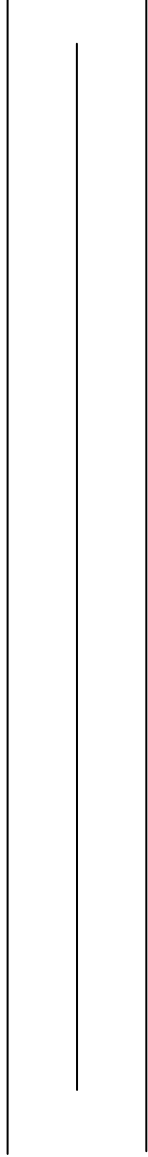


वन कार्बन मापन मार्गदर्शन
(२०६७)



नेपाल सरकार
वन तथा भू-संरक्षण मन्त्रालय

शब्दावली

ANSAB	Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources
CDM	Celan Development Mechanism
DN	Digital Number
EPE	Estimated Permissible Error
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FECOFUN	Federation of Community Forest Users' Nepal
GIS	Geographical Information System
GPS	Geographical Positioning System
ICIMOD	International Centre for Integrated Mountain Developemnt
IPCC	Inter-governmental Panel for Climate Change
ILWIS	Integrated Land and Water Information System
LiDAR	Light Detector and Ranging
Max	Maximum
MFSC	Ministry of Forest and Soil Conservation
Min	Minimum
MRV	Monitoring Reporting and Verification
NDVI	Normalized Differences Vegetation Index
RADAR	Radio Detection and Ranging
REDD	Reducing Emission through Deforestation and Forest Degradation
RMSE	Root Mean Square Error
SOC	Soil Organic Carbon
TM	Thematic Mapper
WWF	World Wildlife Fund

शब्द परिचय

वन विनास (Deforestation): जलवायु परिवर्तनसम्बन्धी संयुक्त राष्ट्रसंघीय प्रारूप महासन्धिक पक्ष राष्ट्रहरूको सम्मेलन र विश्व खाद्य तथा कृषि संगठनका अनुसार वन विनास भन्नाले वनलाई दीर्घकालीन रूपमा नै गैह्र वनमा परिणत गर्नु अर्थात् वनलाई वन बाहेक अन्य प्रयोजनका लागि प्रयोग गर्नु नै वन विनास हो ।

वन क्षयीकरण (Forest degradation): वन क्षयीकरणको परिभाषाका बारेमा विश्वव्यापी एकरूपता रहेको छैन । वनले दिनुपर्ने वस्तु र सेवा दिन नसक्ने गरी हैसियत र गुणस्तर खस्किएको अवस्था नै वन क्षयीकरण हो । रेडका सन्दर्भमा वन क्षयीकरण भन्नाले मानवीय क्रियाकलापका कारण कुनै निश्चित क्षेत्रफलमा वन कार्बनको सञ्चिति कम हुँदै गएको अवस्थालाई जनाउँछ ।

जलवायु परिवर्तन (Climate Change): लामो समयको अन्तराल एवं दीर्घकालीन अवधिमा जलवायुको विभिन्न तत्वहरूमा भएको औसत परिवर्तनलाई जलवायु परिवर्तन भनिन्छ । जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी संयुक्त राष्ट्रसंघीय महासन्धि १९९२ अनुसार जलवायु परिवर्तन भन्नाले “प्रत्यक्ष वा परोक्ष रूपमा मानव क्रियाकलापसंग सम्बन्धित भई विश्वको वायुमण्डलको संरचनालाई परिवर्तन गर्ने र तुलनात्मक समयावधिभित्र प्राकृतिक रूपमा परीक्षण भएको जलवायुको परिवर्तन” लाई जनाउँछ ।

उत्सर्जन (Emission): भन्नाले वायुमण्डलको कुनै निश्चित क्षेत्रमा र निश्चित अवधिमा हरीतगृह ग्याँस निस्कनु हो ।

वन: भन्नाले प्राकृतिक एवं वृक्षारोपण गरेको क्षेत्रलाई जनाउँछ जसमा १० प्रतिशत भन्दा छत्र घनत्व भएको ०.५ हेक्टर भन्दा बढि क्षेत्रफल रहेको हुनुपर्छ र त्यहाँ रहेको रुख विरुवाहरूको उचाइ कम्तीमा ५ मी. भन्दा बढि हुनुपर्छ ।

वन छत्र (Forest Canopy): भन्नाले रुखहरूको हांगा एवं पातहरूले निर्माण हुने छत्र वा ढकनी हो ।

वनको वार्षिक वृद्धि (Annual increment): भन्नाले एक वर्षमा रुख, बोट विरुवामा हुने वृद्धिलाई जनाउँछ । अर्थात् यसले व्यास, उचाइ, आयतन तथा वायोमासमा हुने वार्षिक वृद्धि समेतलाई जनाउँछ ।

स्याम्पल प्लट (Sample plot) : भन्नाले सम्पूर्ण वनको प्रतिनिधित्व हुने गरी नाप्न छुट्याइएको तोकिएको साइजको वनक्षेत्रको सानो टुकालाई स्याम्पल प्लट भनी बुझाउँछ ।

स्याम्प्लीङ इन्टेन्सिटी (Sampling intensity) : वनको पुरा क्षेत्र मध्ये कति प्रतिशत क्षेत्र नमुना कार्यको लागि प्रयोग गर्ने भनी निर्धारण गरिएकोलाई स्याम्प्लीङ इन्टेन्सिटीको रूपमा लिइन्छ ।

स्ट्राटीफिकेन (Stratification) : वन क्षेत्रलाई एउटा निश्चित आधार जस्तै वनको छत्र घनत्व, क्षेत्रफल, प्रजाति, वनको अवस्था तथा अन्य आवश्यक पक्ष तय गरेर वनलाई विभिन्न भागमा विभाजन गर्नु नै वनको स्ट्राटीफिकेन हो, जसले वन श्रोत सर्वेक्षण तथा कार्बन मापन गर्ने कार्यमा सजिलो पार्छ र परिणाममा बढी सहीपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

चुवाहट (Leakage) : एक ठाउँमा वन संरक्षण गर्ने नाममा त्यस्तो वनबाट प्राप्त गर्ने वस्तुहरू रेड कार्यान्वयन हुने क्षेत्रभन्दा बाहिरको क्षेत्रबाट ल्याई प्रयोग गरिएमा कार्बन चुवाहट गरेको मानिन्छ । एक ठाउँमा रहेको कृषि तथा पर्ति भूमिलाई वनमा परिणत गरेपनि सोही बराबर अर्को ठाउँको वन विनास गरी कृषि कार्य गरिएमा पनि कार्बन चुवाहट भएको मानिन्छ । कार्बन चुवाहटलाई उत्सर्जन स्थानान्तरण (displacement of emission) पनि भनिन्छ ।

अतिरिक्तता (Additionality) : आधार बिन्दु भन्दा बढी परिमाणमा वन विनास रोक्न तथा वन क्षयीकरण घटाउन गरिएको अतिरिक्त सुधारको लागि पुरस्कृत गर्ने/उत्प्रेरणा प्रदान गर्ने कार्यलाई अतिरिक्त उत्प्रेरणा वा अतिरिक्तता भन्ने

गरिन्छ । अतिरिक्त सहयोग बिना वन संरक्षण गर्न सम्भव नहुने देखिएको योजना कार्यान्वयन गर्न वा कमजोर तरिकाले कार्यान्वयन भइरहेको पद्धतिलाई सुधार गर्न सहयोग तथा उत्प्रेरणा प्रदान गरी उत्सर्जन घटेमा वा कार्बन सञ्चिति बढेमा त्यसरी प्राप्त हुने श्रेयलाई रेड अन्तर्गत अतिरिक्त उत्प्रेरणा मानिन्छ ।

स्थायित्व (Permanency) : यस शब्दले वन विनास हुन सक्ने विभिन्न खतराबाट वनलाई जोगाई वनमा लामो समयसम्म कार्बन सञ्चिति सुनिश्चित गर्ने कार्यलाई जनाउँछ । कार्बन सञ्चितिमा स्थायित्व रहने कुरा सुनिश्चित गर्न सकिनेमा मात्र क्रेताहरु कार्बन किन्नको लागि तयार हुन्छन् ।

वायोमास : कुनै पनि वनस्पति वा प्राणीको शारिरीक संरचनाभित्र मौज्जात रहेको जैविक अंश वा तौलको मात्रालाई जैविक पिण्ड भनिन्छ । बोट विरुवाहरुको सन्दर्भमा सुख्खा रुपमा मापन गरिएको कुल तौल (dry weight) लाई जैविक पिण्ड भनिन्छ । जैविक पिण्डको निश्चित प्रतिशत कार्बनले ओगट्ने हुनाले वन कार्बनको सञ्चिति अध्ययन गर्दा जैविक पिण्ड मापन गर्नु जरुरी हुन्छ ।

रेड (REDD): REDD को Reducing Emission Through Deforestation and Forest Degradation पुरा रुप हो र यसको अर्थ कम विकसित देशहरुले वन विनास एवं क्षयिकरणमा कम गरि उत्सर्जनमा कटौती गर्नु हो ।

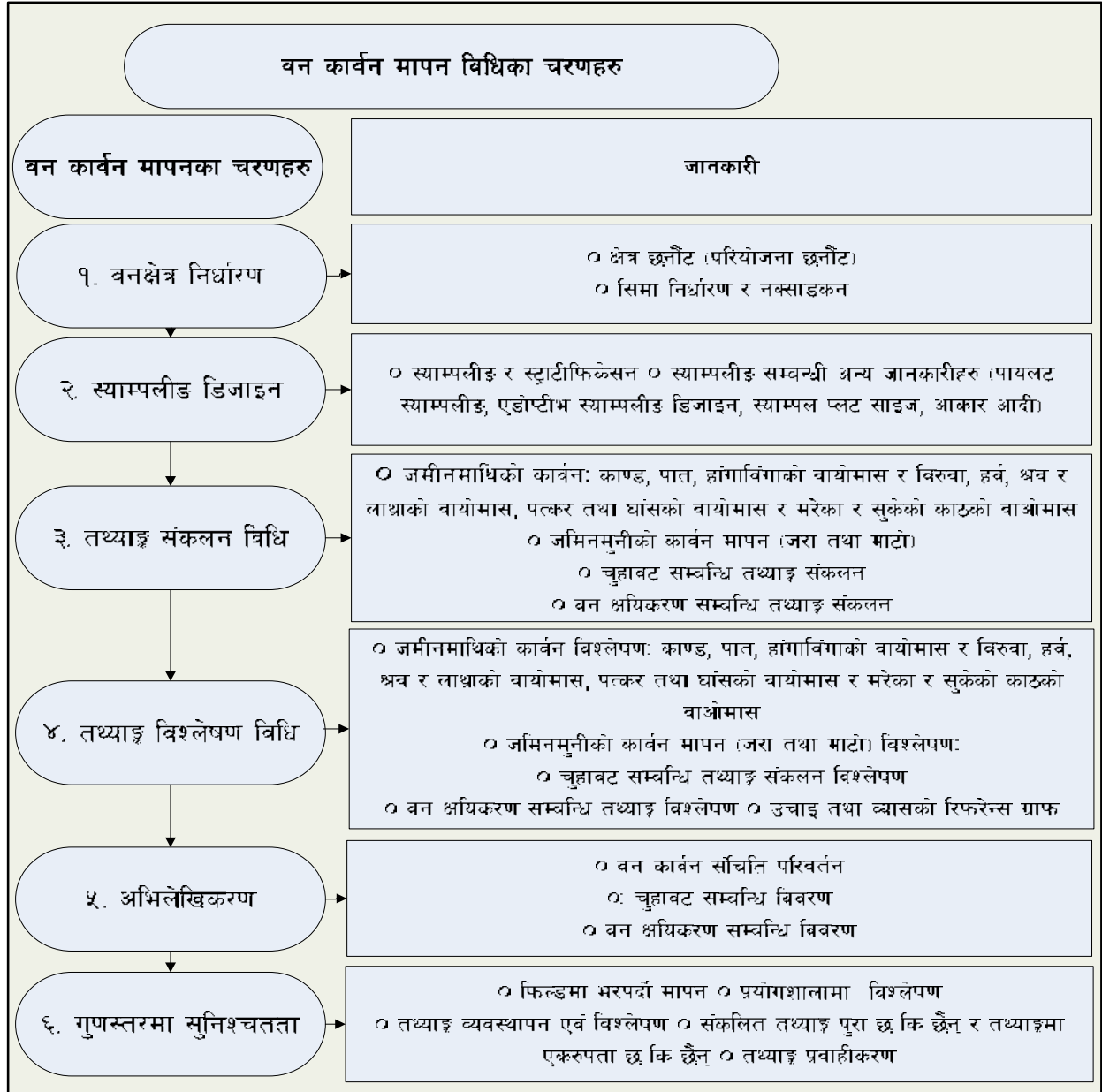
रेडप्लस: रेडप्लसको अर्थ कम विकसित देशहरुले वन विनास एवं क्षयिकरणमा कम ल्याउनुको अतिरिक्त वनको संरक्षण तथा दिगो वन व्यवस्थापन गरि उत्सर्जनमा कटौती गर्नु अर्थात् कार्बन सञ्चितिमा वृद्धि गर्नु हो ।

वायोमास तालिका (Biomass Table) : भनेको यस्तो तालिका हो जसले रुखको व्यास वा उचाई तथा दुवैको आधारमा वायोमास बताउँछ । यस्तो वायोमास रुखको काण्ड पात, हांगाविगा र जराको छुटा छुट्टै हुन्छ ।

नमुना लिने विधि (Sampling Method): कुनै पनि श्रोतको अवस्थाका बारेमा निक्कै निकाल्नु अघि त्यस श्रोतको केही स्याम्पल लिइ नाप तौल गरीन्छ र सोलाई आधार मानेर सम्पूर्ण वनश्रोतको अवस्थाबारे अनुमान गर्न सकिन्छ, यो कार्य एउटा निश्चित विधि अपनाई गरीन्छ, जसलाई स्याम्पलिङ विधि भनिन्छ ।

कार्बन पुल (Carbon Pool): भन्नाले जमीनमाथिको भाग जस्तै काण्ड, हांगाविगा, पात, पत्कर, सोतर, घाँस, विरुवा, डेड उड, हर्व तथा भाडी वुट्यान, एवं जमीन मुनीको भाग (जरा तथा माटो) मा रहेको कार्बन आदी समेतलाई बुझाउँछ । श्रोत: (MFSC, 2010)

वन कार्बन मापन गर्ने विधि सम्बन्धि फूलो डायग्राम:



यस मार्गदर्शनको पयोग गरि विभिन्न ढवटा प्रकृया अपनायो भने वन कार्बन मापन कार्य गर्न सहज हुन जान्छ र अनुमान गरिएको कार्बन संचिति मापनमा वढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

विषय सुची

शब्दावली	i
शब्द परिचय.....	ii
वन कार्वन मापन गर्ने विधि सम्बन्धि फ्लो डायग्राम:.....	iv
खण्ड एक : परिचय	1
१. परिचय	1
१.१ पृष्ठभूमी.....	1
१.२ उदेश्य.....	2
१.३ मार्गदर्शनको उपयोगिता.....	2
१.४ मार्गदर्शन तयारी प्रकृया.....	2
१.५ मार्गदर्शनको संरचना.....	3
खण्ड दुई: वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण	4
२. वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण	4
२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको छनौट.....	4
२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको सर्वेक्षण र नक्साङ्कन.....	4
२.१.१ वन क्षेत्र सर्वेक्षण कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Reciver) को प्रयोग	4
२.१.१ वन क्षेत्र नक्साङ्कन कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Reciver) को प्रयोग	7
२.१.२ नक्साङ्कन कार्यमा स्याटेलाइट इमेजको प्रयोग.....	8
२.१.३ वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक सामग्री तथा सफ्टवेयर	9
२.२ चुहावट हुन क्षेत्र एवं यसको निर्धारण.....	9
२.२.१ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट (Leakage)को समस्या	10
२.२.२ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट क्षेत्र छुट्याउने	10
२.३ वन क्षयिकरण (Degraded Forest) र यसको निर्धारण.....	11
खण्ड तिन : स्याम्पलिङ र स्ट्राटीफीकेसन (Sampling and Stratification)	12
३. स्याम्पलिङ र स्ट्राटीफीकेसन (Sampling and Stratification)	12
३.१ स्ट्राटीफाइड न्यानडम स्याम्पलिङ (Stratified Random Sampling).....	12
३.१.१ वन वा परियोजना क्षेत्रको स्ट्राटीफीकेसन (Stratification of Forest).....	12
३.१.२ स्याम्पल प्लट निर्धारण.....	14
३.१.३ नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्ने विधि	15
३.१.४ फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने विधि	16
३.१.५ भिरालोमा दुरी निर्धारण.....	17

