

Centre for External Degrees and Professional Learning

# **Global Positioning System (GPS)**

**Mr. K. Nijamir**



**Published by**

**Centre for External Degrees and  
Professional Learning**

**South Eastern University of Sri Lanka**

Centre for External Degrees and Professional Learning

# **Global Positioning System**

**பூகோள இடவமைவு முறைமை**

**Center for External Degrees and professional Learning (CEDPL)**

**The South Eastern University of Sri Lanka (SEUSL)**

**University Park, Oluvil, Sri Lanka**

Title: Global Positioning Systems

Author: Mr. K. Nijamir

Type of Book: Text Book

First Edition: 2023

ISBN:

©2023, South Eastern University of Sri Lanka

All right reserved. No part of this text book be produced or transmitted in any form or by any means, electric or mechanical including photocopying recording or from any information stored in a retrieval system, without permission in writing from both the author of this course book and South Eastern University of Sri Lanka.

<b>Contents</b>	<b>Page No.</b>
1) பூகோள இடஅமைப்பு (Navigation) செய்மதி முறைமைக்கான அறிமுகம்	08-09
1.1 GLONASS	09-12
1.2 Galileo	12-15
1.3 Beidou	16-17
1.4 GPS (Navstar)	17-17
2) GPS மற்றும் செய்மதி இடவமைவு போன்றவற்றின் அடிப்படைகள்	20-26
2.1 Reference Coordinate System மற்றும் செய்மதி ஓடுபாதைகளின் அடிப்படைகள்	26-36
2.2 நேரம் மற்றும் GPS	36-37
3) Geodetic Principle	40-40
3.1 Datum	40-49
3.2 எறியங்கள்	49-55
4) GPS சமிக்ஞை கட்டமைப்பு	58-60
4.1 Modulation	60-62
4.2 Modernized GPS Signals	62-63
4.3 செய்மதி சமிக்ஞை பெறுகை மற்றும் Tracking	64-66
5) GPS முறைமையின் பகுதிகள்	69-69
5.1 விண்வெளிப் பிரிவு	69-70
5.2 கட்டுப்பாட்டு பிரிவு	70-72
5.3 பயன்பாட்டாளர் பிரிவு	72-73

## Centre for External Degrees and Professional Learning

6) GPS இன் வழக்கங்கள்	76-76
6.1 கடிகார வழு	76-77
6.2 பல்பாதை வழு	77-77
6.3 அயனமண்டல வழு	78-78
7) GPS இன் பிரயோகங்கள்	81-81
7.1 விவசாயம் / பண்ணை	81-83
7.2 புவிநடுக்கம்	83-84
7.3 வான்வழி படமாக்கல்	84-86
7.4 வனவியல்	86-87
7.5 GPS இன் எதிர்காலம்	88-89

Figure	Page No.
உரு 1.1: GLONASS செய்மதி முறைமை	11
உரு 1.2: GIOVE-A GIOVE-B செய்மதிகள்	12
உரு 1.3: கண்காணிப்பு மற்றும் கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள்	14
உரு 1.4: கலிலியோ செய்மதி முறைமை கட்டமைப்பு	15
உரு 2.1: செய்மதி ஒன்றின் பிரதான பகுதிகள்	22
உரு 2.2: தனியொரு செய்மதியின் நிலை	23
உரு 2.3: இரண்டு செய்மதிகளின் தொடர்பு	24
உரு 2.4: மூன்று செய்மதிகளின் தொடர்புநிலை	25
உரு 2.5: Trilateration செயன்முறையில் குறித்த ஒரு இடத்தின் நிலைப்படுத்தல்	25

Centre for External Degrees and Professional Learning

உரு 2.6: Spherical Coordinate System	27
உரு 2.7: அகலாங்குகள்	28
உரு 2.8: நெட்டாங்குகள்	29
உரு 2.9: Coordinate இனை வரையறை செய்தல் (பாகை)	29
உரு 2.10: Coordinate இனை வரையறை செய்தல் (கலை)	30
உரு 2.11: Projected Coordinate System ஒப்பீட்டு விளக்கம்	32
உரு 2.12: Medium Earth Orbit Satellite ஒருபாதையின் அமைப்பு	34
உரு 2.13: Geostationary Orbit	35
உரு 3.1: Datum மாறுபடும் தன்மை	42
உரு 3.2: புவியின் மத்தியபுள்ளியில் இருந்து உண்மை வடக்கு மற்றும் மத்தியகோட்டு அளவீடு	43
உரு 3.3: புவியின் Ellipsoid மாதிரி அளவீடு a மற்றும் b போன்றவற்றின் நீளவேறுபாடு	44
உரு 3.4: Geoid புவி மாதிரி	47
உரு 3.5: Sphere புவி மாதிரி	47
உரு 3.6: Ellipsoid புவி மாதிரி	48
உரு 3.7: Geoid, Sphere, மற்றும் Ellipsoid மாதிரிகள்	49
உரு 3.8: உருளைவடிவான எறியம்	52
உரு 3.9: Transverse Mercator Projection	52
உரு 3.10: கூம்பக எறியம்	53

Centre for External Degrees and Professional Learning

உரு 3.11: Azimuthal Projection	54
உரு 4.1: L1 Carrier Wave	59
உரு 4.2: L2 Carrier Wave	59
உரு 4.3: GPS சமிக்ஞை கட்டமைப்பு Flow Chart	60
உரு 4.4: GPS சமிக்ஞை மாற்ற செயன்முறை	65
உரு 4.5: GPS வாங்கி (Receiver) கட்டமைப்பு	66
உரு 5.1: GPS செய்யத்தொகுதிக் கட்டமைப்பு	70
உரு 5.2: GPS கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள்	72
உரு 4.3: GPS வாங்கி	73
உரு 6.1: பல்பாதை வழக்கள் ஏற்படும் முறைமை	77
உரு 7.1: விவசாயத்துறையில் GPS இன் பிரயோகம்	83
உரு 7.2: நிகாடா-கென் நிலநடுக்கத்தில் GPS பிரயோகம்	84
உரு 7.3: வான்மார்க்க புவிப்படங்களை பெற்றுக்கொள்வதில் GPS பிரயோகம்	85
உரு 7.4: வனவள முகாமைத்துவத்தில் GPS இன் பயன்பாடு	87

Table	Page No.
அட்டவணை 1.1: கலிலியோ செய்ய்திமுறைமையின் பரிணாம விருத்தி	13
அட்டவணை 1.2: BEIDOU செய்ய்திகளின் விபரம்	17

---

## அத்தியாயம் - 01

---

01. பூகோள இடஅமைவு (Navigation) செய்மதி முறைமைக்கான அறிமுகம்

- 1.1 GLONASS
- 1.2 Galileo
- 1.3 Beidou
- 1.4 GPS (NAVSTAR)

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயமானது பூகோள வழிசெலுத்தல் செய்மதி முறைமைக்கான (Global Navigation Satellite System - GNSS) அறிமுகத்தினை வழங்குவதோடு அவற்றின் ஒவ்வொரு அங்கமான GLONASS, Galileo, Beidou, மற்றும் GPS (NAVSTAR) போன்றவற்றை சுருக்கமாக விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. பூகோள இடவமைவு செய்மதி முறைமை பற்றிய அடிப்படை அறிவினை வழங்குதல்.
2. பூகோள இடவமைவு செய்மதி முறைமையின் கூறுகளை அறிமுகம் செய்தல்.
3. GLONASS, Galileo, மற்றும் Beidou போன்ற செய்மதி முறைமைகளை சுருக்கமாக விளக்குதல்.

### எதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் பூகோள வழிசெலுத்தல் (Navigation) செய்மதி முறைமையினை தெளிவாக விளங்கிக்கொள்வர்.



- பூகோள வழிசெலுத்தல் (Navigation) செய்மதி முறையின் பிரதான கூறுகள் பற்றிய அறிவினை விருத்தி செய்வர்.

## 01. பூகோள இடஅமைவு (Navigation) செய்மதி முறைமைக்கான அறிமுகம்

உலக தொழிநுட்ப வளர்ச்சியின் ஒரு முக்கிய விளைவாக காணப்படுவது செய்மதி தொழிநுட்பமாகும். செய்மதிகளானவை பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக புவியிலிருந்து விண்ணுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. அந்தவகையில் உலகளாவிய வழிசெலுத்தல் (Navigation) செய்மதி அமைப்பு (Global Navigation Satellite System- GNSS) முக்கியத்துவம் பெறுவதோடு அவையும் பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உலகளாவிய வழிசெலுத்தல் (Navigation) செய்மதி அமைப்பு எனப்படுவது ஒரு பாரிய செய்மதித்தொகுதிகளைக்கொண்ட வலையமைப்பாகும். இது GPS, GLONASS, Beidou (COMPAS) மற்றும் GALILEO போன்ற பல செய்மதி முறைமைகளை வகைகளாக கொண்டு காணப்படுகின்றது.

- GLONASS
- Galileo
- Beidou
- GPS (Navstar)

### 1.1 GLONASS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)

GLONASS எனப்படும் செய்மதி தொகுதியானது சோவியத் ரஷ்யாவினால் இயக்கப்படும் இடங்காட்டும் செய்மதித்தொகுதியாகும். பனிப்போர் காலத்தில் அமெரிக்காவின் GPS (Global Positioning

System) செய்மதி முறைமைக்கு போட்டியாக உருவாக்கப்பட்ட ஒரு செய்மதித்தொகுதியாக இது காணப்படுகின்றது.

இத் தொகுதியின் முதல் செய்மதி ஒக்டோபர் 12 ஆம் திகதி 1982 இல் விண்ணுக்கு ஏவப்பட்டது. அதன் பின்னர் 2011 ஆம் ஆண்டு இம் முறைமை பல்வேறுபட்ட வளர்ச்சிக்கட்டங்களின் பின்னர் முழுமைப்படுத்தப்பட்டது. 24 மணிநேரமும் இயங்கும் செய்மதிகளை கொண்ட இம்முறைமையானது உலகளாவிய ரீதியில் தனது சேவைகளை வழங்குகின்றது. போக்குவரத்து, விவசாயம், அளவீடு, பாதுகாப்பு, புகையிரதசேவை, கடல்சார் விடயங்கள், படமாக்கல் மற்றும் ஆய்வு நடவடிக்கைகள் போன்ற பல துறைகளில் தனது பிரயோக சேவையினை வழங்குவதாக காணப்படுகின்றது.

இம்முறைமையானது பின்வரும் கூறுகளை கொண்டு காணப்படுகின்றது.

1. கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவு
2. விண்வெளிப்பிரிவு (Space) பிரிவு
3. பயன்பாட்டாளர் பிரிவு

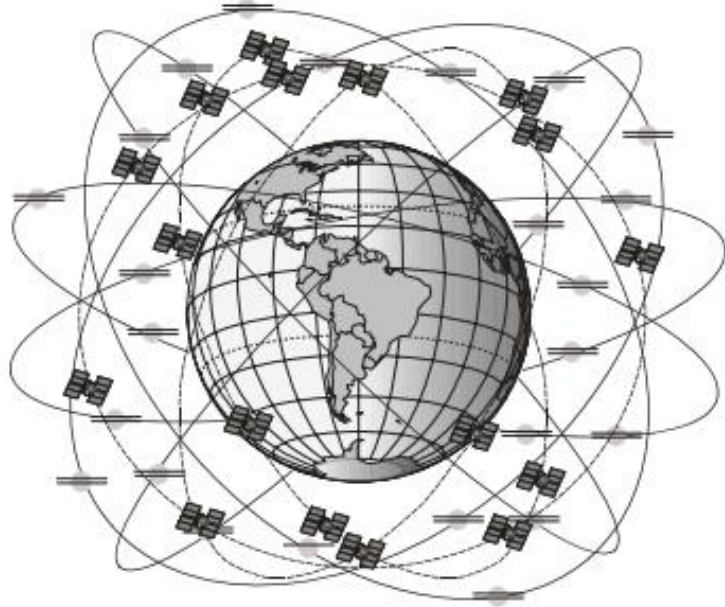
### **கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவு**

கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவானது இம்முறைமையின் கட்டுப்பாட்டு நிலையம் மற்றும் கட்டளைகளை பின்தொடரும் வலையமைப்பு நிலையங்களையும் ரஷ்யா முழுக்க கொண்டு காணப்படுகின்றது. கட்டுப்பாட்டு நிலையம் இம்முறைமையினுடைய செய்மதிகளின் நிலையினை கண்காணிக்கின்றது. GLONASS இன் நேரம் மற்றும் UTC நேரம் போன்றவற்றுக்கேற்ப செய்மதிக்கடிகாரம் மற்றும் Ephemeride களையும் இது தீர்மானிக்கின்றது. மேலும் இக்கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவானது ஒரு நாளைக்கு இருதடவைகள்

இம்முறைமையிலுள்ள செய்மதிகளுக்கு Navigation தரவுகளை வழங்குகின்றது.

### விண்வெளிப்பிரிவு

விண்வெளியில் அமைந்துள்ள பிரிவாக GLONASS இன் விண்வெளிப்பிரிவு காணப்படுகின்றது. இப்பிரிவு இச்செய்மதிமுறைமையின் செய்மதிகள் அனைத்தையும் கொண்டு காணப்படுகின்றது. இம்முறைமையானது 24 செய்மதிகளை கொண்டிருப்பதோடு 08 செய்மதிகள் 03 நீள்வட்டப்பாதைகளில் சுழல்கின்றன. உரு 01 GLONASS செய்மதித்தொகுதியின் கட்டமைப்பினை காட்டுகின்றது.



உரு 1.1: GLONASS செய்மதி முறைமை

## பயன்பாட்டாளர் பிரிவு

இப்பிரிவானது செய்மதிகளின் சமிக்ஞைகளை பெறும் மற்றும் பின்தொடரும் கருவிகளை கொண்டு காணப்படுகின்றது. குறைந்தபட்சம் நான்கு (04) செய்மதிகளின் சமிக்ஞைகளை பெறுவதன் மூலம் இம்முறைமையானது சரிணுட்பமான நிலை (Position), வேகம், மற்றும் நேர அளவுகளை கணிக்கும் திறன்கொண்டுள்ளது. இது பொதுமக்களால் பொதுப்பாவனைகளுக்கும் பாதுகாப்புப்பிரிவினால் பாதுகாப்பு நோக்கங்களுக்காகவும் (Military) பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

## 1.2 GALILEO

இத்தாலியை சேர்ந்த வானியலாளரான கலிலியோ கலிலியின் நினைவாக உருவாக்கப்பட்ட செய்மதி முறைமை இதுவாகும். ஐரோப்பிய ஒன்றியத்தின் உதவியுடன் ஐரோப்பிய ஒன்றிய முகவர் நிலையத்தினூடாக இம்முறைமை இயக்கப்படுகின்றது. இம்முறைமையானது 30 நடுத்தர ஓடுபாதையில் சுற்றும் செய்மதிகளை கொண்டுள்ளதோடு இம்முறைமைக்கு முதற்கட்டமாக GIOVE-A எனப்படும் செய்மதி 28.05.2005 இல் விண்ணுக்கு ஏவப்பட்டது.



உரு 1.2: GIOVE-A GIOVE-B செய்மதிகள்

## Centre for External Degrees and Professional Learning

இதன் திணிவு 600 Kg ஆக காணப்படுவதோடு 700W சக்திகொண்டதாகவும் காணப்படுகின்றது. அதனைத்தொடர்ந்து 2008 இல் GIOVE-B செய்மதி விண்ணுக்கு ஏவப்பட்டது. இதன் திணிவு 530 Kg ஆக காணப்படுவதோடு 1100W சக்திகொண்டமைந்துள்ளது. உரு 1.2 GIOVE-A மற்றும் GIOVE-B செய்மதிகளை காட்டுகின்றது. 2016 மே மாதமளவில் இம் முறைமையில் 14-30 செய்மதிகள் காணப்பட்டதோடு 2020 ஆம் ஆண்டில் இச்செய்மதி முறைமை பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. அட்டவணை 1.1 GALILEO செய்மதிமுறைமையில் காணப்படும் செய்மதிகள் தொடர்பான தகவல்களை தருகின்றது.

அட்டவணை 1.1: கலிலியோ செய்மதிமுறைமையின் பரிணாம விருத்தி

Parameter	GIOVE-A	GIOVE-B	IOV (PFM-FM4)	FOC (FM5-FM26)
Launch mass	600 kg	530 kg	730 kg	732.8 kg
Total power	700 W	1100 W	1980 W	1900 W
Size	1.3 × 1.8 × 1.65 m	0.95 × 0.95 × 2.4 m	2.7 × 1.2 × 1.1 m	2.5 × 1.2 × 1.1 m
Design lifetime	27 months	27 months	12 years	12 years
Launch dates	28 Dec 2005 (decommissioned)	26 Apr 2008 (decommissioned)	PFM/FM2: 21 October 2011	FM5/FM6: Q3 2014 (scheduled)
	5 Jun 2012)	23 Jul 2012)	FM3/FM4: 12 October 2012	1 launch every 34 months (plan)

இச்செய்மதி முறைமையும் கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவு, விண்வெளிப்பிரிவு, மற்றும் பயன்பாட்டாளர் பிரிவு போன்றவற்றை கொண்டு காணப்படுகின்றது. கட்டுப்பாட்டுப்பிரிவினை நோக்கின் செய்மதிகளுக்கு தேவையான சமிக்ஞைகளை வழங்குவது இதன் பிரதான தொழிற்பாடாகும். அதுபோல கலிலியோ செய்மதிமுறைமைக்குட்பட்ட அனைத்துக்கூறுகளுக்கும் நேரத்தினை வழங்குதல், செய்மதி போக்கிற்கான (Navigation) செய்திகளை வழங்குதல், கண்காணித்தல், மற்றும் கலிலியோ சேவையினை சுமுகமாக வழங்கும் அனைத்து தொழிற்பாடுகளையும்

## Centre for External Degrees and Professional Learning

தரைப்பகுதியிலிருந்து மேற்கொள்ளல் போன்ற செயன்முறைகளையும் மேற்கொள்கின்றது. உரு 1.3 கலிலியோ செய்மதிமுறைமையின் கண்காணிப்பு மற்றும் கட்டுப்பாட்டு நிலையங்களை காட்டுகின்றது.



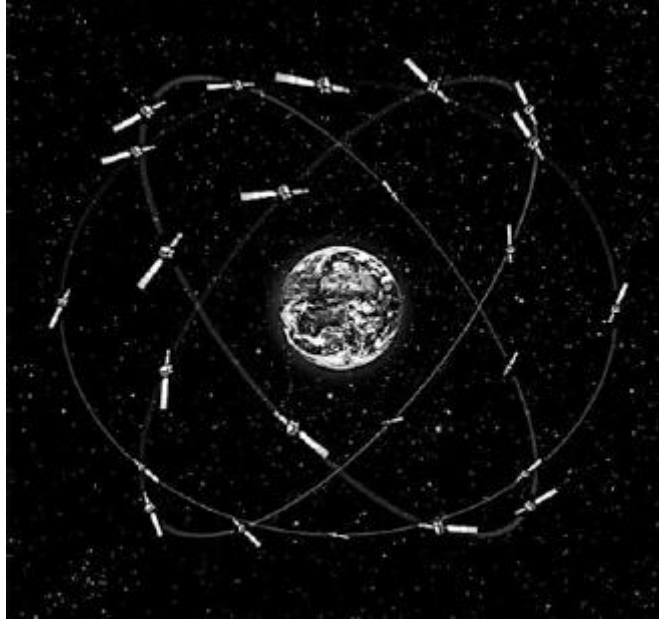
உரு 1.3: கண்காணிப்பு மற்றும் கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள்

விண்வெளிப்பிரிவினை நோக்கின் இம்முறைமையில் காணப்படும் செய்மதிகள் அனைத்தையும் உள்ளடக்கி விண்வெளியில் காணப்படும் பகுதியாகும். 24 செய்மதிகளை 08 சமஇடைவெளிகளில் கொண்டுள்ளதோடு இதன் சுற்றுக்கைக்கு 14 மணித்தியாலங்கள் எடுக்கின்றன.

மேலும் கலிலியோவின் பயன்பாட்டாளர் பிரிவினை நோக்கின் இது பயன்பாட்டாளருக்கு சேவைகள் மற்றும் சமிக்ஞைகளை

## Centre for External Degrees and Professional Learning

வழங்குகின்றது. கலிலியோ செய்மதி முறைமையின் சேவைகளை நோக்கின் பொதுப்பயன்பாட்டிற்கு கட்டணமற்ற சேவையினை வழங்குகின்றது. குறிப்பாக நிலைப்படுத்தல் மற்றும் நேர தகவல்களை உலளாவிய ரீதியில் வழங்குகின்றது. மேலும், மட்டுப்படுத்தப்பட்டளவில் அரசாங்கத்தினால் அதிகாரமளிக்கப்பட்ட பயன்பாட்டாளர்களுக்கு (for sensitive applications) நேர மற்றும் நிலைப்படுத்தல் தரவுகளை வழங்குகின்றது. இதற்காக சமீக்கைகள் Encrypt செய்யப்பட்டு செயற்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் வர்த்தக நோக்கங்கள், தேடுதல் மற்றும் மீட்பு போன்ற நோக்கங்களுக்காகவும் கலிலியோ செய்மதி முறைமை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உரு 1.4 கலிலியோ செய்மதி முறைமையின் கட்டமைப்பினைக் காட்டுகின்றது.



