, धुके यांच्या प्रभावाने या माई लहरी झुकतात जो रेलेइ च्या विखूरणाचा प्रभाव समजला जातो.

3. निवड नसलेले विकीरण – जेव्हा लहरीच्या परावर्तनापेक्षा किरणे ही खूपच लांब असतात.

शोषण- ही अशी प्रक्रिया आहे की ज्याद्वारे वातावरणाच्या कणांद्वारे उर्जा ठेवली जाते. या शोषणामुळे वातावरणात उर्जेचा प्रभावी तोटा होतो. शोषित घटक हा एकूण उर्जेपैकी सर्वाच उर्जा शोषित नाही. शोषलेली काही उर्जा पुन्हा वातावरणात सोडली जाते. सर्वात जास्त प्रमाण उर्जाचे शोषण जे पाण्याची वाफ, कार्बनडायऑक्साईड आणि ओझोन इतर वायु या घटकांद्वारे होते.

### १.७ रिझोल्यूशन: स्पेशल, टेम्पल, स्पेक्ट्रल आणि रेडिओमेट्रिक

रिझॉल्यूशन म्हणजे दोन स्वतंत्र परंतु समीप ऑब्जेक्ट्स किंवा लाइट चे स्रोत किंवा दोन जवळजवळ समान तरंगलांबिक दरम्यान फरक करण्याची क्षमता. रिजोल्यूशन प्रतिमा किंवा चित्राची तीक्ष्णता आणि स्पष्टता वर्णन करण्यासाठी वापरला जाणारा एक उपाय आहे.

खालीलप्रमाणे 4 प्रकारचे रिजोल्यूशन आहेत:

#### • स्थानिक रेजोल्यूशन

एका डिजिटल प्रतिमेत पिक्सेलच्या डिस्प्ले/दर्शक असतात. प्रत्येक पिक्सेलमध्ये जमिनीच्या पृष्ठभागावर असलेल्या छोट्याश्या घटकांबद्दलची माहिती असते, जी एक ऑब्जेक्ट मानली जाते. स्थानिक रिझोल्यूशन हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील लहान आकाराचे क्षेत्र किंवा आकाराचे मोजमाप आहे. ज्यावर सेंसरने एक स्वतंत्र मापन केले जाऊ शकते. हे मीटरमध्ये जमिनीवर पिक्सेलच्या आकाराने व्यक्त केले जाते. हे स्थानिक रेजोल्यूशनवर आधारित, उपग्रह प्रणालीला कमी-रिजोल्यूशन सिस्टम, मध्यम

रिझोल्यूशन सिस्टम, उच्च रिझोल्यूशन सिस्टम आणि खूप उच्च रिझोल्यूशन सिस्टम म्हणून वर्गीकृत केले जाऊ शकते.

### • टेम्पल रेझोल्यूशन

तात्पुरती रिजोल्यूशन हे त्याच जागी स्थान मिळाल्याबद्दल आणि डेटा प्राप्त करण्यासाठी लागणारा वेळ समजला जातो. हे रेझोल्यूशन सद्दूर संवेदन साठी लागू केल्यावर, हे वेळ सेंसर प्लॅटफॉर्मच्या तसेच सेंसरच्या वैशिष्ट्यांच्या कक्षीय वैशिष्ट्यांवर अवलंबून असते.

### • स्पेक्टल रिझोल्यूशन

स्पेक्ट्रल रिझोल्यूशन हे फिल्टरचे स्पेक्ट्रल बँड रुंदी आणि डिटेक्टरची संवेदनशीलता दर्शविते. स्पेक्ट्रल रेझोल्यूशनना लहरी तरंगलांबी अंतराळ परिभाषित करण्यासाठी सेन्सरची क्षमता किंवा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे विविध घटक दर्शविण्यासाठी एक वर्णक्रमान बँडविड्थमध्ये प्राप्त केलेल्या ऊर्जाचे निराकरण करण्यासाठी सेंसरची क्षमता म्हणून परिभाषित केले जाऊ शकते.

स्पेक्ट्रल रेझोल्यूशनमधील सर्वोत्तम, रेव्हर लिक्विड एका विशिष्ट चॅनेलसाठी किंवा बँडसाठी वापरला जाते.

सद्दूर संवेदन सिस्टम्स मल्टि-स्पेक्ट्रल आहेत, विविध वर्णक्रमानुसार वेग वेगळ्या तरंगलांबीपर्वतावर रेकॉर्ड ऊर्जा. सद्दूर संवेदन मध्ये वेगवेगळ्या स्पेक्ट्रल बँडवर त्यांच्या प्रतिसादाची तुलना करून विविध वैशिष्ट्यांची प्रतिमा ओळखली जाते. उदा. वनस्पती प्रकार, वर्गीकरण इत्यादीसाठी, अधिक सुधारीत तरंगलांबी आणि त्यामुळे सूक्ष्म स्पेक्ट्रल रिझोल्यूशन आवश्यक आहेत.

### • रेडिओमेट्रिक रिझोल्यूशन

पिक्सेल्सची व्यवस्था प्रतिमाच्या स्थानिक संरचनाचे वर्णन करताना, रेडियोधर्माची वैशिष्ट्ये एका प्रतिमेमधील वास्तविक माहिती सामग्रीचे वर्णन करतात. जेव्हा प्रत्येकाने चित्रपटावर किंवा सेन्सरवर एक प्रतिमा प्राप्त केल्यानंतर विद्युत चुम्बकीय ऊर्जांच्या विशालतेला संवेदनशीलता radiometric रिझोल्यूशन ठरवते. इमेजिंग सिस्टमचा रेडिओमेट्रिक रिझोल्यूशन उर्जामधील फरक थोडा दर्शविला जाण्याची क्षमता व्यक्त करतो. सेन्सरच्या रेडिओमेट्रिक रिझोल्यूशनचा उत्कृष्टता, अधिक प्रतिबिंबित किंवा उत्सर्जित उर्जेमध्ये लहान फरक शोधणे हे जास्त संवेदनशील असते.

## १.८ भूगोलमधील सदूर संवेदनाची अंमलबजावणी

- **वन व्याप्त नकाशा:** सेंसरिंग डेटाच्या आधारावर वनाच्छादित बदलांचे निरीक्षण

करण्यासाठी वन आच्छादन नकाशा करण्यात येतो, हे नकाशे भारताच्या वन सर्वेक्षणासाठी केले आहेत.

**पीक सरासरी आणि उत्पादन परीक्षण :** उपग्रह सदूर संवेदन आधारित, पीक सरासरीचा अंदाज आणि प्रमुख पिकांसाठी उत्पादन अंदाज घेता येतो कृषी विभागासाठी हे फार महत्वाचे आहे.

- **पुराचे नकाशे :** हे नकाशे तयार करण्यासाठी उपग्रहामार्फत माहिती मिळविली जाते व नुकसानाचे अंदाज घेण्यात येतात.

- **खनीजांच शोध -** सदूर संवेदनाचा उपयोग करून खनिज क्षेत्रांचे प्रदेश अधोरेखित करण्यात येतात. व तसे नकाशे तयार करता येतात.

- **धोका निर्धारण:** भिन्न प्रकारचे धोके आणी जोखीम क्षेत्रे ओळखण्यासाठी, सदूरसंवेदनाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. महासागर संसाधन: किनारपट्टी च्या प्रदेशाचे नकाशे सदूर संवेदन च्या मदतीने तयार केले जातात.

**सागरी संपत्तीचे स्रोत:** उपग्रह माहितीचा वापर करून मत्स्यव्यवसाय संभाव्य तत्वे तयार केले जातात.

- **वॉटर क्वालिटी मॉनिटरिंग:** औद्योगिक क्षेत्रात जल प्रदूषण एक गंभीर समस्या बनली आहे. सदूर संवेदनच्या सहाय्याने वॉटर क्वालिटी मॉनिटरिंग करता येवू शकते. तसेच समुद्राच्या पृष्ठभागाचे तपमान मोजता येवू शकते हिमप्रदेशाचे सर्वेक्षण: उपग्रहाच्या सहाय्याने मिळणारी माहिती व सदूर संवेदनाचा वापर करून हिमप्रदेशाचे सर्वेक्षण करता येते या मध्ये रोज किती बर्फ वितळते त्याचे तापमान या सारख्या गोष्टींवर लक्ष ठेवता येवू शकते. माती नकाशा: सदूर संवेदन चा वापर करून मातीतील अल्कधर्मियता खनिजांचे प्रमाण यांच्या माहितीच्या आधारे नकाशा तयार करता येतो .

**मातीवर पडणारा पर्यावरणीय प्रभाव व त्याचे आकलन करता येते जसे (ईआयए):** या मातीचा वातावरणात खनिज, शेती, उद्योग यांसारख्या विविध उपक्रमांच्या पडणारा प्रभावांपर्यंत काय आहे हे पाहण्यासाठी उपग्रह सदूर संवेदन माहितीचा वापर केला गेला जातो.

**शहरी अभ्यास:** शहरी अभ्यासांमध्ये बरेच नवीन अनुप्रयोग उपलब्ध आहेत उपग्रह माहितीच्या सहाय्याने ते प्रयोग केले जात आहेत.

**तेल फैलाव तपासणी:** समुद्राच्या पाण्याच्या पातळीवर मोठ मोठ्या जहाजांचामुळे होणारा तेलाचा फैलाव याचे परीक्षण सदूर संवेदनाच्या माध्यमातून करता येते.

**बॅथिमीट्रीक सर्वेक्षण:** सध्या सदूर संवेदन चा उपयोग करून विविध क्षेत्रांचे किंवा सागरी तळाची सखोल मोजणी करता येते व तसे तक्ते व नकाशे बनवितात येतात.

**वातावरणीय उत्सर्जनांचे परीक्षण:** अशी सॉफ्टवेअर विकसित केली गेली आहेत. जेणेकरून नैसर्गिक आणि प्रदूषणकारी उत्सर्जनांचा अंदाज घेण्यासाठी उपग्रह प्रतिमांचा ताराखांनुसार उपयोग केला जाऊ शकेल.

---

## १.९ सदूर संवेदनच्या खुल्या डेटा साइट्स: एक्सप्लोर / ऍक्सेस करा

---

- ब्राउन वेबसाइट उघडा मुक्त दूर संवेदनक्षमडेटा प्रदान करणा-या वेबसाइटला भेट द्या

---

## १.१० आपली प्रगती तपासा

---

१. रिक्त जागा भरा:

अ. १९६० च्या दशकात \_\_\_\_\_ मध्ये तांत्रिक संज्ञा "रीमोट सेंसिंग" प्रथम वापरली.

ब. \_\_\_\_\_ या प्रक्रियेमध्ये कोणत्या घटनेची ऊर्जा, वातावरणात दिलेल्या कणांद्वारे दिलेल्या तरंगलांबीवर ठेवली जाते

क) इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वर्णक्रमानुसार इन्फ्रारेड लाईटपेक्षा अधिक तरंगलांबीसह इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक विकिरण \_\_\_\_\_

ड. इन्फ्रारेडचा खगोलशास्त्रज्ञ \_\_\_\_\_ द्वारे १८०० मध्ये शोधला गेला.

ई. तरंगलांबीलहरी \_\_\_\_\_ च्या बाबतीत प्रमाणित आहेत.

---

## १.११ प्रश्नांची उत्तरे

---

अ. संयुक्त राष्ट्र

ब. शोषण

क. रेडिओ लहरी

ड सर डब्ल्यू हर्शल

ई. वारंवारता

## १.१२ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

- तरंगलांबी एका लाटाच्या शिखरे, विशेषतः ध्वनी लहर किंवा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाईव्हमधील अंतर.
- स्पेक्ट्रम: रंगांचा एक समूह जसे इंद्रधनुष्यामध्ये दिसतो, तरंगलांबीच्या अनुसार अपवर्तनाने त्यांच्या वेगवेगळ्या प्रमाणात प्रकाशाच्या घटकाद्वारे वेगळे केले जाते.
- रेडिएशन: ऊर्जा उत्सर्जन इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाईज, विशेषतः उच्च-ऊर्जा कण ज्यामुळे होऊ शकते.

## १.१३ TASK

Google Earth ला भेट द्या आणि जगाचा नकाशाचे निरीक्षण करा संबंधित उपकरणाचा वापरून आपल्या निवडीच्या क्षेत्रासाठी ऐतिहासिक किंवा भौगोलीक प्रतिमा डाउनलोड करण्याचा प्रयत्न करा. त्या स्थान बाबत झालेले बदल आणि संभाव्य कारणे याविषयी चर्चा करा.