वन कार्बन मापन मार्गदर्शन २०६७

३.१.६ स्याम्पल प्लटको साइज:.....	17
खण्ड चार : तथ्याङ्क संकलन विधि	18
४. तथ्याङ्क संकलन विधि	18
४.१ वन कार्बन मापन विधि.....	18
४.१.१ वनक्षेत्रमा हुने कार्बन पुलहरु	18
४.१.२ वनमा जमीनमाथीको कार्बन मापन विधि	19
४.१.२ वनमा जमीन मुनीको कार्बन मापन विधि.....	20
४.१.३ वनमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक टिम.....	20
४.१.४ तथ्याङ्क संकलन फाराम तयारी र आवश्यक समायोजीहरु.....	21
४.१.५ तथ्याङ्क संकलनका आवश्यक समायोजीहरु.....	21
४.१.६ वनमा कार्बन इन्भेन्ट्री गर्दा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरु.....	22
४.२ वनमा भएको चुहावट क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि	22
४.३ वनमा भएको क्षयिकरण क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि.....	22
खण्ड पाँच : तथ्याङ्क विश्लेषण विधि	24
५. तथ्याङ्क विश्लेषण विधि.....	24
५.१ प्रयोगशालामा विश्लेषण.....	24
५.२ कार्बन विश्लेषण.....	24
५.२.१ जमीनमाथीको कार्बन विश्लेषण	24
५.२.२ जमिनमुनीको कार्बन विश्लेषण	27
५.२.३ कार्बन एवं कार्बन डाय अक्साइड आंकलन	28
५.२.४ जम्मा कार्बन संचित आंकलन (Carbon Sequestration).....	29
५.३ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण.....	29
५.४ वन क्षेत्रमा हुने क्षयिकरण तथ्याङ्क विश्लेषण.....	29
५.४.१ इमेज विश्लेषण.....	29
५.४.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्क विश्लेषण	30
खण्ड छ: वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण.....	31
६. वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण (Recording of Forest Carbon).....	31
६.१ वन कार्बन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्ने.....	31
६.२ चुहावट क्षेत्रको वन कार्बन संचितिको अभिलेख.....	32
६.३ वन क्षयिकरणका क्षेत्रको वन कार्बन संचितिको अभिलेख.....	32
६.३.१ नक्सामा वन क्षयिकरण सम्बन्धि कार्बन संचितिको परिवर्तन देखाउने	32
६.३.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा अभिलेख राख्ने	33
खण्ड सात: गुणस्तरमा नियन्त्रण	34
७. गुणस्तरको सुनिश्चितता र गुणस्तरमा नियन्त्रण (Quality Assurance and Quality Control)	34

७.१ फिल्डमा भरपर्दो मापन (Reliable Field Measurement).....	34
७.२ प्रयोगशालामा विश्लेषण (Laboratory Analysis).....	34
७.३ तथ्याङ्क व्यवस्थापन एवं विश्लेषण (Data Management and Analysis).....	35
७.४ संकलित तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन र तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन (Data Completeness and Consistency Check).....	35
७.४.१ तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन जाँच्ने (Completeness Check).....	35
७.४.२ तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन जाँच्ने (Consistency Check).....	36
७.५ तथ्याङ्क प्रवाहीकरण (Mainstreaming and archiving).....	38
सन्दर्भ सामाग्री	39
अनुसूचीहरू	41
तालीका सम्बन्धि विवरण	
Table 1: मार्गदर्शन तयारी प्रकृया	2
Table 2: वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामाग्रीहरूको विवरण	9
Table 3: स्याम्पल प्लटको साइज	17
Table 4: रुखको वर्गिकरण	19
Table 5 : तथ्याङ्क संकलन गर्दा जनशक्तीहरूको कार्य विवरण	20
Table 6: फिल्डमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक सामाग्रीहरू	21
Table 7: कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग.....	25
Table 8: वायोमास अनुमान गर्ने सूत्र.....	26
Table 9 : वर्षाको आधारमा जिल्लाहरूको वर्गिकरण:	26
Table 10: जिल्लाको जम्मा वन कार्वन संचितिको रेकर्डको नमुना	32
Table 11: चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन संचितिको अभिलेख	32
Table 12 : वन क्षयिकरण क्षेत्रको सेटेलाइट इमेज वन कार्वन संचितिको अभिलेख.....	33
Table 13 : वन क्षयिकरण क्षेत्रको फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा वन कार्वन संचितिको अभिलेख.....	33
फिगर सम्बन्धि विवरण	
Figure 1: इमेज वर्गिकरण गर्ने तरिका	13
Figure 2: नक्सामा देखाइएका स्याम्पल प्लटहरू	16
Figure 3: वन कार्वनका पुलहरू	18
अनुसूचि समन्धि विवरण	
Annex 1: व्यास नाप्दा विचार पु-याउनु पर्ने बुंदाहरू	41
Annex 2: रुखको उचाइ नाप्दा विचार पु-याउनु पर्ने बुंदाहरू.....	42
Annex 3: प्रजाती अनुसारको काठको घनत्व	42
Annex 4: विभिन्न प्रजातीको वायोमास निकाल्ने सूत्र	45
Annex 5: जि. पि. एस. को-अर्डिनेट सम्बन्धि जानकारी संकलन फाराम	46
Annex 6: पोल , रुख एवं लाथा सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम.....	46
Annex 7: विरुवा (Seedling) सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम	47
Annex 8 : घास, सोतर, पत्कर, हर्व तथा श्रव सम्बन्धि तथ्याङ्क संकलन फाराम	47
Annex 9: माटोमा रहेको कार्वनको लागि तथ्याङ्क संकलन फाराम	48

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

Annex 10: कार्वन रजिस्टरको नमुना (प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड).....	48
Annex 11 : कार्वन रजिस्टरको नमुना (वनक्षेत्रको कार्वनको रेकर्ड)	49
Annex 12. फोटो ग्राफ रेकर्डको नमुना:.....	49
Annex 13: वर्षा सम्बन्धि जिल्लाको रेकर्ड	49

बक्स सम्बन्धि विवरण

Box 1 : जि. पि. एस सेटिड गर्ने तरिका	5
Box 2: जि.पि.एसमा युनिट. सेटिड गर्ने तरिका	5
Box 3 : जि. पि. एस. को प्रयोग गरी को अर्डिनेट लिने तरिका	6
Box 4 : जि.पि.एस.को प्रयोगले वनको बाउण्डरी छुट्याउने कार्य	6

खण्ड एक : परिचय

१. परिचय

रेडको प्रादुर्भाव संगै कम विकसित देशहरु यससंग आवध हुने क्रममा नेपाल पनि वन कार्वन व्यापारमा सहभागि हुनका लागि रेड कार्यक्रमसंग जोडिएको छ र सोही अनुसारका तयारीहरु जस्तै रेड निति तथा रणनीति, आर पिन (R-PIN) एवं आर.पि.पि. (Readiness Preparation Prposal) पनि गर्दै आइरहेको छ । यस सन्दर्भमा वन कार्वन मापनका लागि एउटा वन कार्वन मापन मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुष भएको हो जसले गर्दा यसको प्रगोग वन भित्र तथा बाहिरका रुख विरुवाहरुको वन कार्वन मापन गर्ने कार्यमा सहयोग पुग्न सक्छ ।

१.१ पृष्ठभूमी

संयुक्त राष्ट्रसंघीय जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी प्रारूप महासन्धि (United Nations Framework Convention on Climate Change -UNFCCC) का पक्ष राष्ट्रहरुले वन विनास तथा वन क्षयीकरण न्युनीकरण मार्फत कार्वन उत्सर्जन कटौति (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation- REDD) रेड अवधारणालाई जलवायु परिवर्तनको महत्वपूर्ण न्युनीकरण पद्धतीको रूपमा अवलम्बन गरेको छ (Bali Roadmap 2007)। नेपाल लगायत विकासशिल राष्ट्रहरुले यस अवधारणा सम्बन्धि विभिन्न नमूना कार्यक्रमहरु कार्यान्वयन गर्दै आएका छन् । नेपालले रेड कार्यान्वयनको प्रारम्भिक चरणको क्रममा विश्व बैंकसंगको सहकार्यमा वन कार्वन साभेदारी सहूलियत (Forest Carbon Partnership facility) अन्तरगत तयारी प्रस्तावना (Readiness Preparation Proposal) कार्यान्वयन गर्दै आएको छ भने नेपालले UN-REDD को सदस्यता प्राप्त गरी सकेको छ । यसै गरी नेपालमा रेड अवधारणाको दीगो कार्यान्वयनका लागि अन्तरिम रेड रणनीति तयार गरी रहेको छ ।

अन्तरराष्ट्रिय निकायहरुको आर्थिक सहयोगमा नेपालमा रेड सम्बन्धि विभिन्न कार्यक्रमहरु सञ्चालन भई रहेका छन् । यसै सन्दर्भमा ICIMOD, ANSAB / FECOFUN को सहकार्यमा रेडका माध्यमबाट सामुदायिक वन व्यवस्थापनमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (Design and Setting up of a Governance and Payment System for Nepal's Community Forest Management under REDD) तथा विश्व वन्य जन्तु कोष (WWF) ले Reducing Poverty through REDD: Early Action गर्ने उद्देश्यले कार्यान्वयन भई रहेका छन् । यी कार्यक्रमहरुले परियोजना कार्यान्वयन गर्ने सन्दर्भमा वन कार्वन मापन विधिको विकास गरी वन कार्वन आँकलन गरि रहेका छन् । यसका अतिरिक्त विभिन्न अध्ययन अनुसन्धान संस्था र अध्ययनकर्ताहरुले पनि स-सानो स्तरमा वन कार्वन मापन विधिको तयारी तथा अवलम्बन गर्दै आएका छन् ।

रेड अवधारणालाई वन विनास न्युनीकरण मार्फत कार्वन उत्सर्जनमा कटौती गर्ने अति छिटो, सस्तो र किफायती माध्यमका रूपमा लिइएको छ । यद्यपी जलवायु परिवर्तन सम्बन्धी अन्तरसरकारी निकाय (Intergovernmental Panel for Climate Change-IPCC) ले निर्धारण गरेका मापदण्ड पुरा गरी वन कार्वन मापन गरेको विधिलाई मात्र कार्वन व्यापारको लागि गरिने प्रमाणिकरण प्रक्रिया स्वीकार्य हुन सक्ने हुँदा रेड कार्यान्वयन प्रकृत्यामा प्राविधि पक्षको महत्वपूर्ण भूमिका हुन्छ । यसका साथै रेड कार्यक्रम कार्यान्वयन आधारभूत चरणको रूपमा मानिने वन कार्वन अनुगमन, अभिलेखिकरण र प्रमाणिकरण (Monitoring, Reporting and Verification- MRV) प्रकृत्यामा वन कार्वन मापनका लागि अवलम्बन गरेका विधि र पद्धतीहरुले अति महत्व राख्छ । MRV सम्बन्धी कार्य तेश्रो पक्षमार्फत गरिने र सो पक्षले प्रामाणित गरिसकेपछि मात्र उक्त वन कार्वन व्यापारका लागि स्वीकार्य हुन सक्ने प्रावधान भएकोले पनि कार्वन व्यापारका लागि IPCC ले वन कार्वन मापन सम्बन्धी निर्धारण गरेको मापदण्ड पुरा गरिनु आवश्यक हुन्छ । नेपालमा पनि राष्ट्रिय रूपमा मान्य हुने खालको वन कार्वन मापन मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुस गरी ICIMOD, ANSAB, FECOFUN तथा WWF र Winorck International ले विभिन्न परीक्षण क्षेत्रका लागि तयार गरी अवलम्बन गरेका वन कार्वन मापन सम्बन्धी मार्गदर्शन र IPCC ले निर्धारण गरेका मापदण्डहरुलाई समेत मध्यनजर गरी ICIMOD, ANSAB, FECOFUN, WWF तथा रेड-फरेष्ट्री तथा जलवायु परिवर्तन इकाई, वन अनुसन्धान तथा सर्भेक्षण विभाग, वन विभाग,

नेपाल वन प्राविधिक संघ तथा नेपाल रेञ्जर संघको संयुक्त प्रयासमा बहुसरोकारवालाहरुसंगको वृहत छलफल तथा अन्तरकृयाबाट नेपाल सरकार, वन तथा भूसंरक्षण मन्त्रालयले यो मार्गदर्शन तयार गरी कार्यान्वयनमा ल्याएको छ।

१.२ उद्देश्य

नेपालको वन कार्वन मापन विधिमा एकरूपता ल्याई रेड लगायतका वन कार्वन व्यापारसंग सम्बन्धित संयन्त्रहरुको कार्यान्वयनमा सहयोग पुऱ्याउनु यस मार्गदर्शनको मुख्य उद्देश्य रहेको छ। यसका विशिष्ट उद्देश्यहरु निम्न अनुसारका छन् :

- वनमा रहेको कार्वनको मौजदात पहिचान गर्न र कार्वन सञ्चितीको परिवर्तन दर समेत पता लगाउन।
- वन कार्वनको अभिलेख राख्न तथा सञ्चिति तालिका अद्यावधिक गर्न।
- वन कार्वन मापनबाट आएका नतिजाको आधारमा वन व्यवस्थापन कार्ययोजनामा कार्वन सञ्चिति सम्बन्धी प्रावधान समावेश गर्न।

१.३ मार्गदर्शनको उपयोगिता

यस वन कार्वन मापन मार्गदर्शनलाई निम्न अनुसार उपयोग गर्न सकिनेछ :

- वन प्राविधिक तथा तालिम प्राप्त दक्ष श्रोत व्यक्तिहरुले सन्दर्भ सामग्रीको रूपमा प्रयोग गर्न।
- वन कार्वन मापनका लागि तालिम सामग्रीको रूपमा प्रयोग गर्न।
- वन कार्वन मापन सम्बन्धी अध्ययन अनुसन्धान र परीक्षण कार्यमा प्रयोग गर्न।
- स्थानियस्तरमा वन कार्वन मापन कार्यमा जनसहभागिता अभिवृद्धी गर्न।
- वन कार्वन व्यापार प्रकृत्यामा सहजिकरण गर्न।

१.४ मार्गदर्शन तयारी प्रकृत्या

नेपालमा रेड सम्बन्धि निति बनिरहेको सन्दर्भमा वन कार्वन मापन मार्गदर्शन पनि तयारी गरिनु पर्छ अनि मात्र वन कार्वन मापन प्रकृत्यामा एकरूपता ल्याउन सकिन्छ, भन्ने उद्देश्यका साथ यस मार्गदर्शनको आवश्यकता महशुस गरियो। तत्पश्चात यो कार्यलाई अगाडी बढाउनका लागि तपसिल अनुसारका चरणहरु अवलम्बन गरि यो मार्गदर्शन तयार गरिएको हो।