உரு 1.4: கலிலியோ செய்மதி முறைமை கட்டமைப்பு

### 1.3 BEIDOU NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (BDS)

சீன நாட்டின் செய்மதி தொகுதியாக இது காணப்படுவதோடு 2000 ஆம் ஆண்டிலிருந்து வரையறுக்கப்பட்ட சேவைகளை இம்முறைமை வழங்கியது. சீனாவுக்கான வழிசெலுத்தல் தரவுகளை மாத்திரம் இது ஆரம்பத்தில் வழங்கியதோடு 2012 ஆம் ஆண்டில் இத்தொகுதி தனது சேவைகள் காலாவதியாகியமையினால் இடைநிறுத்தியது. பின்னர் BEIDOU-02 செய்மதி தொகுதியானது 16 செய்மதிகளைக்கொண்டு பிராந்திய சேவைகளை வழங்கும் முறைமையாக காணப்பட்டது. இதில் 06 செய்மதிகள் Geostationary செய்மதிகளாகவும் மேலும் 06 செய்மதிகள் Geosynchronous செய்மதிகளாகவும் ஏனைய 04 செய்மதிகளும் Medium Earth Orbit செய்மதிகளாகவும் காணப்படுகின்றன. இம்முறைமை ஆசிய-பசுபிக் பிராந்தியத்திற்கு சேவை வழங்கக்கூடியதாக காணப்பட்டது.

இதன் மூன்றாம் தலைமுறை (BEIDOU-03) 2020 இல் இருந்து செயற்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்றது. உலகளாவிய ரீதியில் நேரம் மற்றும் வழிசெலுத்தல் (Navigation) சேவைகளை இது வழங்குவதாக காணப்படுகின்றது.

இம்முறைமை 03 வகையான ஓடுபாதைகளில் செய்மதிகளை கொண்டுள்ளதோடு 24 செய்மதிகளை நடுத்தர வட்டப்பாதையிலும் (உலகளாவிய சேவைகள்), 03 செய்மதிகளை Geosynchronous ஓடுபாதைகளிலும் (ஆசிய-பசுபிக் பிராந்திய சேவைகள்), மற்றும் 03 செய்மதிகளை Geostationary சுற்றுப்பாதையிலும் (சீனாவுக்கான சேவைகள்) கொண்டமைந்துள்ளது. சீனாவுக்கு வெளியே பல நாடுகள் ஒப்பந்த அடிப்படையில் இச்செய்மதிமுறைமையின் சேவையினை பெறுகின்றன.



அட்டவணை 1.2: BEIDOU செய்மதிகளின் விபரம்

Block	அனுப்பப்பட்ட காலப்பகுதி	Satellite Launches			தற்போது இயங்கும் செய்மதிகள்
		Success	Failure	Planned	
1	2000-2006	04	0	0	0
2	2007-2019	20	0	0	15
3	2015-Present	36	0	0	31
மொத்தம்		60	0	0	46

#### 1.4 GPS (NAVSTAR)

GPS செய்மதி தொகுதியானது ஐக்கிய அமெரிக்காவிற்கு சொந்தமான செய்மதி முறைமையாக காணப்படுகின்றது. தற்கால உலகில் மனித வாழ்வில் இன்றியமையாத பல்வேறுபட்ட சேவைகளை GPS தொழினுட்பமானது வழங்கிவருகின்றது. இந்நூலின் ஏனைய அத்தியாயங்கள் அனைத்தும் GPS செய்மதி தொடர்பான விளக்கங்களை விரிவாக தருகின்றது.

#### மாதிரி வினாக்கள்

1. பூகோள இடவமைவு செய்மதி முறைமையினை சுருக்கமாக விளக்குக.
2. பூகோள இடவமைவு செய்மதி முறைமை என்றால் என்ன?
3. பூகோள இடவமைவு செய்மதி முறைமையில் காணப்படும் இடவமைவு செய்மதி தொகுதிகள் யாவை?
4. Galileo செய்மதி தொகுதியை சுருக்கமாக விபரிக்க.
5. BEIDOU செய்மதித்தொகுதியின் கட்டமைப்பை சுருக்கமாக விளக்குக.

## திறவுச்சொற்கள்

Navigation, GPS, GLONASS, COMPAS மற்றும் GALILEO

### Recommended Reading

- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0
- Frech, G.T., (1996). Understanding the GPS, An introduction to the GPS. GeoResearch, Inc. 8120 Woodmont Avenue, Suite 300, Bethesda, MD 20814. ISBN: 0-9655723-0-7
- Bartolomé, J.P., Maufroid, X., Hernández, I.F., José A. López Salcedo, J.A.L., & Granados, G.S. (2015). Overview of Galileo System. Springer.

---

## அத்தியாயம் - 02

---

02. GPS மற்றும் செய்மதி இடவமைவு போன்றவற்றின் அடிப்படைகள்

- 2.1 Reference Coordinate System மற்றும் செய்மதி ஓடுபாதைகளின் அடிப்படைகள்
- 2.2 நேரம் மற்றும் GPS

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயம் குறிப்பாக GPS மற்றும் செய்மதி இடவமைவு போன்றவை எவ்வாறு இயங்குகின்றன?, அவற்றின் அடிப்படைகள் என்ன?, அவை எவ்வாறு கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதனை விளக்குவதோடு செய்மதி ஓடுபாதைகளின் அடிப்படைகள் பற்றியும் விளக்குகின்றது. மேலும் GPS இன் மிக முக்கியமான அம்சமாக காணப்படும் நேரம் மற்றும் அவற்றின் கடிகாரங்கள் என்பன பற்றியும் இப்பகுதி தெளிவாக விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. GPS செய்மதி மற்றும் அவற்றின் இடவமைவு செயன்முறைகள் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றன என்பதனை அடிப்படையிலிருந்து விளக்குதல்.
2. Coordinate முறைமை எவ்வாறு கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதனை விளக்குவதோடு அவற்றின் மூலம் குறித்த ஒரு இடத்தினை எவ்வாறு கண்டறியலாம் என்பதனையும் விளக்குகின்றது.
3. செய்மதி ஓடுபாதைகள் எவ்வாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன என்பதையும் தெளிவுபடுத்துகின்றது.

4. GPS இன் செயன்முறை மற்றும் சரிணுட்பத்தன்மையில் நேரத்தின் பங்களிப்பினை தெளிவுபடுத்துகின்றது.

### எதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் GPS மற்றும் செய்மதி இடவமைவு போன்றவற்றின் அடிப்படைகளை ஆழமாக விளங்குவர்.
- Reference Coordinate System மற்றும் செய்மதி ஓடுபாதைகளின் அடிப்படைகள் போன்றன எவ்வாறு கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதனை அறிவர்.
- மாணவர்கள் நேரம் மற்றும் GPS இற்கிடையலான நெருங்கிய தொடர்பினை விளங்குவர்.

## 02. GPS மற்றும் செய்மதி இடவமைவு போன்றவற்றின் அடிப்படைகள்

பாரம்பரிய அளவை முறைமை வரலாறு ரீதியாக மிகவும் பழமை வாய்ந்ததாக காணப்பட்டது. எகிப்து, சீனா, மற்றும் பபிலோனியா போன்ற பல நாகரிகங்கள் மற்றும் பேரரசுகள் நகரங்களை அமைக்கவும் கட்டிடங்களை கட்டுவதற்காகவும் பாரம்பரிய அளவை முறைகளை பயன்படுத்தினர். இந்த அடிப்படையில் அக்காலத்தில் இடம் காட்டும் முறைமையாக ஓர் இடத்தில் அல்லது வான்பொருளினை அடிப்படையாகக்கொண்டு ஒரு நபரின் வழியை கண்டுபிடிக்கும் முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

அந்த அடிப்படையில் GPS தொழினுட்பமானது அளவையியல் (Surveying) மற்றும் இடங்காட்டல் முறை (Navigation) போன்ற விடயங்களுக்காக பரிணாமடைந்துள்ளது. GPS ஆனது ஒரு இடத்தின் அமைவிட தரவினை தரவல்ல தன்மையினை கொண்டு காணப்படுகின்றது. இந்நிலையானது ஏனைய அளவையியல் முறைகளுடன் போட்டியிடக்கூடிய தன்மையை ஏற்படுத்துகின்றது.

GPS செய்மதி முறைமை பனிப்போர் காலத்தின் இறுதிப்பகுதியில் விருத்தி செய்யப்பட்டது. ஆரம்ப காலங்களில் இத்தொழினுட்பம் பெரிதும் இராணுவ மற்றும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளுக்காக பயன்படுத்தப்பட்டது. குறிப்பாக அணுகுண்டுகளை ஏந்திய நீர்மூழ்கி கப்பல்கள் மேற்பரப்பினை அடையும்போது அவற்றின் இடமறிந்து தாக்குதல் நடாத்த இத்தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டது. மேலும், தரைப்படைகளின் வழி செலுத்துகை (Navigation) மற்றும் அவற்றின் துல்லியமான இடங்களை அறிதல் போன்றவற்றிற்கும் GPS தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டது.

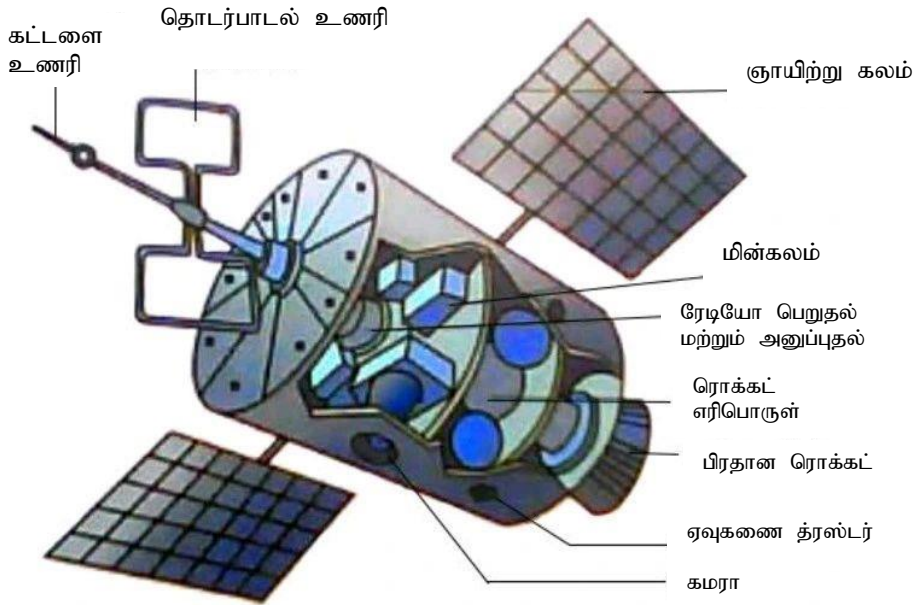
### செய்மதி அறிமுகம்

பூகோள வழிசெலுத்துகை செய்மதி முறைமைகளை (Global Navigation Satellite System) தெளிவாக அறிந்து கொள்வதற்கு செய்மதிகள் தொடர்பான விளக்கங்கள் அவற்றின் அடிப்படைகள் மற்றும் கட்டமைப்புகள் பற்றி அறிதல் அவசியமாகின்றது. செய்மதிகள் எனப்படுபவை பொதுவாக பெரிய பொருளொன்றினை சுற்றி வலம்வரும் சிறிய பொருள் (A satellite is an object that moves around a larger object) என பொருள்கொள்ளப்படுகின்றது. இதன்படி புவியானது ஒரு செய்மதியாக காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக அது சூரியனை சுற்றி வலம் வருகின்றது. அதேபோன்று சந்திரன் ஒரு செய்மதியாக காணப்படுகின்றது. ஏனெனில் அது பூமியை குறித்த ஒழுங்கில் சுற்றி வருகின்றது. எனவே புவியும், சந்திரனும் இயற்கை செய்மதிகள் (Natural Satellites) என அழைக்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு இயற்கையான செய்மதிகள் காணப்பட்ட போதிலும் பொதுவாக மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட செய்மதிகள் பற்றிய கருத்தாடல்களே அன்றாட வாழ்வில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. அந்தவகையில் புவி மற்றும் சந்திரனைப்போன்று மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட இயந்திரங்கள் புவியினைச்சுற்றி வர வடிவமைக்கப்பட்டிருத்தல் செய்மதிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறான மனிதனால் உருவாக்கப்படும் செய்மதிகள் பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக விண்ணுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இவை பாரிய ஏவுகணைகளில் (Rockets) பொருத்தப்பட்டு உயர் தொழினுட்பத்தின் உதவியுடன் விண்ணுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. காலரீதியாக பல்வேறு மாற்றங்களுக்குட்பட்ட செய்மதிகள் இன்று நவீனமயப்படுத்தப்பட்டு மிகவும் வினைத்திறன்மிக்கதாக சிறிய அளவுகளில் உருவாக்கப்படுகின்றன. உரு 2.1 செய்மதி ஒன்றின் முக்கியமான பகுதிகளை தெளிவாக காட்டுகின்றது.

### செய்மதி ஒன்றின் பிரதான பகுதிகள்



உரு 2.1: செய்மதி ஒன்றின் பிரதான பகுதிகள்

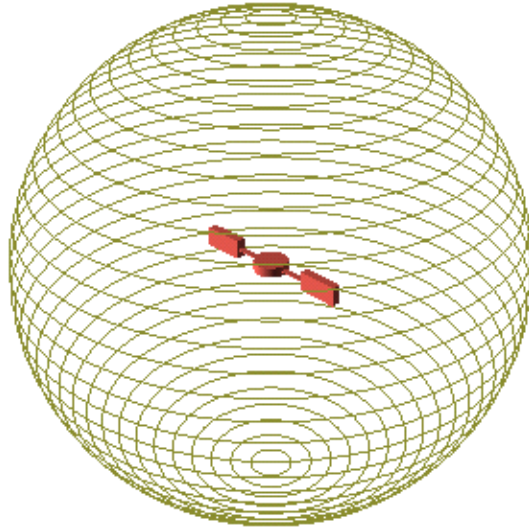
### GPS இன் அடிப்படைகள்

GPS செய்மதி முறைமையானது ஒரே தடவையில் பல்வேறு திரிகோணகணித மற்றும் அல்ஜீப்ரா (Algebra) சமன்பாடுகளை

பயன்படுத்தி குறிப்பாக கோணம் மற்றும் தூர இடைவெளிகளை பயன்படுத்தி கணிப்பீடு செய்து செயற்படுகின்றது.

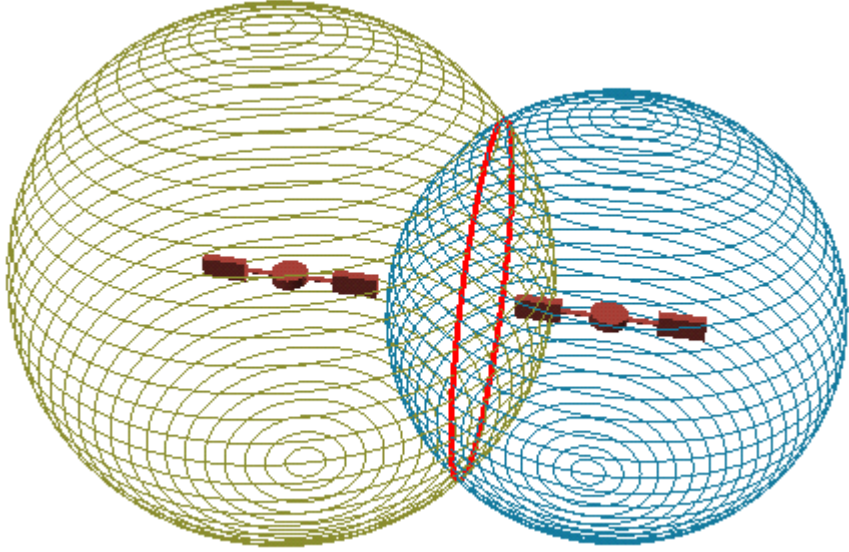
GPS செய்மதிகளில் இருந்து வெளிப்படும் நுண் அலைகள் 299,792,458 m/s (180,000 Miles) வேகத்தில் வாங்கியினை (Receiver) சென்றடைகின்றது. GPS இல் உள்ள சரிநுட்பமான அணுக்கடிகாரங்கள் இவ்வலைகள் செல்லும் தூரம் மற்றும் செல்ல எடுக்கும் நேரத்தினை அடிப்படையாக கொண்டு கணிப்பீடு செய்து செயற்படுகின்றது.

எனினும் நாம் தனித்த ஒரு செய்மதியிலிருந்து GPS சமிக்ஞையினை பெறுகின்ற போது குறித்த செய்மதியிலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் நிலைகொண்டுள்ளோம் என அறிய முடியும். இருந்தபோதிலும் நாம் இருக்கும் திசையினை அறிய முடியாது. ஏனெனில் தனித்த ஒரு GPS செய்மதியினால் வெளியிடப்படும் சமிக்ஞை கோளவடிவமான புவியில் நாம் இருக்கும் இடத்தில் பெறப்படுகின்றமையால் எம்மால் திசையினை அறியமுடியாது. உரு 2.2 இந்நிலையினை தெளிவாக விளக்குகின்றது.



உரு 2.2: தனியொரு செய்மதியின் நிலை

எனினும், இரண்டாவது GPS செய்மதியின் சமிக்ஞை கிடைக்கப்பெறுகின்ற போது இரண்டு கோளங்கள் இடைவெட்டுமாறு அவற்றின் சமிக்ஞை கிடைக்கப்பெறுகின்றது. இரண்டு இடைவெட்டும் கோளங்களில் ஏதேனுமொரு இடத்தில் குறித்த நபரின் இருப்பு நிலைப்படுத்தப்படுகின்றது. எனினும் சரியான இடத்தினை கண்டுகொள்ள இரண்டு GPS தரவுகள் போதுமானதல்ல. உரு 2.3 இரண்டு செய்மதிகளின் தொடர்புநிலையினை காட்டுகின்றது.



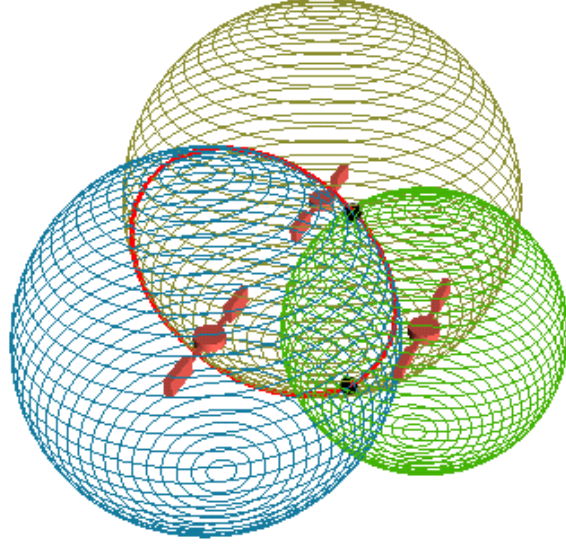
உரு 2.3: இரண்டு செய்மதிகளின் தொடர்பு

எனவே மூன்றாவது GPS செய்மதியின் சமிக்ஞை கிடைக்கப்பெறுகின்றபோது செய்மதிகளானது இடம் சார் தரவுகளை அதிகமாக வழங்குவதனால் இவை இடைவெட்டும் புள்ளிகளில் குறித்த நபரின் சரியான இடம் அடையாளப்படுத்தப்படும். உரு 2.4 மூன்று செய்மதிகளின் தொடர்பினை விளக்குவதாக அமைகின்றது.

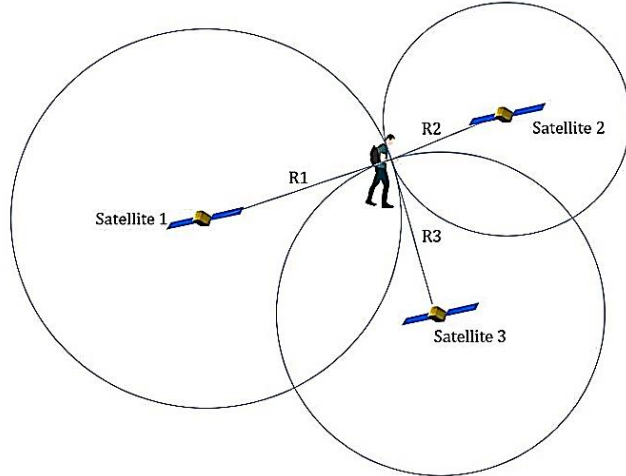
சுருக்கமான கூறின் ஒரு குறித்த நபரின் இடவமைவிலிருந்து மூன்று வேறுபட்ட இடங்களுக்கான தூரம் அறியப்படும் போது குறித்த நபரின்



இடத்தினை கண்டுபிடிக்க முடியும். இது Trilateration என அழைக்கப்படுகின்றது. உரு 2.5 இவ்வாறான 03 செய்மதிகளின் நிலைப்படுத்தலை தெளிவாக காட்டுகின்றது.



உரு 2.4: மூன்று செய்மதிகளின் தொடர்புநிலை



உரு 2.5: Trilateration செயன்முறையில் குறித்த ஒரு இடத்தின் நிலைப்படுத்தல்

GPS செய்மதிகள் நிலையான வேகத்தில் இயங்கிக் கொண்டே இருக்கின்றன. இவை 12 மணிக்கொரு தடவை தனது வட்டப்பாதையில் வலம் வருகின்றன. 06 வட்டப்பாதைகளில் ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையிலும் 04 செய்மதிகள் வீதம் 24 செய்மதிகள் வலம் வருகின்றன. தரையிலிருக்கும் GPS பொறிக்கு எப்போதும் 04 செய்மதிகளின் சமிக்கைகள் கிடைக்கும் வகையில் இம்முறைமை கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது.

## 2.1 Reference Coordinate System

ஒரு இடத்தின் அமைவிடம், நிலை, தூரம், மற்றும் திசை போன்றவற்றை விளக்கும் கணித கட்டமைப்பு Reference Coordinate System எனப்படும். இவை அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்கினை அடிப்படையாக கொண்டு ஒரு குறித்த அமைவிடத்தினை காட்டுகின்றது. பூமியில் பல்வேறு கணித செயற்பாடுகளை மேற்கொள்ளவும் குறித்த இடத்தின் சரியான அமைவிடத்தினை அறிந்து கொள்ளவும் கற்பனை கோடுகளான அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இம்முறைமை இரண்டு பிரதான வகைகளாக காணப்படுகின்றன.