## १.१४ या अभ्यासासाठी संदर्भ

- जोसेफ, जॉर्ज (२००५): 'फंडामेंटल्स ऑफ सदूर संवेदन', युनिव्हर्सिटी प्रेस, हैद्राबाद
- कॅम्पबेल, जेम्स (२०११): 'सदूर संवेदन, गिल्डफोर्ड प्रेस, न्यू यॉर्क
- कुमार, एस (२००५): 'बेसिक्स ऑफ सदूर संवेदन अँड जीआयएस', लक्ष्मी प्रकाशन, नवी दिल्ली



## सदूर संवेदन - २

या अध्यायातून जात असताना आपण खालील गोष्टी समजून घेण्यास सक्षम असाल:

### घटक रचना

२.१ उद्दीष्टे

२.२ परिचय

२.३ विषय चर्चा

२.४ प्रतिमेचे कार्य: वर्गीकरण, परिमाण व मोजमाप

२.५ प्रतिमांचे वर्गीकरण सांगणारी माहिती: रंगछटा, पॅटर्न, आकार, छाया इत्यादी

२.६ दृश्यमान प्रतिमांचे वर्गीकरण: प्रतिमांना मान्यता घटक नियुक्त करत असलेल्या कमीत कमी चार उपग्रह प्रतिमांचे अर्थ लावणे.

२.७. विषयवार नकाशा बनविणे : ट्रेस पेपरचा वापर करून विषयासंबंधी नकाशांची निर्मिती

२.८ सारांश

२.१० आपली प्रगती तपासा

२.११ प्रश्नांची उत्तरे

२.११ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

२.१२ कार्य

२.१३ पुढील अभ्यासासाठी संदर्भ

---

### २.१ उद्दीष्टे

---

- प्रतिमा अर्थ लावणे व विविध कार्ये जाणून घेण्यासाठी
- प्रतिमा विश्लेषणाच्या घटकांना समजण्यासाठी
- दृश्यमान प्रतिमा अर्थ लावणेची प्रक्रिया समजून घेणे आणि त्याविषयासंबंधी नकाशाची प्रक्रिया जाणून घेण्यासाठी
- विषयवार नकाशा बनविणे : ट्रेस पेपरचा वापर करून विषयासंबंधी नकाशांची निर्मिती

## २.२ परिचय

प्रतिमा स्पष्टीकरण एक प्रभावी तंत्र आहे. जो अंतराळामधून घेतलेली छायाचित्र म्हणून ओळखले जाते यात छायाचित्रांची विविध वैशिष्ट्यांचे ओळखण्यास आणि त्याचा विविध क्षेत्रातील विविध भागांचा विषयांचा अभ्यास करण्यास मदत होते.

छायाचित्रांच्या अभ्यासामध्ये वनक्षेत्र, जलाशयाचा, शहरी वसाहत, शेती, नापीक जमीन इ. सारख्या विविध वैशिष्ट्यांची ओळख होते. प्रतिमा आणि छायाचित्रांमधून वैयक्तिक वैशिष्ट्ये ओळखता येतात व त्यांची माहिती मिळविता येते.

## २.३ विषय चर्चा

सदूर संवेदन हे एखाद्या घटकाच्या प्रकृतीक संपर्कात येत नसूनही एखाद्या वस्तु किंवा घटनेबद्दल माहिती काढण्याची कला आहे. सदूर संवेदन ही एक अशी कला आहे की ज्याद्वारे पृथ्वीवरील विविध क्षेत्रांची माहिती आपण मिळवू शकतो.

आपण एखाद्या प्राकृतिक विभागाची किंवा एखाद्या वस्तूची माहिती मिळविण्यासाठी प्रयत्न करू शकतो. उपग्रहासाठी घेतले जाणारे छायाचित्र हे हवाई माउंट या कॅमे-याद्वारे घेतले जाते.

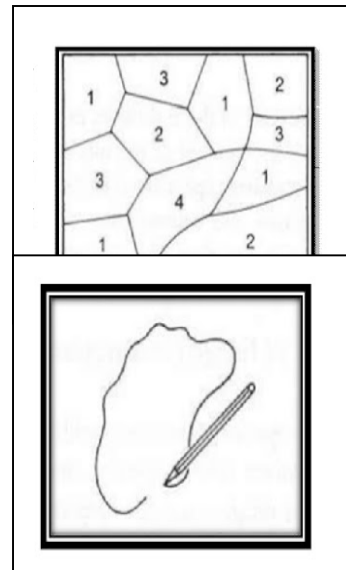
सदूर संवेदन यातून मिळालेली माहिती दोन प्रकारची असते – एक म्हणजे उपग्रहाद्वारे घेतलेला छायाचित्र आणि हवाई छायाचित्र छायाचित्र काढणे ही पहिली प्रक्रिया आहे आणि त्या छायाचित्राच्या द्वारे माहितीचे वर्गीकरण करणे सदर प्रकरणात मध्ये अंतराळातून मिळणा-या प्रतीमांचा अभ्यास आपण पहाणार आहोत.

## २.४ प्रतिमा माहितीचे उद्दीष्ट, वर्गीकरण, रेखाचित्रे व मोजमापे

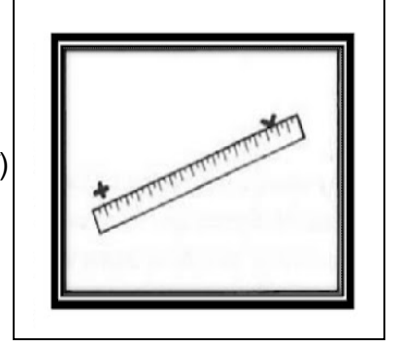
प्रतीमांचे वर्गीकरण की एक कला नसून ते एक तंत्र आहे. जे शास्त्रशुद्धरित्या वापरले जाते. ज्याने प्रतीमांच्या वर्गीकरणाची शास्त्रशुद्धता वाढू शकते.

A. वर्गीकरण – या उद्दीष्टांमध्ये प्रतिमेचे विविध घटक व त्यांचे वर्गीकरण हे विविध वैशिष्ट्यानुसार तसेच विविध तकत्यानुसार सांगितले जाते. तसेच सोबतच्या आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे विविध प्रदेशांना वेगवेगळे नंबर दिले जातात.

b) रेखाचित्रे व तीची कार्ये यांचा यात समावेश होतो. रेखाचित्रे हिमार्करचे वेगवेगळे रंगवापरून तसेच वेगवेगळी चिन्हे वापरून तयार केलेली असतात. रेखाचित्राद्वारे रेखाटलेला नकाशा जमीनीचा वापर दर्शवीतो हा नकाशा पेन्सील किंवा पेनाने कसा तयार केला जातो हे सोबतची आकृती दर्शविते.

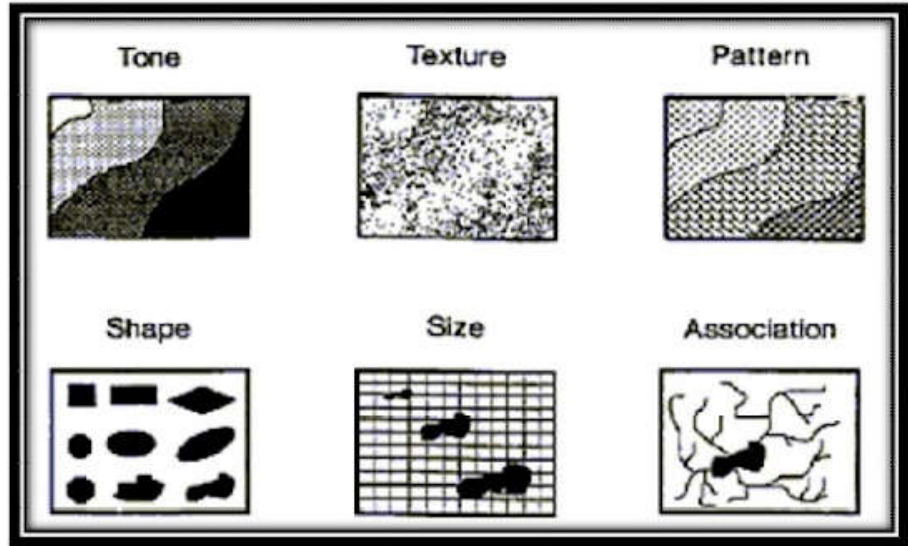


c) मापन: एखादया नकाशाचे क्षेत्र मोजण्यासाठी मापन पध्दती वापरली जाते जी नकाशावरील विविध प्रकारची अंतर मोजण्यासाठी उपयोगी ठरते. जसे चित्राचे माप, जमीनीवरील अंतर (भौमितीय आकार (सेमी.. मिमी.. इत्यादी) च्या सहाय्याने मोजलेल्या अंतरावर रुपांतर करण्यास मदत करते जसे (किमी, मैल इ.). ह्याशिवाय आकृतीमध्ये अंतर किती प्रमाणावर मोजता येईल याचे प्रतिनिधित्व करते.



## २.५ प्रतिमा वर्गीकरणाचे घटक रंगछटा, छायापध्दतीची तंत्रे, आकार, श्रेत्र आकार

a) **रंगछटा:** रंगांच्या विविध छटा त्यांरंगाचा गडदपणा किंवा फिकटपणा त्या प्रतिमेची गुणवत्ता निदर्शित करतो.



तसेच रंगांचीछाया व रंगांचा गडदपणा त्याप्रतिमेतील दाखविलेली भूरूपे किंवा इतर फरक स्पष्ट करतो.

b) **आकार (shape):** एखादया विविध भूभागाची बाह्य सिमा म्हणजे आकार निदर्शीत होतो. मनुष्यनिर्मित असणारी भूरूपेहि नियोजीत आकाराची असतात तर निसर्गनिर्मित असणारी भूरूपे अनियमित आकाराची असतात. बहुतेक भूपे त्यांच्या आकारानुसार ओळखली जातात.

c) **आकार (Size):** एका प्रतिमेमधील इतरांसह वैशिष्ट्याच्या आकाराची तुलना एखाद्या प्रतिमेच्या चांगल्या समजण्यात आणि अर्थ लावण्यात मदत करते. वैशिष्ट्याच्या आकाराचे अंदाज प्रतिमा स्पष्ट करण्याची प्रक्रिया जलद आणि सोयीस्कर करते.

d) **नमुना:** नमुना म्हणजे प्राकृतीक भूरूपाचे पध्दतशीर केलेले नियोजन होय. वारंवार येणा-या गोष्टींचे योग्य पध्दतीने केलेले नियोजन होय. काही नैसर्गिक तसेच मानव निर्मित घटकात हे नियोजन तुलनात्मक रित्या मांडता येते.

e) **बनावट:** एका प्रतिमेच्या एका निश्चित क्षेत्रात होणा-या बदलाची वारंवारता दर्शविली जाते. जी उत्पादने म्हणजे रंग छटा, आकार रंगाची गडदता होय. प्रतीमा हि खडबडीत दृश्यमान चित्राची आहे की इतर परीणामांची आहे हे रंगांच्या विविध रंग छटांद्वारे किंवा गडदतेद्वारे बनविले जाते किंवा दाखविले जाते.

f) **छाया:** गडद रंगावरून सूर्याची किरणे हि परावर्तीत होत नाहीत तर फिकट रंगावरून मात्र सूर्याची किरणे परावर्तीत होतात प्रतिमेवरील गडद रंग विविध प्रकारची माहिती दर्शवितात. तसेच उठाव हि दर्शवितात.

g) **संघटना:** इतरांशी संबंधात विशिष्ट वैशिष्ट्य ओळखली जातात यात प्रतिमेमध्ये दाखविलेली एकत्रीत भूरूपांचा संबंध व त्यांचा इतरांशी विविध वैशिष्ट्ये यांच्याशी असलेला संबंध दर्शविला जातो वस्तू किंवा विविध भूरूपे हि एकएकटी ओळखणे कठीण जाते हि रूपे संघटनात्मक रित्या ओळखली जातात. तसेच हे वर्गीकरण आसपासच्या संबंधानुसार केले जाते. उदा पाणीपुरवठ्याच्या सुविधा. तसेच विमानाच्या धावपट्या इत्यादी

h) **रंगसंगती उपग्रहाच्याद्वारे मिळणा-या प्रतिमांचे दोन प्रकार आहेत.** एक म्हणजे False Colour Composite (FCC) आणि दुसरी म्हणजे True Colour Composite (TCC). होय FCC म्हणजे प्रकृतीक भूरूपाच्या मूळ रंगापेक्षा वेगळे रंग आणि TCC म्हणजे भूरूपाचे मूळ रंग होय सदर संकल्पना खालील तक्त्याद्वारे आपल्याला समजू शकते.

| वैशिष्ट्य       | रंग FCC          | रंग TCC             |
|-----------------|------------------|---------------------|
| भाजीपाला / शेती | लाल              | हिरवा               |
| पाणीसाठा        | काळा ते गडद निळा | निळा                |
| वस्ती           | हिरवा            | क्षेत्रानुसार बदलते |
| परिवहन ओळी      | काळा             | लाल /हिरवा          |

## २.६ दृश्यमान प्रतिमांचे स्पष्टीकरण:

ज्याप्रकारे आम्ही पर्यावरणाची कल्पना करतो आणि तसेच पर्यावरणास समजून घेण्याचा प्रयत्न करतो. त्याच प्रमाणे दृश्यमान प्रतिमा समजून घेणे महत्वाचे आहे दृश्यमान प्रतिमांमध्ये विशिष्ट भूरूपांचे अर्थ समजून घेणे महत्वाचे आहे. यादृश्यमान प्रतिमांचे वेगवेगळे अर्थ काढले जातात. ही प्रकिया अंदाजे दोन स्तरांमध्ये विभाजित केली जाऊ शकते

दृश्यमान रस्त्यांची, शेतात, नद्या इ. सारख्या वस्तूंची ओळख. मान्यताची गुणवत्ता प्रतिबिंब आणि व्हिज्युअल समजही तज्ञांवर अवलंबून असते.