Table 1: मार्गदर्शन तयारी प्रकृत्या

चरण	मुख्य कार्य	विवरण
पहिलो चरण	Task Force को गठन	रेड एवं कार्वन व्यापार सम्बन्धि कार्य गर्ने विभिन्न संघ, संस्थाका प्रतिनिधि
दोश्रो चरण	अध्ययन	IPCC Best Practice Guideline, 2003 र 2006, "Forest Carbon Measurement Training Guideline for REDD and Other Forest Carbon Project", "Forest Carbon Stock Measurement (Guidelines to measure carbon stocks in Community Managed Forests), Forest Inventory Guideline एवं अन्य सामग्रीहरु
तेश्रो चरण	विषय सुची तयारी	Task Force को मिटिङबाट
चौथो चरण	लेखन कार्य	विज्ञद्वारा
पाचौ चरण	मस्यौदा तयारी	पृष्ठपोषणका लागि Task Force का सदस्यहरुमा छलफल
छैठो चरण	मस्यौदामा सुधार	पृष्ठपोषणका लागि Stakeholders Forum का सदस्यहरुमा छलफल
सातौ चरण	अन्तीम मस्यौदा तयारी	पृष्ठपोषण सहितको अन्तिम मस्यौदा

यसरी तयार भएको मस्यौदालाई गर्ने कार्य गरिएको थियो। त्यसपछि छफाइ गरि वितरण कार्य गरिने काम शुरु भयो।

१.५ मार्गदर्शनको संरचना

यस मार्गदर्शनलाई जलवायु परिवर्तन एवं रेड सम्बन्धी अवधारणा र नीतिगत पक्षलाई मध्यनजर गर्दै निम्न लिखित सात खण्डमा प्रस्तुत गरीएको छ ।

खण्ड-१ परिचय : यस खण्डमा वन कार्वन मापन मार्गदर्शनको पुर्वाधार, यसको उद्देश्य, उपयोगिता तथा यस मार्गदर्शनमा तयारी प्रकृया आदीबारे सामान्य जानकारी प्रस्तुत गरिएको छ ।

खण्ड-२ वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण: यस खण्डमा वन एवं परियोजना लागु भएको क्षेत्र, चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्र कसरी निर्धारण गर्न सकिन्छ सो बारे विवरण समेटिएको छ ।

खण्ड-३ स्याम्पलीड र स्ट्राटीफीकेसन: यस खण्डमा वन तथा परियोजना क्षेत्रका वनलाई कसरी स्ट्राटीफीकेसन गरि स्याम्पलीड कार्य गर्न सकिन्छ सो सम्बन्धि जानकारी प्रस्तुत गरिएको छ ।

खण्ड-४ तथ्याङ्क सङ्कलन विधि : यस खण्डमा वन कार्वन आंकलन गर्नका लागि दुइ किसिमको तथ्याङ्कहरुको मापन गरिनु आवश्यक भएकोले (१) जमीनमाथि कार्वन भण्डारण हुने स्रोतहरु र (२) जमीनमुनीको कार्वन भण्डारण हुने स्रोतको मापन, सोको मापन विधि सम्बन्धी विवरण प्रस्तुत गरिएको छ । त्यसै गरि यस विधिमा चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्रबाट कसरी तथ्याङ्क सङ्कलन गर्न सकिन्छ समेतलाई यस खण्डले समेटेको छ ।

खण्ड-५ तथ्याङ्क विश्लेषण विधि: यस खण्डमा जमीनमाथिको कार्वन र जमीनमुनीको कार्वनको मापन गरी सङ्कलन गरिएका तथ्याङ्कहरु कसरी विश्लेषण गर्ने र वनमा रहेको कार्वन सञ्चिति कसरी आंकलन गर्न सकिन्छ भन्ने विधिबारे प्रस्तुत गरिएको छ । यसका साथै चुहावट हुने र क्षयिकरण हुने क्षेत्रमा सङ्कलित तथ्याङ्क कसरी विश्लेषण गर्ने विधिबारे पनि यसमा समेटिएको छ ।

खण्ड-६ वन कार्वन सञ्चितिको अभिलेखिकरण : यस खण्डमा वन वा परियोजना क्षेत्र, चुहावट हुने क्षेत्र र वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको कार्वन सञ्चितिको अभिलेख राख्ने तरिकाबारे जानकारी प्रस्तुत गरिएको छ ।

खण्ड-७ गुणस्तरको सुनिश्चितता : यस खण्डमा वन कार्वन मापन गर्दा कसरी गुणस्तर सुनिश्चित गर्ने र यस कार्यमा कसरी नियन्त्रण गर्न सकिन्छ भनी सोका विधि बारेमा उल्लेख गरिएको छ ।

खण्ड दुई: वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण

२. वन तथा परियोजना क्षेत्र निर्धारण

जुन वन क्षेत्रको कार्वन मापन गरिनु पर्ने हो उक्त क्षेत्रबारे प्रष्ट हुनु जरुरी छ । यहाँ रेड कार्यक्रमको सन्दर्भमा वनक्षेत्र भन्नाले कार्वन व्यापारका लागि तयारी गरिराखेको वा वन कार्वन व्यापारमा समावेश हुन प्रयास गरिराखेको वा कार्वन व्यापारमा आवध योजना एवं परियोजनाले तोकेको वनक्षेत्र वा स्वतःस्फूर्तरूपमा आफ्नो वन (निजि वा सरकारी)को वन कार्वनको संचिति परिवर्तन सम्बन्धि जानकारी राख्न चाहने क्षेत्रलाई जनाउँछ । त्यसकारण यस्ता क्षेत्रको छनौट, सिमा निर्धारण एवं नक्साङ्कन हुनु आवश्यक छ ।

२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको छनौट

रेड प्लस कार्यक्रममा वन विनास एवं क्षयिकरण, वनमा सुधार, वृक्षारोपण तथा पुनःरोपण (Forest Enhancement, Afforestation and Reforestation) आदी क्षेत्रहरू वा यसभन्दा बाहिरका क्षेत्रहरूमा भइरहेको कार्वन संचितिको परिवर्तन मापन गरिनु पर्ने भएकोले यी क्षेत्रहरूलाई प्रष्ट रूपमा छुट्याउनु अति आवश्यक कार्य हो । त्यसकारण यी क्षेत्रहरू भन्नाले रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्र, वन विनास तथा क्षयिकरण हुने क्षेत्र, रेड प्लस परियोजनाका लागि प्रयासरत क्षेत्र, स्वतःस्फूर्तरूपमा आफ्नो वन (निजि वा सरकारी) को वन कार्वनको संचिति परिवर्तन सम्बन्धि जानकारी राख्ने क्षेत्र र वन कार्वन चुहावट हुने क्षेत्र तथा अन्य आदी पर्न सक्छन् ।

२.१ वन एवं परियोजना क्षेत्रको सर्वेक्षण र नक्साङ्कन

वन कार्वन मापन गरिने क्षेत्र थाहा पाइ सकेपछि त्यस क्षेत्रको नक्साङ्कन गरिनु पर्ने हुन्छ जसबाट उक्त वन क्षेत्रको क्षेत्रफल तथा वनको अवस्थाबारे जानकारी प्राप्त गर्न सकिन्छ । यस कार्यका लागि जि.पि.एस. को प्रयोग र सेटेलाइट इमेजको प्रयोग वढि प्रभावकारी हुन्छ किनभने यसको प्रयोगले वन कार्वन मापन कार्यमा वढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ । यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ ।

२.१.१ वन क्षेत्र सर्वेक्षण कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग

वन क्षेत्रको सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन गर्नका लागि जि.पि.एस.को प्रयोग वढि उपयुक्त मानिन्छ किनभने यसले कम समय, कम खर्च एवं कम जनशक्तीको प्रयोगमा वढि भन्दा वढि सहिपना (Precision) प्राप्त गर्न सकिन्छ । जि.पि.एस.को प्रयोग वन वा रेड प्लस परियोजना क्षेत्रको को-अर्डिनेट लिने कार्य गर्नु हो जसलाई वनको नक्साङ्कन गर्नमा मात्र होइन, वनको स्ट्राटीफिकेसन गर्न, स्याम्पल प्लट फिल्डमा स्थापना गर्न तथा अरु क्षेत्रहरू छुट्याउने कार्यको लागि पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । त्यसकारण यसको क) नेपालको सन्दर्भमा प्रयोग, ख) यसलाई कसरी सेटिङ गर्ने, ग) यसको प्रयोग गरि जि.पि.एस. को-अर्डिनेट लिने र घ) सो को-अर्डिनेट कम्प्युटरमा डाउन लोडिङ गर्ने आदी प्रकृयाबारे जानकारी अति आवश्यक भएकोले यसबारे जानकारी तल प्रस्तुत गरिएको छ ।

क) नेपालको सन्दर्भमा जि.पि.एस.को प्रयोग:

जि. पि. एस. को प्रयोग गर्नु भन्दा अगाडि यसको देशको देशान्तरको आधारमा केही सेटिङ गर्ने कार्य गरिनु अति महत्वपूर्ण हुन्छ । नेपालको सन्दर्भमा यसको सेटिङका लागि तीनवटा आधारहरू तय गरिएको छ र सोही अनुसार फिल्डमा कार्य शुरु गर्नु भन्दा अगाडि यसको सेटिङ गरीनु पर्छ । ति आधारहरू अन्तर्गत पश्चिमको (दाङ जिल्ला भन्दा पश्चिम)लागि ८१, पूर्वको (सर्लाही जिल्ला भन्दा पूर्व) लागि ८७ र मध्यको लागि ८४ प्रयोग गर्ने गरीन्छ । यसका साथै यस सम्बन्धी विवरण नापी विभागको नक्सामा दिएको हुदा त्यसैलाई आधार मानि यसको सेटिङ गर्नु राम्रो हो ।

ख) जि. पि. एस. यसलाई सेटिङ गर्ने

जि. पि. एस.मा छ वटा पेजहरु रहेका हुन्छन् : मेन मिनु पेज, सेटलाइट पेज, कम्पास पेज, ट्रिप कम्पोजर, अल्टीमीटर र म्याप पेज । यी पेजहरुको छुटा छुटै कार्यहरु रहेको छ, तर यसमध्ये जि. पि.एस. सेटिङको लागि मेन मिनु पेज आवश्यक हुन्छ । यसको सेटिङसम्बन्धी प्रक्रिया बक्स-१ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।

Box 1 : जि. पि. एस सेटिङ गर्ने तरिका

जि. पि. एस सेटिङ गर्ने तरिका : How to Set up GPS (GPS Map 60CSx, Garmin)
सबै भन्दा पहिले जि. पि. एस. को पेज कि लाई चलाएर मेन मिनु पेजमा जाने ।
सामान्य सेट अप : सेट अप मिनुलाई हाइलाइट गरी इन्टर थिच्ने, यस पछि सेटअप पेज देखिन्छ अनि System icon लाई highlight गर्ने र इन्टर थिच्ने अनि Roger Key को सहायताले तल देखाए अनुसारको सेटिङ गर्ने ।

- GPS –Normal
- WAAS/EGNOS – Disabled
- Battery Type – Alkaline
- Text Language – English
- External Power Lost – Turn Off
- Proximity Alarms – On

यस पछि Quit Key को सहायताले पेजबाट बाहिर आउने । यसरी जि.पि.ए. सेटिङ हुन्छ ।



त्यसैगरी जि.पि.एस.को युनिट सेट अप गर्ने तरिका बक्स-२ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।

Box 2: जि.पि.एसमा युनिट. सेटिङ गर्ने तरिका

G.P.S. Units सेट अप गर्नका लागि:

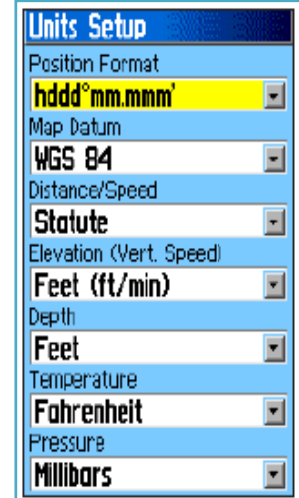
- यस अन्तर्गत Setup Menu page मा जाने अनि Units icon लाई highlight गर्ने र इन्टर प्रेस गर्ने
- यस पछि Roger Key को सहायताले तल देखाए अनुसारको सेटिङ गर्ने

Position Format – Users UPS : आफ्नो कार्यक्षेत्र कुन कोर्डीनेट सिस्टममा पर्छ, यकिन गर्ने, उदाहरणको लागि यहाँ ८४ राखिएको छ ।

Map Datum – WGS 84 (यो ठाउँ अनुसार फरक पर्छ, मुख्यतया नापी विभागबाट प्रकाशित नक्साबाट प्राप्त गर्न सकिन्छ ।)

- Distance/Speed – Matrices
- Elevation (vert. Speed) – Meter
- Depth – Meter
- Temperature – Celsius/Fahrenheit
- Pressure – Millibars

यसरी जि.पि.एस. मा unit set up हुन्छ,

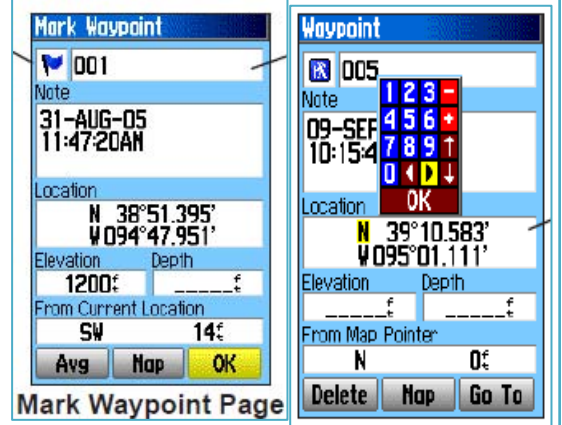


ग) जि. पि. एस.को प्रयोग गरी को-अर्डिनेट लिने तरिका

फिल्डमा जि.पि.एस.को-अर्डिनेट लिने सम्बन्धी तरीका बक्स-३ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।

Box 3 : जि. पि. एस. को प्रयोग गरी को अर्डिनेट लिने तरिका

सवै भन्दा पहिले आफ्नो वर्तमान स्थानको को-अर्डिनेट नोट गर्ने वा Mark Key थिच्ने र Mark Key लाई hold गरी राख्ने जवसम्म Mark Waypoint page आउँदैन । यसका साथै screen को माथिल्लो भागमा तिनवटा डिजिट देखापर्छ । अनि वे प्वाइन्टको नाम के राख्ने भने देखा पर्छ यसलाई highlight गरी इन्टर कि थिच्ने । तत्पश्चात Rocker को सहयोगले वे प्वाइन्टको नाम दिने र OK थिच्ने (आफै पनि जि. पि. एस. मा वे प्वाइन्ट राख्न सकिन्छ) अनि काम सकेपछि quit key थिचि बाहिरिने । फेरी अर्को ठाउँको वे प्वाइन्ट लिनेको लागि माथि उल्लेखित प्रकृत्यालाई दोहराउँदै जाने र वे प्वाइन्ट मार्क गर्दै जाने । पछि जि. पि. एस. मा राखेको वे प्वाइन्ट पत्ता लगाउनका लागि Find Key थिच्ने र वे प्वाइन्टमा गएर आफुलाई आवश्यक परेको वे प्वाइन्टको जानकारी लिनेको लागि उक्त वे प्वाइन्टलाई Highlight गरी Enter थिच्ने । यसपछि उक्त वे प्वाइन्टको जानकारी स्क्रीनमा देखाउँछ ।