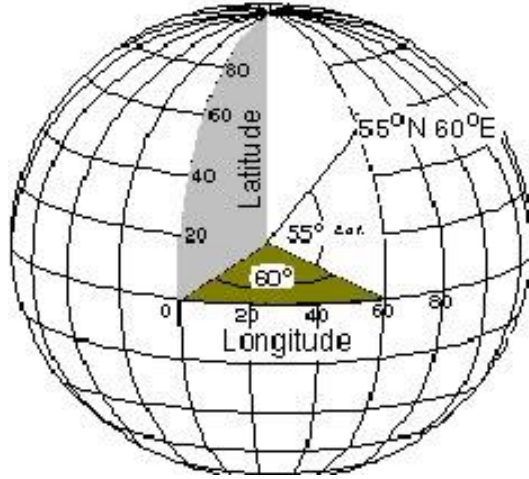
1. Spherical Coordinate System
2. Projected Coordinate System

மூன்று Coordinate களின் துணைகொண்டு ஒரு முப்பரிமான இடைவெளியினை (Space) பிரதிபலிக்கும் முறையாக Spherical Coordinate System காணப்படுகின்றது. முப்பரிமான புவியில் குறித்த இடத்தின் இடவமைவினை அறிய அல்லது Reference Point இனை குறிக்க இது பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இதற்காக பயன்படுத்தப்படும் Coordinate களாக

1. Radial Distance ( $r$ )
2. Polar Angle ( $\theta$ )
3. Azimuthal Angle ( $\varphi$ )

அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்குகள் Geographic Coordinate முறைமையாக காணப்பட்ட போதிலும் அவை நடைமுறை பிரயோகத்தில் (Practical Application) Spherical Coordinate களாக கருதப்படுகின்றது. இங்கு அகலாங்கு Polar Angle ஆகவும் நெட்டாங்கு Azimuthal Angle ஆகவும் கருதப்படுகின்றது. உரு 2.6 Spherical Coordinate System இனை காட்டுகின்றது.



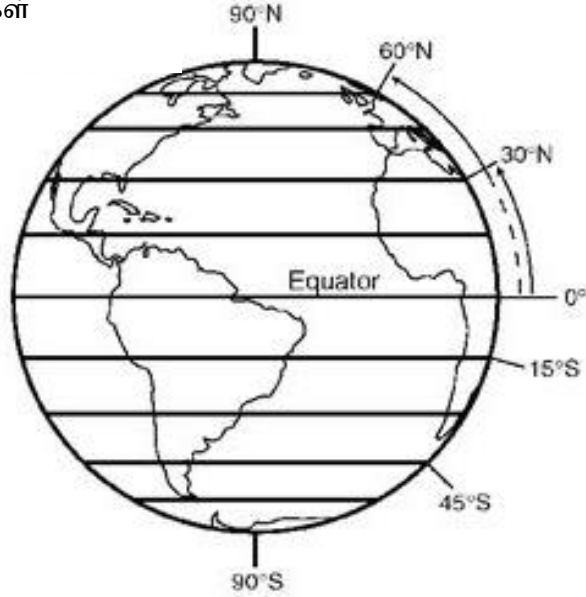
உரு 2.6: Spherical Coordinate System

### **அகலாங்குகள்**

அகலாங்குகள் எனப்படுபவை புவியின் வடக்கு அல்லது தெற்கு பகுதியின் தூரத்தை அளக்கும் கிழக்கு மேற்காக வரையப்பட்டுள்ள

கற்பனைக் கோடுகளாகும். அகலாங்குகள் ஒன்றை ஒன்று சந்திக்காதனவாக காணப்படுகின்றன. இவை துருவப்பகுதிகளில் நீளம் குறைந்ததாகவும் மத்திய கோட்டுப்பகுதியில் நீளம் கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றன. இவை பாகை, கலை, விகலை போன்ற அளவுருக்களில் அளவீடு செய்யப்படுவதோடு பூமத்திய கோடு  $0^{\circ}$  ஆக காணப்படுகின்றது. உரு 2.7 அகலாங்குகளை காட்டுகின்றது.

அகலாங்குகள்

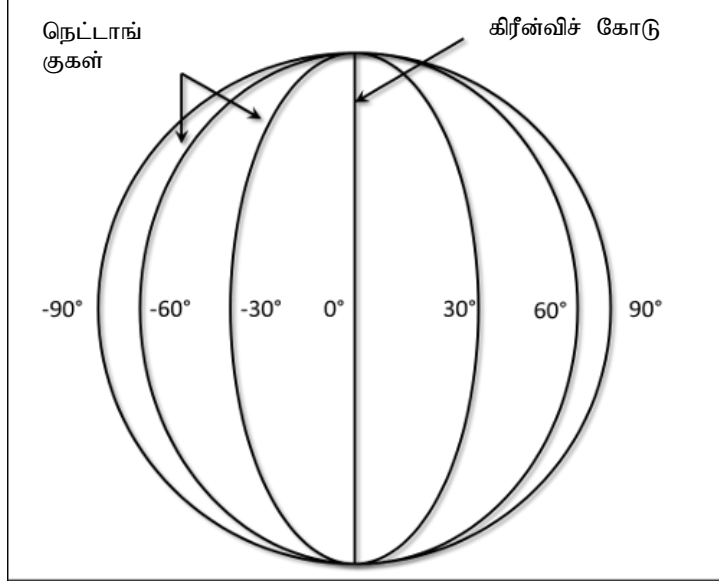


உரு 2.7: அகலாங்குகள்

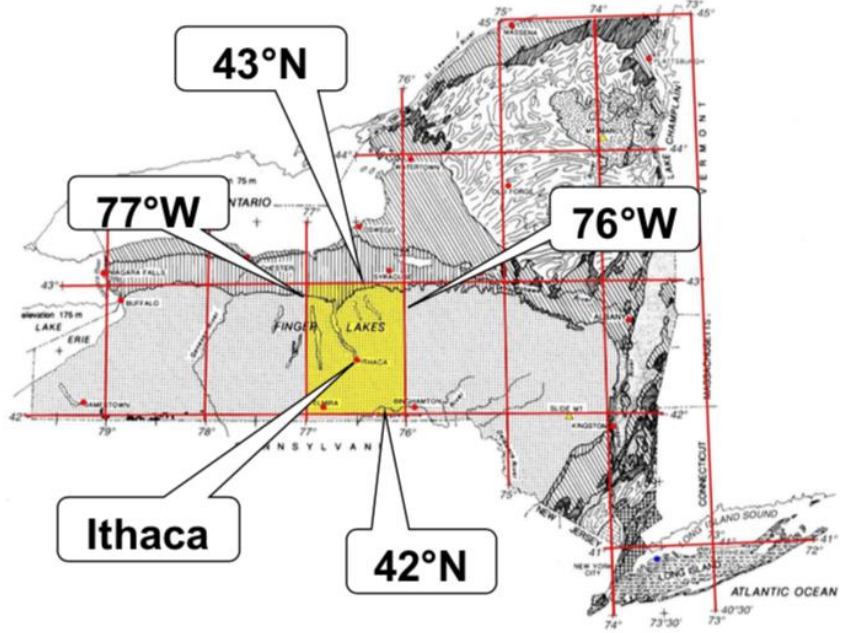
### நெட்டாங்குகள்

வட, தென் துருவம் நோக்கி வரையப்பட்டுள்ள கற்பனைக்கோடுகள் நெட்டாங்குகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மேற்கு அல்லது கிழக்கு நோக்கிய தூரத்தினை அளவீடு செய்கின்றன. இவையும் பாகை, கலை, விகலை போன்ற அளவுருக்களில் அளவீடு செய்யப்படுகின்றன. இவற்றில்  $0^{\circ}$  கிரீன்விச் கோடு என அழைக்கப்படுகின்றது. இங்கிலாந்தின் கிரீன்விச் பகுதியினூடாக

இக்கோடு செல்கின்றமையினால் இவ்வாறு அழைக்கப்படுகின்றது. உரு 2.7 நெட்டாங்குகளை தெளிவாக காட்டுகின்றது.



உரு 2.8: நெட்டாங்குகள்

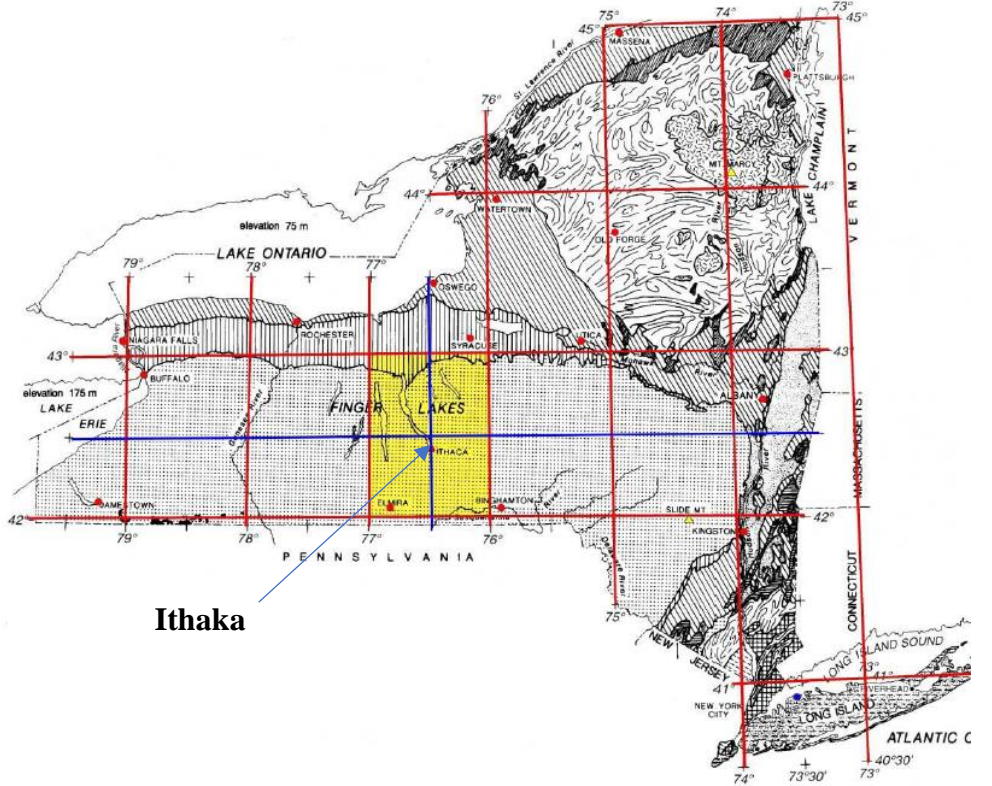


உரு 2.9: Coordinate இனை வரையறை செய்தல் (பாகை)

## Centre for External Degrees and Professional Learning

இவ்வாறு அகலாங்கும் நெட்டாங்கும் ஒருங்கும் புள்ளி குறித்த இடத்தின் அமைவிட (Reference) புள்ளியாக காணப்படுகின்றது. ஓரிடத்தின் அமைவிடத்தினை அகலாங்கு நெட்டாங்குகளில் விளக்கும் முறையினை பின்வரும் உதாரணம் மூலம் காணலாம்.

இதாகா எனும் பிரதேசத்தின் அமைவிடம் படத்தில் தரப்பட்டுள்ளதோடு அப்பிரதேசம் வட அகலாங்கு  $42^{\circ}$  இற்கும்  $43^{\circ}$  இற்கும் இடையிலும் மேற்கு நெட்டாங்கு  $76^{\circ}$  இற்கும்  $77^{\circ}$  இற்கும் இடையிலும் அமைந்துள்ளது. எனினும் அதன் சரிணுட்பமான அமைவிடத்தின் அகலாங்கு நெட்டாங்குகளை கணிப்பிட பாகை அளவீட்டினை கலை மற்றும் விகலை என பிரிப்பதன் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.



உரு 2.10: Coordinate இனை வரையறை செய்தல் (கலை)

## Centre for External Degrees and Professional Learning

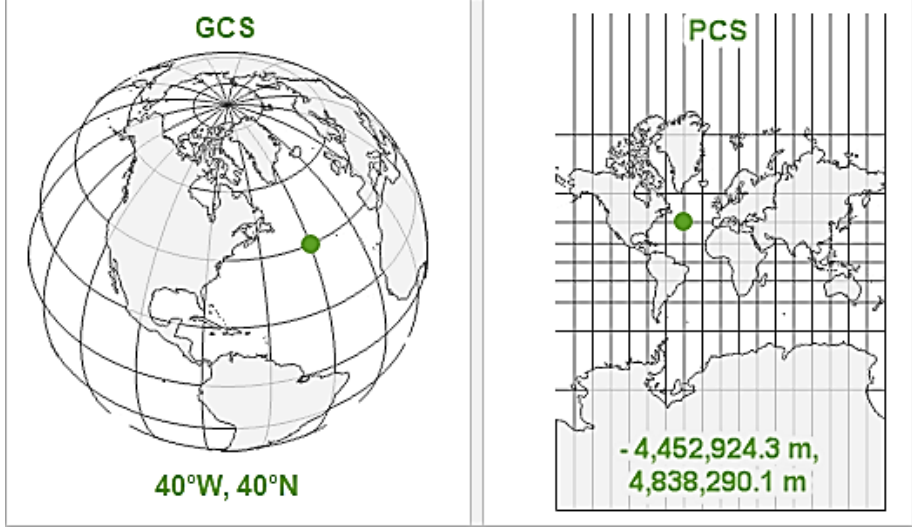
ஒவ்வொரு பாகையும் 60 கலைகளாகும் (Minutes). எனவே இங்கு அளியடைப்பினை சமபகுதிகளாக வடக்கு தெற்காகவும் கிழக்கு மேற்காகவும் பிரிக்கும் போது 30 கலைகளாக அவை பிரிக்கப்படும். இப்போது இதாக்காவின் அமைவிடம்  $76^{\circ} 30' W$  ஆகவும்  $42^{\circ} 30' N$  ஆகவும் காணப்படுகின்றது (இதாக்கா  $30'$  இற்கு சற்று குறைவாக அமைந்துள்ளது). இதனை இன்னும் சரிணுட்பமாக கணிக்க விகலைகளாகவும் (Seconds) தேவையேற்படி பிரித்து நோக்கலாம். உரு 2.8 மற்றும் 2.9 Coordinate வரையறை செய்யும் முறையினை தெளிவாக விளக்குகின்றது. (*60 Minutes = one degree, 60 Seconds = one minute, 3600 seconds = one degree*).

அகலாங்கும் நெட்டாங்கும் புள்ளியே குறித்த இடத்தின் அமைவிடமாகும். அகலாங்கு நெட்டாங்குகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஓரிடத்தின் அமைவிடத்தினை விபரிக்கும் போது திசைகளினடிப்படையில் அகலாங்குகள் வடக்கு தெற்காகவும் நெட்டாங்குகள் கிழக்கு மேற்காகவும் காணப்படும். அதாவது அகலாங்கு ஒன்றில் வடக்காகவோ அல்லது தொற்காகவோ காணப்படும் அதேவேளை நெட்டாங்குகள் மேற்காகவோ அல்லது கிழக்காகவோ காணப்படுகின்றன. இவ்வாறே அகலாங்கு நெட்டாங்கு அடிப்படையில் இடத்தின் Reference புள்ளி நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது.

### Projected Coordinate System

எறியங்களின் துணைகொண்டு புவியின் முப்பரிமானம் இருபரிமானமாக மாற்றப்பட்டு தட்டையான படங்கள் உருவாக்கப்படுகின்ற முறைமை Projected Coordinate System எனப்படுகின்றது. முன்னர் விளக்கப்பட்ட முறைபோன்றல்லாமல் இவை தட்டையான படங்களில் இடவமைவுகளை குறிப்பிடும் Coordinate களாகும். இவை நேர்கோட்டு அளவுத்திட்டங்களில் அளவிடப்படுவதோடு மீற்றர் அல்லது அடி போன்ற அளவுகளில்

அளவிடப்படுகின்றன. உரு 2.10 Geographic Coordinate System (GCS) எவ்வாறு Projected Coordinate System (PCS) ஆக மாற்றப்பட்டுள்ளது என்பதனை விளக்குகின்றது.



உரு 2.11: Projected Coordinate System ஒப்பீட்டு விளக்கம்

### செய்மதி வட்டப்பாதைகள்

விண்ணுக்கு அனுப்பப்படும் செய்மதிகள் பூமியைச்சுற்றி வலம்வரும் பாதைகள் வட்டப்பாதைகள் அல்லது ஓடுபாதைகள் எனப்படும். குறிப்பாக இப்பாதைகள் செய்மதிகள் புவியை ஒரு குறித்த கால இடைவெளியில் மீண்டும் மீண்டும் சுற்றிவரும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. செய்மதிகள் ஏவுகணைகள் மூலம் விண்வெளிக்கு அனுப்பப்படுகின்றபோது ஏவுகணைகள் செய்மதிகளை அவற்றின் ஓடுபாதைகளில் கொண்டு சேர்க்கின்றன. புவியீர்ப்பு விசை காரணமாக சந்திரன் எவ்வாறு அதன் ஓடுபாதையில் வலம்வருகின்றதோ அதேபோன்று செய்மதிகள் புவியைச்சுற்றி வருகின்றன. பூமியைச் சுற்றியிருக்கும் கோளப்பாதையில் கிட்டத்தட்ட 3,000 இற்கு மேற்பட்ட செய்மதிகள் வலம் வருகின்றன. செய்மதிகள் பொதுவாக அவற்றின் சுற்றுப்பாதையின் உயரத்தின்



## Centre for External Degrees and Professional Learning

அடிப்படையிலேயே வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அந்தவகையில் செய்மதி சுற்றுப்பாதைகள் பின்வருமாறு பிரதானமாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. Low Earth Orbit (LEO)
2. Medium Earth Orbit (MEO)
3. Geostationary Orbit (GEO)
4. Sun-Synchronous Orbit (SSO)

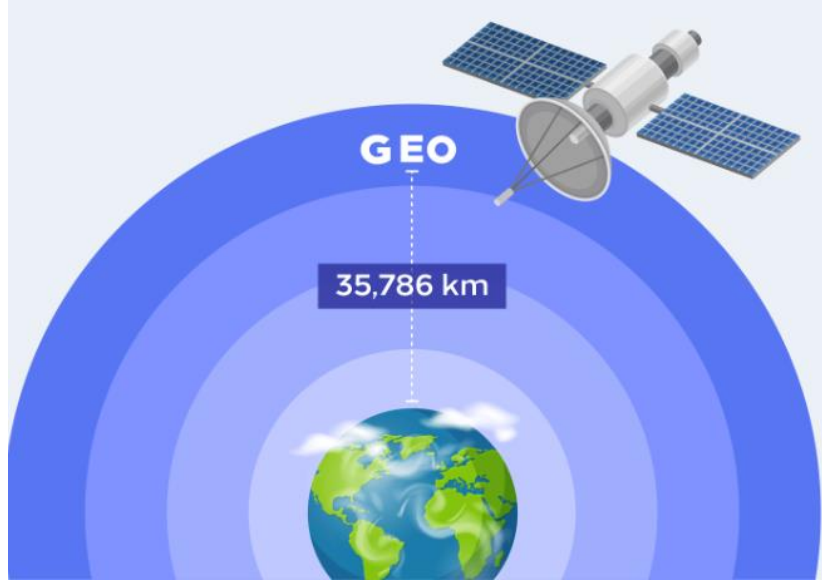
### Low Earth Orbit (LEO)

இவ்வகையான செய்மதிகள் ஏனைய ஓடுபாதைகளுடன் ஒப்பிடுகையில் புவிக்கு மிக அண்மையில் வலம்வருகின்றன. இச்சுற்றுப்பாதையில் 160Km – 1000Km உயரத்தில் இச்செய்மதிகள் வலம்வருகின்றன. இவை செக்கன் ஒன்றிட்டு 7.8 கி.மீ. வேகத்தில் பிரயாணம் செய்வதோடு புவியைச் சுற்றிவர 90 நிமிடங்கள் எடுக்கின்றன. ஒரு நாளைக்கு 16 தடவைகள் புவியைச் சுற்றி வலம் வருவையாக இவ் ஓடுபாதையில் அமைந்துள்ள செய்மதிகள் காணப்படுகின்றன.

இச் சுற்றுவட்டப்பாதையில் உள்ள செய்மதிகள் தரைப்பகுதியின் நிலைக்கு ஏற்ப விரைவாக தனது இருப்பை மாற்றிக் கொள்வனவாக காணப்படுவதோடு தெளிவான படங்களை எடுக்கக்கூடியனவாகவும் தரவுகளை சேகரிக்கக்கூடியனவாகவும் காணப்படுகின்றன. அவற்றினைப்பயன்படுத்தி படமாக்கல், நிலவளம், மற்றும் வானிலை போன்ற துறைகளில் பிரயோகிக்கக்கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றன.

### Medium Earth Orbit (MEO)

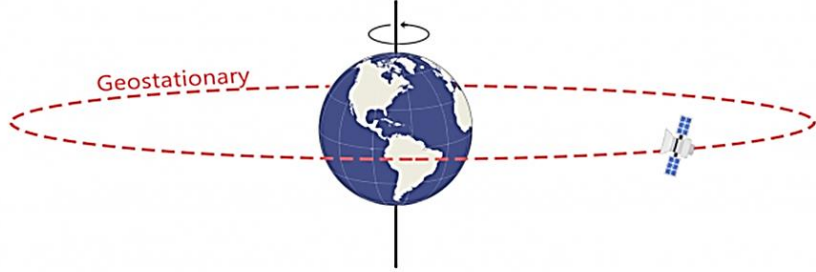
Low Earth Orbit இற்கும் Geo Stationary Orbit இற்கும் இடையே அமைந்துள்ள சுற்றுவட்டப்பாதைகள் இவையாகும். இவை புவி மேற்பரப்பிலிருந்து 1,000 - 22,000 மைல்கள் தொலைவில் அமைந்துள்ளன. GPS தொகுதியினை இயக்குவதற்கு இவ்வகை Orbit களே அதிகளவில் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் சுற்று வட்டப்பாதைக்கு 02 - 12 மணித்தியாலங்கள் தேவைப்படும். தொடர்பாடல், பாதுகாப்பு, வானியல், விவசாய கண்காணிப்பு, வனவள கண்காணிப்பு, மற்றும் சமுத்திர ஆய்வுகள் போன்றவற்றிற்கு இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. டெல்ஸ்டார் எனும் முதலாவது ஆய்வு செய்மதி 1962 இல் ஏவப்பட்டதோடு அது இவ்வோடுபாதையில் சுற்றும் செய்மதியாகவும் காணப்படுகின்றது. உரு 2.11 Medium Earth Orbit Satellite ஒடுபாதையின் அமைப்பினைக்காட்டுகின்றது.