घटकांची ओळख: यात रस्ते शेती, नद्या इत्यादी घटक यांची ओळख प्रतिमा वाचन करणा-यांवर अवलंबून असते.

- खरी निष्कर्ष हा (मागील ओळखीच्या घटकापासून) परिस्थिती, पुनप्राप्ती इत्यादींद्वारे त्याचा शोधता येतो. यात विषयाचे विशिष्ट ज्ञान आणि कौशल्य महत्वाचे आहेत. आपल्याला प्रक्रिया समजण्यास मदत करण्यासाठी येथे दृष्यमान प्रतिमा अर्थाचा एक उदाहरण दिले आहे.
- अर्थ लावणे: वरील बृहन्मुंबईची प्रतिमा हि उपरोक्त उपग्रह व्दारे घेतलेली आहे. ही प्रतिमा फेब्रुवारी 2014 मध्ये लँडसॅट 8 या उपग्रहाव्दारे घेतलेली आहे. ही प्रतिमा बँड्स 5, 4 आणि 3 च्या प्रतिमेचे प्रतिनिधित्व करते.

प्रतिमेमध्ये, हे लक्षात येते की, तेथे भरपूर वनस्पती आहेत ज्या लाल रंगात दर्शविली गेल्या आहेत. समुद्र किना-यावरील खारफूटी या वनस्पती या लाल रंग चे प्रतिनिधित्व करतात आणि प्रतिमेचा पूर्व भागात लाल भाग हे नैसर्गिक वनस्पतींचे प्रतिनिधित्व करतात जे संजय गांधी राष्ट्रीय उद्यानाचा भाग आहे. मध्यवर्ती भागात एक विमानतळ दाखविलेले आहे. संजय गांधी राष्ट्रीय उद्यानाच्या दक्षिणेच्या भागांमध्ये तीन तलाव दिसतात. पवई तलाव, तुलसी तलाव आणि विहार तलाव. पश्चिमेकडील आणि दक्षिणेला अरबी समुद्र आहे. तर पूर्वेस ठाणे खाडी आहे. त्या शहराच्या भोवती एक मोठा जलमार्ग आहे. उल्हास नदीच्या मध्ये एका बेटाचे अस्तित्व आहे. या प्रदेशात वसाहती घनदाट आहेत.

## २.७ स्थल दर्शक नकाशा: ट्रेस पेपर वापरून स्थल दर्शक नकाशाची निर्मिती

ट्रेसिंगद्वारे एक विषयासंबंधीचा नकाशा तयार करण्यासाठी अत्यावश्यक नकाशा ज्याला बेस नकाशा असे म्हणतात.

- जो नकाशा योग्य त्या प्रमाणानुसार सादर केलेला असतो तसेच त्या नकाशात भौगोलीक स्थान योग्य प्रकारे सादर केलेले असते
- मूलभूत नकाशात दिलेली सर्व माहिती रंगांच्या विविध छटांनुसार दर्शविली जाते.
- पायाभूत नकाशा खाली प्रमाणानुसार तयार केला जातो.
- 1: 50,000, 1: 100,000 किंवा 1: 250,000 हे प्रमाणात असलेले स्थलदर्शक नकाशे उच्चतर अशा रेझोल्यूशनचे असतात हे नकाशे उपग्रहा व्दारे मिळविले जातात अशा नकाशांची प्रतिमा विश्लेषणासाठी सर्वोत्कृष्ट असते.
- ऑर्थोफोटो नकाशे अधिक सहजपणे वर्गीकृत माहितीचे हस्तांतरण करण्यासाठी वर्गीकरणाद्वारे वापरले जातात, विशेषत: वन वर्गीकरणांच्या बाबतीत.
- NATMO नकाशे विषयासंबंधी माहितीचा सर्वोत्तम स्रोत आहे ते सर्व अत्यावश्यक घटकांसह विषयासंबंधी नकाशे वापरण्यास तयार आहेत. विषयासंबंधीचा नकाशा ट्रेस करण्याची प्रक्रिया खालीलप्रमाणे आहे:

बेस नकाशावर किंवा पायाभूत नकाशावर ट्रेसिंग पेपर ठेवावा . कोप-यात चिमटे लावावे जेणेकरून ट्रेसिंग करताना पेपर हलणार नाही. आवश्यक ती माहिती लक्षात घेवून ट्रेसिंग करण्यास प्रारंभ करावा. शोधलेल्या माहितीला एका कागदावर स्थानांतरित करा. बहुतेक करून ट्रेसिंग टेबलचा वापर करून नकाशाची अंमलबजावणी केली पाहिजे. ट्रेसिंग टेबलमधील प्रकाशासह, कागद आणि त्रुटी कमीत कमी करणे सोपे होईल. विविध रंग आणि चिन्हांच्या मदतीने माहिती सादर करावी.

## २.८ सारांश

➤ रिमोट सेन्सिंग हे एखाद्या प्राकृतिक संपर्कात येत नसल्यास एखाद्या वस्तु किंवा घटनेबद्दल माहिती काढण्याची कला आहे. छायाचित्रांच्या अभ्यासामध्ये वनक्षेत्र, जलाशय, शहरी वसाहत, शेती, नापीक जमीन इ. सारख्या विविध वैशिष्ट्यांची ओळख करणे सोपे जाते. प्रतिमा आणि छायाचित्रांमधून वैयक्तिक वैशिष्ट्ये ओळखणे म्हणजे व्याख्या आणि माहिती काढण्याचे एक महत्वाचे साधन आहे. प्रतिमा अर्थ लावणे व नकाशातील घटक आकार, रंगाच्या छटा, जमीनीचा पोत, नमुना, संघटना आणि सावली यांचा समावेश करण्यात येतो.

## २.९ आपली प्रगती तपासा

### १. रिक्त जागा भरा

- अ) \_\_\_\_\_ हे एक प्रभावी तंत्र आहे जे आपल्याला विविध वैशिष्ट्ये \_\_\_\_\_ ओळखण्यास व वेगळे करण्यास मदत करते
- ब. \_\_\_\_\_ या वैशिष्ट्येचा स्थानिक व्यवस्थेचा उल्लेख आहे
- क. भौगोलिक समन्वय प्रणालीचा वापर \_\_\_\_\_ स्थापन करण्यासाठी केला जातो.
- ड. स्पष्ट रूपाने रेखाटलेली वैशिष्ट्ये आणि जमीन वापर \_\_\_\_\_ दर्शविणारा एक नवीन नकाशा तयार करण्यात मदत करतो.
- ई. एका वैशिष्ट्याच्या \_\_\_\_\_ चे जलद अंदाज छायाचित्र सांगण्याची प्रक्रिया जलद आणि सुविधा जनक बनवते.

### २. स्तंभजुळवा:

| अ             | ब                             |
|---------------|-------------------------------|
| अ. वर्गीकरण   | i . दोन वैशिष्ट्यांमध्ये अंतर |
| ब. मापन       | ii. वैशिष्ट्यांचे स्थान       |
| क. संघटना     | iii. वैशिष्ट्यांची ओळख        |
| ड . FCC       | iv. डिमेटिंग फीचर्स           |
| ई. रेखाचित्रे | v. लालरंगाचे अनाच्छादन        |

### 3. चूक की बरोबर ते सांगा

- अ. विषयासंबंधीच्या नकाशांची योग्यनिर्मिती करण्यासाठी ट्रेसिंग सारणी कागदाद्वारे पहाण्यास मदत करते
- ब. ट्रान्सपोर्ट ओळी FCC प्रतिमांमध्ये लाल रंगात दर्शविली जातात.
- क. मनुष्यनिर्मित विशेषतः नियमित स्वरूपात, सममित किंवा आकाराने तीक्ष्ण आहे.
- ड. NATMO नकाशे विषयासंबंधी माहितीचा सर्वोत्तम स्रोत आहे
- ई. टीसीसी सर्व फीचर्स विविध रंगात दर्शवते.

---

### २.१० प्रश्नांची उत्तरे

---

#### 1. गाळलेल्या जागा भरा:

- अ. प्रतिमा व्याख्या
- ब. नमुना
- क. भौगोलिक संदर्भ
- ड. रेखाचित्रे ई. आकार
2. जोड्या जुळवा: अ. iii ब. i
3. चूक की बरोबर ते सांगा
- अ. बरोबर
- ब. चूक
- क. बरोबर
- ड. बरोबर
- ई. चूक

---

### २.११ तांत्रिक शब्द आणि त्यांच्या मते

---

- सदूर संवेदन: पृथ्वीबद्दल माहिती प्राप्त करण्यासाठी उपग्रह किंवा विमानाचा वापर केला जातो.
- वायूशास्त्रीय छायाचित्रण: वायूशास्त्रीय छायाचित्रण म्हणजे जमिनीच्या छायाचित्राचे एकाउंच / फोटो घेणे. सहसा कॅमेरा जमिनीवर आधारित ठेवता येत नाही.

- उपग्रह प्रतिमा: उपग्रह प्रतिमांचे वर्गीकरण उपग्रह प्रतिमा पृथ्वी किंवा पृथ्वीवरील सरकार आणि व्यवसायाद्वारे संचालित इमेजिंग उपग्रहद्वारे संकलित केलेल्या इतर ग्रहांच्या प्रतिमा आहेत.
- थर्मासिक नकाशा: एक विषयासंबंधीचा नकाशा हा एक नकाशा असून त्यात एखाद्या विशिष्ट विषयावर किंवा विशेष विषयावर जोर दिला जातो जसे क्षेत्रातील सरासरी पर्जन्य वितरण. ते सामान्य संदर्भ नकाशापेक्षा वेगळे आहेत कारण ते नद्या, शहरे, राजकीय उपविभाग आणि महामार्ग यांसारख्या नैसर्गिक वैशिष्ट्ये दर्शविणार नाहीत.

---

## २.१२ कार्य

---

- सांस्कृतिक आणि प्राकृतिक दोन उपक्रमांची माहिती
- कोणत्याही दोन छायाचित्रांचा अर्थ लावा

---

## २.१३ या अभ्यासासाठी संदर्भ

---

- लिलीसॅड, थॉमस; Kiefer Ralph आणि चिपमन, जोनाथन (2015): 'रिमोट सेन्सिंग अँड इमेजइंटर प्रिंटेशन', विले पब्लिकेशन्स, यूएसए.
- ब्रायसन, नॉर्मन; होलीमायकेल आणि मॉक्सी, किथइड्स (1994): 'व्हिज्युअल कल्चर: इमेजइंटर प्रिंटेशन', वेस्लेयन युनिव्हर्सिटी प्रेस, यूएसए.
- साहू, कालीचरण (2008): 'टेक्स्टबुक ऑफ रिमोटसेन्सिंग अँड जियोग्राफिकल इन्फॉर्मेशन सिस्टम्स', अटलांटिक पब्लिशर्स अँड डिस्ट्रिब्युटर, नवी दिल्ली.