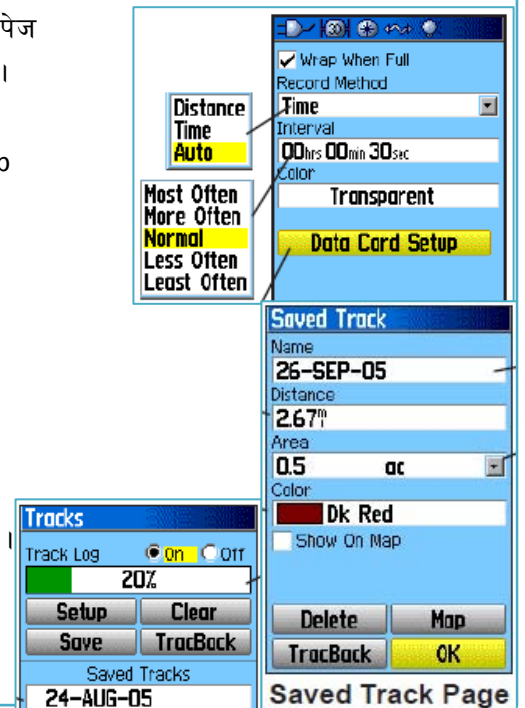


घ) जि. पि. एस. बाट वनको वाउन्डरी छुट्याउने तरिका

जि. पि. एस. द्वारा वनको वाउन्डरी छुट्याउनका लागि Tracks को प्रयोग गरीन्छ, यसले लाइन, तथा पोलिगन फिचर थाहा पाउन सकिन्छ । यो कार्य गर्नका लागि अपनाउनु पर्ने तरिका सम्बन्धी विवरण बक्स-४ मा प्रस्तुत गरिएको छ । यसरी वाउन्डरी वाउन्डरी छुट्याउनको लागि Tracks को प्रयोग गरि लिएको पोलिगन फिचरलाई आफ्ना आवश्यकता अनुसार वनक्षेत्रको नक्सा बनाउन वा स्ट्राटीफिकेसन कार्यको लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

Box 4 : जि.पि.एस.को प्रयोगले वनको वाउण्डरी छुट्याउने कार्य

Track log सेट अप गर्नका लागि Menu key लाई दुई चोटी थिच्ने Main Menu page पेज खुल्छ । अनि Track page खोल्नका लागि Tracks icon सेलेक्ट गर्ने र Enter थिच्ने । त्यसै गरी Setup button Highlight गर्ने र Enter थिच्ने यसले Track Log Setup page खुल्छ । अनि तल देखाए अनुसारका प्रकृत्या अपनाए Track Log Setup हुन्छ । Record Method – Distance
Interval – 5m
Color – Transparent
अनि वनको वाउन्डरी सवै गर्नका लागि Track Log लाई सेलेक्ट गरि On गर्ने र Enter थिच्ने । तर Track Log मा काम गर्नु छैन भने Track Log लाई सेलेक्ट गरि Off गर्ने र Enter थिच्ने ।
Track Log मा काम गरिसकेपछि सेभ गर्नका लागि Track page खोलेर activate गर्ने र Save Button थिच्ने । यसवेला एउटा मेसेज आउछ कि पुरै Track सेभ गर्ने हो, Yes वा No, सेभ गर्ने भए Yes लाई highlight गरी Enter थिच्ने । track लाई way point जस्तै सेभ गर्ने बेलामा नाम दिन सकिन्छ । यस पेजबाट वाहीर आउन Quit थिच्ने ।



२.१.१ वन क्षेत्र नक्साङ्कन कार्यमा जि. पि. एस. (Geographical Positioning System Receiver) को प्रयोग

वन क्षेत्रको वा रेड प्लस परियोजना क्षेत्रको नक्साङ्कन गर्ने कार्य दुई किसिमले गर्नु उपयुक्त हुन्छ। ति हुन्: जि. पि. एस. को प्रयोग गरि ल्याइएको को-अर्डिनेटको प्रयोगले र उक्त क्षेत्रको Satellite Image को प्रयोग गरेर। यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ।

क) जि. पि. एस. बाट को-अर्डिनेट डाउन लोडिङ गरि नक्सा बनाउने विधि:

जि. पि. एस. द्वारा रेकर्ड गरीएको को-अर्डिनेट वा वे प्वाइन्टहरूलाई दुई किसिमले डाउन लोड गर्न सकिन्छ।

i. सफ्ट वेयरको प्रयोग गरेर र ii. मैनुअलि (हातले)।

i. सफ्ट वेयरको प्रयोग गरेर: अक्सर गरेर विना पैसा (free of cost) उपलब्ध हुने जि.पि.एस. युटिलिटी (GPS Utility) सफ्टवेयरको प्रयोग गरेर जि.पि.एस.बाट डाटा डाउनलोड गरीन्छ, यस कार्यका लागि तल अनुसारको स्टेप अपनाउनु आवश्यक छ।

स्टेप १: सवै भन्दा पहिले जि.पि.एस. युटिलिटी सफ्टवेयर खोल्ने। क्लिक optios र क्लिक map setting ग-यो भने Option setting विन्डो खुल्छ। त्यसपछि General मा क्लिक गर्ने र तल अनुसारको Check गर्ने।

✓ Track and Route Information ✓ Backup data set file Automatic ✓ Data selection

यसै विन्डोमा Loadable grid मा तल देखाए अनुसारको Check गर्ने।

✓ User Grid (Nepal 87 –east) ✓ User Grid (Nepal 84 –Middle) ✓ User Grid (Nepal 81 –West)

स्टेप २: त्यसपछि map setting मा क्लिक गर्ने र तल अनुसारको Check गर्ने।

✓ Way Point (symbol and Text) ✓ Routes (Leg info arrowhead)

✓ Tracks (Lines, start symbol and points)

✓ Colours for waypoints, routes and tracks त्यसपछि Ok गर्ने।

स्टेप ३: वे प्वाइन्ट डाउन लोडिङको लागि

जि.पि.एस. युटिलिटीको मेन विन्डोको जि.पि.एस.मा क्लिक गर्ने र डाउनलोड अलमा क्लिक गर्ने। जि.पि.एस.बाट सवै वे प्वाइन्ट कमप्युटरमा डाउन लोड हुन्छ।

स्टेप ४: डाटम सेटिङको लागि

Coordinate Format को View मा क्लिक गरी Datum मा क्लिक गर्ने। त्यसपछि Datum Sensitive window खुल्छ। यसमा उपलब्ध Datum मध्ये India Bangladesh लाई छान्ने र क्लिक गर्ने।

स्टेप ५: फेरी Coordinate Format को View मा क्लिक गर्ने र User grid Nepal 84 लाई छान्ने।

तत्पश्चात File मा क्लिक गर्ने र सेभ एज गरेर जुन फायल फोल्डरमा सेभ गर्नुछ, सेभ गर्ने।

अनि GPS utility बाट बाहीर हुन Exit मा जाने।

यसरी प्राप्त (डाउनलोड गरीएको वे प्वाइन्टबाट) भएको को-अर्डिनेटबाट कमप्युटरमा ArcView, Erdas, ILWIS सफ्टवेयर प्रयोग गरेर नक्सा बनाउन सकिन्छ।

ii. मैनुअली (हातले):

फिल्डमा जि.पि.एस. द्वारा को-अर्डिनेट लिदा जि.पि.एस.मा सेभ गरीन्छ वा फिल्डवुकमा पनि रेकर्ड गरिन्छ । त्यसरी प्राप्त को-अर्डिनेटलाई Excel sheet मा इन्ट्री गरिन्छ र त्यसलाई सेभ एज गरेर DBF4 वा Text (tab delineated) मा सेभ गरिनु पर्छ । तत्पश्चात आफुलाई सजिलो लागेको ArcView, Erdas, ILWIS जस्ता सफ्टवेयरको प्रयोग गरेर नक्सा बनाउन सकिन्छ । तर मैनुअली (हातले) जि.पि.एस. बाट को-अर्डिनेट कम्प्युटरमा इन्ट्री गर्दा गल्ती हुने संभावना बढी हुने भएकोले सतर्क हुनु जरुरी हुन्छ ।

२.१.२ नक्साङ्कन कार्यमा स्याटेलाइट इमेजको प्रयोग

रेड कार्यक्रम अन्तर्गत Monitoring, Reporting र Verification (MRV) कार्यले ठुलो महत्व राख्ने भएकोले सोको लागि भरपर्दो वन कार्वन मापन कार्य अति आवश्यक छ । यस सन्दर्भमा Sateite Image को प्रयोग जसलाई खास गरि नक्सा तयार गर्ने क्लासी फिकेसन गरि स्ट्रुटीफिकेसन गर्ने कार्यमा एवं फिल्डको कार्वन संचिति परिवर्तनसंग सम्बन्ध देखाउनका लागि गर्न सकिन्छ । वास्तवा रिमोट सेन्सीडको प्रयोगलाई MRV कार्यका लागि अति वैज्ञानिक मानिएको हुनाले सोका लागि उपयुक्त इमेजको छनौट र सोको प्रयोग वन कार्वन मापन कार्यमा गरिनु उपयुक्त हुनेछ ।

क) इमेजको छनौट:

इमेज छनौट कार्य उपलब्ध रहेको श्रोत तथा साधनमा भर पर्ने कुरा हो । तर कार्वन व्यापारका लागि Monitoring, Reporting र Verification (MRV) जस्ता कार्यका लागि विश्वासिलो आधार तयार गरीनु आवश्यक छ अनि मात्र कार्वन व्यापार तथा रेड कार्यको लागि सहज हुन सक्छ । वास्तवमा MRV कार्य तेश्रो पक्षले गर्ने प्रावधान रहेकोले कार्वन विक्रेता र क्रेता दुवै पक्षलाई मान्य हुने खालको MRV System हुनु आवश्यक छ । त्यसकारण यो कार्यमा Remote Sensing तथा GIS को प्रयोग वढि वैज्ञानिक मानिन्छ तर यसका लागि लाग्ने खर्चलाई समेत विश्लेषण गरीनु पर्छ ।

रेडमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (ICIMOD, ANSAB, FECOFUN) अन्तर्गत High Resolution (0.5m) को Geo eye इमेजको प्रयोग गरेको छ भने विश्व वन्यजन्तु कोषको रेड कार्यक्रमले Medium Resolution (15m-PAN, 30-bands 1-5: visible र IR, band6 thermal band-60m resolution) को Landsat TM (Thermal Band सहित) इमेजको प्रयोग गरेको देखिन्छ ।

तसर्थ यदि हामीसँग श्रोत तथा साधन उपलब्ध छ भने High Resolution को Geo eye नभए Medium Resolution को Landsat TM (Thermal Band सहित) free Image को प्रयोग गरीनु उचित हुनेछ । Landsat TM (Thermal Band सहित) free Image website earthexplorer.usgv.gov बाट प्राप्त गर्न सकिन्छ । तर इमेज छनौट गर्दा सकभर Cloud तथा Haze free इमेज छनौट गरीनु उचित हुनेछ । यसका साथै इमेज प्राप्त गर्दा डेट तथा समय समेत नोट गरीनु उचित हुनेछ किनभने यसले पछि इमेज वर्गिकरण (Classification) तथा Indices तयार गर्नमा सहयोग गर्दछ (Horn J.A. etal, 2001) ।

ख) इमेज प्रोसेसिड कार्य

नयाँ इमेजमा कार्य गर्दा सवै भन्दा प्रारम्भिक कार्य इमेज प्रोसेसिड हो, जस अन्तर्गत नयाँ इमेजलाई Universal Coordinate System थाहा भएको इमेजसँग सम्बन्ध स्थापित गरिन्छ । यसका लागि इमेज प्राप्त गरीसकेपछि geo-referencing तथा geo-coding गरीनु अति आवश्यक छ (Bekker et al, 2004) ।

इमेज प्राप्त गरीसकेपछि georeferencing कार्य शुरु गर्नु अगाडि उपलब्ध भए सम्म Cosmetic (Line dropouts, line striping and random noise or spike noise) र Atmospheric correction (haze, sun angle and shade-topographic) गरीनु उचित हुन्छ किनभने यस कार्यले इमेज वर्गिकरण तथा अन्य कार्य गर्दा हुन सक्ने Error लाई कम गर्नमा

सहयोग गर्दछ । यस सन्दर्भमा इमेज दर्ता प्रकृया (Image Registration Process) द्वारा इमेजलाई AffineTransformation मार्फत ILWIS सफ्ट वेयरमा georeferencing गर्न सकिन्छ । यस कार्यका लागि पांचवटा Ground control points को प्रयोग गरीनु पर्छ र यसमा सकभर एक पिक्जेल (Pixel) अर्थात Land Sat TM Image को प्रयोग गरीएको छ भने ३० मी. भन्दा कम Root Mean Square Error (RMSE) हुने गरी georeferencing गर्नु उचित हुनेछ । तत्पश्चात् georeferenced इमेजलाई nearest neighborhood interpolation method द्वारा geocoding गरीनु पर्छ ।

यस पछि यस इमेजलाई यदि Normalized Differences Vegetation Index (NDVI) Image मा लगी काम गर्यो भने पछि हुन सक्ने Error लाई कम गर्न सकिन्छ किनभने यस्ता कार्यले इमेजलाई Enhance गरिदिन्छ र Image classification जस्ता कार्यलाई सहज बनाई दिन्छ ।

हुनत LiDAR (Light Detecting and Ranging) प्रविधि प्रयोगमा ल्याउनु वन कार्वन मापनको कार्यमा बढि भन्दा बढि सही (Precision) प्राप्त गर्नु हो तर यो प्रविधि धेरै महगो छ । त्यसकारण LiDAR प्रविधिबाट लिएको Image लाई Satellite Image सँग Hybrid गराइ रेडको काममा प्रयोग ग-यो भने यस्तो खर्चलाई कम गर्न सकिन्छ । जवसम्म LiDAR Satellite प्रणालीमा जादैन् तवसम्म यसको प्रयोग त्यति सहज छैन् । यसका साथै यस कार्यमा राडार (Radio Detection and Ranging-RADAR) प्रविधिको प्रयोग पनि गर्न सकिन्छ ।

२.१.३ वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक सामग्री तथा सफ्टवेयर

वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामग्रीहरु र सो कार्यका लागि प्रयोग हुने सफ्टवेयरहरु सम्बन्धी जानकारी तालिका-२ मा प्रस्तुत गरिएको छ ।

Table 2: वन सर्वेक्षण एवं नक्साङ्कन कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सामग्रीहरुको विवरण

क्र.सं.	सामग्रीहरु	उद्देश्यहरु
१.	इमेज (Landsat TM or High resolution)	नक्सा तयारी गर्न
२.	जि. पि. एस.	कोअर्डिनेट स्थापना गर्न तथा कोअर्डिनेट पत्ता लगाउन (नेभीगेट गर्न)
३.	रफ नक्सा	सामान्य जानकारी पाउन
	नक्सा बनाउन, इमेज विश्लेषण गर्न तथा अन्य कार्यका लागि आवश्यक पर्ने सफ्टवेयर	उद्देश्यहरु
४.	ERDAS, ArcView, ILWIS	नक्सा तयार गर्न तथा इमेज विश्लेषणका लागि वा खण्ड छुट्याउन
५.	Forest Canopy Density Mapper	इमेज विश्लेषणका लागि वा खण्ड छुट्याउन
६.	Paint, Photoshop	नक्सा तयार गर्न
७.	Microsoft Words	मार्गदर्शन तयारीका लागि
८.	Microsoft Excel	तथ्याङ्क विश्लेषणका लागि

२.२ चुहावट हुन क्षेत्र एवं यसको निर्धारण

वन क्षेत्र वा रेड प्लस कार्यक्रम लागु गर्ने क्षेत्र जस्तै वनमा हुन सक्ने चुहावट (Leakage) क्षेत्र छुट्याउनु त्यतिकै आवश्यक छ । यो कार्य वन क्षेत्र वा रेड प्लस कार्यक्रम लागु गर्ने क्षेत्र छुट्याउँदा संगसंगै वा पछि गरे पनि हुन्छ । यो क्षेत्र छुट्याउनु भन्दा अगाडी चुहावट के हो र यो कसरी हुन्छ त्यसवारे थाहा पाउनु आवश्यक छ ।