உரு 2.12: Medium Earth Orbit Satellite ஒடுபாதையின் அமைப்பு

## Geostationary Orbit

குறித்த ஓரிடத்தில் நிலைப்படுத்தப்பட்டு புவியை கண்காணிக்கும் செய்மதிகள் இவ் ஓடுபாதைகளில் காணப்படுகின்றன. சுமார் 35,786 கி.மீ. உயரத்தில் இவை நிலைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வானிலைத்தரவுகள் மற்றும் செய்மதி தொடர்பாடல் செயன்முறைகளை வழங்கும் செய்மதிகள் இவ் ஓடுபாதைகளில் காணப்படுகின்றன. புவியின் சுற்றுகையுடன் நிலைப்படுத்தப்பட்டுள்ளமையினால் ஒருமுறை வலம்வர 24 மணித்தியாலம் தேவைப்படுகின்றது. குறித்த பிரதேசத்தை மாத்திரம் கண்காணிப்பதனால் அவற்றின் அன்றாட மாற்றங்களை கண்டறிய இவ்வோடுபாதைகளில் காணப்படும் செய்மதிகள் உதவுகின்றன. உரு 2.12 Geostationary Orbit இனை காட்டுகின்றது.



உரு 2.13: Geostationary Orbit

## Sun-Synchronous Orbit (SSO)

புவியின் வடக்கு தெற்காக செய்மதிகள் நகரக்கூடியளவில் இவ் ஓடுபாதைகள் அமைந்துள்ளன. புவியில் 600Km - 800Km உயரத்தில் துருவப்பகுதி வழியாக வடக்கிலிருந்து தெற்கே செய்மதிகள் வலம் வருகின்றன. இவ்வகையான செய்மதிகள் எப்பொழுதும் சூரிய

## Centre for External Degrees and Professional Learning

ஒளிகிடைப்பனவை அடிப்படையாக கொண்டு ஓடுபாதையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் பெறப்படும் செய்மதிப்படங்களை விஞ்ஞானிகள் வானிலை முன்னறிவிப்பு, சூறாவளிகளை முன்னறிவித்தல், காட்டுத்தீ, மற்றும் வெள்ளப்பெருக்கு கண்காணிப்பு போன்றவற்றுக்கு பயன்படுத்துகின்றனர்.

### 2.2 நேரம் மற்றும் GPS

GPS செய்மதியின் தொழிற்பாடு மற்றும் சரிணுட்பத்தில் GPS இன் கடிகாரம் / நேரம் மிக முக்கியத்துவம் பெறுகின்றது. செய்மதிகளில் மிகச்சரிணுட்பமாக அணுக்கடிகாரங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செய்மதிகளில் இருந்து வெளிப்படும் (Transmission) தரவுகள் வாங்கிகள் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளப்படுவதற்காக எடுக்கும் நேர வித்தியாசங்களை வைத்தே செய்மதிகளுக்கிடையிலாக தூரம் கணிப்பிடப்படுகின்றது. தரவுகள் கடத்தப்படுகின்ற வேகம் ஒளியின் வேகமான 2,991,792 Km/Second ஆக காணப்படுகின்றது. அணுக்கடிகாரங்களின் அதிர்வினால் மிகச்சரிணுட்டமான நேரம் கடிகாரங்களில் பேணப்படுகின்றது.

செய்மதிகள் உருவாக்கப்படும் போது அவை பூமியில் உருவாக்கப்பட்டு விண்ணுக்கு ஏவப்படுகின்றன. இதன்போது பல்வேறு விடயங்கள் கருத்திற்கொள்ளப்படுகின்றன. குறிப்பாக விண்வெளியில் புவியீர்ப்பு விசை குறைவாக காணப்படுகின்றமையினால் விஷேட சார்புக் கோட்பாட்டின் படியும் பொதுச் சார்புக்கோட்பாட்டின் படியும் கடிகார வேகமாற்றங்கள் இடம்பெறுகின்றன. அதாவது விண்வெளியில் செய்மதிகளின் வேகமான சுற்றுகை அதில் அமைக்கப்பட்டுள்ள அணுக்கடிகாரங்களின் வேகத்தை குறைப்பதோடு விண்ணில் ஈர்ப்பு விசையின் ஒப்பீட்டு ரீதியான குறைநிலை கடிகாரம் வேகமாக இயங்குவதற்கு வழியேற்படுத்துகின்றது. இதன்காரணமாக நேரவேறுபாடுகள் அணுக்கடிகாரங்களில் ஏற்பட்டு அவற்றின் சரிணுட்டம் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதனால் நேரவித்தியாசங்களை

## Centre for External Degrees and Professional Learning

சரிணுட்டமாக பேண நேரவித்தியாசங்கள் கணிப்பீடு செய்யப்பட்டு விண்ணுக்கு அனுப்பப்படும் செய்மதி குறித்த ஓடு பாதையை அடையும் போது நேரம் ஒத்தியங்குமாறு வித்தியாசப்படுத்தப்பட்டு அவை விண்ணுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. உதாரணமாக,

- செய்மதியின் வேகம் : 3.9 Km/s
- செய்மதி அமைந்துள்ள உயரம் : 20,000 Km
- விஷேட சார்புக்கோட்பாட்டின் படி : -7 ms/day
- பொதுச்சார்புக் கோட்பாட்டின் படி : +45 ms/day

எனவே இறுதியாக 38 ms/day நேரவித்தியாசம் ஏற்படுகின்றது. இதனை கருத்திற்கொண்டு செய்மதியில் குறித்த நேர அளவை குறைப்பதன் மூலம் அவை விண்வெளிக்கு சென்றவுடன் சரியான நேரத்தில் அமையக்கூடியதாக காணப்படுகின்றது.

### மாதிரி வினாக்கள்

1. GPS இன் அடிப்படை செயன்முறையை சுருக்கமாக விளக்குக.
2. GPS மூலமான இடவமைவு இன்றைய காலத்தின் தேவையாகும். இக்கூற்றினை விளக்குக.
3. Reference Coordinate முறைமையை சுருக்கமாக விளக்குக.
4. செய்மதி ஓடுபாதைகளை வகைப்படுத்தி விளக்குக.
5. GPS மற்றும் நேரம் என்பவற்றிட்கிடையிலான தொடர்பினை ஆராய்க.

### திறவுச்சொற்கள்

GPS, செய்மதி இடவமைவு, Reference Coordinate System, செய்மதி ஓடுபாதைகள், நேரம், GPS.

## **Recommended Reading**

- Montenbruck, O., & Gill, E. (2000). *Satellite Orbits: Models, Methods and Applications*. Springer; HAR/CDR edition.
- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). *Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration*. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) *Understanding GPS Principles and Applications*. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0
- Frech, G.T., (1996). *Understanding the GPS, An introduction to the GPS*. GeoResearch, Inc. 8120 Woodmont Avenue, Suite 300, Bethesda, MD 20814. ISBN: 0-9655723-0-7

---

## அத்தியாயம் - 03

---

### 03. Geodetic Principles

#### 3.1 Datum

#### 3.2 எறியங்கள் (Projections)

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

சரியான வட்டவடிவமோ அல்லது கோளவடிவமோ அற்ற Geoid தன்மையுடைய புவியில் அளவீடுகளை மேற்கொள்ளவும், அவற்றை பயன்படுத்தி படங்களை தயாரித்தல் மற்றும் இருபரிமான மற்றும் முப்பரிமான படங்களின் உருவாக்கம் போன்றவற்றை இவ்வத்தியாயம் Datum மற்றும் எறியங்களின் உதவியுடன் விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. புவியின் Geoid தன்மையில் அளவீடு மற்றும் படமாக்கல் போன்றவற்றை மேற்கொள்ளும் நுட்பங்களின் அடிப்படைகளை விளக்குதல்.
2. மாணவர்கள் முப்பரிமான புவியை இருபரிமான உலகப்படங்களாக மாற்றும் நுட்பங்கள் மற்றும் அவற்றின் தன்மைகளை விளக்குதல்.

### ஏதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் Geodetic அடிப்படைகள் பற்றிய தெளிவான விளக்கங்களை பெறுவர்.
- Datum எவ்வாறு கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது அவற்றின் அவசியம் பற்றி விளங்கிக்கொள்வர்.
- எறியங்கள் மூலமான படமாக்கலை விளங்கி அவற்றின் மூலம் படமாக்கலை மேற்கொள்ளும் திறனை விருத்தி செய்வர்.

### 03. Geodetic Principles

Geodetic Principles ஆனது Geodesy இல் முக்கியமான அம்சமாக காணப்படுகின்றது. அவற்றில் Datum, எறியங்கள், Coordinate முறைமை, மற்றும் Geodeic Surveying என பல்வேறு முக்கியமான கூறுகள் உள்ளடங்கி காணப்படுகின்றன.

#### 3.1 Datum

Datum எனப்படுவது அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்கினை (உயரம்) வைத்து புவிமேற்பரப்பில் ஒரு இடத்தினை அடையாளம் காணும் முறைமையாகும். குறிப்பாக இம்முறைமை ஒரு வட்டவடிவான/வளைவான மேற்பரப்பு கொண்ட பொருட்களில் குறித்த இடத்தினை அடையாளங்காண உதவுகின்றது.

அறியப்பட்ட ஒரு இடத்தினை வைத்து அளவீடுகள் மற்றும் படங்களை உருவாக்குவதற்காக பயன்படுத்தப்படுகின்ற குறித்த மேற்பரப்பில் (Reference Surface) கடல் மட்டத்துடன் (Sea level) ஒருங்கிணைவு முறைமையினை (Coordinate System) கொண்டு காணப்படும் ஒரு மாதிரியாகும். (A datum is a mathematical model that approximates the shape of the Earth to enable accurate position, length and area calculations).

அதாவது சரியான வட்ட வடிவமோ (Circular) கோள வடிவமோ (Globe) இல்லாமல் ஒரு Spheroid/Geoid ஆக காணப்படும் புவியில் இடங்காட்டல் மற்றும் பல்வேறு படமாக்கல் வேலைகளை செய்வதற்காக பல்வேறு அம்சங்களை கருத்திற்கொண்டு கற்பனையாக அமைக்கப்பட்டுள்ள அளவீட்டு கோடுகள் Datum எனப்படுகின்றன. குறிப்பாக ஒரு குறிப்பிட்ட ஓரிடத்திற்கு சரியான வழியினை யாரேனும் கேட்குமிடத்து அதனை விளக்குவதற்காக நாம் முதலில் ஒரு அறிந்த அல்லது பொதுவான இடத்திலிருந்து



## Centre for External Degrees and Professional Learning

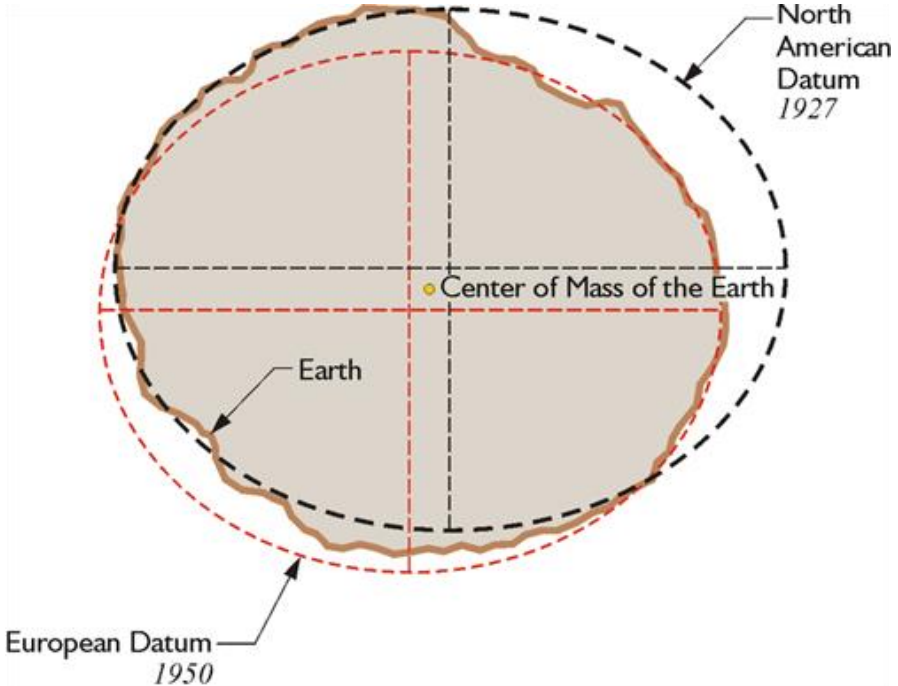
ஆரம்பிக்கின்றோம் இவ்வாறே Datum ஒரு அறியப்பட்ட புள்ளியிலிருந்து தொழிற்படுகின்றது. புவிக்ணிப்பீடுகளை மேற்கொள்பவர்கள்/அளவையாளர்கள் Datum இனை ஒரு ஆரம்ப புள்ளி அல்லது Reference Point ஆக பயன்படுத்துகின்றனர். வெள்ளச் சமவெளிப்படங்கள், நிலங்களின் எல்லைகள், கட்டுமான அளவியல், வெள்ள அணைகளை கட்டுதல் போன்ற பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக Datum பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

புவியில் மேற்பரப்பு அளவீடுகளை மேற்கொள்ள வேண்டுமெனில் சரியான ஒரு மாதிரி அவசியமாகின்றது. புவியினை பொறுத்தவரை அது Geoid ஆக காணப்படுவதனால் சரிநுட்பமாக மாதிரி அமைப்பதன் மூலமே புவி மேற்பரப்பில் அளவீட்டு வேலைகளை செய்ய முடியும். குறிப்பாக அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்கு போல கற்பனையான Datum மூலம் மேற்பரப்பு படமாக்கல் மற்றும் அளவீடுகள் போன்றவற்றை சரிநுட்பமாக மேற்கொள்ள முடியும். இதற்காக புவியின் மேற்பரப்பு, மற்றும் கடல்மட்டம் போன்றன கருத்திற்கொள்ளப்பட்டு கணிதசமன்பாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு Datum மற்றும் மாதிரிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

முன்னைய காலங்களில் நிலைக்குத்தான மற்றும் கிடையான Datum கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. குறிப்பாக கிடையான Datum கள் திசை மற்றும் தூரத்தினை புவி மேற்பரப்பில் அளவீடு செய்வதற்கு உதவின. கிடையான Datum களின் 0 கோடு பூமத்திய கோட்டிலும் கிறீன்விச் மெரிடியனிலும் காணப்பட்டது. இக்கோடுகள் இணைந்து ஒரு குறித்த இடத்திற்கான (Reference) புள்ளியினை வழங்கக்கூடியதாக இருந்தன. நிலைக்குத்தான Datum இனை பொறுத்தவரையில் இவை உயரம் மற்றும் நீரின் ஆழம் போன்றவற்றை கணிப்பிட பயன்படுத்தப்பட்டன. குறிப்பாக ஐக்கிய அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் நிலைக்குத்தான Datum கள் பெரிதும் கடல்மட்டத்திலிருந்து கணிப்பிடப்பட்டது. எனினும் பல்வேறுபட்ட

காரணிகளால் கடல்மட்ட உயர மாற்றம் நடைபெறுகின்றமையினால் இந்நிலை 1998 இல் கைவிடப்பட்டது. இப்போது GPS போன்ற செய்மதிகளின் உதவியுடன் பெறப்படும் Geometric Datum ஆனது அகலாங்கு, நெட்டாங்கு, உயர மற்றும் நேர தரவுகளை உள்ளடக்கியதாக காணப்படுகின்றது. GPS இனால் புவியின் Ellipsoidal மாதிரிமூலம் உயர தரவுகள் பெறப்படுகின்றன.

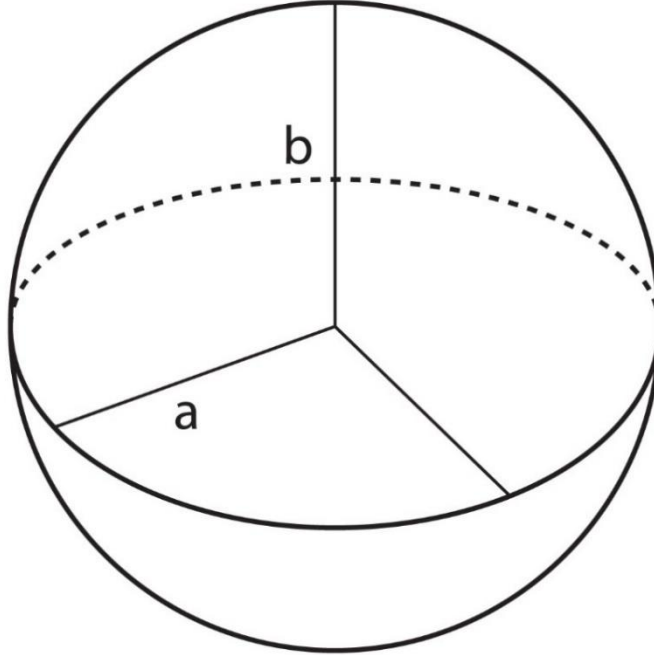
ஒவ்வொரு நாடும் தங்களுக்கான Datum இனை உருவாக்கி பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியும். சர்வதேச ரீதியாக பயன்படுத்தப்படும் Datum களும் காணப்படுகின்றன. ஒரு நாடு சர்வதேச ரீதியாக பயன்படுத்தப்படும் Datum தனது உலக அளவீடுகளில் திருப்தியினை வழங்காத போது தனக்கான Datum ஒன்றினை உருவாக்கலாம்.



உரு 3.1: Datum மாறுபடும் தன்மை

உதாரணமாக World Geodetic System 1984 (WGS 1984) சர்வதேச ரீதியில் பயன்படுத்தப்படும் Datum ஆக காணப்படுகின்றது. இலங்கையில் அளவீடு/படமாக்கல்களை மேற்கொள்ள Sri Lanka Datum 1999 (SLDQA) பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

European Datum இனைப்பொறுத்தவரையில் அது புவியின் ஒரு தரைப்பகுதியுடன் தொடுகையறுவதையும் North American Datum இன்னுமோர் இடத்தில் தொடுகையறுவதையும் காணலாம். அதுபோல புவியின் மத்திய பகுதியிலும் அதன் விலகல் அமைந்துள்ளது. எனவேதான் ஒரு நாடு அல்லது பிரதேசம் பொதுவான Datum இல் உள்ளடக்கப்படாதபோது அது தனக்கான தனியான Datum இனை சரியான அளவீட்டுவேலைகளை செய்வதற்காக உருவாக்குகின்றது. அதனையே உரு 3.1 தெளிவாக வேறுபடுத்திக்காட்டுகின்றது.

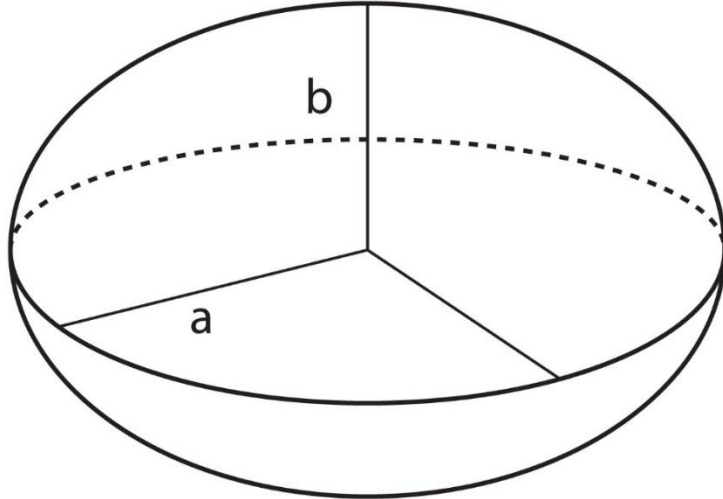


உரு 3.2: புவியின் மத்தியபுள்ளியில் இருந்து உண்மை வடக்கு மற்றும் மத்தியகோட்டு அளவீடு

ஒரு கோளமாக புவியினை நோக்கின் இதன் கற்பனையாக மத்திய புள்ளியில் இருந்து மேற்பரப்பு வரை கணிப்பீடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இதன்படி புவியின் மத்திய புள்ளியில் இருந்து மத்திய கோட்டிற்கான தூரமும் உண்மை/புவி வடக்கிற்கான தூரமும் சமமாக காணப்படும். அதாவது  $a$  மற்றும்  $b$  சம தூரத்தில் காணப்படுகின்றமையை உரு 3.2 காட்டுகின்றது.

எனினும் புவியானது ஒரு சமமான கோளமன்று, அது மத்திய கோட்டுப் பகுதியில் வட தென் துருவங்களை விட விரிவடைந்து காணப்படுகின்றது. இது Ellipsoid/Spheroid என அழைக்கப்படுகின்றது. இதன் பிரகாரம்  $b$  இனை விட  $a$  தூரம் அதிகமாக காணப்படுகின்றமையை உரு 3.3 காட்டுகின்றது.

புவியினை Geoid ஆக கருதுகின்றபோது அது புவிமேற்பரப்பினை அசாதாரண அமைப்பாக அல்லது பல்வேறு மேடுபள்ளம் கொண்ட ஒரு வேறுபட்ட அமைப்பாக விவரிக்கின்றது.