## ग्लोबल पोझिशनिंग सिस्टीम (जीपीएस)

या प्रकरणातून जात असताना, आपण खालील गोष्टी समजून घेण्यास सक्षम असाल:

### घटक रचना

- ३.१ उद्दिष्टे
- ३.२ परिचय
- ३.३ विषय चर्चा
- ३.४ व्याख्या आणि संकल्पना
- ३.५ घटक: वापरकर्ता विभाग, स्पेस सेगमेंट आणि कंट्रोल सेगमेंट
- ३.६ प्रकार: हातातील जीपीएस आणि डीजीपीएस
- ३.७ अनुप्रयोग: भूगोल आणि सामान्य वापरातील जीपीएस उपयोग
- ३.८ हातावर / व्यावहारिक: जीपीएस वापरून पॉईंट, लाईन आणि बहुभुज वैशिष्ट्यांची सीमारेषा
- ३.९ सारांश
- ३.१० आपली प्रगती तपासा
- ३.११ प्रश्नांची उत्तरे
- ३.१२ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ
- ३.१३ कार्य
- ३.१४ पुढील अभ्यासाठी संदर्भ

---

### ३.१ उद्दिष्टे

---

- जीपीएसची व्याख्या आणि संकल्पना समजून घेणे.
- जीपीएस घटक आणि प्रकार समजून घेणे.
- जीपीएसच्या वापर कसा करावयाचे ते जाणून घेणे

## ३.२ परिचय

प्रायोगिक तत्वावर अमेरिकेने 1960 मध्ये ग्लोबल पोझिशनिंग सिस्टीमची निर्मिती केली. 1974 मध्ये अमेरिकेच्या सैन्यदलाच्या इतर शाखांनी या प्रयत्नात सहभाग घेतला. अमेरिकेने पहिला उपग्रह 1978 मध्ये अवकाशात प्रक्षेपित केला व एप्रिल 1995 मध्ये ही प्रणाली पूर्णतः कार्यान्वित झाली. ग्लोबल पोझिशनिंग सिस्टिममध्ये 24 उपग्रह असतात, जे जगभरातील स्थिती, वेळ आणि वेग माहिती प्रदान करण्यासाठी जगभरात एकदा 12 तासांनी फिरतात. उपग्रहाद्वारे अंतराळ मापन करून जीपीएस पृथ्वीवरील स्थानांची अचूक ओळख करणे शक्य करते. जीपीएस आपल्याला पृथ्वीवरील स्थानांवरील ठिकाणे रेकॉर्ड करण्याची किंवा तयार करण्याची परवानगी देते. आणि त्या स्थानांवर आणि नेविगेट करण्यात मदत करते. मूलतः जीपीएस प्रणाली फक्त लष्करी उपयोगासाठीच तयार केली गेली होती. परंतु 1980 च्या दशकापर्यंत ती नागरी वापरासाठी उपलब्ध करून दिली गेली नव्हती.

## ३.३ विषयचर्चा

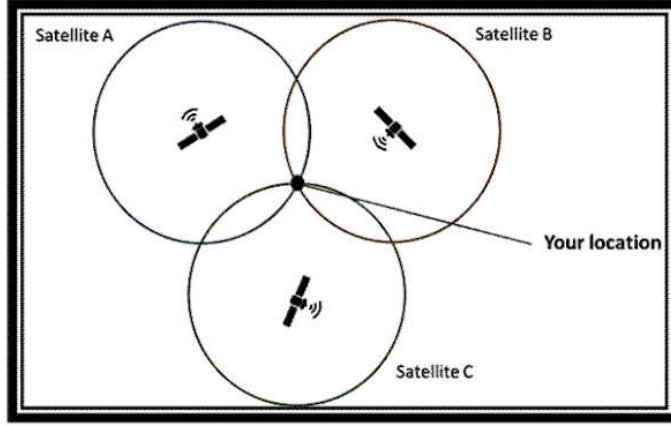
ग्लोबल पोझिशनिंग सिस्टीम (जीपीएस), मूलतः जीपीएस, एक स्पेस-आधारित रेडिओ नेविगेशन प्रणाली आहे. जी युनायटेड स्टेट्स (अमेरीका) सरकारच्या मालकीची आहे आणि युनायटेड स्टेट्स वायुसेनेने ऑपरेट केली आहे. ही एक जागतिक नेविगेशन उपग्रह प्रणाली आहे जीचाओ.एस. (operating System) रिसीव्हरला भौगोलिक स्थान आणि वेळेची माहिती पुरवते. GPS प्रणाली संपूर्ण जगभरातील लष्करी, नागरी आणि व्यावसायिक वापरकर्त्यांना स्थिती प्रदान करते. ही प्रणाली युनायटेड स्टेट्स सरकारने तयार केली, आणि जीपीएस रिसीव्हर असलेल्या कोणासही ती सहजपणे उपलब्ध करून दिली. तंत्रज्ञानातील प्रगती आणि सध्याच्या प्रणालीवरील व आधुनिकीकरणामुळे ही प्रणाली पूर्णतः बदललेली आहे.

रशियन या देशाने ग्लोबल नेविगेशन सेटम सिस्टम (जी.एल.ओ.ए.एस.एस.) जीपीएस सह समकालीनपणे विकसित केली गेली. परंतु सन 2000 च्या दशकाच्या मध्यापर्यंत जगाच्या भाग अपूर्ण स्वरूपात कव्हरेजने ग्रस्त होता. (जी.एल.ओ.ए.एस.एस.) GLONASS ही पद्धती जीपीएस उपकरणांमध्ये जोडले जाऊ शकते, तसेच यापद्धतीद्वारे अधिक उपग्रह उपलब्ध करून देणे आणि दोन मीटर दरम्यान, स्थिती अधिक जलद आणि

अचूकपणे निश्चित करणे किंवा यापद्धतीद्वारे सक्षमीकरण करता येते युरोपियन युनियन यांनी केलेली जीपीएस पद्धती लाँगिलियो पोझिशनिंग सिस्टीम असे म्हणतात तर चीनची जीपीएस पद्धती लाबीडॉ नेविगेशन सेटम सिस्टम असे म्हणतात. तर जीपीएस पद्धतीला भारताची NAVIC असे म्हणतात आणि जपानची जीपीएस पद्धतीला क्वॅसीझिनिथ उपग्रह प्रणाली असे म्हणतात.

### ३.४ व्याख्या व संकल्पना

परिभाषा: जीपीएस म्हणजे "ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम" आहे. एखाद्या वस्तूची जागा निश्चित करण्यासाठी वापरण्यात येणारी उपग्रह नेव्हिगेशन प्रणाली अशी तिची व्याख्या केली जाऊ शकते. '



- **संकल्पना:** जीपीएस या संकल्पनेत रिसीव्हर्स मधून उपग्रहांद्वारे माहिती प्रसारित केली जाते आणि वापरकर्त्याच्या अचूक स्थानाची गणना करण्यासाठी या संकल्पनेत त्रिकोणाचा पद्धतीचा वापर केला जातो. पृथ्वीच्या कक्षेत जवळ जवळ चोवीस जीपीएस उपग्रह आहेत. त्यामुळे जीपीएस प्राप्तकर्ता स्वतःचे स्थान डेटा वापरून स्वतःचे स्थान सांगू शकतात. माहिती किंवा डेटा यांची तुलना करण्याकरीता 3 किंवा जास्त जीपीएस उपग्रहांची आवश्यकता लागते. या प्रक्रियेत प्रत्येक उपग्रहाला अंतर प्राप्त करण्यासाठी, जीपीएस प्रत्येक उपग्रहाकरीता सिग्नल प्रसारित करते. प्रसारीत केलेले सिग्नल ज्ञात गतीकडे जातात. यात जीपीएस सिस्टीम सिग्नलच्या ट्रान्समिशन आणि सिग्नल रिसेप्शन दरम्यानच्या वेळेच्या वेळेचे माप करते. या सिग्नलमध्ये उपग्रहांच्या स्थानाविषयीची माहिती असते. स्थान निर्मिती संदर्भात त्रुटी कमी करण्यासाठी, कमीतकमी तीन उपग्रहांची स्थिती आवश्यक असते आणि अशी स्थिती जीपीएस निर्धारित करते. प्राप्तकर्ता trilateration वापरून स्थितीची गणना करते.

- **जीपीएसची कार्ये:** उपग्रह हे जीपीएसचे आधार आहेत. जे सतत पृथ्वीच्या कक्षेत परीभ्रमण करीत असतात. हे उपग्रह, आप्तिवक घड्याळा सह सुसज्ज असतात, जे अचूक स्थान, वेळ आणि अन्य माहिती असलेल्या रेडिओ सिग्नल प्रसारीत करतात. आपण जर नियंत्रण केंद्रांद्वारे या यंत्रणेचे परीक्षण केले असता आपल्याला असे लक्षात येते की, उपग्रहांवरील रेडिओ सिग्नल, जीपीएस रिसीव्हरद्वारे उचलले जातात. ही यंत्रणा, 2D स्थानाची आहे, जी खूप अचूक नाही. तर 3D स्थिती साकारण्यासाठी चार किंवा अधिक उपग्रह आवश्यक आहेत, जे अधिक अचूक आहे.

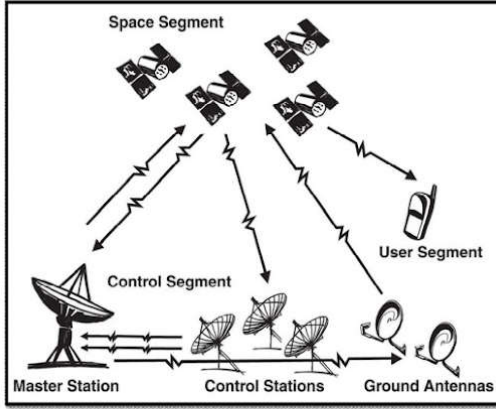


Fig: 02: Components/ Segments of GPS

**स्पेस सेगमेंट:** स्पेस सेगमेंटमध्ये या संकल्पनेत 2 उपग्रह हे 12 तासांच्या कालावधीतून फिरतात या अंतरानुसार असणारे एकूण 29 उपग्रह पृथ्वीच्या कक्षेत, या उपग्रहाच्या उच्च उंचीमुळे त्यापासून मिळणारे सिग्नल मोठ्या क्षेत्रावर जाण्यास परवानगी देतात. उपग्रह त्यांच्या कक्षामध्ये व्यवस्थित केले जातात, त्यामुळे पृथ्वीवरील जीपीएस प्राप्तकर्ता कोणत्याही वेळी किमान चार उपग्रहांमधून सिग्नल मिळवू शकतात. प्रत्येक उपग्रहात काही आण्विक घड्याळे असतात. उपग्रह वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सीवर एक अनोखे कोडसह कमी रेडिओ सिग्नल प्रसारित करतात, जीपीएस रिसीव्हर सिग्नल ओळखू देतात. या कोडित सिग्नलचा मुख्य हेतू म्हणजे जीपीएस रिसीव्हरला उपग्रहांकडून प्राप्तकर्त्याला रेडिओ सिग्नलचा प्रवास वेळ मोजण्याची अनुमती देणे आहे. प्रकाशनाच्या गतीने गुणाकार केलेला प्रवासाचा वेळ उपग्रह आणि जीपीएस प्राप्तकर्त्यापर्यंतच्या अंतरावर असतो.

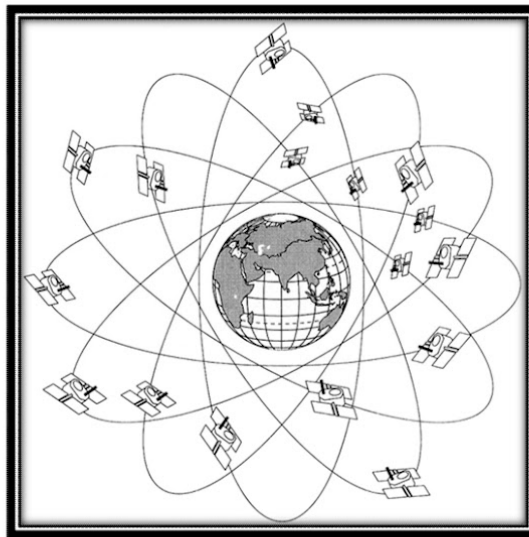
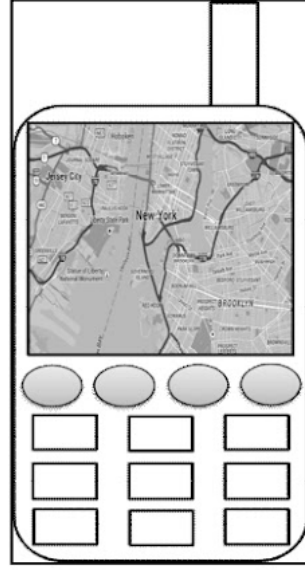


Fig: 03: Satellite Constellation of GPS

**नियंत्रण विभाग:** उपग्रहावर लक्ष ठेवतो आणि नंतर त्यांना सुधारित कक्षीय आणि वेळेची माहिती देतो. नियंत्रण विभागात पाच मानवरहित मॉनिटर स्टेशन आणि एक मास्टर कंट्रोल स्टेशन असते. पाच मानवान्या स्टेशनवर GPS उपग्रह सिग्नलचे निरीक्षण केले जाते आणि नंतर ती माहिती मास्टर नियंत्रण केंद्राकडे पाठवते. जिथे त्रुटी सुधारल्या जातात आणि नंतर ग्राउंड ऍन्टेनाद्वारे जीपीएस उपग्रहांकडे परत पाठविली जाते.