२.२.१ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट (Leakage)को समस्या

चुहावट भनेको रेड परियोजनाको कारण वा अन्य कुनै कारणले रेड परियोजना लागु भएको क्षेत्र बाहेकका अन्य क्षेत्रमा वन विनास तथा क्षयीकरण गरी हरितगृह ग्याँस उत्सर्जन हुन सक्ने गतिविधि हुनु हो । हाम्रो जस्तो कम विकसित मुलुकमा रेड कार्यक्रम लागु गर्दा चुहावटको समस्या देखिनु स्वभाविकै हो । रेड परियोजना कार्यक्रम शुरु गर्दा कम परियोजना क्षेत्रभन्दा बाहिर वन पैदावार संकलन गर्ने चाप बढन गई रेड परियोजनामा नै असर पर्न सक्छ । त्यसकारण यसका समस्याहरूबारे थाहा पाउनु जरुरी हुन्छ । खासगरी रेड परियोजनामा चुहावटलाई दुइ भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ: (क) प्रमुख चुहावट र (ख) अन्य चुहावट ।

क. प्रमुख चुहावट (Primary Leakage)

प्रमुख चुहावटलाई पनि दुइ भागमा बाँड्न सकिन्छ ।

कार्यको स्थान परिवर्तन (Activities Shifting): यो खालको चुहावटमा समुह तथा व्यक्तिले प्रयोग गरिरहेको वन पैदावार प्रयोगमा बन्देज वा कुनै निश्चित सुधारको क्रियाकलाप लागु गर्ने भएपछि सोको प्राप्तीको लागि उनीहरूले परियोजना भन्दा बाहिरको क्षेत्र प्रयोग गर्न सक्छन् जस्तै वस्तु भाउ चरिचरणमा विना विकल्प रोक लगाइयो भने अर्को क्षेत्र प्रयोग गर्ने, काठ दाउरा संकलनको लागि परियोजना बाहिरको वनक्षेत्र प्रयोग गर्ने आदी हुन सक्छ ।

वन पैदावार प्राप्तिको लागि अर्को श्रोतको प्रयोग (Out sourcing): यस्ता खालको चुहावट खास गरेर व्यक्ति वा समूहलाई आवश्यक पर्ने वन पैदावार प्राप्त गर्न परियोजना क्षेत्रमा रोक लगाइयो भने सोको आपूर्तिको लागि समूह वा व्यक्तिले वन पैदावार प्राप्त हुने अर्को श्रोतको खोजी गर्दछन् जस्तै : अरु समुह तथा व्यक्तिसँग किन्ने वा निजी क्षेत्रमा रहेको वन पैदावार प्रयोग गर्ने जसले गर्दा चुहावट हुने संभावना हुन्छ ।

ख. अन्य चुहावट (Secondary Leakage)

यस्ता खालको चुहावटलाई दुइ भागमा बाँड्न सकिन्छ ।

वन पैदावारमा अकस्मिक मुल्य वृद्धिको वजारमा प्रभाव (Market effect): कहिले काँही वजारमा वन पैदावारको माग अचानक बढ्न गइ सोही अनुसारको मुल्यमा पनि वृद्धि हुन जान्छ र यस्तो वेलामा विभिन्न श्रोतहरूबाट वन पैदावार आपूर्ति गरीन्छ, परिणामतः बढि चुहावट हुन सक्छ ।

जीविकोपार्जनका विकल्प सम्बन्धी कार्यक्रमको अभाव (Lack of Livelihood options): वन विनास तथा वन क्षयीकरणलाई कम गर्नका लागि यदि कुनै निश्चित क्षेत्रमा जीविकोपार्जनका कार्यक्रम ल्याइन्छ र त्यो कार्यक्रम अरु क्षेत्रमा लिएको छैन भने जीविकोपार्जनका कार्यक्रम लागु नभएका क्षेत्रका उपभोक्ता तथा व्यक्तिबाट चुहावट हुन सक्ने संभावना बढी हुन्छ ।

२.२.२ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट क्षेत्र छुट्याउने

वनक्षेत्रमा हुने चुहावट पत्ता लगाउनका लागि यदि उक्त क्षेत्रका वन उपभोक्ता तथा व्यक्तिहरूलाई आवश्यक पर्ने वन पैदावारको माग र सोको आपूर्ति तथा श्रोतबारे जानकारी लिन सक्तो भने चुहावटको क्षेत्र तथा चुहावट हुन सक्ने क्षेत्र पत्ता लगाउन सजिलो हुन्छ । खासगरी चुहावट क्षेत्र रेड परियोजना लागु भएको नजिकको क्षेत्र हुन सक्ने बढि संभावना हुन्छ ।

चुहावट क्षेत्र छुट्याउनका लागि तल उल्लेख गरिए अनुसारको चरण (स्टेप) हरु अपनाइन्छ :

स्टेप १: वनमा चुहावट हुने क्षेत्र छुट्याउनका लागि स्थानीय व्यक्ति तथा कार्यरत प्राविधिकहरूसँग सल्लाह लिई Participatory Rural Appraisal (PRA) विधिबाट खेश्रा नक्सा बनाई छुट्याउनु पर्छ ।

स्टेप २: त्यसपछि उक्त खेश्रा नक्सालाई आधार मानि जि.पि.एस. को सहयोगले उक्त क्षेत्रको सर्वे गरि वा Satellite Image को प्रयोग गरी सो क्षेत्रको वास्तविक नक्सांकन गरिनु पर्दछ ।

२.३ वन क्षयिकरण (Degraded Forest) र यसको निर्धारण

वनक्षेत्रको गुणस्तरमा ह्रास अर्थात् वनक्षेत्रबाट रुख विरुवा हटाइ त्यसको छत्र घनत्वमा कम हुन गई वनमा क्षयिकरण हुनु हो । हुनत वनमा हुने क्षयिकरण हुने क्षेत्र निर्धारण गर्न गाह्रो छ तर यदि वनक्षेत्रमा ह्रास हुदै गई भ्र्फाडी वुट्यान अर्थात् वन क्षेत्रको छत्र घनत्व निकै कम हुदै गयो वा ठुलो रुख तथा पोलहरुको संख्यामा कम हुदै गएको छ भने सो वन क्षेत्रमा वन क्षयिकरण भएको हो अनुमान लगाउन सकिन्छ ।

यसरी क्षयिकरण भएको क्षेत्र निर्धारण पनि मा चुहावट हुने क्षेत्र छुट्याउने जस्तै गरि PRA विधिबाट पुरै वनक्षेत्रको नक्सामा क्षयिकरण हुने क्षेत्र छुट्याउने र पछि जि.पि.एस. को सहयोगले सर्वे गरि वा Satellite Image को प्रयोग गरी सो क्षेत्रको वास्तविक नक्सांकन गर्न सकिन्छ ।

खण्ड तिन : स्यामप्लीड र स्ट्राटीफीकेसन (Sampling and Stratification)

३. स्यामप्लीड र स्ट्राटीफीकेसन (Sampling and Stratification)

नेपालको वनक्षेत्रमा स्यामप्लीड लिने कार्य स्थानिय स्तरमा वनको श्रोत सर्वेक्षण गर्ने कार्यका लागि शुरुवात गरिएको हो । तथापी हाम्रो देशमा प्रत्येक १० वर्षमा हुने National Forest Inventory कार्यका लागि पनि स्यामप्लीड गर्ने गरिन्छ ।

साधारणतया नमुना संकलन (स्यामप्लीड) कार्य नेपालमा ४ किसिमले गर्ने गरीन्छ ति हुन् : च्यानडम स्यामप्लीड (Random Sampling), स्ट्राटीफाइड च्यानडम स्यामप्लीड (Stratified Random Sampling) र सिस्टेमेटिक च्यानडम स्यामप्लीड (Systematic Random Sampling) र पोआइन्ट स्यामप्लीड (Point Sampling) हरुको प्रयोग भएको देखिन्छ । तर वन कार्वन मापन कार्यमा बढि सहिपना (Precision) को आवश्यक्ता पर्ने भएकोले स्ट्राटीफाइड च्यानडम स्यामप्लीडको प्रयोगलाई नै प्राथमिकता दिइनु उचित हुनेछ ।

३.१ स्ट्राटीफाइड च्यानडम स्यामप्लीड (Stratified Random Sampling)

स्ट्राटीफाइड च्यानडम स्यामप्लीड विधि अपनाउँदा केही प्राविधिक प्रकृयाहरु पुरा गरिनु आवश्यक हुन्छ । ति हुन: वन वा परियोजना क्षेत्रलाई विभिन्न मिल्ने (Homogeneous) Strata मा विभाजन गर्ने कार्य, Strata हरुमा कति वटा स्यामप्ल प्लट राख्ने सो को निर्धारण गर्ने, ति स्यामप्ल प्लटहरु नक्समा देखाउने र त्यसपछि फिल्डमा स्यामप्ल प्लटहरु स्थापना गर्ने आदी ।

३.१.१ वन वा परियोजना क्षेत्रको स्ट्राटीफीकेसन (Stratification of Forest)

साधारणतया वनश्रोत सर्वेक्षण मार्गदर्शनमा वनको स्ट्राटीफीकेसन को आधार वनको अवस्था, वनको क्षेत्रफल, भू-वनौट, वनमा रहेको प्राकृतिक सिमाना तथा वन व्यवस्थापनको उद्देश्यलाई मानिएको छ । समान हैसियत, अवस्था, वन घनत्व, प्रजाति, धरातलीय स्वरुपको वन क्षेत्रलाई एउटै Strata मा विभाजन गरी वनको अवस्था पता लगाउने कार्य गरिन्छ तर वन कार्वन मापन कार्यमा बढि Precision प्राप्त गर्न सक्थो भने पछि रेड प्लस तथा कार्वन व्यापारको MRV कार्यमा सहयोग गर्न सकिन्छ । त्यसकारण स्ट्राटीफीकेसन गर्दा बढि ध्यान पु-याउनु जरुरी छ ।

रेड नमुना कार्य (REDD Piloting) गरी राखेका संस्थाहरु जस्तै रेडमा भुक्तानी प्रणालीको विकास (ICIMOD, ANSAB, FECOFUN) ले High resolution (0.5 m resolution) को Geo eye Image प्रयोग गरी वनको स्ट्राटीफीकेसन गरेको छ (Pandey A. et al, 2010) तर यसमा Adoptive Sampling Designको प्रयोग गरि Variability कम गर्ने तरिकालाई प्राथमिकता दिएको छ, यस सम्बन्धि विवरण तल प्रतुत गरिएको छ । यसै गरि विश्व वन्य जन्तु कोषले वनलाई Land Sat TM Image Thermal Band सहित को प्रयोग गरी Forest Canopy Density Mapper Software को प्रयोग गरी चार वटा क्लास (0%-10%: Strata 1, 11%-40%: Strata 2, 41%- 70%: Strata 3, 71%-100%: Strata 4) मा विभाजन गरी वनको स्ट्राटीफीकेसनको कार्य गरेको छ (Gurung et al, 2010)।

विकल्पको रुपमा High Resolution वा Medium Resolution को Image प्रयोग गरी वनको स्ट्राटीफीकेसन गर्दा कम्तीमा चार वटा class (Very Dense- high reflection value , Medium dense, Medium र Sparse forest) गरी वर्गिकरण गरीनु उपयुक्त हुनेछ । वनको अवस्था अनुसार वनको स्ट्राटीफीकेसन निम्न आधारहरुलाई मानेर गर्न सकिन्छ ।

१. वनमा भएका प्रजातिको बाहुल्यता,
३. वनमा प्रजाति घनत्व,

२. वनमा भएका रुखहरुको उचाई
४. वनको उमेर

५. वनको ढलान (कुन दिशा फर्केको छ),
७. वनक्षेत्रको गुणस्तर

६. वनको छत्र घनत्व

क) इमेज क्लासीफिकेसनको आधारमा वनको स्ट्राटीफीकेसन

चित्र नं १ मा देखाए अनुसारको steps अपनाई Image classification गर्न सकिन्छ । यसै Class लाई पछि स्ट्राटीफीकेसनको रूपमा पनि प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ ।

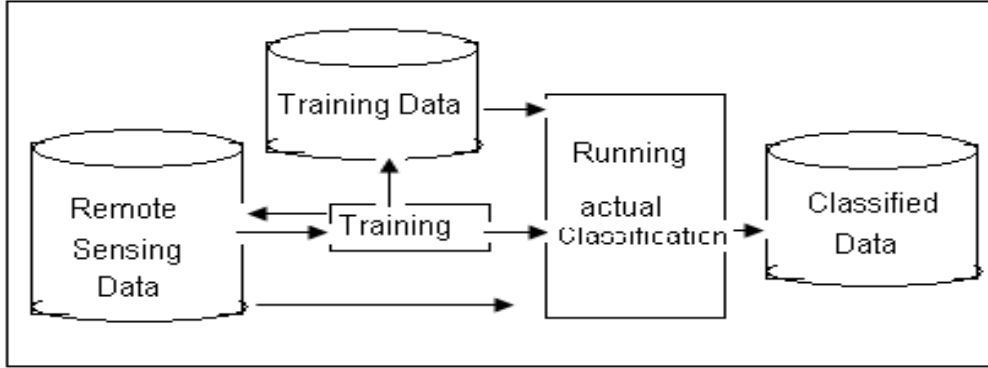


Figure 1: इमेज वर्गिकरण गर्ने तरिका

त्यसर्थ Image classification गर्दा चाल्नु पर्ने Steps तल दिएको छ ।

Step 1: Image classification गर्दा वन क्षेत्र प्रष्ट रूपमा देख्न सकिने उचित wavelength तथा Bands कुन हो त्यस अनुसारको colour composite तयार गरीनु पर्छ ।

Step 2: अनि, समान प्रकृतिको देखिने (Feature space) लाई एउटा समुह (Homogeneous group) बनाई Supervised Classification मा training process चाल्नु पर्दछ ।

Step 3 : त्यसपछि, एक चोटी एउटा Class का लागि Feature space तयार गर्ने निर्णय लिइ सकेपछि सोही अनुसार अरु class को लागि पनि कार्य गरीनु पर्छ । यस कार्यका लागि Image मा रहेको Digital Number (DN) Value लाई आधार मान्नु पर्छ ।

Step 4 : यसरी training class बनाइसकेपछि actual classification को कार्य अगाडि बढाउनु पर्छ । यो कार्य Maximum Likelihood Classifier द्वारा उचित हुनेछ । यसरी classified नक्सा तयार हुन्छ ।

Step 5 : यसका साथै नक्साको गुणस्तर चेक गर्नका लागि ground truth का लागि ल्याएको Reference Data हरूसंग तुलना गरेर हेरिनु पर्दछ (Bekker et al, 2004) ।

ख) वनको स्ट्राटीफिकेसनमा Adoptive Sampling Design को प्रयोग

वन इन्भेन्ट्रीको महत्वलाई अधिक रूपमा बढाउनको लागि आवश्यक साम्पल प्लटको संख्याहरु क्रमिक रूपमा अनुकुल गर्दै लिदै जाने साम्पलिङ विधि नै अडाप्टीभ साम्पलिङ (Adaptive sampling Design) हो । खास गरीकन गुपीड गर्न वा स्ट्राटिफिकेशन गर्न गाह्रो हुने वनहरुमा यो स्याम्पलीङ विधि अपनाउने गरिन्छ । अर्थात जहाँ वनको फरकपना (Variability) छुट्याउन गाह्रो हुन्छ त्यहाँ यो स्याम्पलीङ विधि बढी उपयुक्त देखिन्छ । यो विधि पारम्परिक stratified random sampling भन्दा फरक हुन्छ, किनकि त्यसमा प्लट संख्या पहिला नै निर्धारण हुन्छ भने यो विधिमा स्याम्पल प्लटको संख्या र स्ट्राटा आवश्यकताअनुसार तय गर्दै गइन्छ । यसकालागि तल अनुसारको विधि अपनाउनु पर्ने हुन्छ ।

- वनलाई उचाई, प्रजाति, वनको प्रकार, वा मौज्दातको आधारमा स्ट्राटिफिकेसन गर्ने । सामान्यतय ३ देखि ५ वटा सम्म स्ट्राटामा छुट्याउने ।
- प्रत्येक वनको फरकपना (variability) पत्तालगाउने । पहिलेका प्रतिवेदनहरु वा अध्ययनहरुलाई आधार मानेर वनको फरकपना (variability) निकाल्न सकिन्छ । यदि त्यस्तो अध्ययन वा प्रतिवेदन नभएको खण्डमा यसै मार्गदर्शनमा दिइएको पाइलट मापनविधि अपनाएर फरकपना (variability) निकाल्न जरुरी हुन्छ ।
- फरकपनाको(variability) आधारमा जम्मा प्लट संख्या निकाल्ने ।
- पहिलो पटकको मापनको कार्यमा सम्पूर्ण स्ट्राटाहरुमा जम्मा २५% प्लटहरुको मापनकार्य गर्ने ।
- २५% प्लटहरुको आधारमा प्रत्येक स्ट्राटाको बायोमास मौज्दात, फरकपना (variability), र शुद्धता (precision level) पत्तालगाउने । निम्नानुसारको सूत्रको मद्दतले शुद्धता (precision level) पत्ता लाग्दछ ।

$$\text{Precision level} = \frac{SE_{ST} t_{0.05, n-1}}{X_{ST}} \%$$

जहाँ SE_{ST} standard error of stratified mean, X_{ST} is stratified mean, n is number of sample plots.