உரு 3.3: புவியின் Ellipsoid மாதிரி அளவீடு  $a$  மற்றும்  $b$  போன்றவற்றின் நீளவேறுபாடு

இவ்வாறான அமைப்பினை கொண்ட புவி மேற்பரப்பில் கணிதரீதியான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்வது கடினமானதாகும். எனினும் Geoid இனை சராசரி கடல் மட்டத்திற்கு ஒப்பாக கருத முடியும். இருந்தபோதிலும் சமுத்திரங்களில் Geoid மற்றும் சராசரி கடல் மட்டம் கிட்டத்தட்ட சமமானதாக காணப்படுகின்றது. கண்டப்பகுதிகளில் இவை வேறுபட்டுக்காணப்படுவதோடு இவ்வேறுபாடுகள் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க அளவில் காணப்படுகின்றன. எனவே பூமியின் Geoid தன்மை காரணமாக புவி அளவீட்டாளர்கள் Ellipsoid/Spheroid ஒன்றின் அவசியத்தை ஓர் இடத்தில் அகலாங்கு மற்றும் நெட்டாங்கில் கணிப்பிட நாடினர்.

#### **புவியின் உண்மையான அமைப்பு**

புவியின் அமைப்பினை நோக்கின், அது முழுக்க சமுத்திரத்தால் சூழப்பட்ட ஒன்றாக காணப்படவில்லை. பல்வேறு நிலத்திணைவுகள் கடல்மட்டத்திற்கு மேலே காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக சுமார் 8,000 மீற்றருக்கு மேற்பட்ட உயரம் கொண்டதாக இமயமலை காணப்படுகின்றது. அதுபோல சமுத்திரங்களில் கடல் மட்டத்திற்கு கீழே சுமார் 10,000 மீற்றர் ஆழமான மரியானா அகழியும் காணப்படுகின்றது.

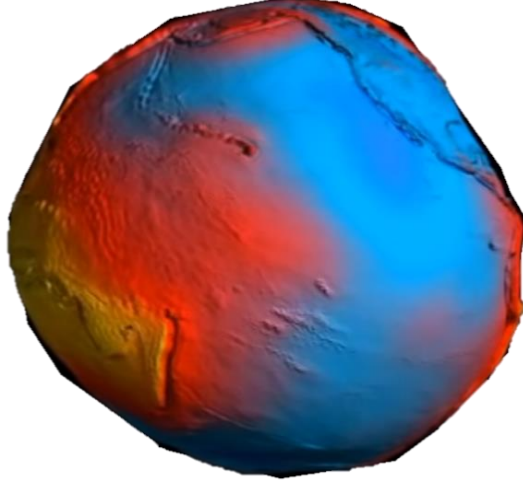
புவியின் Geoid தன்மை காரணமாக புவி அளவீட்டாளர்கள் Datum இனை உருவாக்கும் போது Ellipsoid/Spheroid மாதிரியினை குறித்த நாட்டிற்கு அல்லது பிராந்தியத்திற்கு பொருந்துமாறு உருவாக்குகின்றனர். இதன்காரணமாக அகலாங்கு நெட்டாங்குகள் ஏனைய நாடுகள் பிராந்தியங்களுடன் பொருத்தமற்று காணப்படும். இவ்வாறான பொருத்தப்பாடினமை 100 மீற்றருக்கு மேலாக ஏற்படுகின்றது. பாரம்பரியமான அளவீடுகளில் இவ்வேறுபாடுகள் பெரிதாகக் கருதப்படவில்லை என்றபோதிலும் GPS தொழில்நுட்பத்தின் வருகையோடு இவ்வாறான வேறுபாடுகள்

தெளிவாக விளக்கப்பட்டன. இதன்காரணமாக Local/ Regional Datum களுக்கு பதிலாக Geocentric Datum உருவாக்கப்பட்டன.

Datum தொடர்பான விளக்கங்களை தெளிவாக அறிந்துகொள்ள புவியின் மாதிரி தொடர்பான வேறுபட்ட கருத்துக்களை அறிதல் அவசியமாகின்றது. புவியின் அமைப்பு பற்றி பல்வேறு கருத்துக்களும் அதன் மாதிரி தொடர்பாக வேறுபட்ட வடிவங்களும் முன்வைக்கப்பட்டன. புவியின் தட்டைத்தன்மையற்ற மேற்பரப்பு (Rugged Surface) புவியின் இடவமைப்புக்களை (Positions) அறிந்துகொள்ளவும் அவைதொடர்பான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்ளவும் கடினமானதாக காணப்படுகின்றது. இதன்காரணமாக புவிதொடர்பான சரியான கணிப்பீடுகளையும் அளவீடுகளையும் மேற்கொள்ள ஏற்கனவே கணிப்பீடு செய்த நடைமுறையில் பரீட்சிக்கப்பட்ட மாதிரி அவசியமானதாகும். அம்மாதிரியினை அடிப்படையாக கொண்டு கணிப்பீடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

Geoid (Earthlike) மாதிரியானது புவியினை ஒத்த மாதிரியாக காணப்படுகின்றது (The surface on which gravitational potential remains equivalent to its strength at mean sea level). இது கடல்மட்டத்தினை ஒத்த தன்மையதாக காணப்படுவதோடு சமமற்ற மேற்பரப்பினைக் கொண்டதாகவும் காணப்படுகின்றது. உரு 3.4 புவியின் Geoid மாதிரியை காட்டுகின்றது.

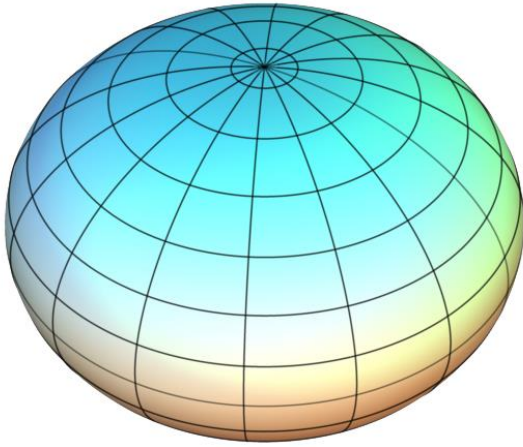
புவியீர்ப்பு சக்தியின் இழுவிசை புவியின் மேற்பரப்பு முழுக்க சமமாக காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில் புவியின் உள்ளக அடர்த்தி வேறுபட்டுக்காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக இரும்பு மற்றும் ஏனைய அடர்த்தி கூடிய பொருட்களின் இருப்பு அதிகமாக காணப்படும் இடங்களில் புவியீர்ப்பு இழுவிசை அதிகமாக காணப்படும். இதன்காரணமாக புவிமேற்பரப்பு சமமற்றதாக காணப்படுகின்றது.



உரு 3.4: Geoid புவி மாதிரி

### கோளம் (Sphere)

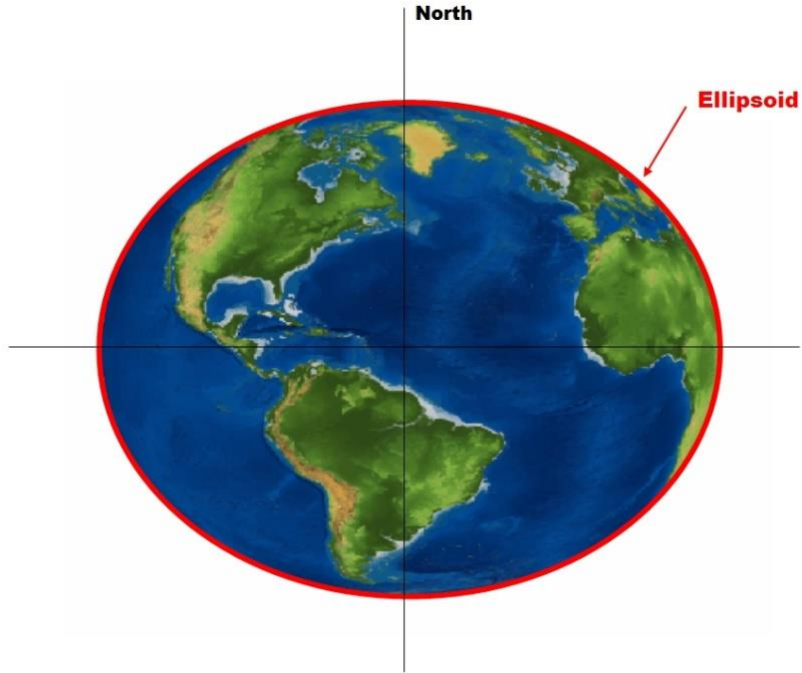
புவியானது ஒரு சரினுட்பமான கோளமன்று. அது Ellipsoidal தன்மைகொண்டதாக காணப்படுகின்றது. சிறியளவான படமாக்கல் செயன்முறைகளுக்கு புவியானது கோளவடிவமாக கருதப்படுகின்றது. உரு 3.5 புவியின் Sphere மாதிரியினை காட்டுகின்றது.



உரு 3.5: Sphere புவி மாதிரி

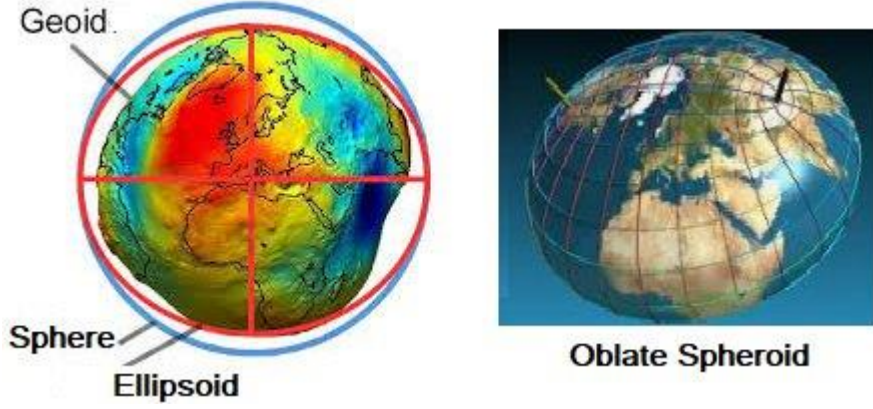
## Ellipsoid

இன்று புவி அளவையியலின் அபார வளர்ச்சி மற்றும் செய்மதிப்படங்களின் துணையின் மூலமாக புவியின் உண்மையான வடிவம் தொடர்பாக பொதுவான விளக்கங்கள் முன்வைக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக புவியானது ஒரு கோளவடிமாக காணப்படுவதோடு அதன் நடுப்பகுதி விரிவடைந்தும் துருவப்பகுதிகள் தட்டையாகவும் காணப்படுகின்றது. இதனை Oblate Spheroid என அழைக்கலாம். உரு 3.6 Ellipsoid புவிமாதிரியினை காட்டுவதோடு உரு 3.7 Geoid, Sphere, மற்றும் Ellipsoid மாதிரிகளையும் காட்டுகின்றது.



உரு 3.6: Ellipsoid புவி மாதிரி





உரு 3.7: Geoid, Sphere, மற்றும் Ellipsoid மாதிரிகள்

### 3.2 எறியங்கள்

எறியங்கள் பல நூற்றாண்டுகளாக பல்வேறு முறைமைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கி.பி. 02 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் தொலமி புவியின் முப்பரிமான அமைப்பினை இருபரிமான படங்களாக உருவாக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டார். இதன் பல்வேறுபட்ட விருத்தியின் பின்னர் மேகடர் (Mercator) எறியம் கெரடஸ் மேகடர் என்பவரால் 16 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் உருவாக்கப்பட்டது. அக்கால போக்குவரத்துக்காக இவ்றியம் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஏனெனில், இது நேர்கோடுகள் மற்றும் கோணங்களை சரியாக பேணியது. இதன்படி எறியங்களானவை புவியின் வளைவான மேற்பரப்பினை தட்டையான படங்களாக உருவாக்குவதற்கு பயன்படுத்தப்படும் முறையாக காணப்படுகின்றன. அதாவது முப்பரிமான புவியை இருபரிமான தட்டையான படங்களாக அமைக்கும் முறையாக இது காணப்படுகின்றது (The method of transferring the graticule of latitude and longitude on a plane surface).

இன்று எறியங்கள் கண்ணிமாதிரிகளை பயன்படுத்தி மிகவும் துல்லியமாக உருவாக்கப்படுகின்றன. படங்களை உருவாக்கும் போது அமைப்பு, பரப்பு, திசை அல்லது தூரம் போன்ற அம்சங்கள் விகாரமடைகின்றன. புவிப்படங்களை உருவாக்கும் போது இவற்றினை கருத்திற்கொண்டு பொருத்தமான எறியம் ஒன்றினை தெரிவுசெய்வது அவசியமாகும். எறியங்கள் பல வகைப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு எறியமும் தனக்கான வேறுபட்ட சிறப்பியல்புகளை கொண்டு காணப்படுகின்றன.

இவ்வாறான எறியங்களின் மூலம் முப்பரிமானத்தை இருபரிமான படமாக்கும் செயன்முறை நடைபெறுமாற்றை பின்வருமாறு விளக்கலாம். உலக புறவுருவப்படம் வரையப்பட்ட கோளவடிவமான கண்ணாடிப் பந்தினுள்ளே மின்குமினை எரியச்செய்து அதன் விம்பத்தினை ஒரு அட்டையில் பிரதிபலிக்கச்செய்து அதனை வரைவதன் மூலம் இவ்வாறான படங்களை எறியங்களின் துணைகொண்டு பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

இவ்வாறான செயன்முறையின் போது கண்ணாடி கோளத்திலே தொடுகையுறுமாறு (Tangent) வைக்கப்பட்ட அட்டையில் பிரதிபலிக்கப்படும் விம்பம் ஏனைய பகுதிகளில் பிரதிபலிக்கப்படும் விம்பத்தினை விட அளவில், தூரத்தில், திசையில் மற்றும் அமைப்பில் மிகத்துல்லியமானதாக காணப்படும். இவ்வாறு தொடுகையுறுமாறு வைக்கப்பட்ட அட்டையை தூர நகர்த்தும்போது பிரதிபலிப்பில் விகாரம் ஏற்படுவதோடு அது படத்தின் பல்வேறு அம்சங்களையும் பாதிப்பதாக அமையும். இதன்படி, நாம் பொதுவாக பிரயோகிக்கப்படும் எறியங்களின் வகைகளை நோக்கலாம்.

### 1. உருளைவடிவான எறியம் (Cylindrical Projection)

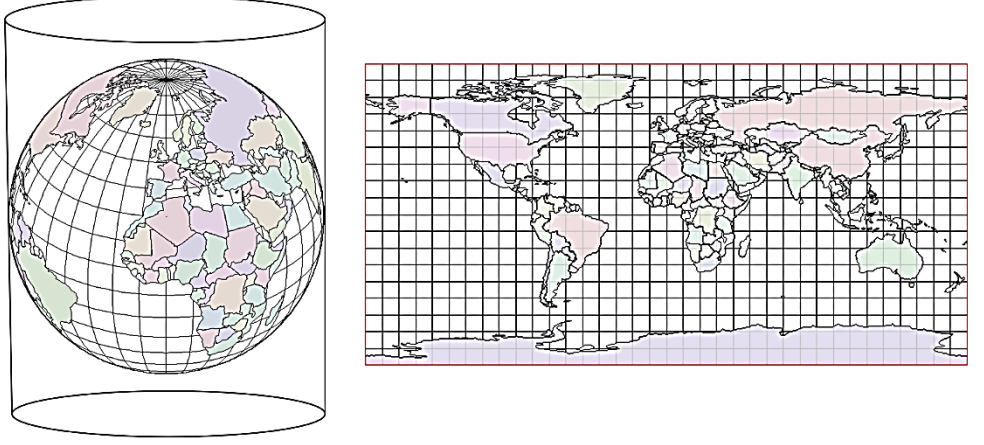
கிரேக்ககாலத்திலிருந்து உருளை வடிவமான எறியத்தின் வரலாறு நீண்டுசெல்வதோடு 1569 இல் இதன் முக்கிய காலகட்டமாக காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக இக்காலத்தில் மேகடர் எறியம் அறிமுகம் செய்யப்பட்டது.

## Centre for External Degrees and Professional Learning

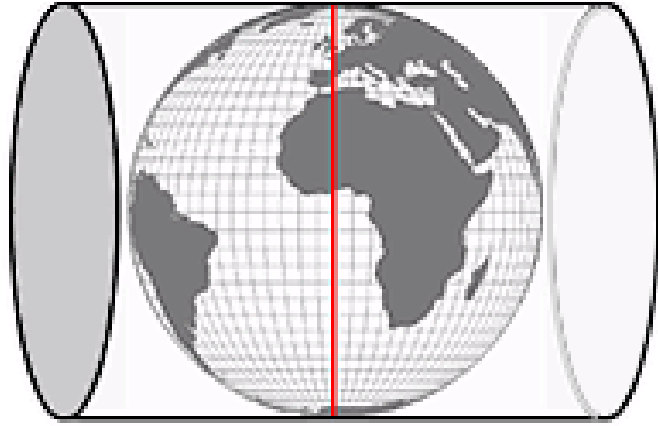
அதனைத்தொடர்ந்து காலரீதியான விருத்தியின் பின்னர் 1942 இல் ஜொஹான் கின்ரீச் லம்பேர்க் Transverse Mercator எறியத்தினை அறிமுகம் செய்தார். அதனைத்தொடர்ந்து மில்லர் மற்றும் றொபின்சன் போன்றோர் உருளைவடிவ எறியத்தின் சரிணுட்பத்தினை மேம்படுத்தவல்ல எறியங்களை உருவாக்கினர்.

உருளை வடிவான எறியத்தினை பொறுத்தவரை அட்டையொன்றினை புவியின் மத்தியகோட்டு பகுதியில் தொடுகையுறுமாறு உருளை வடிவமாக அமைத்து புவியின் பிரதிபலிப்பினை பெறும் முறையாக இது காணப்படுகின்றது. உருளை வடிவான எறியமானது கோணங்களை சரியாக காட்டுவதோடு (அகலாங்குகளும் நெட்டாங்குகளும் இடைவெட்டும் பகுதி) போக்குவரத்து போன்ற விடயங்களுக்காக பயன்படுத்தக்கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றது. (A map projection in which the surface features of a globe are depicted as if projected onto a cylinder typically positioned with the globe centered horizontally inside the cylinder).

இம்முறை மூலமாக பிரதேசங்களின் அளவுகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதோடு அமைப்பு பேணப்படுகின்றது. குறிப்பாக துருவப்பகுதிகளில் காணப்படும் பிரதேசங்கள் அவற்றின் உண்மையான அளவைவிட பெரியதாக தோற்றமளிக்கின்றன. மத்தியகோட்டு பகுதியில் ஏனைய பிரதேசங்களை விட ஒப்பீட்டுரீதியில் துல்லியத்தன்மை கிடைக்கப்பெறுகின்றது. உரு 3.8 உருளைவடிவான எறியத்தின் மாதிரியினைக் காட்டுகின்றது.



உரு 3.8: உருளைவடிவான எறியம்



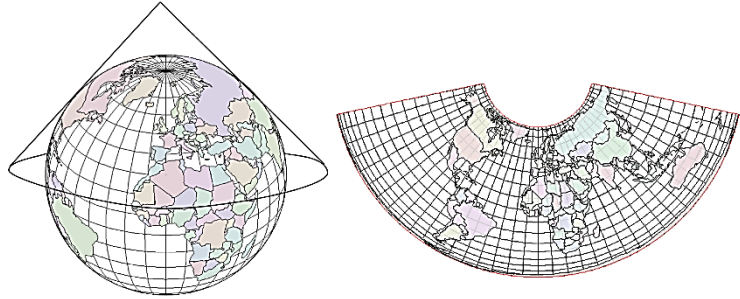
உரு 3.9: Transverse Mercator Projection

உருளை வடிவ எறிய வகையில் ஒன்றாக காணப்படும் Transverse Mercator Projection ஒப்பீட்டளவில் சிறிய பிராந்தியங்களை படமாக்கல் செய்ய பயன்படுத்தப்படுவதோடு புவியின் வட தென்முனை பிரதேசங்களை படமாக்கல்

செய்யவும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உரு 3.9 Transverse Mercator Projection மாதிரியினை காட்டுகின்றது. இதன்படி துருவப்பகுதிகள் தொடுகையுற்று காணப்படுவதனை அவதானிக்கலாம். குறிப்பாக பாடசாலை நூல்களில் காணப்படும் உலகப்படங்கள் இவ்வாறான எறியத்தின் துணைகொண்டு உருவாக்கப்பட்டதாக காணப்படுகின்றது. எனினும் இது கணிதரீதியாக சரிசெய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும் அகலக்கோடுகள் துருவப்பகுதிகளில் சமாந்தரமாக காணப்படுவது இதன் ஒரு வழுவாக காணப்படுவதோடு வடதென்துருவங்களில் கிழக்கு மேற்காக பிரதேசங்கள் நீட்சியடைந்தும் காணப்படுகின்றன.

## 2. கூம்பக எறியம் (Conical Projection)

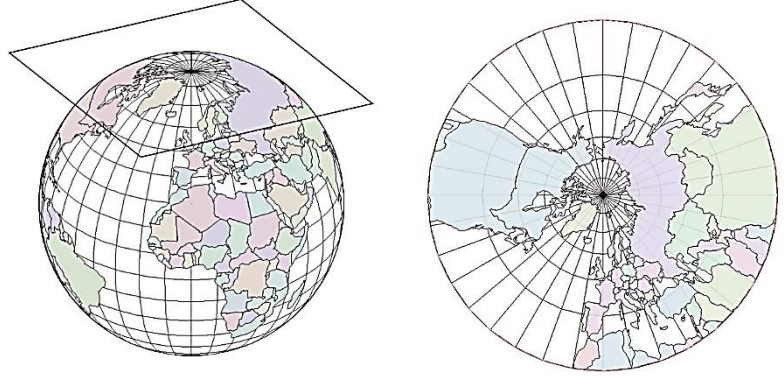
இந்தவகையான எறியமானது கூம்பக வடிவமாக காணப்படுவதோடு இடை அகலக்கோட்டுப்பகுதிகளை சிறப்பான முறையில் படமாக்க உதவுகின்றது. உரு 3.10 கூம்பக எறியத்தின் மாதிரியினை காட்டுகின்றது. (A conical projection projects information from the spherical earth to a cone that is either tangent to the earth at a single parallel or that is secant (cutting the sphere or spheroid along a line or lines) at two standard parallels.