**Fig: 04: GPS Receiver**

**युजर सेगमेंट:** युजर सेगमेंटमध्ये वापरकर्ते आणि त्यांचे जीपीएस रिसेव्हर असतात. एकाच वेळी अनेक वापरकर्ते असतात. वापरकर्तास रिसेव्हर्स हातात धरून ठेवता येतात किंवा वाहनात ठेवता येतात. सर्व जीपीएस रिसेव्हर्सना त्यांच्या संगणकात एन्कॉलॅन्ड प्रोग्रॅम दिले जाते, जे त्यांना सांगते कीकोणत्या क्षणी कोणता उपग्रह आहे.

---

### ३.६ जीपीएस प्रकार: मनुष्य घोशित जीपीएस आणि डीजीपीएस

---

१. **जीपीएस:** ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम (जीपीएस) ही नॅव्हिगेशन सिस्टम आहे. ज्यामध्ये एक किंवा अधिक रिसेव्हर असतात यात प्राप्तकर्त्याचे भौगोलिक स्थान निर्धारित करण्यासाठी उपग्रहद्वारे पाठविलेला सिग्नल स्वीकारतात व विश्लेषण केले जाते. एक जीपीएस रिसेव्हर हातळण्यात किंवा, माऊंट करण्यायोग्य किंवा एम्बेडेडडिव्हाइस आहे ज्यात अँटेना, रेडिओरिसेव्हर आणि एक प्रोसेसर आहेत. ब-याच जीपीएसमध्ये एका स्क्रीनवर प्रदर्शन असते जे नकाशावर एखाद्या व्यक्तीचे स्थान दर्शविते. काही जीपीएस हे पोर्टेबल मीडिया प्लेअर म्हणून कार्य करतात. स्मार्ट फोन सारख्या ब-याच मोबाईल डिव्हाइसमध्ये जीपीएसक्षमता ऍड-ऑन वैशिष्ट्य म्हणून तयार केली जातात. काही उपयोगकर्ते हाताळण्याजोगे जीपीएस रिसेव्हर घेऊन जातात; काही जीपीएस हे बोट, विमान यात बसविलेले असतात तर शेती आणि बांधकाम या क्षेत्रात वापरले जातात.

२. **डीजीपीएस:** डीजीपीएस म्हणजे ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम याची सूक्ष्म पद्धत आहे, ही जीपीएस यंत्रणा आहे जी अधिक स्थान अचूकता प्रदान करण्यासाठी तयार केली आहे. ही यंत्रणा अंतराळातून उपग्रह सहाय्याने प्रकाशाच्या वेगाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर संकेत देते परंतु कोणत्याही वातावरणातील बदलामुळे या यंत्रणेच्या कार्यात त्रुटी येऊ शकते. आणि या त्रुटीमुळे, विलंब होऊ शकतो, आणि या सर्व त्रुटींसाठी, डीजीपीएस तयार केले आहे डीजीपीएस अचूक स्थान प्रदान करण्यासाठी व त्रुटीचे समायोजीतासाठी केले जाते. डीजीपीएस प्रणालीमध्ये निश्चित जमिनीवर आधारित संदर्भ केंद्रांचा वापर केला जातो, जीपीएस उपग्रह प्रणाली आणि डीजीपीएस यात ज्ञात निश्चित पोजिशन्स यांच्यातील फरक प्रसारित करते. डीजीपीएस म्हणजे एक सामान्य तंत्र होय.

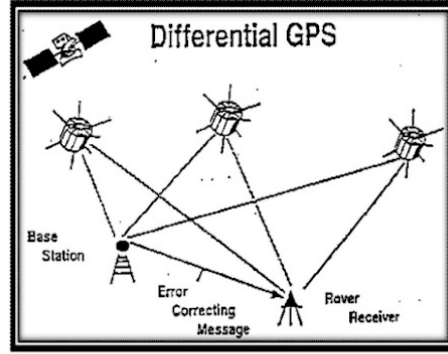


Fig: 05: Functioning of DGPS

### ३.७ उपयोग: भूगोल आणि सामान्य वापरासाठी जीपीएसचा उपयोग

जीपीएस फक्त नागरिकांद्वारे वापरले जात नाही; हे वैमानिक, बोट कॅप्टन, शेतकरी, सर्वेक्षक, शास्त्रज्ञ आणि लष्करात देखील वापरले जाते. जीपीएसचे खालील काही उपयोग आहेत:

**उड्डान:** बहुतेक सर्व आधुनिक विमाने एकाधिक जीपीएस रिसीव्हर्ससह बसवलेले असतात. हे वैमानिक (आणि काहीवेळा प्रवासी) वास्तविक-वेळेच्या विमानाची स्थिती आणि प्रत्येक उड्डाण च्या प्रगतीचा नकाशा दाखवितात. जीपीएसमुळे एअरलाइन्स ऑपरेटर्स प्रत्येक ठिकाणासाठी सुरक्षितता दाखवितात, तसेच जलदमार्ग आणि अधिकतर इंधन-कार्यक्षम कमी लागण्यासाठी मार्ग निवडतात. तसेच विमान चालू असताना प्रत्येक मार्गाचे शक्य तितके जवळून अनुसरण केले जात असल्याचे ही यंत्रणा सुरक्षित आहे.

**समुद्रमार्ग :** समुद्रातील मार्गाची जहाजांना अचूकता असण्यासाठी जीपीएस यंत्रणा बसविली जाते जी जहाजाच्या कर्मचा-यांना मार्गदर्शक ठरते या यंत्रणेद्वारे अपरिचित बंदरे तसेच समुद्रात येणा-या अडथळ्यांना पार करण्यासाठी ही यंत्रणा उपयोगी पडते.

**शेती:** शेतकरी त्यांच्या पिक निर्मितीला जास्तीत जास्त वाढवण्याच्या हंगामा नंतर पिकांची पुनरावृत्ती लागवडीही हंगामावर अवलंबून असते. यात ट्रॅक्टर्स आणि इतर शेती साधनांवरील जीपीएस रिसीव्हर्स आपण लावू शकतो, तसेच शेतकरी त्यांनी केलेल्या वृक्षारोपणचे नकाशे आपण तयार करू शकतो. आणि भविष्यात त्याच ठिकाणी बियाणे लावताना त्यांना त्याच भागात परत पीकयेण्याची खात्री करता येवू शकते. तसेच धुके आणि

अंधार हे काम चालू ठेवण्यास जीपीएस या उपकरणाची मदत होते कारण प्रत्येक यंत्रणेद्वारे व्हिज्युअल संदर्भ ऐवजी त्याच्या जीपीएस स्थितीत मार्गदर्शन केले जाते. उच्च अचूकता असणारे जीपीएस मातीचे प्रत्येक ठिकाणचे नमुना घेवून नकाशे तयार केले जातात.

**विज्ञान:** शास्त्रातील जैवशास्त्र पासून भौतिकीपासून ते पृथ्वीपर्यंतच्या विविध प्रकारच्या प्रयोग आणि संशोधनासाठी जीपीएस तंत्रज्ञानाचा वापर केला आहे काही उदाहरणाचा विचार करता शेतात किंवा जमीनीवर किती प्राणी रवंथ करतात त्यांच्या हालचाली काय आहेत याची माहिती हवी असेलतर आपण जीपीएसचा वापर करून या प्राण्यांवर लक्ष ठेवू शकतो यामुळे जे दुर्मीळ प्राणी आहेत त्यांच्यावर पण लक्ष ठेवणे सोपे जाते. तसेच यामुळे प्राण्यांचे पुनर्वसन करणे सोपे जाते. तसेच हिमनद्या किंवा भूस्खलनसारख्या भौतिक गोष्टी ज्याठिकाणी घडून येतात त्याठिकाणी या भौतिक गोष्टी व आपण जीपीएसद्वारे लक्ष ठेवू शकतो. त्याचप्रमाणे जगभरातील टेक्टोनिक प्लेट गतीमध्ये खूप कमी आणि अतिशय मंद बदल समजण्यास मदत करण्यासाठी जीपीएस रिसीव्हर सखोल बांधकामावर स्थापित केले जाऊ शकतात.

**सर्वेक्षण:** पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील आणि उच्च अचूकतेसह पाण्याखालील सर्वेक्षण करण्यासाठी आणि त्याचा नकाशा तयार करण्यासाठी सर्वेक्षक जबाबदार असतात. यात जमिनीची सीमा ठरवणे, रचनांच्या आकारात बदल करणे किंवा समुद्रांच्या तळाचे नकाशे करणे यासारख्या बाबींचा समावेश आहे. अशा कामासाठी सर्वेक्षण कर्त्यांना ऐतिहासिकदृष्ट्या त्यांच्या साधनांमधील अदृश्य दृष्टीची आवश्यकता आहे परंतु उच्च अचूकता जीपीएस रिसीव्हर्सच्या उपलब्धतेमुळे कमी झाली आहे. एक संदर्भ एखादया ठिकाणी खुणा स्थापित करण्यासाठी एकतर जीपीएस एकाच ठिकाणी सेट केली जाऊ शकते किंवा विविध वैशिष्ट्यांच्या सीमांचा नकाशा करण्यासाठी जीपीएसहलता ठेवून त्याचा वापर केला जाऊ शकतो.याद्वारे मिळालेली माहिती नंतर ग्राहकांसाठी अतिशय जलद आणि तपशीलवार नकाशे तयार करण्यासाठी नकाशा सॉफ्टवेअरमध्ये हस्तांतरीत केली जाऊ शकते.

**सैन्य:** जीपीएस यंत्रणा ही अमेरिकेच्या लष्करी वापरासाठी अमेरिकेत संरक्षण मंत्रालयाने विकसित केली होती, परंतु नंतर ही यंत्रणा सार्वजनिक वापरासाठी उपलब्ध करून देण्यात आलीआहे. तेव्हापासून ऑस्ट्रेलियन डिफेन्स फोर्ससह जगभरातील विविध सैन्याने जीपीएस नेव्हिगेशनचा वापर केला आहे. काही देशांनी युद्धाच्या दरम्यान वापरासाठी स्वतःचे उपग्रह नेव्हिगेशन नेटवर्क विकसित करण्याचा निर्णय घेतला आहे. आज, जीपीएस वापरली जातात ती रिअल टाईममध्ये विविध रणांगणांवर वाहनांची आणि इतर मालमत्तांची ठिकाणे नकाशीत करण्यासाठी, ही यंत्रणा जमिनीवर सैनिकांची साधने आणि संसाधनांचे संरक्षण करण्यास मदत करतात. जीपीएस तंत्रज्ञानाचा वापर लष्करी वाहने आणि मिसाईलसारख्या इतर हार्डवेअरमध्ये देखील केला जातो.