- यदि २५% प्लटहरुको आवश्यक शुद्धता (precision level- i.e.10%) दिन्छ भने पूनः साम्पलिङ गर्न आवश्यकता पर्दैन ।
- तर कुनै स्ट्राटामा शुद्धता (precision level) एकदमै ठूलो (३०%भन्दा बढी) आएको खण्डमा भने त्यस्ता स्ट्राटालाई थप विभाजन गर्न वा दुइ वटा स्ट्राटालाई एउटै बनाउने । त्यसपछि नयां स्ट्राटाको बायोमासको मौज्दात, फरकपना (variability), र शुद्धता (precision level) पुनः निकाल्ने ।
- त्यस्तै गरी नयां साम्पल प्लट संख्या पनि निर्धारण गर्ने र पूनः माथिकै प्रक्रिया दोहोर्‍याउने जबसम्म आवश्यक शुद्धता (precision level- i.e.10%) आउँदैन ।

३.१.२ स्याम्पल प्लट निर्धारण

जुनसुकै स्याम्पलीङ विधिमा स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारणले धेरै ठुलो महत्व राख्दछ किनभने यसले प्रत्यक्ष रूपमा Sampling Intensity लाई असर गरि राखेको हुन्छ र स्वभाविक रूपमा Precision लाई समेत । यस सन्दर्भमा स्ट्राटीफाइड -यान्डम स्याम्पलीङमा २ किसिमले स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारण गरेको पाइन्छ । ति हुनः १. Proportional Allocation Method र २. Optimum Allocation Method (Chaturbedi A. N. and Khanna L.S., 1982, MFSC, 2002) द्वारा , तर यसमा स्याम्पल प्लटको संख्या निर्धारण कार्यमा मा Pilot Sampling को प्रावधान रहेको र यसले Co-efficient of Variance र Standard Error लाई प्राथमिकता दिने भएकोले यो प्रकृया बढि उपयुक्त मानिन्छ किनभने यसले बढि Precision प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

क) Proportional Allocation Method

यस अन्तर्गत Sampling Intensity निर्धारण गरिएको हुन्छ र सोही आधारमा पुरै वन क्षेत्र Population को लागि Sample plot को संख्या पनि निर्धारण गरिएको हुन्छ। अनि त्यसपछि वन क्षेत्रलाई विभिन्न Strata (Sample units) मा विभाजन गरि सकेपछि त्यसलाई एकिक नियमको आधारमा एउटा Stratum का लागि आवश्यक Sample plot को संख्या पता लगाइन्छ। तर यो प्रकृया वन कार्बन मापन कार्यमा त्यति प्रयोग भएको पाइदैन।

ख) Optimum Allocation Method

वन कार्बन इन्भेन्ट्री अरु इन्भेन्ट्री कार्य भन्दा फरक छ (MacDicken, 1997)। त्यसकारण वन कार्बन इन्भेन्ट्री गर्दा नमुना स्याम्पलिङ गरी इन्भेन्ट्री कार्य शुरु गर्नु उचित हुनेछ। वास्तवमा स्ट्राटीफिकेसन गरी स्याम्पलिङ (Stratified Sampling) गर्दा एउटा खण्डमा कम्तीमा १५ वटा र्यान्डम स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने र १०० वर्ग मी. को प्लटमा रहेका ५ से. मी भन्दा बढी व्यास भएका रुखहरूको मात्र छातीको उचाइमा (१.३ मी. को लठी बनाएर नाप्ने यसले Precision बढाउनमा सहयोग गर्दछ) व्यास नाप्नेर सो को रेकर्ड राख्ने। वनको विभिन्न तहमा कार्बनको घनत्व को सहायताबाट Variation अनुमान गरिन्छ।

Co-efficient of variance (CV) को फरमुला = $S/\text{arithmetic mean}$

जहाँ Standard deviation, $S = \sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$

जहाँ x को अर्थ व्यास बुझिन्छ।

CV को सहायताले तल अनुसारको सूत्र प्रयोग गरी वन क्षेत्रको कुन खण्डको लागि स्थाई प्लट संख्या कति आवश्यक छ पता लगाउन सकिन्छ (Saxena A.K. and Singh, J.S. 1982), जसलाई Sampling intensity पनि भनिन्छ।

आवश्यक प्लट संख्या $(n) = CV^2/E^2$

जहाँ,

CV = Coefficient of variation of basal area

t = Value of Student's t-distribution Table at n-1 degree of freedom (df) बाट प्राप्त गर्न सकिन्छ वा pilot study at 10% probability। तर यो (n-1) मा n भन्नाले पायलट स्याम्पलिङमा लिएको जम्मा प्लट संख्या अर्थात् १५ हो।

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

E is the Sampling error at 10%, S is the standard error र n भन्नाले पायलट स्याम्पलिङमा लिएको जम्मा प्लट।

तर ध्यान दिनु पर्ने कुरा के हो भने एउटा Stratum मा Sample लिनु पर्ने आवश्यक प्लट संख्या ३० भन्दा कम हुनुहुदैन किनभने Statistical Analysis को कम्तीमा यो संख्या हुनु आवश्यक छ (Moore S. David, McCabe P. George, 2003)।

३.१.३ नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्ने विधि

फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्नु भन्दा अगाडि त्यसलाई नक्सामा वितरण गरिनु महत्वपूर्ण कार्य हो। यसका लागि स्ट्राटीफाइड गरिएको नक्सामा स्याम्पल प्लट राख्दा तल अनुसारको स्टेप अपनाउनु आवश्यक छ।

Step 1 : सबै भन्दा पहिले स्ट्राटीफाइड वन क्षेत्रको एउटा Stratum लाई एउटा Sample units मानि प्रत्येक Stratum को Minimum र Maximum X र Y को-अर्डिनेट पता लगाउने।

Step 2 : अनि, -यानडम तरीका (कम्प्युटर, क्यालकुलेटर, वा र्यानडम नम्बरको प्रयोग गरेर) -यानडम नम्बर पता लागउने । अनि तल देखाएको सुत्र प्रयोग गरि प्रत्येक Stratum मा लिनु पर्ने प्लट संख्यालाई आधार मानि ती स्याम्पल प्लटहरूको को-अर्डिनेट हरेक पटक -यानडम नम्बरको सहायताले पता लगाइन्छ ।

$$X = x \text{ min} + (x \text{ max} - x \text{ min}) * RN \quad \text{र} \quad Y = y \text{ min} + (y \text{ max} - y \text{ min}) * RN$$

X= x coordinate point of sample plot

x min= minimum x-coordinate

x max= maximum x coordinate

Y= y coordinates of sample plot

y min= minimum y coordinate

y max= maximum y coordinate

RN= computer generated random number

Step 3 : यसरी पता लागेको स्याम्पल प्लटको को-अर्डिनेट नोट गरि नक्सामा देखाउनु पर्छ वा सोभै जि.पि.एस.मा लोड गर्नु पर्छ ।

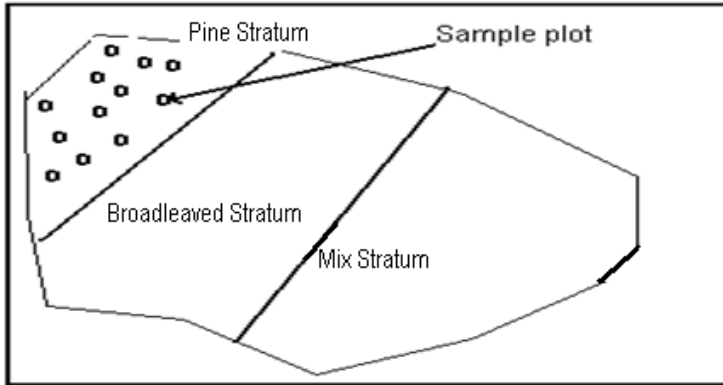


Figure 2: नक्सामा देखाइएका स्याम्पल प्लटहरू

३.१.४ फिल्डमा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने विधि

वन कार्बन मापन कार्यको लागि स्याम्पल प्लट एक वर्ष मात्र स्याम्पल प्लट लिई तथ्याङ्क संकलन गरेर मात्र पुग्दैन । यसका लागि वन कार्बनमा भएको परिवर्तन हेरिनु आवश्यक छ । त्यसकारण फिल्डमा स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गरिनु आवश्यक छ । यसका लागि तल अनुसारका Steps हरु अपनाउनु जरुरी छ ।

Step 1: नक्साबाट लिएको स्याम्पल प्लटहरूको X र Y को-अर्डिनेटहरू जि.पि.एस.मा Upload गरिनु पर्छ ।

Step 2: जि.पि.एस.मा Upload गरिएको X र Y को-अर्डिनेटहरू प्रत्येक Stratum मा गई Navigate गरिनु पर्छ र त्यसलाई केन्द्रबिन्दु मानि स्थाई प्लटको स्थापना गरिनु पर्छ जसले गर्दा तथ्याङ्क संकलन गर्न र पछि पुनः उक्त स्थानमा पुग्न सजिलो होस् किनभने साधारणतया जि. पि. एस.को Estimated Permissible Error (EPE) ५ मी. मानिन्छ तर यो ५ मी. अर्धव्यासमा रहने भएकोले यसबाट Error हुन सक्ने संभावना १० मी को दुरी (व्यास) सम्म हुन सक्छ । यसको अलावा पहाडमा जि.पि.एस.ले सजिलै संकेत प्राप्त गरी आवश्यक Precision प्राप्त गर्न कठिनाई हुन सक्छ । त्यसकारण आवश्यक Precision प्राप्त गर्नका लागि पनि त्यस प्लटमा स्थायी किसिमको चिनो प्रयोग गरिनु आवश्यक हुन्छ । यसका लागि किल्ला, मेटल ट्याग, इनामेल आदी प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ जसलाई पछि अर्को समयमा पुनः सजिलै पता लगाउन सकिन्छ ।

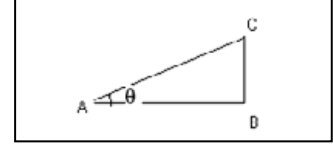
Step 3 : स्याम्पल प्लट स्थापना गर्दा तल तालीका नं ३ मा देखाए अनुसारको अर्धव्यासमा रुखको घनत्वको आधारमा स्याम्पल प्लट स्थापना गरिनु पर्छ । यस सन्दर्भमा मानौं कि वनको घनत्व मध्यम खालको घना रुखहरूको अवस्था देखाउँछ अर्थात् एउटा रुखले १५-४० व.मी. देखाउँछ भने त्यसको लागि ८.९२ मी अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट (>५

से.मी. डि.वि.एच.) का लागि त्यसै भित्र नै पहिलेका केन्द्र बिन्दुलाई आधार (Nested Sample plots) मानि अर्को स्याम्पल प्लट लाश्रा (१-५से.मी. डि.वि.एच.)का लागि ५.६४ मी अर्धव्यास र विरुवा (<१ से.मी. डि.वि.एच. गणना मात्र गर्ने)को लागि १ मी अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने । त्यस्तै गरि माटो एवं सोतर, हर्वस र घाँसका लागि ०.५६ मी. अर्धव्यासको स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने ।

३.१.५ भिरालोमा दुरी निर्धारण

नेपालमा भिरालो क्षेत्र (डाडा-कांडा) वढि भएकोले तल देखाए अनुसारको सुत्र प्रयोग गरेर भिरालो दुरीलाई समतल दुरीमा परिणत गरीनु पर्दछ ।

चित्रमा देखाए अनुसार, मानौं कि भिरालो दुरी AC हो र भिरालो बनाएको कोण θ छ । त्यसकारण, समतल दुरी $AB = AC \cdot \cos\theta$



३.१.६ स्याम्पल प्लटको साइज:

वन कार्बन इन्भेन्ट्रीमा स्याम्पल प्लटको साइजले ठुलो महत्व राख्दछ किनकि यसले Precision मा ठूलो प्रभाव पार्दछ । त्यसकारण MacDicken (1997) द्वारा प्रस्ताव गरीएको स्याम्पल प्लटको साइज सम्बन्धि विवरण तल तालीका नं. ३ मा प्रस्तुत गरीएको छ । यस्मा मुख्य रूपमा एउटा रुखले ओगटने क्षेत्रफल र रुखको घनत्वलाई आधार मानि स्याम्पल प्लट साइज निर्धारण गर्नमा जोड दिइएको छ ।

Table 3: स्याम्पल प्लटको साइज

प्लटको साइज [m ²]	प्लटको अर्धव्यास [m]	एउटा रुखले ओगटने क्षेत्रफल [m ²]	रुखको घनत्व
१००	५.६४	० देखि १५	धेरै घना वन, जसमा साना व्यास भएको रुखहरु वढि र ठुलो रुखहरु समान किसिमले रहेको क्षेत्र
२५०	८.९२	१५ देखि ४०	मध्यम खालको घना रुखहरुको वन
५००	१२.६२	४० देखि ७०	मध्यम खालको पातला रुखहरुको वन
६६६.७	१४.५६	७० देखि १००	पातला रुखहरुको वन
१०००	१७.८४	१०० भन्दा वढि	धेरै पातला रुखहरुको वन

त्यस्तै माटोको स्याम्पलका लागि स्याम्पल साइज Soil corer को सहयोगले ३-५ लेयर (०-१०, १०-३०, ३०-६०, ६०-९० र ९०-१५० से.मी) बाट माटोको स्याम्पल लिनु उपयुक्त देखिन्छ ।

खण्ड चार : तथ्याङ्क संकलन विधि

४. तथ्याङ्क संकलन विधि

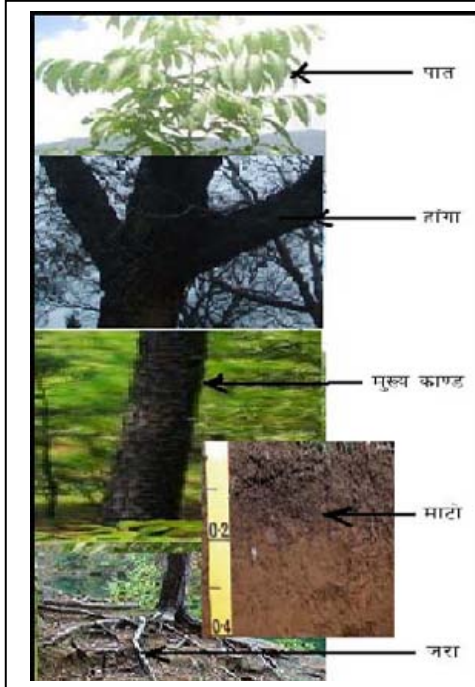
यस वन कार्बन मापन मार्गदर्शनले रेड प्लस परियोजना तथा वन क्षेत्र (वन विनास), वन क्षयिकरण एवं चुहावट (Leakage) मा हुने वन कार्बन संचिति परिवर्तनलाई समेत मापन गर्न सकोस भन्ने ध्येयले तयार गरिएको हुनाले तथ्याङ्क संकलन सम्बन्धि विधि सोही अनुसार अपनाउनु उचित हुन्छ । तर समग्रमा वन कार्बन मापन विधिमा कार्बन पुलहरुको मापन गर्ने गरिनु पर्छ ।