உரு 3.10: கூம்பக எறியம்

### 3. Azimuthal Projection

இவ்வகையான எறியத்தின்படி, பிரதிபலிப்பினை பெறும் அட்டையானது புவியின் துருவப்பகுதி ஏதேனுமொன்றில் வைக்கப்படும். இவ்வாறு அட்டை தொடுகையுறும் பகுதியில் பெறப்படும் பிரதிபலிப்பு எவ்வித விகாரமும் இன்றி காணப்படும். இவ்வாறான புள்ளியில் இருந்து திசையும் தூரமும் சரியாக அளவீடு செய்ய முடியுமானதாக காணப்படும். உரு 3.11 Azimuthal Projection மாதிரியினை காட்டுகின்றது. (An azimuthal projection produces a circular map with a chosen point-the point on the globe that is tangent to flat surface-at its center)



உரு 3.11: Azimuthal Projection

இடவிளக்கவியல் படங்கள், சமுத்திரவியல் அட்டவணைகள், படவரைகலை, இராணுவ படமாக்கல், புவித்தகவல் முறைமை, செய்மதிப்படங்கள், நகர திட்டமிடல் மற்றும் வானியல் என பல்வேறு துறைகளில் இவ் எறியம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இன்றைய நவீன தொழினுட்பத்தின் வளர்ச்சி பாரம்பரிய முறைகளுக்கு அப்பால் கணணியின் உதவிகொண்டு முப்பரிமான புவியினை இருபரிமானமாக மாற்ற வழி செய்கின்றது. குறிப்பாக புவித்தகவல் முறைமையுடனான படமாக்கல் அதிக சரிணுட்பத்துடன் புவிப்படங்களை உருவாக்க உதவுகின்றது.

### மாதிரி வினாக்கள்

1. Geodetic Datum என்றால் என்ன?
2. Local மற்றும் Geocentric Datum எற்பவற்றை விளக்குக.
3. எறியம் என்றால் என்ன?
4. எறியங்களின் வகைகளை படங்களின் உதவியுடன் தருக.

### திறவுச்சொற்கள்

Datum, Projection, உருளைவடிவான எறியம், கூம்பக எறியம், Azimuthal projection.

### Recommended Reading

- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0

- Lu, Z., Qu, Y., & Qiao. (2016). Introduction to Geodetic Datum and Geodetic Systems. Springer. ISBN: 978-3662507605
- Grafarend, E.W., & Krumm, F.W. (2006). Map Projections Cartographic Information Systems. Springer.



---

## அத்தியாயம் - 04

---

### 04. GPS சமிக்கை (Signal) கட்டமைப்பு

4.1 பண்பேற்றம் (Modulation)

4.2 Modernized GPS Signals

4.3 செய்மதி சமிக்கை பெறுகை மற்றும் Tracking

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயமானது GPS இன் சமிக்கையின் கட்டமைப்பு, அவற்றின் மேம்படுத்துகை, அவற்றின் வகைகள், நவீனரக GPS சமிக்கை, செய்மதிகளிலிருந்து சமிக்கைகளை பெறல் மற்றும் Tracking போன்வற்றை விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. மாணவர்களுக்கு GPS சமிக்கையின் கட்டமைப்பினை தெளிவுபடுத்தல்.
2. நவீனரக GPS சமிக்கைகள் பற்றிய அறிவினை வழங்கல்.
3. மாணவர்களுக்கு செய்மதிகளிலிருந்து சமிக்கை பரிமாற்றம் மற்றும் Tracking போன்றன தொடர்பான அறிவினை விருத்தி செய்தல்.

### ஏதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் GPS இன் சமிக்கை கட்டமைப்பினை விளங்கிக்கொள்வர்.
- GPS சமிக்கைகள் எவ்வாறு Modulation செய்யப்படுகின்றன என அறிவர்.
- Modernized GPS சமிக்கைகளின் விஷேட தன்மைகள்

பற்றிய அறிவினை விருத்தி செய்வர்.

- செய்மதி சமிக்ஞை பெறுகை மற்றும் Tracking பற்றிய தெளிவினை பெறுவர்.

#### 4. GPS சமிக்ஞை கட்டமைப்பு

GPS சமிக்ஞை கட்டமைப்பானது பல்வேறுபட்ட கூறுகளை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. செய்மதிகளின் அணுக்கடிக்காரங்கள் அடிப்படை Frequency 10.23 Mhz இனை வழங்குகின்றது. மேலும் 03 Carrier Frequency இதில் காணப்படுகின்றன. அவையாவன L1, L2 மற்றும் L5

1. L1 - $10.23 \times 154 = 1575.42$  MHz (=19cm)
2. L2 - $10.23 \times 120 = 1227.60$  MHz (=24cm)
3. L3 - $10.23 \times 115 = 1176.45$  MHz (=25cm)

அத்தோடு மூன்று Code Frequency களும் காணப்படுகின்றன. அவையாவன,

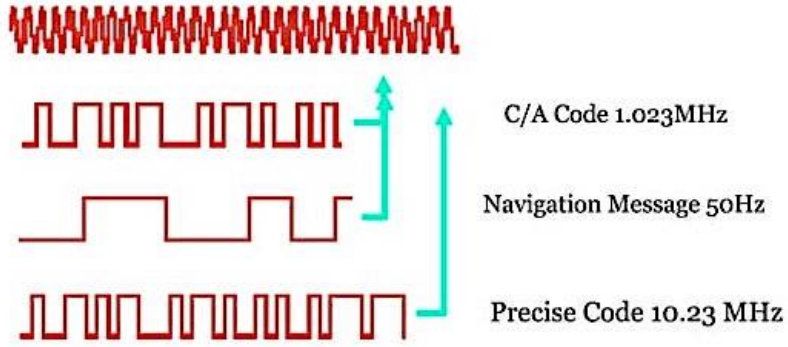
1. Precise Code (Pcode)
2. Corse Acquisition Code (C/A Code)
3. C Code

இவை Phase Modulation மூலம் Carrier அலைகளில் Encrypt செய்யப்படுகின்றன.

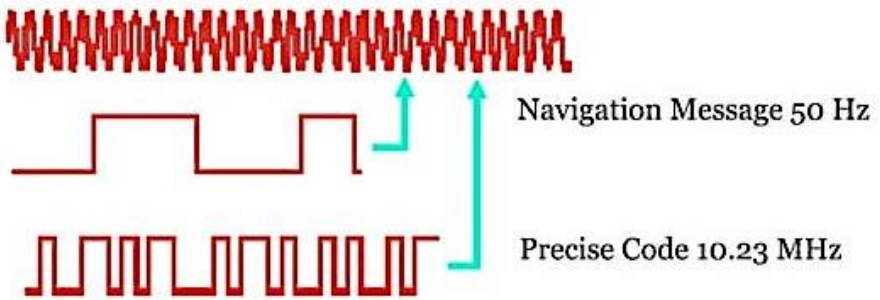
1. L1 with P-code , C/A code and C code
2. L2 with P-code and C/A code
3. L3 with P-code and C/A code

GPS அலை ரேடியோ அலையாகும். இந்த ரேடியோ அலைகளைப் பெறும் வாங்கிகள் ஒரு குறித்த இடைவெளியில் காணப்படும் ஒரு

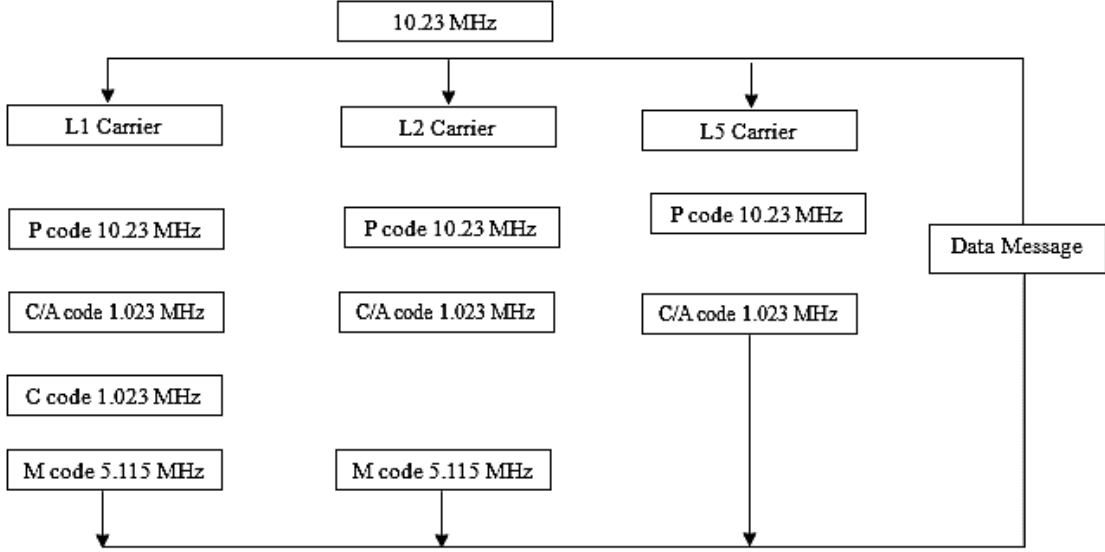
பொருளின் சரியான அமைவிடத்தை வழங்க அதன் Coordinate இனை வழங்குவையாக காணப்படுகின்றன. GPS ஆனது One Way Ranging முறைமையாகும். GPS செய்மதிகள் வெளியிடும் சமிக்ஞைகள் (Complex Modulation Radio Waves) விண்வெளி ஊடாக வாங்கி அமைந்துள்ள புவிமேற்பரப்பை வந்தடைகின்றன. உரு 4.1 L1 Carrier Wave இனை காட்டுவதோடு உரு 4.2 L2 Carrier Wave இனை காட்டுகின்றது.



உரு 4.1: L1 Carrier Wave



உரு 4.2: L2 Carrier Wave



உரு 4.3: GPS சமிக்கை கட்டமைப்பு Flow Chart

#### 4.1 அலை பண்பேற்றம் (Wave modulation)

GPS சமிக்கைகள் நீண்டதூரம் பிரயாணம் செய்வதனால் அவற்றின் சக்தி அதிகரிக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு அதன் சக்தியினை அதிகரிக்கும் செயன்முறை அலை பண்பேற்றம் (Modulation) என அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு GPS அலைகள் பண்பேற்றம் செய்யப்படுவதனால் அதன் Frequency இல் விகாரங்கள் (Distortion) ஏற்படுகின்றன. இதற்காக இவ்வலைகளை அதிசக்தி கொண்ட Carrier Wave இனுள் உள்ளீடு செய்வதனால் இவ்வாறான உள்ளீடு செய்யும் செயன்முறை பண்பேற்றம் என அழைக்கப்படுகின்றது. இச்செயன்முறை பல முறைகளில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றது.

- Amplitude Modulation (AM)
- Frequency Modulation (FM)

- Binary Phase Shifting Key Modulation (BPSK)
- Binary Offset Carrier (BOC) Modulation
- Multiplexed Binary Offset Carrier (MBOC) Modulation

### **Amplitude Modulation (AM)**

Digital Signal இனை Sinusoidal Carrier Wave Amplitude ஆக குறிப்பாக 1 மற்றும் 0 Amplitude ஆக மாற்றுதல் இம்முறைமையாகும். இவ்வாறான சமிக்ஞைகளை இலகுவில் உருவாக்க வாய்ப்பாக உள்ளதோடு அவற்றினை “Detect” பண்ணக் கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றது.

### **Frequency Modulation (FM)**

Digital Signal இற்காக FM பயன்படுத்தப்படும் போது Carrier Signal இன் Frequency Chips இற்கு ஏற்ப மாற்றம் பெறுகின்றது. Transmitter ஆனது வேறுபட்ட Frequency னை 0 இனை விட 1 இற்கு அனுப்புகின்றது. இந்நுட்பமானது Frequency Shift Keying (FSK) என அழைக்கப்படுகின்றது.

### **Binary Phase Shifting Key Modulation (BPSK)**

Binary Phase Shifting Key Modulation ஆனது தொடர்பாடல் முறைமையில் பயன்படுத்தப்படும் எண்மான அலைப்பண்பேற்ற முறையாகும். இது Binary (0, 1) தரவினை Encode செய்து Carrier அலையின் நிலையினை மாற்றுகின்றது. இதன் ஒவ்வொரு Bit தரவும் குறித்த Carrier Wave Phase இனால் பிரதிபலிக்கப்படுகின்றது.

- Bit 0: சில குறித்த நிலைகளாலும் (e.g. 0 Degree)
- Bit 1: Carrier Wave மற்றும் 180 Degree இனுடைய Phase Shift

Binary Phase Shifting Key Modulation ஆனது பின்வருமாறு செயற்படுகின்றது.

1. Carrier Signal: இதன் Frequency மாற்றமடையாது காணப்படுகின்றது.
2. அலைப்பண்பேற்றம்: 0 Binary Transmit பண்ணப்படும்போது Carrier சமிக்ஞையின் நிலை மாற்றமடையாது காணப்படும். Binary 1 Transmit பண்ணப்படும்போது 180 Degree இனால் Career சமிக்ஞையின் நிலை மாற்றப்படுகின்றது. இதன் கணிதரீதியான விளக்கம் பின்வருமாறு அமைகின்றது.

Carrier Signal:  $c(t) = A \cos(2\pi f_c t)$ ,

where (A) is the amplitude, ( $f_c$ ) is the carrier frequency, and (t) is time.

BPSK Signal:

- For bit 0:  $s(t) = A \cos(2\pi f_c t)$
- For bit 1:  $s(t) = A \cos(2\pi f_c t + \pi) = -A \cos(2\pi f_c t)$

Binary Phase Shifting Key Modulation ஆனது மிகவும் இலகுவான முறையாகவும் வலுவான தன்மைகொண்டதாகும் காணப்படுகின்றமை இதன் நன்மைகளாக காணப்படுகின்றன.

#### 4.2 Modernized GPS signals

நவீனப்படுத்தப்பட்ட சமிக்ஞைகள் எனப்படுபவை GPS சமிக்ஞைகளில் மேற்கொள்ளப்படும் மேம்படுத்தல் மற்றும் புதுப்பித்தல் போன்றவற்றை குறிக்கும். இவ்வாறான தன்மைகள் GPS சமிக்ஞைகளின் சரிநூட்பத்தினை மேம்படுத்தவும் நம்பகத்தன்மை மற்றும் செயலாற்றல் போன்றவற்றை மேம்படுத்தவும் மேற்கொள்ளப்படும்.

குறிப்பிப்பாக பல்வேறு மேம்பாடுகள் GPS செய்மதி சமிக்ஞைகளில் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. L5 Frequency இணை அறிமுகம் செய்வதன் [62]

மூலம் (1176.45Mhz) அவை அதியுயர் வலுவையும், பாரிய Bandwidth இனையும் சரிணுட்பத்தினையும் கொண்டுள்ளதோடு இவை விசேடமாக விமானப்போக்குவரத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

M-Code இன் அறிமுகமானது Jamming (The act of using a frequency transmitting device to block or interfere with radio communications) மற்றும் Spoofing (The act of disguising a communication from an unknown source as being from a known, trusted source) போன்ற இராணுவ நோக்கங்களுக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன்மூலம் இராணுவ நோக்கங்களுக்காக GPS இணை பயன்படுத்தும் போது நம்பகத்தன்மை மற்றும் பாதுகாப்பு போன்றன பேணப்படுகின்றது.

அத்தோடு L2C சமிக்ஞை (On L2 Frequency) பொதுமக்களின் பாவனைக்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளதோடு அவை குறிப்பாக நகர்ப்புறங்கள் மற்றும் அடர்ந்த காடுகள் போன்ற சவாலான இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் L1C (On the L1 Frequency) இன் அறிமுகமானது ஏனைய GNSS முறைமைகளான கலிலியோ மற்றும் BEIDOU போன்ற முறைமைகளுடன் தொடர்பினை ஏற்படுத்தக்கூடிய வசதியை வழங்குகின்றது.

மேலும் நவீன GPS சமிக்ஞை செய்மதிகளின் சுற்றுக்கை, கடிகாரத்திருத்தம் மற்றும் ஏனைய System Data வினை செய்மையாக தரும்வகையில் மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதுபோல சமிக்ஞைகளின் வினைத்திறனும் அதிகரிப்பட்டுள்ளது.

### 4.3 GPS சமிக்ஞை பெறுகை மற்றும் Tracking

GPS Receiver Turn on செய்யப்பட்டவுடன் அது Search Phase நிலையை அடைந்து GPS செய்தி சமிக்ஞைகளை தேடுகின்றது. குறிப்பாக L1 மற்றும் L2 போன்ற அதற்கு பொருத்தமான Frequency

களில் அவை தேடுகின்றன. அதுபோல Visible Satellite களுக்கான PRN Code களையும் பெற முயற்சிக்கின்றன.

Course Acquisition (CH) Code: பொதுமக்கள் பாவனையில் GPS Receiver கள் ஒவ்வொரு செய்மதிகளிலிருந்தும் C/A Code னை தேடுகின்றன. பெறப்படும் சமிக்ஞைகள் எதிர்பார்க்கப்பட்ட C/A code உடன் பொருந்துகின்றதா என தேடி செய்மதிகளை அடையாளம் காண்கின்றது.

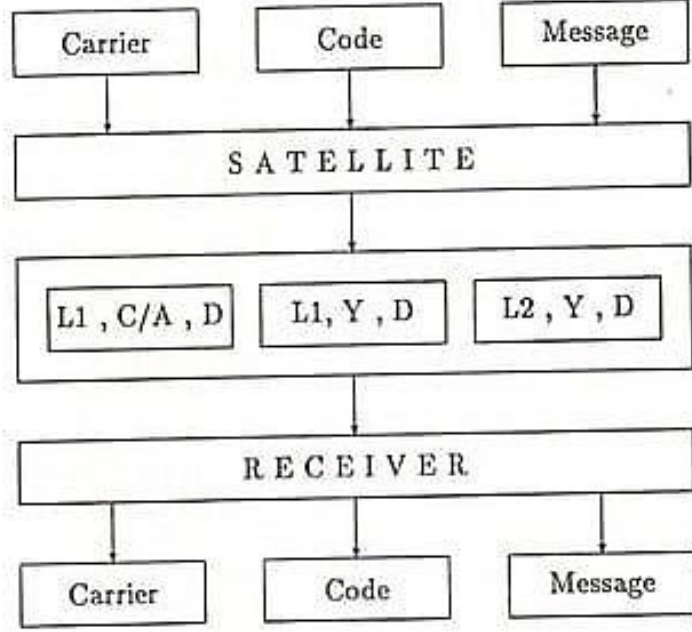
பின்னர் Receiver கள் Signal Strength Threshold இணை அமைத்து மென்மேலும் தேடுதலுக்காக கருத்திற்கொள்ளப்படுகின்றது. இதன்போது நலிவான/தடங்கலான சமிக்ஞைகள் அகற்றப்படுகின்றன.

பின்தொடர்கையினை (Tracking) பொறுத்தவரை செய்மதிகளின் சமிக்ஞைகள் பெறப்பட்டவுடன் Receivers அதனைத்தொடர்ச்சியாக பின்தொடர்கின்றது. இதில் PRN Code இன் பொருத்தப்பாடு பேணப்பட்டு நேரடி Transmitter இற்கும் Receiver இற்கும் இடைவெளி அளவிடப்படும். இதன்மூலம் செய்மதிகளின் தூரம் கணிக்கப்படுகின்றது.

உயர் சரிணுட்பத்தை பெற சில GPS Receiver கள் Carrier Phase Tracking செயன்முறையினை செயற்படுத்துகின்றது. GPS Receiver தொடர்ச்சியாக ஒரு குறித்த இடத்தின் நிலையினை புதுப்பித்துக் கொண்டே இருக்கின்றது. GPS Receiver இனை நாம் நகர்த்தும்போது அது Position இனை கணிப்பிட்டு Real-time தரவினை



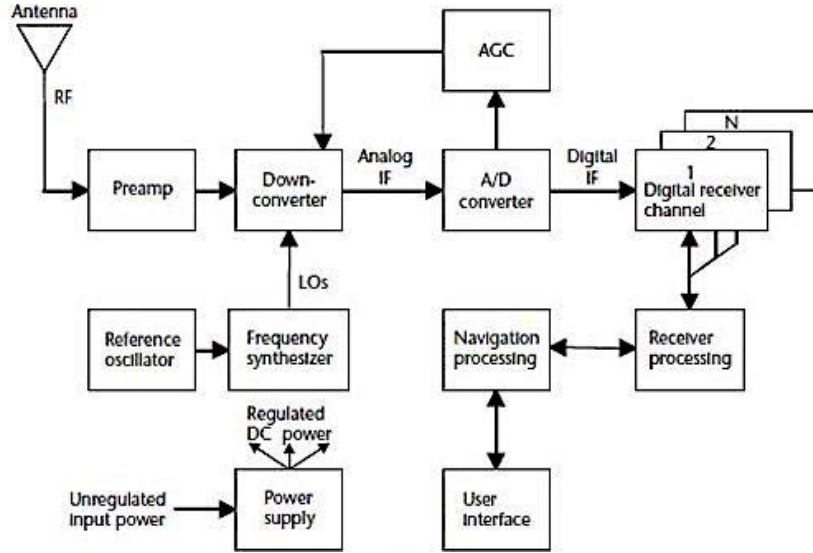
வழங்குகின்றது. உரு 4.4 GPS சமிக்கை மாற்ற செயன்முறையினை தெளிவாக விளக்குகின்றது.