### ३.८ जीपीएसचा वापर करणे: पॉइंट, लाईन आणि पॉलिगॉनयाटूल्सची वैशिष्ट्ये

ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम  
(जीपीएस)

जीपीएस वापरून, सर्वेक्षण केले जाते. हे सर्वेक्षण झाल्यानंतर ते नकाशात दर्शविण्यासाठी पॉइंट या टूल्सचा वापर केला जातो. त्याद्वारे, झाडे, विहिरी, स्ट्रीट लाईट इ. सारख्या वैशिष्ट्यांचे स्थान दाखविले जाते. त्याचप्रमाणे रस्ता, मार्ग, रेल्वे मार्ग, नदी इ. निवडली जाऊ शकतात. प्रारंभ बिंदूची ठिकाणे आणि समाप्ती बिंदू रेकॉर्ड केले जाऊ शकतात. तसेच, एखाद्या बाग, परिसर, मॉलचे पार्किंग क्षेत्र इत्यादीसारख्या वैशिष्ट्यांच्या परिघावरील अनेक स्थाने रेकॉर्ड केली जाऊ शकतात. सर्वेक्षण संपल्यानंतर आपण आवश्यक सॉफ्टवेअर असलेल्या जीपीएसला कनेक्ट करू शकतो आणि बिंदू, ओळ आणि बहुभुज वैशिष्ट्यांचे सीमांकन करण्यासाठी स्थानिय माहिती स्थानांतरित करू शकतो, किंवा सर्वेक्षण केलेल्या ठिकाणांवरील स्थानिक माहितीचा शोध घेण्यासाठी एक नकाशा काढला जाऊ शकतो. तसेच योग्य आकार सूचक चिन्हे यात वापरली जातात.

### ३.९ सारांश

ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम (जीपीएस), मूलतः नवस्टार जीपीएस, एकस्पेस-आधारित रेडिओनेव्हिगेशन प्रणाली आहे जी युनायटेडस्टेट्स (अमेरीका) सरकारच्या मालकीची आहे आणि युनायटेड स्टेट्स वायुसेनेने तयार केली आहे. जीपीएस म्हणजे "ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम." एखाद्या वस्तूची जागा निश्चित करण्यासाठी उपग्रह नेव्हिगेशन यंत्राचा वापर केला जाऊ शकतो. जीपीएस रिसीव्हर उपग्रहांमधून माहिती प्रसारीत करतात आणि वापरकर्त्यांच्या अचूक स्थानाची गणना करण्यासाठी त्रिकोण वापरतात. यात तीन घटक असतात उदा. स्पेससेगमेंट, कंट्रोलसेगमेंट आणि युजरसेगमेंट वापरतात. डीजीपीएस म्हणजे डिफ्रेशनिशियल ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टीम, जीपीएसमध्ये वाढ आहे जिथे अधिक स्थान अचूकता देण्यासाठी निर्माण केली आहे. जीपीएस फक्त नागरिकांद्वारे वापरली जात नाही तर हे वैमानिक, बोटकॅप्टन, शेतकरी, सर्वेक्षक, शास्त्रज्ञ आणि लष्करी अधिकारी देखील वापरतात. एकजीपीएस वापरूनही, एक सर्वेक्षण घेता येते. पॉइंटसारख्या टूलच्याद्वारे, झाडं, विहिरी, स्ट्रीटलाईट इ. सारख्या वैशिष्ट्यांचेस्थाने रेकॉर्ड केले जाऊ शकतात.

### ३.१० आपली प्रगती तपासा

#### १. रिक्त जागा भरा:

- अ. ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस) मूळतः \_\_\_\_\_ जीपीएस आहे.
- ब. जीपीएसचा आधार म्हणजे \_\_\_\_\_ जे पृथ्वीचे पृथ्वीवरील भ्रमण करीत असतात.
- क. नकाशा बनविण्याकरिता योग्य \_\_\_\_\_ चिन्हे अत्यंत आवश्यक आहे.
- ड. डीजीपीएस म्हणजे \_\_\_\_\_ चे सर्वसाधारण तंत्र होय.
- ई. पृथ्वीच्या कक्षेत ..... स्वरूपाच्या जीपीएसयंत्र दोन डझन स्वरूपात आहेत

## 2. खालील नांव द्या:

अ. उपग्रह नियंत्रित करणारी सेगमेंट

ब. स्थान मूल्यामध्ये फरक गणना करण्यासाठी वापरले जाणारे जीपीएस

क. जीपीएसद्वारे वापरलेल्या स्थानाची गणना करण्याची पद्धत,

## 3. स्तंभ जुळवा:

| A                         | B                     |
|---------------------------|-----------------------|
| a. Trees झाडे             | i. Polygon टूल        |
| b. मोबाईल जीपीएस          | ii. Line टूल          |
| c. Mall मधील खाद्य दुकाने | iii. Error correction |
| d. DGPS                   | iv. Point टूल         |
| e. 100 mts.चा मार्ग       | v. User Segment       |

## ३.११ प्रश्नांची उत्तरे

1. रिक्त जागा भरा:

अ. Navistar

ब. उपग्रहांचा नक्षी

क. कार्टोग्राफिक

डी वाढ

ई. मध्यम

2. खालील नाव द्या:

अ. नियंत्रण विभाग

ब. डीजीपीएस

क. चाचणी प्रक्रिया

3. स्तंभ जुळवा:

अ. पॉइंट वैशिष्ट्य

ब. वापरकर्ता विभाग

क. बहुभुज वैशिष्ट्य

डी त्रुटी सुधारणा

---

### ३.१२ तांत्रिकशब्द आणि त्यांच्या मते

---

- उपग्रह: माहिती गोळा करण्यासाठी किंवा संवादासाठी पृथ्वीभोवती किंवा दुस-या ग्रहाच्या कक्षामध्ये ठेवलेले एक कृत्रिम यंत्र.
- नेव्हिगेशन: एखाद्या व्यक्तीचे स्थान निश्चित करणे आणि नियोजन करणे आणि मार्गाचे पालन अचूकपणे करण्याची प्रक्रिया.
- पॉईंट, ओळ आणि बहुभुज वैशिष्ट्ये: वेक्टर डेटाच्या रूपात संगणकावर वास्तविक घटक दर्शवण्यासाठी वापरल्या जाणारी वैशिष्ट्ये.

---

### ३.१३ TASK

---

आपल्या स्मार्टफोन किंवा कारमध्ये जीपीएस वापरून, वेगवेगळ्या भागासाठी स्थानिक माहिती नोंदवण्याचा प्रयत्न करा आणि ती स्थळे नकाशावर दाखवा

---

### ३.१४ या अभ्यासाठी संदर्भ

---

- एल्-Rabbny, अहमद (2002): 'परिचय जीपीएस: ग्लोबल पोझिशनिंग सिस्टम, आर्टक हाऊस, लंडन.
- झ्यू, गुचांग (2007): 'जीपीएस: थिअरी, अल्गोरिदम आणि ॲप्लिकेशन्स', स्प्रिंगर, न्यूयॉर्क.
- ब्रन, डेव्हिड (2003): 'जीपीएस: द सॉफ्ट वे', डिस्कव्हरी वॉर्किंग गुड्स लिमिटेड, इंग्लंड.



## भौगोलीक माहिती तंत्रप्रणाली (GIS) – १

या अध्यायातून जात असताना आपण खालील गोष्टी समजून घेण्यास सक्षम असाल:

### घटक रचना

४.१ उद्दिष्टे

४.२ परिचय

४.३ विषय चर्चा

४.४ परिभाषा, संकल्पना आणि जीआयएसचे घटक

४.५ सारांश

४.६ आपली प्रगती तपासा

४.७ प्रश्नांची उत्तरे

४.८ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

४.९ कार्य

४.१० पुढील अभ्यासासाठी संदर्भ

---

### ४.१ उद्दिष्टे

---

- GIS चीसंकल्पना आणि घटक समजून घेणे
- GIS या अनुप्रयोगांची माहिती समजून घेणे
- उपलब्ध किंवा मुक्त सॉफ्टवेअर वापरून Q. GIS याचा वापर करावयास शिकणे

---

### ४.२ परिचय

---

भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) पृथ्वीवरील पृष्ठभागावरील स्थितीशी संबंधित माहिती(डेटा) संकलन किंवा संचयित करणे, तपासणे आणि प्रदर्शित करण्यासाठी वापरण्यात येणारी संगणक प्रणाली आहे. जीआयएस प्रणाली ही व्यक्ती आणि संस्थांना स्थानिक माहिती आणि त्यांचा नातेसंबंध समजून घेण्यास मदत करू शकते. ही स्थानिक माहिती (डेटा) इन्फ्रास्ट्रक्चरचा महत्वाचा भाग आहे. स्थानाचा समावेश असलेली कोणतीही माहिती जी आयएस मध्ये वापरता येते. जी आयएस वापरून ब-याच वेगळ्या प्रकारच्या

माहितीची तुलना केली जाऊ शकते. जीआयएस तंत्रज्ञानासह, लोक एकमेकांशी कसे संबंधित आहेत हे शोधण्यासाठी विविध गोष्टींच्या स्थानांची तुलना करू शकतात. उदाहरणार्थ, जीआयएसचा वापर करून, एखाद्या नकाशात प्रदूषणाचा समावेश असलेल्या साइट्सचा समावेश असू शकतो, जसे की कारखाने आणि प्रदूषणास संवेदनशील अशा साइट्स जसे की प्रदूषित नद्या. जीआयएस मध्ये तयार झालेला नकाशा पाणीपुरवठा आणि पाण्यापासून असणारे धोक्याबाबत सांगण्यास मदत करेल.

---

### ४.३ विषयचर्चा

---

तंत्रज्ञान नेहमी मनुष्याचा एक सहकारी आहे आणि तंत्रज्ञानाने मानवाच्या विकासास मदत केली आहे. जीआयएसएक प्रगत तंत्रज्ञान आहे ज्याने मनुष्याच्या पूर्व भूतकाळात घडलेल्या बदलांची जाणीव करून घेण्यास सक्षम केले आहे, तंत्रज्ञान हे संगणक आधारीत आहे आणि ते समजण्यास सोपे आहे.परंतु जी आयएस या तंत्रज्ञानातून मिळणारे अंदाज आणि परिणाम योग्य असू शकतात जे तज्ञांना आवश्यक असतात. तंत्रज्ञानास एक भौगोलिक पाया आहे. जो प्रत्येक क्षेत्राशी संबंधीत असून प्रगतशील आहे.

---

### ४.४ परिभाषा, संकल्पना आणि घटक

---

**परिभाषा:** (जीआयएस) एक भौगोलिक माहिती प्रणाली जी स्थानिक किंवा भौगोलिक माहिती मिळवते, संचलित करते, हाताळते, त्याचे विश्लेषण करते, ती माहिती व्यवस्थापित करते, आणि तयार झालेली माहिती सादर करते अशा स्वरूपाची जी आयएस एक डिझाईन प्रणाली आहे

• **संकल्पना:** जीआयएस हे नकाशा बनविण्याचे तंत्रज्ञान आहे. हे स्वहस्ते आणि डिजिटली केले जाऊ शकते. हे अवकाशासंबंधी उपग्रहातून मिळणारी माहिती आणि विशेषतः गोळा केलेली माहितीवर अवलंबून आहे. हे विविध स्तरांवर भौमितिक वैशिष्ट्यांच्या स्वरूपात माहिती तयार करण्यासाठी आणि ती माहिती संचलित करण्याची परवानगी देते. या माहितीत तयार होणा-या प्रत्येक थराची स्वतःची ओळख आणि संपादन करण्याची क्षमता असते.या तंत्रज्ञानात सर्व स्तरांवर संपूर्ण नकाशा किंवा डेटासेट तयार करतात. हे विविध उपग्रहासंबंधात असणा-या, तृटी आणि भौमितिक विश्लेषणास सक्षम करते. अनुक्रमे Arc GIS आणि Q. GIS सारख्या अनेक व्यावसायिक व ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर्स आहेत. जीआयएसच्या भूमीच्या विश्लेषणात मदत करते.

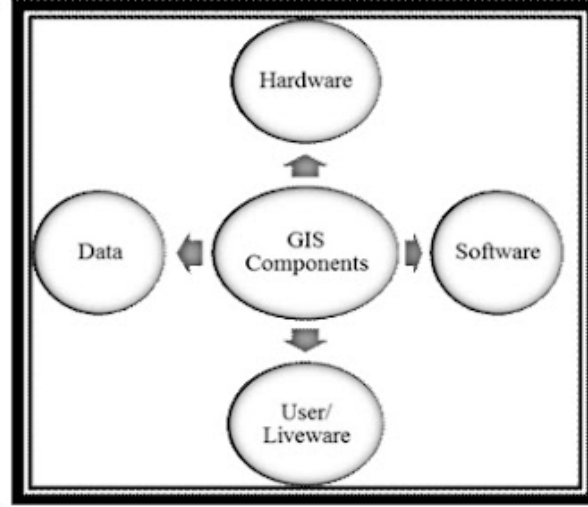
• **घटक:** जीआयएसचे घटक खालील प्रमाणे आहेत:

a) **सॉफ्टवेअर:** जीआयएस सॉफ्टवेअर भौगोलिक माहितीची साठवण, विश्लेषण प्रदर्शित करण्यासाठी आवश्यक असलेले फंक्शन्स आणि साधने प्रदान करते.

b) भौगोलिक माहितीचे इनपुट आणि कुशलतेने हाताळण्यासाठी

c) भौगोलिक क्वेरी, विश्लेषण आणि व्हिज्युअलायझेशन

d) ग्राफिकल यूजर इंटरफेस (जीयूआय) चे समर्थन करणाऱ्या उपकरणांचे मुख्य सॉफ्टवेअर घटक आहे. e) डाटाबेस मॅनेजमेंट सिस्टम (डीबीएमएस) व (बी) टूल्स आहेत. जी आयएस सॉफ्टवेअर एकतर व्यावसायिक सॉफ्टवेअर किंवा ओपनसोर्स डोमेनवर विकसित केलेले सॉफ्टवेअर आहे, जे विनामूल्य उपलब्ध आहेत.