४.१ वन कार्बन मापन विधि

वन कार्बन मापन विधि भन्ने वित्तिकै वनको कार्बन संचिति या संचितिमा हुने परिवर्तनको मापन गर्ने कार्य हो । यसले जमीनमाथिको र जमीनमुनीको वन कार्बन मापनलाई बुझाउँछ । यस सन्दर्भमा कार्बन पुलले ठुला महत्व राख्ने भएकोले सो सम्बन्धि जानकारी तल प्रस्तुत गरिएको छ ।

४.१.१ वनक्षेत्रमा हुने कार्बन पुलहरु

वनमा कार्बन मापन गर्नु भन्दा अगाडि के के नाप्ने अर्थात कार्बन पुलहरु के के छन् सो बारे जानकारी प्राप्त गर्नु जरुरी छ । मुख्य रुपमा कार्बन पुल भन्नाले चित्र नं ३ मा देखाए अनुसार वन कार्बन पुललाई पाँच भागमा बाड्न सकिन्छ । ती हुन: रुखको जरा, काण्ड, पात, सोतर र माटो । IPCC २००३ को LULUCF अनुसार terrestrial carbon pool हरु ५ किसिमका छन् (IPCC, 2003) । तर कार्बन मापन कार्यका लागि वनमा रहेको सोतर वा पत्कर, घाँस, भाडी तथा विरुवा आदीसमेतलाई समावेश गरिनु पर्छ । साथै यी कार्बन पुलहरुका नाप्ने विधि पनि फरक हुन्छन् ।



चित्र नं ५ मा देखाए अनुसार कार्बनपुलहरु यस प्रकार छन् ।

क) जमीनमाथीको भाग:

१. मुख्य काण्ड
२. पात
३. हाँगा

ख) जमीनमुनीको भाग:

४. जरा र
५. माटो

Figure 3: वन कार्बनका पुलहरु

४.१.२ वनमा जमीनमाथीको कार्वन मापन विधि

जमीनमाथीको कार्वन मापन गर्नुको अर्थ काण्ड, पात, हांगाविंगा, लाथा, विरुवा, हर्व, श्रव र लाथा, पत्कर तथा घांस, वनमा रहेको मरेको र सुकेको काठ (Dead Wood) समेको वायोमास पता लगाउनका लागि तथ्याङ्क संकलन गर्नु हो । त्यसकारण यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ ।

क) काण्ड, पात, हांगाविंगाको वायोमास:

यस कार्यको लागि रुखको व्यास तथा उचाइ मापन गरे पुग्छ । ५ से.मी भन्दा बढी व्यास भएका रुखहरूको ठिक १.३ मी. (छातीको उचाईमा) व्यासको नाप लिने र रेकर्ड राख्ने कार्य गर्नुपर्दछ (अनुसुचि १मा देखाए अनुसार) र त्यसै गरि रुखको उचाई पनि संगसंगै नापै जाने र रेकर्ड राख्ने गर्नुपर्छ (अनुसुचि २मा देखाए अनुसार)। रुख नाप्दा घडी घुम्ने दिशामा भएको रुख नापै जानु पर्दछ । त्यसैगरी रुखमा नम्बर लगाउदै जाने कार्य गर्नु पर्दछ । तर यहाँ उल्लेख गर्नु पर्ने कुरा के हो भने वनमा रहेको रुखहरू सबै राम्रो (Class १) नै हुन्छ भने भन्न सकिन्न त्यसकारण तल तालिका नं ८ मा देखाए अनुसारको रुखको Class समेत तथ्याङ्क संकलनको टैली सिटमा उल्लेख गरिनु पर्छ किनभने यसले तथ्याङ्क विश्लेषणमा असर पार्छ (MFSC 1992, MFSC 1994)।

Table 4: रुखको वर्गिकरण

क्लास १:	हरीयो मर्न लागेको वा मरेको, खडा वा वा ढलेको ठोस राम्रो तना भएको रुख जसमा कुनै रोग वा घाउ चोटले बाहिरबाट दागि नदेखिने
क्लास २:	हरीयो मर्न लागेको वा मरेको, खडा वा वा ढलेको ठोस राम्रो तना भएको रुख जसमा धोधर वा अन्य दागिले गर्दा टुप्पो ८ इन्ची व्यास सम्ममा कम्तीमा ६ फिट लामो २ वटा सोभो वा १० फिट लामो एउटा सोभो मुढासम्म आउने
क्लास ३:	क्लास १ र २ मा नपर्ने बाँकी सबै रुखहरू

ख) लाथा, विरुवा, हर्व, श्रव र लाथाको वायोमास:

तोकिएको स्याम्पल प्लट साइजमा वनमा रहेको लाथाहरूको डि.वि.एच. मापन गर्दै टैलि सिटमा अभिलेख राख्दै जानु पर्छ तर विरुवाको हकमा मापन कार्य गर्दा तोकिएको स्याम्पल प्लट साइजमा संख्या गणना गरी उखेलेर सो को ताजा वजन लिने र त्यसलाई प्रयोगशालामा सुकाउनका लागि प्लास्टिकमा प्याक गर्ने जसले गर्दा पछि सुकेको वजन लिन सकोस् । यही प्रकृया हर्व तथा श्रवको लागि पनि अपनाउनु पर्छ ।

त्यसै गरी लाथाको वायोमास पत्ता लगाउनको लागि तथ्याङ्क संकलन गर्दा सकभर १-५ से.मी. सम्मको डि.वि.एच.को लाथा काटेर ताजा वजन लिने र प्रयोगशालामा लगेर सुकाउनका लागि प्लास्टिकमा प्याक गर्ने (IPCC, 2006, MFSC, 2002), । यो कार्य अलि जटिल भएकोले ३ वटासम्म स्याम्पल प्लट भित्रको प्रत्येकमा ५ वटा सम्मको वजन लिने र बाँकी गणना गरी रेकर्ड गर्दा उचित हुन्छ ।

ग) पत्कर तथा घांसको वायोमास:

माथि उल्लेखित स्याम्पल प्लटबाट पत्कर एवं घांसको स्याम्पल फिल्डमा नै ताजा वजन लिएर एउटा प्लास्टिकमा प्याक गरी छिट्टै सुख्खा तौल आंकलनको लागि प्रयोगशालामा पु-याउनु पर्दछ ।

घ) वनमा रहेको मरेको र सुकेको काठ (Dead Wood) वायोमास:

स्थानीय वन उपभोक्ता तथा त्यसै क्षेत्रमा काम गर्ने प्राविधिकहरूले ढले परेको रुखहरू कहाँ छुन् पत्ता लगाई सो को व्यास तथा लम्बाई नापी रेकर्ड राख्ने जसले गर्दा कार्वन परिमाण अनुमान गर्न सजिलो हुन्छ। त्यसकारण यदि कार्वन मापनमा बढि Precision प्राप्त गरीनुछ भने यसको पुरै मापन गरिनु उपयुक्त हुनेछ।

५ से.मी. वा सो भन्दा बढी व्यास भएका खडा मृत रुख, भूर्इमा खसेको काण्ड तथा हांगा लागि स्थायी प्लटको पुरा साइज (२५० वर्ग मी) मापन गर्नु पर्दछ। साना हांगाहरू जो २ देखि ४ से.मी. व्यासका छुन् १०० वर्ग मी. को प्लट, २ से.मी. भन्दा कम व्यासका मृत हांगाहरूलाई १ वर्ग मी. को प्लट भित्रको मात्र नमुना लिए पुग्छ।

४.१.२ वनमा जमीन मुनीको कार्वन मापन विधि

जमिन मुनीको कार्वन मापन भन्नाले रुख तथा विरुवाको जराको भाग र माटोमा रहेको कार्वनको मात्रालाई जनाउँदछ।

क) जराको नमुना संकलन (Sampling):

जराको नमुना संकलन गर्ने स्याम्पल लिने कार्य निककै कठिन भएकोले विभिन्न विज्ञद्वारा दिइएको Default values कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग गर्ने चलन छ। यही नै उचित उपाय पनि हो। तर यदि अनुसन्धान कार्य गरीराखिएको छ भने त्यस्तो अवस्थामा रुख विरुवा काटी यसका मुख्य जरा तथा अन्य जराको वजन लिएर रेकर्ड गर्नु राम्रो हो।

ख) माटोको नमुना संकलन:

IPCC best practice guideline अनुसार माटोको स्याम्पल लिनको लागि निर्धारित गरिएको स्याम्पल प्लटको बीचबाट Soil corer को सहायताले माटोको नमुना संकलन गरिनु पर्दछ। Soil Corer को सहायताले ० देखि १० से.मी. सम्म, ११ देखि २० से.मी., २१ देखि ३० से.मी. सम्मको तीन तहको माटो साथै ० देखि ३० से.मी. सम्मको मिश्रित माटो गरी जम्मा ४ किसिमको माटो संकलन गरी ल्यावमा ल्याइनु पर्दछ। माटोको कार्वन पता लगाउनका लागि Bulk Density को जानकारी पाउनु आवश्यक पर्ने भएकोले यसको लागि नमुना लिएको माटोको आयतन थाहा पाइराख्नु जरुरी छ (Walkley, A.E.; Black, J.A., 1934)। त्यसकारण माटोको प्रत्येक तह (गहिराइ)को Bulk Density छुटा छुटै हुन सक्छ। माटोको Bulk Density पता लगाउनको लागि तलको सूत्र प्रयोग गरिन्छ।

Soil bulk density= weight of oven dried soil samples/ volume

४.१.३ वनमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक टिम

तथ्याङ्क संकलनका लागि कम्तीमा ५ जनाको जनशक्ति उपलब्ध भयो भने कार्वन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्ने कार्य सहज हुन सक्छ। साथै एक दिनमा सामान्यतया ५ जनाको टिमले बढीमा ३ वटा सम्म वन कार्वन सम्बन्धी स्याम्पल प्लटबाट तथ्याङ्क संकलन गर्न सक्छ। यी पांच जना जनशक्तीहरूको कार्य विवरण तल तालिका नं. ५मा देखाए अनुसार हुन सक्छ।

Table 5 : तथ्याङ्क संकलन गर्दा जनशक्तीहरूको कार्य विवरण

टिमको सदस्य	जनशक्तिको प्रकार	कार्य विवरण
टोली नेता	दक्ष (रेन्जर)	जि.पि.एस.को सहयोगले स्याम्पल प्लटको केन्द्र विन्दु पत्ता लगाउने
		स्याम्पल प्लटको किनार पत्ता लगाउने
		टिमका सदस्यहरूले गर्ने कार्यको सुपरिवेक्षण र गुणस्तर नियन्त्रण गर्ने
		रुखको उचाइ नाप्ने तथा माटोको नमुना लिने र सोमा चिनो लगाउने
सहयोगी	अर्ध दक्ष	रुखको व्यास नाप्ने, नापी सकेका रुखहरूलाई चिनो लगाउने,
सहयोगी	अर्ध दक्ष	विरुवा, लाश्रा, घांस, भार, उडी वायोमास र पत्करको नमुना लिने
सहयोगी	अदक्ष	नमुना संकलन गर्ने, माटो खन्ने र भाडी सफाइको कार्यमा सहयोग गर्ने
अभिलेख कर्ता	पढे लेखेको	नमुना संकलन सम्बन्धी सम्पूर्ण अभिलेख राख्ने

४.१.४ तथ्याङ्क संकलन फाराम तयारी र आवश्यक सामग्रीहरू

वन कार्वन मापनका लागि बढि भन्दा Precision प्राप्त गर्नु उपयुक्त भएकोले सही तथ्याङ्क संकलनका लागि उपयुक्त फारामहरू प्रयोग गरीनु उचित हुन्छ ।

- जि. पि. एस. को-अर्डिनेटको रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची ५ अनुसार)
- फिल्डमा जानु भन्दा अगाडी तल तालीकामा देखाए अनुसारका समानहरू छुट्याइएको छु छैन् प्रष्टसंग चेक गरि मात्र
- फिल्डमा रुख, पोल एवं लाथा (Sapling) सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची ६ अनुसार)
- फिल्डमा विरुवा (Seedling) सोतर, पत्कर आदी सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची ७ र ८ अनुसार)
- फिल्डमा माटो सम्बन्धी तथ्याङ्क रेकर्ड राख्ने फाराम (अनुसुची ९ अनुसार)

४.१.५ तथ्याङ्क संकलनका आवश्यक सामग्रीहरू

फिल्डमा सही ढंगले तथ्याङ्क संकलन गर्न, स्याम्पलको नमुना ल्याउन, स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गर्नका लागि तल तालीका नं ६ मा प्रस्तुत गरे अनुसारको सामग्रीहरू लानु आवश्यक छ ।

Table 6: फिल्डमा तथ्याङ्क संकलनको लागि आवश्यक सामग्रीहरू

क्र.सं.	सामग्रीहरू	सामग्रीहरूको उद्देश्य
क.	स्थायी नमूना प्लटको स्थापना	
	डोरी र टेप	नमूना प्लट छुट्याउन
	चक तथा रिबन	नमूना प्लट भित्रका रुखहरू चिनो लगाउन वा चिन्न
	मेटल ट्याग	नमूना प्लट भित्रका रुखहरू स्थायी रूपमा चिनो लगाउन
	प्लटका लागि मेटल ट्याग	स्थायी नमूना प्लटको दिशा देखाउन
	इनामेल	मेटल ट्यागहरू नम्बरीड गर्नका लागि
	ह्यामर	किल्ला ठोक्न
	खन्ती र कुटो	माटो खन्ने कार्य गर्न
	किल्ला	ट्यागहरू भुन्ड्याउन
	ग.	सोतर, साना विरुवा तथा घाँस जम्मा गर्ने कार्य
प्लास्टिक वा कपडाको व्याग		सोतर साना विरुवा तथा घाँसको नमूना संकलन गरी जम्मा गर्न
चक्कु, कैची तथा आरा		काठ जस्ता नमूना काट्नका लागि
कागजको सेतो टेप (Masking Tape)		नमूनामा पछिसम्म चिन्न सकोस भन्नका लागि
मार्कर		नमूनामा पछिसम्म चिन्न सकोस भनी लेख्नको लागि
घ	माटोको नमूना संकलन कार्य	
	आयतन थाहा भएको माटो कोर्ने भाडो (Soil corer)	माटोको नमूना संकलन गर्न
	मेटल स्केल	माटोको गहिराई मापन गर्न
	ह्यामर	माटोको नमूना संकलन कार्यमा प्रयोग गर्न
	तराजु (Spring Balance)	नमूना वजन गर्नका लागि
ङ	डि.वि.एच. तथा उचाइ मापन कार्य	

डि टेप र क्यालीपर	रुखको व्यास नापनका लागि
भट्टेक्स	रुखको उचाइ नापन तथा नमुनाको व्यास छुट्याउन
क्लीनोमीटर	जमिनको भिरालोपना नापनका लागि