உரு 4.4: GPS சமிக்கை மாற்ற செயன்முறை

GPS வாங்கியினால் பெறப்பட்ட சமிக்கையானது Amplifiers இற்கு அனுப்பப்பட்டு வாங்கியின் Noise Figure அமைக்கப்படுகின்றது. அதன்பின்னர், மேம்படுத்தப்பட்ட சமிக்கை Down Converter இற்கு அனுப்பப்பட்டு Low Oscillator இல் காணப்படும் சமிக்கைகளுடன் சேர்ந்து Intermediate Frequency (IF) உருவாக்கப்படுகின்றது. இச்செயன்முறையினால் Upper மற்றும் Lower Sideband கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. அதேநேரம் இச்செயன்முறையின்போது PRN Code கள் மற்றும் செய்மதிகளின் Signal Dopplers பேணப்படுகின்றன. பின்னர் இச்சமிக்கை A/D Converter இற்கு அனுப்பப்படுகின்றது. IF (Digitized) சமிக்கைகள் Digital Receiver Channel களினால்

செயன்முறைப்படுத்தப்பட்டு Demodulation செய்யப்படுகின்றது. சமிக்ஞை Carrier இன் In-phase Copy இனால் பெருக்கப்பட்டு (Multiply) பின்னர் தரவுகளை பெற Low-pass Filter ஊடாக அனுப்பப்படுகின்றது. இவ்வாறு பெறப்படும் சமிக்ஞை உலகளாவியரீதியில் GPS கருவி மற்றும் Smart தொலைபேசிமூலம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உரு 4.5 GPS வாங்கி (Receiver) கட்டமைப்பினை தெளிவாக காட்டுகின்றது.



உரு 4.5: GPS வாங்கி (Receiver) கட்டமைப்பு

### மாதிரி வினாக்கள்

1. GPS சமிக்ஞை கட்டமைப்பை சுருக்கமாக விளக்குக.
2. GPS Signal Modulation என்றால் என்ன?
3. நவீனரக GPS இல் சேர்க்கப்பட்டுள்ள முக்கியமான அம்சங்களை சுருக்கமாக விளக்குக.
4. GPS Tracking என்றால் என்ன?

5. GPS Tracking இன் பிரயோகம் பற்றி ஏதேனும் ஒரு துறையை அடிப்படையாக கொண்டு விளக்குக.

### **திறவுச்சொற்கள்**

Modulation, GPS signal, செய்மதி சமிக்ஞை பெறுகை, Tracking

### **Recommended Reading**

- Misra, P., & Enge, P. (2010). Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance (Revised Second Edition). Ganga-Jamuna Press; Revised Second Edition.
- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0

---

## அத்தியாயம் - 05

---

### 05. GPS முறைமையின் பகுதிகள்

- 5.1 விண்வெளிப் பிரிவு
- 5.2 கட்டுப்பாட்டு பிரிவு
- 5.3 பயன்பாட்டாளர் பிரிவு

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயமானது GPS முறைமை பற்றியும் அவற்றின் 03 பிரதான பிரிவுகள் பற்றியும் தெளிவாக விளக்குகின்றது. குறிப்பாக GPS செய்மதி முறைமையினை கட்டுப்படுத்தும் பிரிவு, கட்டளைகளின் பிரகாரம் இயங்கும் விண்வெளிப்பிரிவு மற்றும் GPS மூலம் தரவினை பெற்றுக்கொள்ளும் பயன்பாட்டாளர் பிரிவு என பிரித்து விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. GPS முறைமையின் கட்டமைப்பை மாணவர்களுக்கு தெளிவுபடுத்தல்.
2. GPS முறைமையினை விண்வெளிப்பிரிவு, கட்டுப்பாட்டு பிரிவு மற்றும் பயன்பாட்டாளர் பிரிவு என 03 வகைகளாகப் பிரித்து விளக்குதல்.

### ஏதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் GPS இன் கட்டமைப்பு பற்றி விளங்கிக்கொள்வர்.
- GPS இன் 03 கூறுகளையும் தெளிவாக விளங்குவர்.

## 5. GPS முறைமையின் பகுதிகள்

GPS செய்மதி தொகுதியானது விண்ணில் அமைக்கப்பட்டுள்ள ரேடியோ அலைகளின் மூலமாக இயக்கப்படும் செய்மதிகளின் கூட்டமாகும். ஐக்கிய அமெரிக்க அரசாங்கத்தினாலும் ஐக்கிய அமெரிக்க வான்ப்படையினாலும் இது இயக்கப்படுகின்றது. இது பின்வரும் மூன்று பிரிவுகளை கொண்டுள்ளது

- விண்வெளி பிரிவு (Space Segment)
- கட்டுப்பாட்டு பிரிவு (Control Segment)
- பயன்பாட்டாளர் பிரிவு (User Segment)

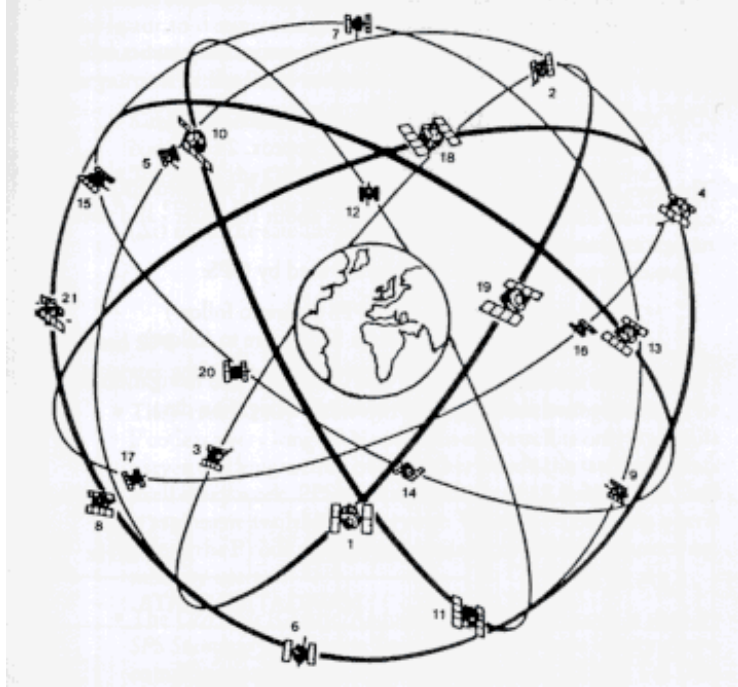
### 5.1 விண்வெளிப் பிரிவு

விண்ணில் வலம்வரும் 24 செய்மதிகளை உள்ளடக்கிய தொகுதியே விண்வெளித்தொகுதி எனப்படும். இவை புவி மேற்பரப்பிலிருந்து 20,183 Km தொலைவில் தமக்குரிய சொந்த சுற்றுவட்டப்பாதையில் அமைந்துள்ளன. 24 செய்மதிகளும் 12 மணி நேரத்தில் புவியைச் சுற்றி வலம் வருகின்றன.

பழைய செய்மதிகளுக்குப் பதிலாக புதிய செயற்கைக் கோள்களும் காணப்படுவதால் 24 இற்கு மேற்பட்ட செயற்கைக் கோள்கள் காணப்படுகின்றன. 55 பாகை இடைவெளியில் ஒரு சுற்றுவட்டப்பாதையில் நான்கு (04) செய்மதிகள் வீதம் 06 சுற்றுவட்டப்பாதையில் இத்தொகுதி வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இச்செய்மதிகள் ஒவ்வொன்றும் புவியை நாளொன்றிக்கு இரண்டு தடவைகள் ஒரே பாதையில் மீண்டும் மீண்டும் சுற்றி வருகின்றன. இக்கட்டமைப்பு மூலம் 4-12 செய்மதிகள்

உலகின் எப்பகுதியிலும் அதன் சமிக்ஞை பெறக்கூடிய தன்மை காணப்படும். முதல் GPS செய்மதியானது 22.02.1978 ஆம் ஆண்டு விண்ணுக்கு அனுப்பப்பட்டது. உரு 5.1 GPS செய்மதித்தொகுதியினை காட்டுகின்றது.



உரு 5.1: GPS செய்மதித்தொகுதிக் கட்டமைப்பு

## 5.2 கட்டுப்பாட்டு பிரிவு

GPS செய்மதிகளை கண்காணிப்பதற்காக தரையில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள் இவையாகும். இவை வலையமைப்பான கண்காணிப்பு நிலையங்கள் பலவற்றை கொண்டுள்ளன. அவற்றில் Monitor Station (MS), Master Control Station (MCS) and a Backup of the MCS and Ground Antennas (GA) போன்றன காணப்படுகின்றன.

முதன்மை கட்டுப்பாட்டு நிலையம் கொலராடோவின் வான்படைத்தளத்தில் அமைந்துள்ளது. இங்கு செய்மதிகளின் கடிகார சரியாக்கம் (Correction) நடைபெறுவதோடு செய்மதிகளுக்கு புதுப்பிக்கப்பட்ட கட்டளைகள் உள்ளீடு செய்யப்படுகின்றன.

கண்காணிப்பு நிலையத்தினால் பெற்றுக்கொள்ளப்பட்ட அளவீடுகளை முதன்மைக்கட்டுப்பாட்டு மையமானது செய்மதிகளின் சுற்றுவட்டப்பாதையை மதிப்பிடவும், கடிகார வழி மற்றும் ஏனைய அளவுருக்களை (Parameters) மதிப்பிட்டு செய்திகளை வழங்கவும் செயன்முறைப்படுத்துகின்றது. முதன்மைக்கட்டுப்பாட்டு மையமே சகல கட்டளைகளுக்கும் கட்டுப்பாடுகளுக்கும் பொறுப்பானதாகும். குறிப்பாக செய்மதிகள் மற்றும் அவற்றில் பொருத்தப்பட்டுள்ள உபகரணங்கள் (Sensor) போன்றவற்றை அவதானித்தல், செய்மதிகளை பராமரித்தல் மற்றும் வழக்களை தீர்த்தல் மற்றும் சரிணுட்பமான நிலைப்படுத்தல் சேவையை வழங்குதல் இதன் தொழிற்பாடுகளாகும்.

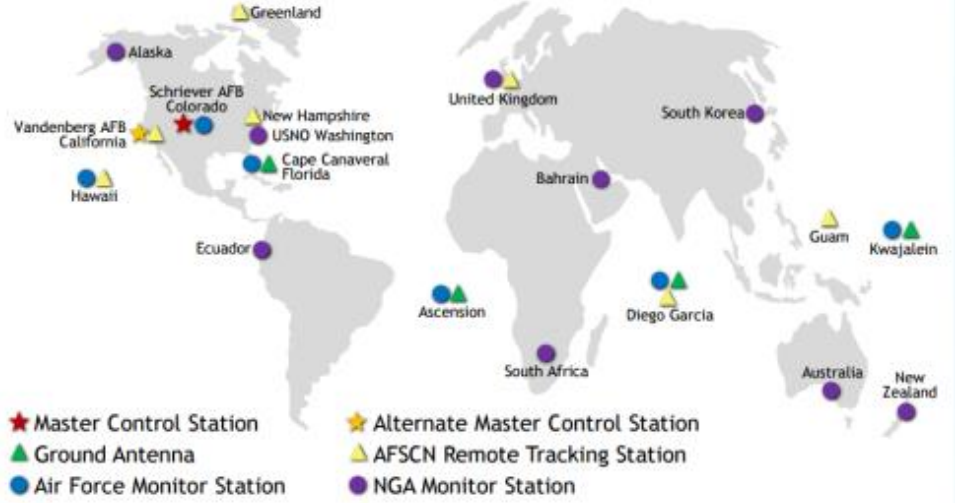
செய்மதிகளின் சுற்றுவட்டப்பாதைகள் தேசிய புவியியல் முகவர் நிலையத்துடன் இணைந்து அமெரிக்க விமானப்படைக்குச் சொந்தமான கண்காணிப்பு நிலையங்களால் கண்காணிக்கப்படுகின்றன. செய்மதிகளில் ஏற்படும் பழுதுகள் கண்காணிப்பு நிலையங்களால் கண்காணிக்கப்பட்டு சரிசெய்யப்படுகின்றன.

### **கண்காணிப்பு நிலையம்**

இவை உலளாவியரீதியில் பரந்து காணப்படுவதோடு Atomic Clocks மற்றும் GPS Receiver பொருத்தப்பட்டு GPS Satellite

## Centre for External Degrees and Professional Learning

Data வினை தொடர்ச்சியாக பெறுகின்றது. உரு 5.2 GPS கட்டுப்பாட்டு நிலையங்களின் அமைவிடத்தினை காட்டுகின்றது.



உரு 5.2: GPS கட்டுப்பாட்டு நிலையங்கள்

சேகரிக்கப்பட்ட தரவுகளை பிரதான கட்டுப்பாட்டு நிலையத்திற்கு அனுப்பி தரவின் துல்லியத்தன்மைய செயன்முறைப்படுத்துகின்றது. பிரதான கட்டுப்பாட்டு நிலையம்: ஜக்கிய அமெரிக்காவின் கொலராடோ மாநிலத்திலுள்ள விமானப்படைத்தளத்தில் அமைந்துள்ளது.

### 5.3 பயன்பாட்டாளர் பிரிவு

GPS அலைவாங்கிக் கருவியே பயன்பாட்டாளர் என அழைக்கப்படும். இக்கருவி செய்மதியிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் சமிக்ஞையை உள்வாங்கி பயனருக்கான தகவல்களை வழங்கும் செயற்பாட்டைச் செய்கின்றது. இது குறிப்பாக பொதுமக்களின் தனித்த பாவனைகளான கார்களின்



வழிசெலுத்தல் முறைமை, Smartphones, மலையேறுதல் போன்ற பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக பயன்படுகின்றது. மேலும் GPS வாங்கிகள் தற்போது சிறிய Chip தொடக்கம் வேறுபட்ட பல்வேறு அமைப்புக்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. உரு 5.3 GPS வாங்கியின் ஒரு அமைப்பினைக் காட்டுகின்றது.



உரு 5.3: GPS வாங்கி

அத்தோடு வர்த்தக நோக்கங்களுக்கும், பொதுமக்கள் பாதுகாப்பு மற்றும் அவசரகால சேவைகள், தேடுதல் மற்றும் மீட்பு நடவடிக்கைகள், விவசாயம் மற்றும் இன்னொரு வர்த்தக நடவடிக்கைகளுக்காகவும் பயன்படுகின்றது.

## மாதிரி வினாக்கள்

1. GPS செய்மதி தொகுதியின் கூறுகளை விளக்குக.

2. GPS கண்காணிப்பு நிலையங்கள் அமைந்துள்ள இடங்களை தருக.
3. GPS செய்மதியின் வான்வெளிப்பிரிவினை சுருக்கமாக விளக்குக.
4. GPS செய்மதியின் பயன்பாட்டாளர் பிரிவு பற்றி கருத்துரைக்குக.

### **திறவுச்சொற்கள்**

விண்வெளிப் பிரிவு, கட்டுப்பாட்டுப் பிரிவு, பயன்பாட்டாளர் பிரிவு, கண்காணிப்பு நிலையம்.

### **Recommended Reading**

- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0

---

## அத்தியாயம் - 06

---

### 06. GPS இன் வழுக்கள்

6.1 கடிகார வழு

6.2 பல்பாதை வழு

6.3 அயனமண்டல வழு

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயமானது GPS செய்மதிமுறைமை சமிக்ஞைப்பரிமாற்றம் செய்யும்போது ஏற்படும் வழுக்களை கடிகார வழு, பல்பாதை வழு (Multipath Error), மற்றும் Ionospheric Error என தெளிவாக விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. மாணவர்களுக்கு GPS செயன்முறையில் ஏற்படும் வழுக்களை விளக்குதல்.
2. ஒவ்வொரு வழுவும் ஏற்படும் வழிமுறையினை தெளிவுபடுத்தல்.

### எதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- மாணவர்கள் GPS இல் ஏற்படும் வழுக்களை விளங்கிக்கொள்வர்.
- GPS இன் வழுக்களின் வகைகளை பிரித்தறிவர்.

## 6. GPS இல் ஏற்படும் வழக்கங்கள்

GPS ஆனது விண்வெளியில் பல செய்மதிகளைக்கொண்ட தொகுதியாக காணப்படுவதோடு அவை தரவுகளை புவியில் உள்ள நிலையங்களுடன் பகிரும் தொடர்ச்சியான செயன்முறையையும் மேற்கொள்கின்றது. இதன்போது பல்வேறுபட்ட இடைஞ்சல்கள் மற்றும் குறுக்கீடுகள் மூலம் அவற்றின் தரவுகளின் நம்பகத்தன்மையில், சரிநூட்பத்தில் குறைபாடு ஏற்படுவதற்கான சந்தர்ப்பங்கள் காணப்படுகின்றன. அவ்வாறான குறிப்பிடத்தக்க வழக்களாக,

- கடிகார வழு (Clock Error)
- பல்பாதை வழு (Multi Path Error)
- அயனமண்டல வழு (Ionospheric Error)

போன்றன காணப்படுகின்றன

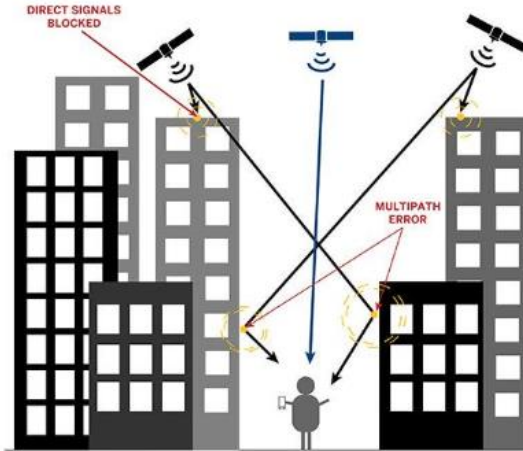
### 6.1 கடிகாரவழு

செய்மதிகளில் மிகச்சரிநூட்பமான அணுக்கடிகாரங்கள் காணப்படுகின்றன. எனினும் பல்வேறு காரணங்களினால் சிறியளவான வழக்கங்கள் கடிகாரங்களில் ஏற்படுவதனால் தரவுகளின் சரிநூட்பம் பாதிக்கப்படுகின்றது. விஷேட சார்புக்கோட்பாட்டின்படி செய்மதிகளில் வேகம் காரணமாக பூமியில் உள்ள அணுக்கடிகாரங்களுடன் ஒப்பிடும் போது செய்மதிகளில் உள்ள அணுக்கடிகாரங்கள் மெதுவாக இயங்குகின்றன. மேலும் பொதுச்சார்புக்கோட்பாட்டின்படி ஒப்பீட்டுரீதியில் குறைந்த ஈர்ப்புவிசை காரணமாக விண்ணில் அணுக்கடிகாரங்கள் வேகமாக இயங்குகின்றன. இவ்வாறான நிலைமை சரிசெய்யப்பட்டு செய்மதிகள் அனுப்பப்பட்டினும் சிலவேளைகளில் கடிகாரங்கள் வேறுபட்டு இயங்கும் வாய்ப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. இதன்காரணமாக சிறியளவான வழக்கங்கள் தரவுகளில் ஏற்படக்கூடிய வாய்ப்பு காணப்படுகின்றது.

மட்டுமன்றி சூரிய, சந்திர மற்றும் ஏனைய விண்பொருட்களின் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக செய்மதிகளின் ஓடுபாதை மற்றும் கடிகாரங்களின் நேரங்கள் பாதிக்கப்படுவதற்கான வாய்ப்புக்கள் காணப்படுகின்றன.

## 6.2 பல்பாதை வழி (Multi Path Error)

GPS செய்மதியில் இருந்து சமிக்ஞைகள் Ground Station இற்கு வரும்போது கட்டிடங்கள் மரங்கள் சுவர்கள் அல்லது இவை போன்ற ஏனைய அம்சங்கள் புவிக்கு வரும் சமிக்ஞைகளை குறுக்கீடு செய்வதனால் இச்சமிக்ஞைகள் பல்வேறு கோலங்களில் Ground Station இற்கு வருகின்றன. இதன் போது இவ்வாறு பெறப்படும் சமிக்ஞைகள் பல இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வழிகளில் கிடைக்கப்பெறும் போது தரவுகளில் பிழைகள் ஏற்படுகின்றன. நேரடியாக செய்மதிகளிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் சமிக்ஞைகள் சரிநூட்பம் கொண்டதாக காணப்படுகின்றது. உரு 6.1 செய்மதி சமிக்ஞைகள் பல்வேறு இடங்களில் தொடுகையுற்று மாற்றமடைந்து வருவதை விளக்குகின்றது.



உரு 6.1: பல்பாதை வழி வழுக்கள் ஏற்படும் முறைமை

### 6.3 Ionospheric Error

வான்வெளியில் உலாவும் செய்மதிகள் Ground Station களுடன் தொடர்புகளை பேணுகின்றன. இவ்வாறு தொடர்புகளை பேணுகின்ற போது சமிக்ஞைகள் வளிமண்டலத்தின் ஊடாக பிரயாணம் செய்கின்றன. இதன் போது வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் Ionosphere ஊடாக சமிக்ஞைகள் ஊடறுக்கும் போது இடையில் உள்ள Electron களின் அடர்த்தியின் அடிப்படையில் சமிக்ஞைகளின் வேகம் குறைவதோடு அவை GPS தரவுகளின் உண்மை தன்மையில் செல்வாக்கு செலுத்துகின்றன.