**2. हार्डवेअर:** हार्डवेअर हे संगणक माहिती साठवणूक आणि गतीचा भाग आहे ज्यावर जी आयएस कार्यरत आहे. जीआयएस हे हार्डवेअर प्रकारच्या विस्तृत प्रकारांवर चालते, केंद्रीत वापरले जाणारे संगणक हे सर्व्हर पासून ते स्टॅंडअलोन किंवा नेटवर्क कॉन्फिगरेशनमध्ये वापरले जातात.

**3. माहिती (डेटा):** जीआयएसचा सर्वात महत्वाचा घटक म्हणजे माहिती (डेटा). भौगोलिक डेटा किंवा स्पेसिअल माहिती आणि संबंधित टॅबुलर माहिती ही स्थानिक स्वरूपात गोळा केला जाते पण व्यावसायिक स्वरूपाची माहिती प्रदात्याद्वारे विकत घेतली जाऊ शकतो. स्थानिक माहिती नकाशा / रीमॉइल-संवेदनाक्षम माहिती तसेच उपग्रह प्रतिमा जीएरियल छाया चित्रण स्वरूपात प्राप्त होते. ही माहिती एका स्वरूपात योग्यरित्या georeferenced असणे आवश्यक आहे म्हणजे (अक्षांश । रेखांश) नुसार असणे आवश्यक आहे.

**4. वापरकर्ते:** जी आयएस तंत्रज्ञानाचे व्यवस्थापन करणाऱ्या काही प्रणालीचे मूल्य जास्त तर काही मोफत उपलब्ध आहे. जी आयएस वापरकर्ते जीआयएसचा वापर तांत्रिकरीत्या करून रोजच्या कामात मदत करण्यासाठी त्याचा वापर होतो. या तंत्राद्वारे प्रणालीची रचना व देखभाल केली जाते जीआयएस सॉफ्टवेअरचा वापरकर्ता हा-फ्रेंडली इंटरफेस नॉन टेक्निकल याची तपशीलवार आज्ञा जाणून घेण्यास आणि त्याची विश्लेषणात्मक क्षमता तपासून पाहण्यात येते.

---

## ४.५ सारांश

---

भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) पृथ्वीवरील पृष्ठभागावरील स्थितीशी संबंधित माहिती (डेटा) संकलन करणे , संचयित करणे, तपासणे आणि प्रदर्शित करण्यासाठी ही

संगणक प्रणाली वापरली जाते. जीआयएस चे घटक हार्डवेअर, सॉफ्टवेअर, असे सांगितले जातात तसेच वापरकर्ता आणि माहिती हे ही जीआयएस चे घटक आहेत. जीआयएसचे नकाशे, आपत्ती व्यवस्थापन आणि आपत्तीचा, धोका कमी करणे, माती विश्लेषण, शेतीविषयक विश्लेषण, वाहतूक विश्लेषण आणि बरेच काही करण्यासाठी होतो. जीआयसीचे फ्री व ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर्स हे QGIS आहे. हे स्थानिक आणि spatial विश्लेषण करण्यास भरपूर मदत करते. जीआयएस ची तीन मुख्य वैशिष्ट्ये बिंदू ओळ आणि बहुभुज ही आहेत.

## ४.६ आपली प्रगती तपासा

१. रिक्त जागा भरा:

- अ. जीआयएस एक प्रमुख \_\_\_\_\_ तंत्रज्ञानात्मक आहे
- ब. \_\_\_\_\_ जीआयएसचा जोखीम व्यवस्थापन व विश्लेषणासाठी मदत करू शकतो.
- क. \_\_\_\_\_ अधिक क्लिष्ट वैशिष्ट्यांसह यांना स्पेसिअल लिंक्स असू शकते
- ड. नैसर्गिक संसाधने व पर्यावरण यांचे संरक्षण करण्यासाठी एक महत्त्वपूर्ण धोरण \_\_\_\_\_ आहे.
- ई. सिस्टमची व्यवस्था करणा-यास \_\_\_\_\_ असे म्हणतात ज्याचे मूल्य मर्यादित असते.

२. खालील नाव द्या:

- अ. माहिती सेट
- ब. ओपन सोर्स (फ्री) जीआयएस सॉफ्टवेअर
- क. जीआयएसचा मानवी घटक
- ड. शून्य मित्तीय वैशिष्ट्ये
- ई. मल्टी-आयामी वैशिष्ट्ये

३. स्तंभ जुळवा:

| A                    | B                   |
|----------------------|---------------------|
| a. पॉइंट लेयर        | i. प्रतिमा          |
| b. लाइन स्तर         | ii. एरियल छायाचित्र |
| c. बहुभुज रंगातील थर | iii. द्र्यूब वेल    |
| d. उपग्रह            | iv. तलाव            |
| e. एरियल कॅमेरा      | v. नदी              |

---

## ४.७ प्रश्नांची उत्तरे

---

1. रिक्त जागा भरा:

अ. नकाशा

ब. नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित आपत्ती

क. गुण

ड. EIA

ई. वापरकर्ते

2. खालील नाव द्या:

अ. डेटा/माहिती

ब. QGIS

क. वापरकर्ता / लाईव्हवेअर

ड. बिंदू

ई. बहुभुज स्तंभ जुळवा:

अ. ट्यूब वेल

ब. नदी

क. तलाव

ड. प्रतिमा

ई. एरियल छायाचित्र

---

## ४.८ तांत्रिकशब्द आणि त्यांच्या मते

---

**डेटा:** माहिती सेट डेटा म्हणतात. येथे, हे दोन प्रकारचे असू शकते. स्पेसिक डेटा (स्पेसशी संबंधित) आणि विशेषता किंवा ऑपसेट डेटा (संबंधितगैर-स्थानिक माहिती).



## भौगोलीक माहिती तंत्रप्रणाली (GIS) – २

या अध्यायातून जात असताना आपण खालील गोष्टी समजून घेण्यास सक्षम असाल:

### घटक रचना

५.१ उद्दिष्टे

५.२ परिचय

५.३ विषय चर्चा

५.५ जीआयएसचे Application

५.६ उपलब्ध किंवा मुक्त सॉफ्टवेअर Q.GIS चा वापर

४.७ सारांश

५.८ आपली प्रगती तपासा

५.९ प्रश्नांची उत्तरे

५.१० तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

५.११ कार्य

५.१२ पुढील अभ्यासासाठी संदर्भ

---

### ५.१ उद्दिष्टे

---

- GIS या अनुप्रयोगांची माहिती समजून घेणे
- उपलब्ध किंवा मुक्त सॉफ्टवेअर वापरून Q. GIS याचा वापर करावयास शिकणे

---

### ५.२ परिचय

---

भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) पृथ्वीवरील पृष्ठभागावरील स्थितीशी संबंधित माहिती(डेटा) संकलन किंवा संचयित करणे, तपासणे आणि प्रदर्शित करण्यासाठी वापरण्यात येणारी संगणक प्रणाली आहे. जीआयएस प्रणाली ही व्यक्ती आणि संस्थांना स्थानिक माहिती आणि त्यांचा नातेसंबंध समजून घेण्यास मदत करू शकते. ही स्थानिक माहिती (डेटा) इन्फ्रास्ट्रक्चरचा महत्वाचा भाग आहे.स्थानचा समावेश असलेली कोणतीही माहिती जी आयएस मध्ये वापरता येते.जी आयएस वापरून ब-याच वेगळ्या प्रकारच्या माहितीची तुलना केली जाऊ शकते. जीआयएस तंत्रज्ञानासह, लोक एकमेकांशी कसे

संबंधित आहेत हे शोधण्यासाठी विविध गोष्टींच्या स्थानांची तुलना करू शकतात. उदाहरणार्थ, जीआयएसचा वापर करून, एखाद्या नकाशात प्रदूषणाचा समावेश असलेल्या साइट्सचा समावेश असू शकतो, जसे की कारखाने आणि प्रदूषणास संवेदनशील अशा साइट्स जसे की प्रदूषित नद्या. जीआयएस मध्ये तयार झालेला नकाशा पाणीपुरवठा आणि पाण्यापासून असणारे धोक्याबाबत सांगण्यास मदत करेल.

---

### ५.३ विषयचर्चा

---

तंत्रज्ञान नेहमी मनुष्याचा एक सहकारी आहे आणि तंत्रज्ञानाने मानवाच्या विकासास मदत केली आहे. जीआयएसएक प्रगत तंत्रज्ञान आहे ज्याने मनुष्याच्या पूर्व भूतकाळात घडलेल्या बदलांची जाणीव करून घेण्यास सक्षम केले आहे, तंत्रज्ञान हे संगणक आधारीत आहे आणि ते समजण्यास सोपे आहे.परंतु जी आयएस या तंत्रज्ञानातून मिळणारे अंदाज आणि परिणाम योग्य असू शकतात जे तज्ञांना आवश्यक असतात.

---

### ५.५ भूगोल आणि संबंधीत क्षेत्रांमधील जीआयएसची उपयोजना

---

**1. नकाशाव्दारे :** नकाशा बनविणे हे भौगोलिक माहिती प्रणालीचे केंद्रिय कार्य आहे, जे माहितीचा दृश्य अर्थ प्रदान करते. विविध व्यवसायातील लोक संवाद साधण्यासाठी नकाशा वापरतात. नकाशे तयार करण्यासाठी जीआयएस मदत करते

**2. टेलिकॉम आणि नेटवर्क सेवा:** दूरसंचार उद्योगांसाठी जीआयएस एक उत्तम नियोजन आणि निर्णय यंत्रणा आहे. या तंत्रज्ञानामुळे टेलिकॉम सारख्या विविध प्रकारच्या उपयोग जसे अभियांत्रिकी उपयोग, ग्राहक संबंध व्यवस्थापन आणि स्थान आधारित सेवा वाढविण्याची परवानगी जीआयएस व्दारे मिळते.

**3. अपघात विश्लेषण आणि हॉट स्पॉट विश्लेषण:** रस्त्यावर दुर्घटना रोखण्यासाठी जीआयएस एक प्रमुख उपकरण म्हणून वापरले जाऊ शकते, सध्याचे रस्ते नेटवर्क व्दारे अनुकूल केले गेले पाहिजे आणि रस्ता सुरक्षा उपाय सुधारले तर योग्यरीत्या रहदारी व्यवस्थापन साध्य करता येईल. तसेच दुर्घटना ठिकाणे ओळखून , त्या विविध भागातील अपघातास कमी करण्यासाठी जिल्हा प्रशासनाद्वारे उपचारात्मक उपाय योजना करता येतील.

**4. शहरी नियोजन:** जीआयएस तंत्रज्ञानाचा वापर शहरी विकासाचा आणि विस्ताराची दिशानिर्देश विश्लेषित करण्यासाठी केला जातो आणि पुढील शहरी विकासासाठी योग्य जागा शोधण्यासाठी केला जावू शकतो.

**5. वाहतूक नियोजन:** जीआयएस परिवहन आणि सामुहिक समस्या हाताळण्यासाठी वापरले जाऊ शकते. जीआयएस रेल्वे व्यवस्था आणि रस्ता परिस्थितीचे परीक्षण करण्यात देखील मदत करू शकते.

**6. पर्यावरणीय प्रभाव विश्लेषण (EIA – Environmental Impact Assessment) :** नैसर्गिक संसाधने व पर्यावरण यांचे संरक्षण करण्यासाठी ईआयए एक महत्वपूर्ण धोरण

आहे. विविध जीआयएस स्तरावर एकत्रीकरण करून जीआयएसच्या सहाय्याने ईआयएचे भौगोलिक माहिती तंत्रप्रणाली (GIS) – २ कार्यक्षमतेने पालन केले जाऊ शकते, नैसर्गिक वैशिष्ट्यांचे मूल्यांकन केले जाऊ शकते.