இவைதவிர தரைப்பகுதியில் காணப்படும் தரைத்தோற்ற அம்சங்களான தாவரங்கள், நிலத்தோற்றங்கள் மற்றும் ஏனைய அம்சங்களும் சமிக்ஞைகள் இடையூறு செய்வனவாக காணப்படுகின்றன. அத்தோடு GPS செய்மதிகளின் ஓடுபாதைகளில் ஏற்படும் வழக்கள் (Satellite Orbital Error), Receiver Noise மற்றும் Topospheric Refraction போன்றன GPS தரவுகளில் வழக்கள் ஏற்பட ஏதுவாக அமைகின்றன.

#### மாதிரி வினாக்கள்

1. GPS தரவுகளின் ஏற்படும் வழக்களை தருக.
2. GPS இல் கடிகார வழு ஏற்படும் முறைமையை ஆராய்க.
3. GPS Ionospheric Error நடைபெறும் முறையை விளக்குக.

#### திறவுச்சொற்கள்

Error in GPS, Clock Error, Ionospheric Error, Multipath Error, Electron, Satellite Orbital Error, Receiver Noise மற்றும் Topospheric Refraction.

**Recommended Reading**

- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0

---

## அத்தியாயம் - 07

---

### 07. GPS இன் பிரயோகங்கள்

- 7.1 விவசாயம் / பண்ணை
- 7.2 புவிநடுக்கம்
- 7.3 வான்வழி படவரைகலை
- 7.4 வனவியல்
- 7.5 GPS இன் எதிர்காலம்

### அத்தியாயம் பற்றிய சுருக்கமான விபரிப்பு

இவ்வத்தியாயமானது GPS செய்மதிமுறைமையின் பிரயோகங்கள் விவசாயம், புவிநடுக்கம், வான்வழி படமாக்கல், மற்றும் வனவியல் போன்ற துறைகளில் எவ்வாறு காணப்படுகின்றன என நடைமுறைரீதியான அம்சங்களுடன் விளக்குவதோடு GPS ஆனது பல்வேறு துறைகளில் இன்றியமையாததாக காணப்படுவதோடு அதன் எதிர்காலம் பற்றியும் விளக்குகின்றது.

### அத்தியாயத்தின் நோக்கங்கள்

1. மாணவர்களுக்கு GPS தொழினுட்பத்தின் பிரயோகம் எவ்வாறு பல்வேறுபட்ட துறைகளில் காணப்படுகின்றது என விளக்குகதல்.
2. ஒவ்வொரு துறையின் விருத்திக்கும் GPS தொழினுட்பத்தின் பங்கினை பிரயோகத்துடன் விளக்குதல்.

### ஏதிர்பார்க்கை கற்றற் பெறுபேறுகள்

- GPS இன் பிரயோகம் எவ்வாறு பல்வேறு துறைகளில் காணப்படுகின்றது என்பதனை அறிவார்.



- GPS இனை எவ்வாறு பிரயோகப்படுத்தலாம் என்ற திறனை விருத்தி செய்வர்.

## 07. GPS இன் பிரயோகங்கள்

GPS தொழினுட்பமானது இன்று பல்வேறு துறைகளில் இன்றியமையாததாக காணப்படுவதோடு பிரயோகிக்கப்படும் வருகின்றது. விவசாயம், பண்ணை, புவிநடுக்கம், வான்வழி படமாக்கல், வனவியல், பாதுகாப்பு மற்றும் போக்குவரத்து என பல்வேறு துறைகளில் இதன் பிரயோகம் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ புரையோடியுள்ளது. இன்றைய நவீன உலகில் GPS இன் உதவிகொண்டு பல்வேறு செயற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. ஒரு இடத்தின் அமைவிடத்தினை அறிவதிலிருந்து பொருட்களை ட்ரோன்களின் மூலம் தருவிக்கும் செயன்முறை வரை GPS பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. அந்த அடிப்படையில் பின்வரும் துறைகளில் GPS தொழினுட்பமானது எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகின்றது என நோக்கலாம்.

### 7.1 விவசாயம் / பண்ணை

பாரம்பரிய விவசாய முறைகள் மாற்றமடைந்து இன்று தொழினுட்ப வளர்ச்சியில் உச்சம் தொட்ட ஒரு துறையாக விவசாயத்துறை காணப்படுகின்றது. விவசாய நடவடிக்கைகளின் பல்வேறு கட்டங்களில் தொழினுட்பங்களின் ஊடுருவல் காணப்படுகின்றமையை நோக்கலாம். பயிரிடல், பயிர் கண்காணிப்பு, அறுவடை, மற்றும் உழுதல் போன்ற அனைத்து செயன்முறைகளிலும் நவீன தொழினுட்பம் ஊடுருவி காணப்படுகின்றது. அந்த அடிப்படையில் GPS தொழினுட்பமும் விவசாயத்துறையில் பல்வேறு நிலைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவதனை அவதானிக்கலாம். தற்கால நவீன விவசாய முறையான சரிணுட்ப பண்ணை (Precision Farming) GPS தொழினுட்பத்தை பெரிதும் பயன்படுத்துகின்றது.

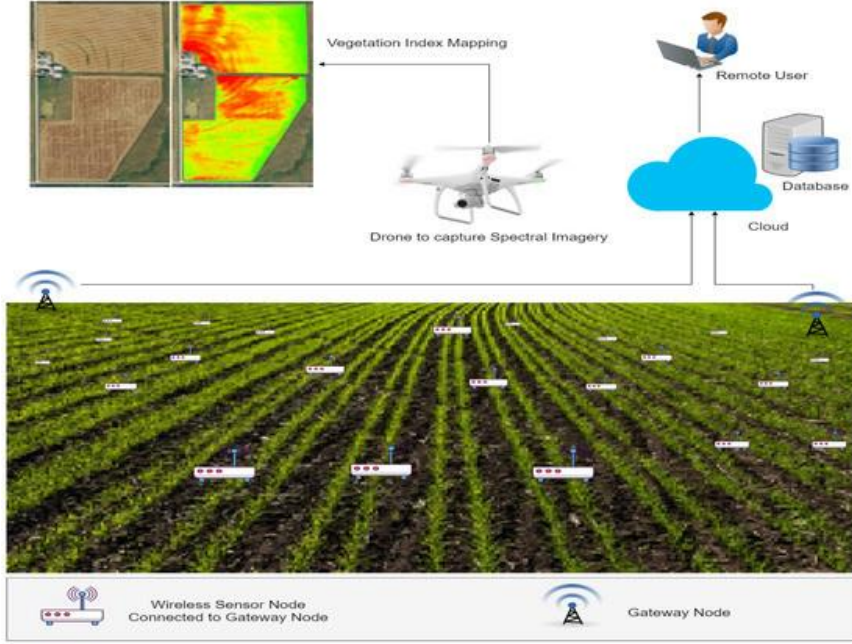
தொலையுணர்வு (RS) தொழிநுட்பங்களின் மூலம் பெறப்படும் பயிர்களின் வேறுபட்ட காலங்களில் படமாக்கப்படும் படங்களுக்கு அவ்வாறான வேறுபட்ட பகுதிகளின் உண்மை தரவுகளை (Ground Truth) GPS வழங்குகின்றது. இவ்வாறான தரவுகளை வைத்து பல்வேறு விவசாயத்தை முன்னேற்றுவதற்கான பகுப்பாய்வு முயற்சிகள் செய்யப்படுகின்றன.

Interctive Portable System மூலம் விளைச்சல், மண், வீதி, நீர் மற்றும் தரையுயரம் போன்ற களத்தரவுகளை விமான ஒப்படங்களில் மேலடுக்கு (Overly) செய்யப்பட்டு உடனடியாக குறித்த இடங்களின் பல்வேறுபட்ட அம்சங்களை ஒரேதடவையில் அவதானிக்கமுடியும்.

மேலும் GPS தரவுகள் குறித்த பயிரிடல், பீடைகொல்லி விசுறுதல் மற்றும் அறுவடை போன்ற செயற்பாடுகளின் போது பெறப்பட்டு அவை பதிவு செய்யப்பட்டு எதிர்காலத்தில் குறித்த இடத்தில் அதே நோக்கங்களுக்காக பயன்படுத்தக்கூடியதாக காணப்படுகின்றது.

மேலும் பண்ணைகளை திட்டமிடல் மற்றும் முகாமை செய்தல், களத்தினை படமாக்கல், வேறுபட்ட மண் வகைகளை படமாக்கல், விளைச்சல் படமாக்கல் போன்ற பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக GPS தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

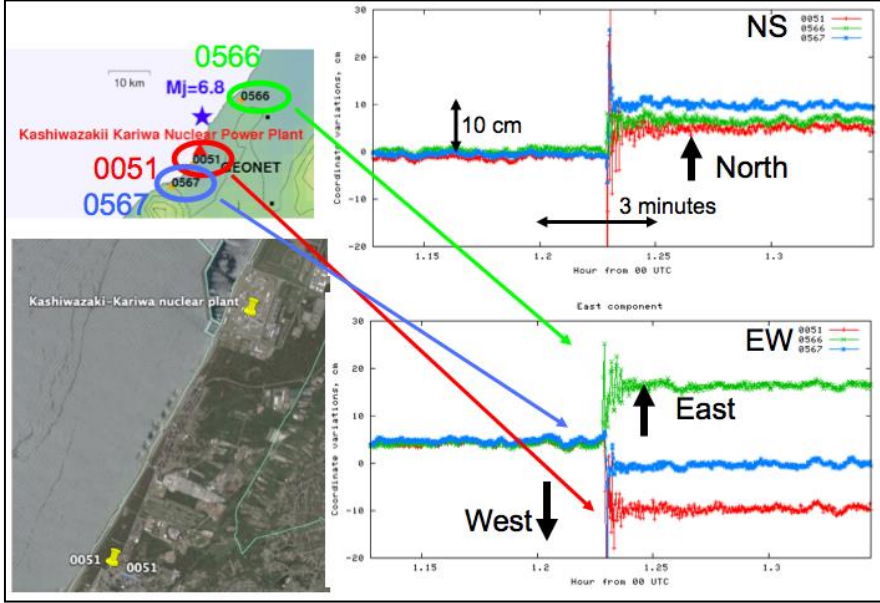
மேலும் அதிநவீன முறையாக GPS மற்றும் ட்ரோன் தொழினுட்பம் மூலம் உடனடியாக பயிர்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை தூர இடங்களில் இருந்து கண்காணிப்பதன் மூலம் அவற்றிற்கான உடனடி தீர்வுகளை வழங்கி விவசாய உற்பத்திகளை அதிகமாக்கும் நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. உரு 7.1 GPS இணைப்பயன்படுத்தி விவசாய நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்படும் முறையினை காட்டுகின்றது.



உரு 7.1: விவசாயத்துறையில் GPS இன் பிரயோகம்

## 7.2 புவிநடுக்கம்

தகட்டோட்ட அசைவுகளின் மூலம் ஏற்படும் நிலநடுக்கங்களை படமாக்கள் செய்தல் மற்றும் நிலத்தின் நகர்வுகளை கண்டறிதல் போன்ற நோக்கங்களுக்காக GPS பயன்படுத்தப்படுகின்றது. புவிநடுக்கம் ஏற்படும் பிரதேசங்களை படமாக்கல் மற்றும் புவிநடுக்கத்தின் மூலமான நில நகர்வுகளை கண்டுபிடித்தல் (Seismic Displacements) போன்ற பல்வேறு நோக்கங்களுக்காக GPS பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உரு 7.2 நிலநடுக்க காலத்தில் ஆய்வுகளுக்காக GPS தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளமையை விளக்குகின்றது.



உரு 7.2: நிகாடா-கென் நிலநடுக்கத்தில் GPS பிரயோகம்

### 7.3 வான்வழி படமாக்கல் (Air-borne Mapping)

வான்வழி மூலமாக விமான ஒளிப்படங்களை பெற்றுக்கொள்ளும் செயன்முறையில் GPS தொழிநுட்பம் முக்கிய பங்காற்றுகின்றது. வான்வழி ஆழில்லா விமானங்கள் (Unmanned Aerial Vehicle) மூலம் படமாக்கல், அனர்த்த முகாமைத்துவம் மற்றும் இயற்கை வள முகாமைத்துவம் போன்ற இன்னும் பல தேவைகளுக்காக விமான ஒளிப்படங்கள் பெறப்படுகின்றபோது GPS தொழிநுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

குறிப்பாக Drone தொழிநுட்பங்கள் மூலமான படமாக்கல் செயன்முறைகளின் போது அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் படங்கள் GPS தரவுடன் (Geo-tag) பெற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெற்றுக் கொள்ளப்படும் படங்களை பகுப்பாய்வு செய்கின்ற போது அவற்றை

இலகுவான முறையில் GIS மென்பொருளில் பகுப்பாய்வு செய்ய முடிவதோடு இலகுவாக கையாழக்கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக ட்ரோன்களின் மூலம் பெற்றுக்கொள்ளப்படும் தனித்தனி விம்பங்களை ஒன்றாக இணைத்து தனித்த விம்பமாக மாற்றுவதற்கு (Orthomosaic) GPS Coordinate மிகமுக்கியமானதாக காணப்படுகின்றது. இவ்வாறு GPS Coordinate களின் மூலம் தனித்த படங்களை உருவாக்கி ஆய்வுகள் மற்றும் கண்காணிப்பு செயன்முறைகளுக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

மேலும் விமான ஒளிப்படங்களை பிடிப்பதற்கான விமானங்கள் / ட்ரோன்களின் செல்லும் வழியை தீர்மானிப்பதற்கும் (Mission Plan) GPS தொழிநுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



உரு 7.3: வான்மார்க்க புவிப்படங்களை பெற்றுக்கொள்வதில் GPS பிரயோகம்

உரு 7.3 இன்படி, Drone தொழினுட்பத்தின் மூலமான படங்களினை பெற்றுக்கொள்வதற்காக குறித்த பிரதேசம் GPS இன் துணை கொண்டு Mission Plane செய்யப்படுகின்றது. இதனால் குறித்த Drone Mission Plane செய்யப்பட்ட பாதையினூடாக பறந்து படங்களை பெற்றுக்கொள்கின்றது. இவ்வாறான Mission Plane கள் GPS இன் துணைகொண்டே ட்ரோன்களை வழிநடாத்துகின்றன.

#### 7.4 வனவியல் (Forestry)

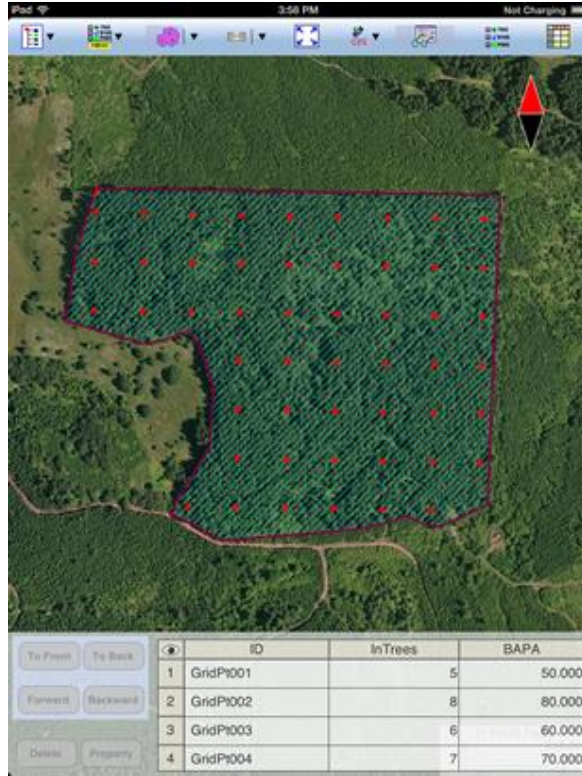
வனவியல் துறையிலும் GPS தொழினுட்பமானது வெகுவாக பயன்படுத்தப்படுகின்றது. குறித்த மரத்தின் இடத்தினை அறிவதற்கும் குறித்த பிரதேசத்தில் காணப்படும் மரங்களின் அளவுகளை கண்டறிவதற்கும் GPS தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மேலும் காடுகளில் தாவரங்களுக்கு நோய் தாக்கம் ஏற்படுமிடத்து அதற்காக குறித்த இடத்தினை தீர்மானிப்பதிலும் காட்டு வளங்களை அவற்றின் தாவர இனங்களுக்கு ஏற்பவும் ஏனைய அம்சங்களின் அடிப்படையிலும் படமாக்கள் செய்வதற்கும் GPS உதவுகின்றது.

காடுகளில் காட்டுத்தீ ஏற்படுகின்ற போது அதனை உடனடியாக கட்டுப்பாட்டிற்கு கொண்டு வருவதற்காக குறித்த இடத்தினை தீர்மானிப்பதற்கும் குறித்த இடத்திற்கு காட்டுத்தீயினை கட்டுப்படுத்துவதற்கும் GPS பயன்படுத்தப்படுவதோடு காடுகளில் காணப்படும் அரிதான மரங்கள் மற்றும் இனங்களை தெரிவு செய்து கண்காணிப்பதற்கும் GPS பயன்படுத்தப்படுகின்றது

அது மட்டுமன்றி வன ஜீவராசிகளை முகாமை செய்வதற்கும் குறிப்பாக GPS Tracker மூலமாக அரிதான ஆபத்தான நிலையில் உள்ள வன ஜீவராசிகளை கண்காணிப்பதற்கும், அவற்றுக்கான பிரச்சினைகளை கண்டறிவதற்கும் GPS தொழினுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உதாரணமாக GPS கருவியினை

## Centre for External Degrees and Professional Learning

யானைகளில் பொருத்தி அவற்றின் காலரீதியான நகர்வுகள் கண்காணிக்கப்பட்டு அவற்றுக்கும் மனிதனுக்கும் ஏற்படும் யானை மனித முரண்பாட்டுக்கு தீர்வுகள் முன்வைக்கப்படுகின்றன. மேலும் கண்டம் விட்டுக்கண்டம் வலசை செல்லும் பறவைகளை அவற்றின் பயணக்கோலங்களை அறியவும் அவற்றின் இடைத்தங்கல் பிரதேசங்களை அறிந்துகொள்ளவும் சிறிய GPS கருவிகள் (GPS Chips) அவற்றில் பொருத்தப்பட்டு அவதானிக்கப்படுகின்றன. இதன்மூலம் அவற்றினை பாதுகாக்க நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ள முடியும். உரு 7.4 வனவள முகாமைத்துவத்தில் எவ்வாறு GPS பயன்படுத்தப்படுகின்றது என்பதனை விளக்குகின்றது.



உரு 7.4: வனவள முகாமைத்துவத்தில் GPS இன் பயன்பாடு

மேலும் காடுகளின் எல்லையை தீர்மானிப்பதிலும் அவற்றின் எல்லை முகாமைத்துவத்திலும் GPS தொழினுட்பம் பெரிதும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. மட்டுமன்றி காடுகளினூடாக களப்பயணங்கள் மேற்கொள்பவர்கள், வனவள முகாமைத்துவ உத்தியோகத்தர்கள், காடுகளை முகாமை செய்யும் அதிகாரிகள் மற்றும் ஆய்வாளர்கள் அடர்ந்த காடுகளில் இடங்களையும் திசையையும் இலகுவாக அறிந்து கொள்ள GPS கருவி பெரிதும் உதவுகின்றது. இவை மட்டுமன்றி போக்குவரத்து, கைத்தொழில், வியாபாரம், அனர்த்த முகாமைத்துவம், சமுத்திரவியல், பாதுகாப்பு மற்றும் பல்வேறுபட்ட துறைசார் ஆய்வுகளிலும் பல நோக்கங்களுக்காகவும் GPS இன் பிரயோகம் பெரிதும் பங்காற்றுகின்றது.

### 7.5 GPS இன் எதிர்காலம்

GPS ஆனது இடத்தினை காட்டவல்ல திறன் கொண்ட தொழினுட்பமாக காணப்படுகின்றமையால் அது பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுவதோடு அதன் பயன்பாடு நாளுக்கு நாள் அதிகரித்தவண்ணம் காணப்படுகின்றது.

கடந்த காலங்களில் பெரிய அளவில் காணப்பட்ட GPS பொறி இன்று மிகவும் சிறிய அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. எதிர்காலத்தில் GPS பொறியானது மேலும் நுண்ணிய அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கான முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. மேலும் இன்று GPS இல் காணப்படும் சிறிய வழக்கள் களையப்பட்டு அதியுயர் சரிநுட்ப மற்றும் நம்பகத் தன்மை கொண்ட GPS முறைமையினை உற்பத்தி செய்வதற்கான திட்டங்கள் முன்வைக்கப்படுகின்றன.

IOT எனப்படும் (The Internet Of Things) தொழினுட்பம் மூலமாக GPS இன் இடம் காட்டும் தொழினுட்பம் வெகுவாக வளர்ச்சி அடையவுள்ளது. குறிப்பாக இணையத்துடன் GPS Tracking பொறியினை இணைத்து வியாபார மற்றும் ஏனைய துறைகள் இடரீதியான உண்மையான தரவுகளை



பெறுவதற்கு தொழினுட்ப நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

### மாதிரி வினாக்கள்

1. GPS இன்றைய காலத்தின் கட்டாய தேவையாகும். இக்கூற்றினை கருத்துரைக்குக.
2. GPS எவ்வாறு வனவள முகாமைத்துவத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது என்பதனை ஆராய்க.
3. விவசாயத்துறை GPS தொழினுட்பத்தை பயன்படுத்தும் முறையினை ஆராய்க.

### திறவுச்சொற்கள்

விவசாயம், புவிநடுக்கம், வான்வழி படமாக்கல், வனவியல், ட்ரோன், பாதுகாப்பு, IOT

### Recommended Reading

- Grewal, M.S., Weill, L.R., & Andrews, A.P. (2001). Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration. John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-35032-X
- Kaplan, D., & Hegarty, C.J. (2006) Understanding GPS Principles and Applications. ARTECH HOUSE, INC. ISBN: 1-58053-894-0.

Centre for External Degrees and Professional Learning

- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J. (2001). Applications of GPS. In: Global Positioning System. Springer, Vienna. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6199-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6199-9_12)