**7. कृषी अनुप्रयोग:** अधिक प्रभावी आणि कार्यक्षम शेती तंत्र तयार करण्यासाठी जीआयएसचा वापर केला जाऊ शकतो. शेतकरींना मदत करणा-या आणि पर्यावरण संरक्षणाचे कार्यक्रम व्यवस्थापित करण्यासाठी सरकारी एजन्सींना मदत करण्यासाठी हे पूर्णपणे एकाग्र आणि व्यापकपणे स्वीकारले आहे. हे जगातील विविध भागांमध्ये अन्न उत्पादन वाढवू शकते म्हणून जागतिक अन्न संकट टाळता येईल.

**8. आपत्ती व्यवस्थापन व उपाय :** आज सु-विकसित जीआयएस यंत्रणा पर्यावरण संरक्षणासाठी वापरली जात आहे. हे आपत्ती व्यवस्थापन आणि केलेली उपाययोजना एक एकीकृत, विकसित आणि यशस्वी साधन बनले आहे. जीआयएस द्वारे नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित आपत्तींसाठी कोणत्या भागात प्रवण होण्याची शक्यता आहे हे दाखवून, जोखीम व्यवस्थापन व विश्लेषणास मदत करता येते. अशा आपत्तींची ओळख पटल्यावर, प्रतिबंधात्मक उपाय विकसित केले जाऊ शकते.

**9. जमिनीचा वापर | जमिनीच्या संरक्षणाच्या बदलाचा अंदाज :** नापिक पृष्ठभागाचे आच्छादन असलेल्या जमीनीची वैशिष्ट्ये त्यानुसार त्या जमीनीचे इतर वापरण्यात येणारा पृष्ठभागाचा अभ्यास यात भू-कव्हर ॲप्लिकेशन्समध्ये जीआयएस तंत्रज्ञानाची भूमिका महत्वाची आहे. ज्याद्वारे आपण वेगवेगळ्या भागांमध्ये जमिनीचा वापर / जमिनीचे संरक्षण बदलू शकतो. तसेच जमिनीच्या वापरात बाबत । जमिनीच्या संरक्षणातील बदलाचा अभ्यास करता येतो. जमिनीच्या वापरातील अचानक झालेले बदल म्हणजे नैसर्गिक शक्तींनी किंवा जंगलतोडीसारख्या अन्य उपक्रमांद्वारे जमीन आवरण शोधण्यासाठी जीआयएस ही यंत्रणासक्षम आहे.

**10. नेव्हिगेशन (रूटिंग आणि शेड्यूलिंग):** वेबवर आधारित नेव्हिगेशन नकाशे उदा जलमार्गामधील सुरक्षित दर्शविणारे नकाशे नेव्हिगेशन या प्रणालीला उत्तेजन देतात. हा विभाग सार्वजनिक माहिती प्रदान करीत आहे ज्यामुळे नागरिकांना वेब स्टोअरच्या माध्यमातून या जहाज स्थळांची माहिती मिळते. टक्कर आणि जोखीम कमी करण्यासाठी सार्वजनिक नौकाविहार, जनसामान्यांना या किनारपट्टीच्या धोक्यांबद्दल माहिती देण्याकरीता वेब नकाशा नियमितपणे अपडेट केला जातो.

---

## ५.६ हात- आधारित / व्यावहारीक वापरास उपलब्ध असलेला विनामूल्य

---

### सॉफ्टवेअर - QGIS

QGIS म्हणजे क्वांटम जीआयएस. हे क्रॉस-प्लॅटफॉर्म असलेले विनामूल्य आणि खुलेस्रोत आहे जे डेस्कटॉप वरील भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) ॲप्लिकेशन आहे. जे भूस्थानिक डेटाचे दृश्यांचे, संपादन आणि विश्लेषण करण्यास समर्थन देते. QGIS भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) सॉफ्टवेअर म्हणून काम करते, जी ग्राफिकल नकाशे तयार करते आणि निर्यात करण्याच्या व्यतिरिक्त वापरकर्त्यांना स्थानिक माहितीचे विश्लेषण व संपादन करण्यास परवानगी देते. QGIS दोन्ही रास्टर आणि वेक्टर थरांना

समर्थन देते; सदृश डेटा एकतर बिंदू रेखा किंवा बहुभुज वैशिष्ट्ये म्हणून संग्रहित केला जातो. रास्टर प्रतिमा अनेक स्वरूपनास समर्थित आहेत आणि सॉफ्टवेअर प्रतिमा भौगोलिक-संदर्भ करू शकतात.

- **भौगोलिक-संदर्भ:** भू-संदर्भ म्हणजे प्राकृतिक जागा असलेल्या स्थानासह काहीतरी संबद्ध केले जातात. भौगोलिक माहिती प्रणाली क्षेत्रात सामान्यतः शब्द प्राकृतिक नकाशा किंवा स्थानीक स्थळांसह नकाशाचे रास्टर प्रतिमा जोडण्याच्या प्रक्रियेचे वर्णन करण्यासाठी वापरले जाते.

भौगोलिक स्थान, रस्ते, विविध ठिकाणे, पुल किंवा इमारतींच्या दर्शविण्यासाठी बिंदूसारख्या भौगोलिक स्थानाशी संबंधित असू शकणा-या वस्तू किंवा संरचनेवर Georeferencing लागू केले जाऊ शकते. भौगोलिक स्थाने निर्देशक संदर्भ प्रणाली वापरून सर्वात सामान्यपणे दर्शविले जातात, ज्याला आपण प्रक्षेपण असे म्हणतो जीआयएस या यंत्रणेत आपण WGS-84 प्रक्षेपण वापरतो

- **डिजिटायझेशन:** जीआयएसमध्ये डिजिटिझिंग ही एक हार्डकॉपी किंवा स्कॅन केलेल्या प्रतिमांद्वारे भौगोलिक डेटा रूपांतरित करण्याची प्रक्रिया आहे. डिजिटायझिंग प्रक्रियेदरम्यान, शोधलेल्या नकाशा किंवा इमेज मधील वैशिष्ट्ये दोन्ही बिंदू रेखा किंवा बहुभुज स्वरूपनात समन्वय म्हणून निश्चित केली जाते. डिजिटायझिंग ही प्रक्रिया खालील तीन टूल व्दारे पूर्ण केली जावू शकते.

1. **पॉइंट लेयर:** पॉइंट्स शून्य-डीमॅमेनिअल ऑब्जेक्ट असतात ज्यात फक्त एक को-ऑरिज जोड असतो. विशेषतः बिंदू इमारती, विहिरी, वीज पोल, नमुना स्थाने, इत्यादी एकसारखे, वेगळे वैशिष्ट्य मॉडेल करण्यासाठी बिंदू पद्धत किंवा लेयर वापरले जातात. पॉइंट वैशिष्ट्याच्या इतर प्रकारांमध्ये नोड आणि शिरेचा समावेश आहे. नकाशात जर अधिक जटिल असे भूभाग असतील तर ते भूभाग त्यांच्या वैशिष्ट्यांसह बिंदूंना मोकळेपणाने जोडले जाऊ शकतात.

2. **लाइन स्तर किंवा रेषा स्थर होय :** ओळी एकापेक्षा जास्त, स्पष्टपणे जोडलेले गुण असलेल्या एकीमी वैशिष्ट्ये म्हणजे रेषा स्थर आहे. रेषेचा मार्ग, प्रवाह, सीमा यासारख्या रेखांकन वैशिष्ट्यांचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी लाइन्स स्थर किंवा रेषा स्थर वापरले जातात. या रेषा स्थानाव्दारे दाखविलेल्या नोड्सशी थेट जोडणा-या लाइन्सला काहीवेळा चेन, कडा, विभाग किंवा चाप म्हणून सांगितल्या जातात. 3 बहुभुज रंगातील थर: बहुभुज थर हा दोन-मितीय वैशिष्ट्ये असलेला थर आहे ज्या एक "बंद" गुणधर्म तयार करण्यासाठी लूप बॅकच्या अनेक ओळी द्वारे निर्मिती होते. बहुभुजांच्या बाबतीत, पहिल्या रेषाखंडांवरील पहिला समन्वयक जोडी शेवटच्या रेषा विभागातील शेवटच्या समन्वयक जोडीसारख्या आहेत. बहुभुजांचा वापर शहरांच्या सीमारेषा, भूगर्भीय संरचना, तलाव, माती स्थर, वनस्पती समुदायासाठी यासारख्या वैशिष्ट्यांचे प्रतिनिधित्व करण्यासाठी केला जातो. बहुभुजांमध्ये क्षेत्र आणि परिमितीचे गुणधर्म असतात.

भौगोलिक माहिती प्रणाली (जीआयएस) पृथ्वीवरील पृष्ठभागावरील स्थितीशी संबंधित माहिती (डेटा) संकलन करणे, संचयित करणे, तपासणे आणि प्रदर्शित करण्यासाठी ही संगणक प्रणाली वापरली जाते. जीआयएस चे घटक हार्डवेअर, सॉफ्टवेअर, असे सांगितले जातात तसेच वापरकर्ता आणि माहिती हे ही जीआयएस चे घटक आहेत. जीआयएसचे नकाशे, आपत्ती व्यवस्थापन आणि आपत्तीचा, धोका कमी करणे, माती विश्लेषण, शेतीविषयक विश्लेषण, वाहतूक विश्लेषण आणि बरेच काही करण्यासाठी होतो. जीआयसीचे फ्री व ओपन सोर्स सॉफ्टवेअर्स हे QGIS आहे. हे स्थानिक आणि spatial विश्लेषण करण्यास भरपूर मदत करते. जीआयएस ची तीन मुख्य वैशिष्ट्ये बिंदू ओळ आणि बहुभुज ही आहेत.

## ५.८ आपली प्रगती तपासा

१. रिक्त जागा भरा:

अ. जीआयएस एक प्रमुख \_\_\_\_\_ तंत्रज्ञानात्मक आहे

ब. \_\_\_\_\_ जीआयएसचा जोखीम व्यवस्थापन व विश्लेषणासाठी मदत करू शकतो.

क. \_\_\_\_\_ अधिक क्लिष्ट वैशिष्ट्यांसह यांना स्पेसिअल लिंक्स असू शकते

ड. नैसर्गिक संसाधने व पर्यावरण यांचे संरक्षण करण्यासाठी एक महत्त्वपूर्ण धोरण \_\_\_\_\_ आहे.

ई. सिस्टमची व्यवस्था करणा-यास \_\_\_\_\_ असे म्हणतात ज्याचे मूल्य मर्यादित असते.

२. खालील नाव द्या:

अ. माहिती सेट

ब. ओपन सोर्स (फ्री) जीआयएस सॉफ्टवेअर

क. जीआयएसचा मानवी घटक

ड. शून्य मित्तीय वैशिष्ट्ये

ई. मल्टी-आयामी वैशिष्ट्ये

३. स्तंभ जुळवा:

| A                    | B                   |
|----------------------|---------------------|
| a. पॉइंट लेयर        | i. प्रतिमा          |
| b. लाइन स्तर         | ii. एरियल छायाचित्र |
| c. बहुभुज रंगातील थर | iii. दृश्य वेळ      |
| d. उपग्रह            | iv. तलाव            |
| e. एरियल कॅमेरा      | v. नदी              |

---

## ५.९ प्रश्नांची उत्तरे

---

1. रिक्त जागा भरा:

अ. नकाशा

ब. नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित आपत्ती

क. गुण

ड. EIA

ई. वापरकर्ते

2. खालील नाव द्या:

अ. डेटा/माहिती

ब. QGIS

क. वापरकर्ता / लाईव्हवेअर

ड. बिंदू

ई. बहुभुज स्तंभ जुळवा:

अ. ट्यूब वेल

ब. नदी

क. तलाव

ड. प्रतिमा

ई. एरियल छायाचित्र

---

## ५.१० तांत्रिकशब्द आणि त्यांच्या मते

---

**डेटा:** माहिती सेट डेटा म्हणतात. येथे, हे दोन प्रकारचे असू शकते. स्पेसिक डेटा (स्पेसशी संबंधित) आणि विशेषता किंवा ऑपसेट डेटा (संबंधितगैर-स्थानिक माहिती).