४.१.६ वनमा कार्बन इन्भेन्ट्री गर्दा ध्यान दिनु पर्ने कुराहरु

- फिल्डमा जानु भन्दा अगाडि आवश्यक सामग्री पुरै लगिएको छु छैन, एउटा चेक लिष्ट बनाइ चेक गर्नु राम्रो हुन्छ। साथै उक्त सामग्रीहरु ठीक ढंगले काम गर्दछ कि गर्दैन थाहा पाउनु पर्छ।
- फिल्डमा जि. पि. एस. द्वारा स्याम्पल प्लट स्थापना गर्दा तोकिएको (Exact) स्थानमा स्थापना (Lay out) गरीनु पर्दछ।
- प्रयोग गरीएको फिता वा Vertex ले स्याम्पल प्लटको साइज कहि कम वा बढि भएको त छैन विचार पुऱ्याउनु पर्छ।
- व्यास तथा उचाइ मापन कार्य होसियारीसाथ गरिनु पर्छ र यसका लागि अनुसुचि १ र २ मा देखाए अनुसारको नियम पालना गर्नु पर्छ किनभने एउटा सानो गल्तीले परिणाममा ठुलो प्रभाव पार्न सक्दछ।
- त्यस्तै नाप्ने विज्ञले सही ढंगले उच्चारण गर्नु पर्छ र रेकर्डरले पनि सही ढंगले रेकर्ड गर्नु पर्छ।
- कार्बन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क तोकिएको ढाँचामा वा टैलिसिटमा भर्नु पर्छ।
- IPCC (2006) को Best Practice Guideline अनुसारको सुत्र प्रयोग ग-यो भने जमीनमाथीको सवै भागको सुख्खा वायोमास (Dry weight) एकै पटक निकाल्न सकिन्छ भने नेपालमा प्रयोगमा ल्याइएको वायोमास तालिकाको प्रयोग गर्ने हो यसले ताजा वयोमास (Fresh weight) मात्र दिन्छ। तसर्थ यसको लागि हांगा र काण्डको स्याम्पल डिस र त्यसको ताजा वजन लिने त्यसै गरी पातको पनि ताजा वजन लिने कार्य विर्सनु हुदैन। यी नमुनाहरु प्लास्टिकमा प्याक गरि ल्याउन विर्सनु हुदैन।

४.२ वनमा भएको चुहावट क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि

वन क्षेत्रमा हुने चुहावट हुने क्षेत्र निर्धारण गरि सकेपछि यस क्षेत्रमा हुने कार्बन मापन गर्नका लागि तपसिल अनुसारको स्टेप अपनाउनु उचित हुनेछ।

स्टेप १: सवैभन्दा पहिले उक्त क्षेत्रलाई Straification गर्ने र माथि उल्लेख भएकै विधि अनुसार स्याम्पल लिन आवश्यक प्लट संख्या निर्धारण गर्ने।

स्टेप २: त्यस पछि स्याम्पल प्लटहरुलाई स्ट्राटीफाइड -यान्डम स्याम्पलीङ विधि अपनाइ स्याम्पल डिजाइन गरि पहिले नक्सामा र त्यसपछि फिल्डमा स्थायी स्याम्पल प्लट स्थापना गर्ने।

स्टेप ३: अनि स्याम्पल प्लटहरुमा रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्रमा गरिने कार्बन मापनका प्रकृया अपनाई यस चुहावट क्षेत्रमा पनि यी स्थायी स्याम्पल प्लटहरुबाट रुख, पोल, विरुवा, लाथा, हर्व, श्रव, माटो आदीमा रहेको कार्बन अनुमान गर्नका लागि सो सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्ने र सो को रेकर्ड राख्ने।

४.३ वनमा भएको क्षयीकरण क्षेत्रमा कार्बन मापन विधि

हालसम्म वनमा क्षयीकरण मापन गर्ने मान्य विधि यस्तै हुनु पर्छ भने कतै उल्लेख गरेको पाइएको छैन। खासगरी वनमा क्षयीकरणको कार्य वनमा रहेको रुख विरुवाको संख्यामा कमी आएर हुने गर्दछ जुन त्यसको छत्र घनत्व तथा संख्याको घनत्वमा परेको प्रभावबाट देखिन्छ। यसका साथै यदि त्यस वनक्षेत्रको नक्सा (इमेज) उपलब्ध छ भने, दुइ फरक अवधिको नक्शा क्लासिफिकेसन गरी दुवैलाई दाँज्दा पनि वनमा भएको क्षयीकरणको आँकलन गर्न सकिन्छ। यस सम्बन्धि विवरण तल प्रस्तुत गरिएको छ।

(क) सेटेलाइट इमेज: यदि रेड परियोजना लागू भएको क्षेत्रको इमेज छ भने त्यसलाई classification गरि वन क्षयिकरण हुने क्षेत्र छुट्याउन सकिन्छ। त्यसकारण सेटेलाइट इमेज प्राप्त गरिनु भनेको Spatial तथ्याङ्क संकलन गरिनु हो। यसपछि क्षयिकरण हुने क्षेत्रको स्याम्पल प्लट निर्धारण गर्दा जसरी जि.पि.एस. को-अर्डिनेट लिने गरिन्छ, त्यसैगरी उक्त क्षेत्रहरूको को-अर्डिनेट रेकर्ड गर्ने र वन वा परियोजना क्षेत्रमा कार्वन संचित परिवर्तनका लागि जसरी तथ्याङ्क संकलन गरिन्छ, त्यहि विधि अपनाउने र रेकर्ड राख्ने।

(ख) फिल्ड सर्वेक्षण: फिल्डमा आधारित विधिद्वारा वन क्षयिकरण भएको नभएको पत्ता लगाउनका लागि निम्न अनुसारको स्टेप अपनाउनु आवश्यक हुन्छ।

स्टेप १: वनको पुरै क्षेत्रको इमेज प्रयोग गरेर वा जि.पि.एस.को सहयोगले नक्शा तयार गरिएको छ भने उक्त नक्शामा फिल्डमा जि.पि.एस.को सहयोगले को-अर्डिनेट लिई वन क्षयिकरण भएको क्षेत्र छुट्याउने।

स्टेप २: वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रको स्याम्पल प्लट स्थापना गरि छत्र घनत्व र कार्वन संचित पता लगाउने। साथै उक्त स्याम्पल प्लटको जि.पि.एस. को-अर्डिनेट पनि रेकर्ड गर्नु पर्छ। छत्र घनत्व पता लगाउन डेन्सियोमिटरको प्रयोग गर्ने तर कार्वन संचित पता लगाउन माथि अपनाइएको विधि अनुसार नै जमीनमाथीको र जमीनमुनीको कार्वन संचित आँकलनका लागि मापन विधि अपनाई सो सम्बन्धि तथ्याङ्क लिने।

स्टेप ३: जसरी छत्र घनत्व र कार्वन संचित सम्बन्धि रेकर्डबाट एलोमेट्रीक सुत्र वनाउन सकिन्छ, जुन पहिलो वर्षको र फेरी अर्को अवधिको लागि पनि हुन्छ र दुवैलाई दाँज्न सकिन्छ।

खण्ड पाँच : तथ्याङ्क विश्लेषण विधि

५. तथ्याङ्क विश्लेषण विधि

वन वा रेडप्लस लागु हुने परियोजना क्षेत्रमा कार्बनको परिमाण कति छ भन्ने पता लगाउनका लागि फिल्डबाट ल्याएको कार्बन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषणले धेरै ठूलो महत्व राख्दछ । यस कार्यलाई मुख्यतः दुइ भागमा प्रस्तुत गरिएको छ । (क) प्रयोगशालामा विश्लेषण र (ख) कार्बनका लागि विश्लेषण । यसरी वन कार्बन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषण गर्दा वन वा रेडप्लस लागु हुने परियोजना क्षेत्रमा हुने चुहावट र वन क्षयिकरण समेतमा हुने कार्बन संचित परिवर्तन मापन गर्ने कार्य गरिने भएकोले सो सम्बन्धि तथ्याङ्क समेत विश्लेषण गरिनु आवश्यक छ ।

५.१ प्रयोगशालामा विश्लेषण

खासगरी काण्ड, हागाविगांको कुनै भाग काटेर ल्याएको सानो टुक्रा (डिस) र घांस, माटो एवं पत्करको स्याम्पल प्रयोगशालामा सुकाउने चलन छ । यो कार्य गर्दा प्रयोगशाला भित्रको तापक्रम $90\pm 1^{\circ}$ सेल्सियससम्ममा तबसम्म राखिन्छ जवसम्म यी स्याम्पलहरूले स्थीर (Constant) वजन दिन नसकोस् ।

खास गरी माटोको कार्बन विश्लेषण गर्नका लागि दुइवटा विधि बढि प्रभावकारी देखिन्छ : -क) ड्राइ कम्बसन विधि र (ख) वेट कम्बसन विधि । तर IPCC (2003) ले ड्राइ कम्बसन विधिको प्रयोगमा बढि जोड दिएको छ । यस विधिमा organic / inorganic carbon छुट्याउने कार्य गरिन्छ जसले गर्दा माटोमा रहेको acid हटाइ दिन्छ र कार्बन छुट्याउन सजिलो हुन्छ । यसरी माटोको कार्बन विश्लेषण गर्ने विधिलाई Rapid Titration विधि पनि भनिन्छ (Walkey and Black, 1958) ।

५.२ कार्बन विश्लेषण

वनमा रहेको विभिन्न कार्बन पुलको कार्बन विश्लेषण विभिन्न विधिद्वारा गर्ने गरीन्छ । यो विधि जमीनमाथिको भाग र जमीनमुनीको कार्बन पुल अनुसार फरक पर्दछ ।

५.२.१ जमीनमाथिको कार्बन विश्लेषण

जमीन माथिको कार्बन भन्नाले रुख, पोल, लाश्रा, विरुवा, सोतर र घांस आदीलाई बुझाउँदछ । त्यसकारण यसमा रहेको कार्बन परिमाण पता लगाउनका लागि खासगरी नेपालमा २ वटा विधि प्रयोगमा ल्याइएको छः

(क) प्रजाति अनुसारको वायोमासको सुत्र प्रयोग गरेर र (ख) IPCC Best Practice Guideline (2006) ले दिएको सुत्र प्रयोग गरेर ।

क. प्रजाति अनुसारको वायोमासको सुत्र प्रयोग गरेर

यस अन्तर्गत मुख्यतः दुई किसिमको विधि प्रयोग गरी वायोमास पत्ता लगाउने गरिन्छ :

प्रजाति अनुसारको आयतन तालिकाको प्रयोग विधि: यस विधिमा प्रजाति अनुसारको आयतन तालिकाको प्रयोग गरेर आयतन पत्ता लगाउने (Sharma E.R. and Pukkala T., 1990) र सोबाट आएको परिणामलाई सो रुखको घनत्व (Density) ले गुणन गर्ने । यसले मुख्य काण्डको वायोमास दिन्छ । अनि अरु भागहरू जस्तै पात तथा हांगाको लागि Default value प्रयोग गर्ने । यसरी नै जमीनमाथीको सम्पूर्ण भागको वायोमास पता लगाउन सकिन्छ ।

प्रजाति अनुसारको वायोमास तालिकाको प्रयोग विधि: विभिन्न विद्वानहरूले प्रयोग गरेको सुत्रहरू प्रयोग गरेर पनि वायोमास पता लगाउन सकिन्छ । जस्तै: श्री प्रयागराज ताम्राकारले संकलन गरेको वायोमासका सुत्रहरू: यसमा प्रजातिहरूको आधारमा वायोमास तालिका दिइएको छ । उक्त तालिका वायोमास सुत्रको आधारमा तयार गरीएको छ जसको विस्तृत विवरण अनुसूची-४ मा समावेश गरिएको छ । यसरी यस वायोमास सुत्रको प्रयोग गरेर पनि रुखको पात, काण्ड तथा हागाविगाको ताजा वायोमास पता लगाउन सकिन्छ । यो वायोमासका सुत्रहरू तलको सिद्धान्तमा आधारित छ (Tamrakar P. R. , 2000) ।

Regression model: $\ln W = a + b \ln DBH$

W= Green Weight of tree components (biomass: Leaf, branches and Stem) in Kilogram

DBH=Over bark diameter at breast height (measured at 1.3 m above ground) in cm

and b= Co-efficient model (a intercept & b slope)

यो वायोमास तालिका निश्चित व्यास तथा उचाईका रुखहरूलाई समेटेर तयार गरिएको हुँदा यस तालिकाको सिमित प्रयोग मात्र गर्न सकिन्छ । यो बाहेक यस वायोमास तालिकाले ताजा वायोमास मात्र दिने भएकोले रुखको काण्ड तथा हांगाविगाको चक्का (Dish) स्याम्पल लिनु आवश्यक छ जसबाट यसमा रहेको Moisture content थाहा पाउन सकिन्छ । Moisture content को इकाइ नहुने भएकोले यसलाई प्रतिशत रेकर्ड गरिन्छ । त्यस्तै सुखा वायोमास (Dry biomass) पता लगाउनको लागि तलको सुत्र प्रयोग गर्नु पर्छ ।

सुखा वायोमास (Dry biomass) = ताजा वायोमास (Fresh biomass) X Moisture प्रतिशत ।

त्यस्तै Acharya, K. P., Regmi, R. and Acharya B. (2003), Acharya B. / K. P. and Acharya B. 2004 ले प्रस्तुत गरेको केही प्रजातीहरूको वायोमास तालिका तथा सुत्र पनि कार्बन विश्लेषणको लागि प्रयोग गरीन्छ ।

साथ साथै अझ बढि Precision बढाउनका लागि रुख तथा पोलको वर्गिकरण गरिनु उचित हुन्छ । फिल्डबाट मुख्यतः रुख र पोल सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन गर्दा सबै रुख र पोल क्लास १ मा नै नपर्न सक्छ । यस्तो अवस्थामा काण्ड र हांगाविगाको वायोमास र सोबाट निस्कन सक्ने दाउराको मुल्याङ्कनलाई आधार मानि कार्बन विश्लेषण गर्नु उपयुक्त मानिन्छ । यस सन्दर्भमा अरु क्लासको लागि तपशिलको तालिका नं. ८ मा देखाए अनुसारको कन्भर्सन फ्याक्टर प्रयोग गरी वायोमास र कार्बन परिमाण पत्ता लगाउनु उचित हुन्छ ।

Table 7: कन्भर्सन फ्याक्टरको प्रयोग

क्लास	काण्डको आयतन	दाउरा चट्टा	काण्डको वायोमास	दाउराको वायोमास
क्लास १	कुनै परिवर्तन गर्नु नपर्ने	चट्टामा	आयतन X डेन्सिटी	आयतन थाहा भएको
क्लास २	०.६००८	(१.४३१ X आयतन)/१०००	आयतन X डेन्सिटी	टुक्रा दाउराको वजनलाई आधार मान्ने
क्लास ३	आयतन नहुने	आयतन/१०००		

नोट: एक चट्टा दाउरामा= ५०० क्यू.फि. हुने भएकोले यसलाई प्रजाति अनुसारको डेन्सिटी (घनत्व) ले गुणन गरे वायोमास निकाल्न सकिन्छ (MFSC, 1992, 1994)।

ख. IPCC ले दिएको सुत्र प्रयोग गरेर

जमीनमाथिको रुख वायोमास अनुमान (Above ground Tree Biomass Calculation)

IPCC ले दिएको सुत्र प्रयोग गरेर कार्बन सम्बन्धी तथ्याङ्क विश्लेषण गरी वायोमास अनुमान गर्नका लागि तल तालिका नं. ८ मा प्रस्तुत गरे अनुसारको एलोमेट्रिक सुत्र प्रयोग गरिन्छ । यो एलोमेट्रिक सुत्र उक्त क्षेत्रमा हुने वर्षामा भर पर्ने भएकोले हाम्रो देशको विभिन्न जिल्लाहरूलाई तल तालिका नं ९ अनुसार वर्गिकरण गरि सोही अनुसारको एलोमेट्रिक सुत्र प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ । साथै जिल्लाभित्र रहेका मौसम तथा वर्षाको तथ्याङ्क संकलन गर्ने केन्द्र (Weather

station) बाट प्राप्त तथ्याङ्कको आधारमा पनि जिल्लालाई विभिन्न क्षेत्रमा विभाजन गरि तालिका नं. ८ अनुसारको सूत्र प्रयोग गर्न सकिन्छ। वार्षिक औषत वर्षाको आधारमा १५०० मी.मी. भन्दा कम, १५००-४००० मी.मी. र ४००० मी.मी. भन्दा बढी वर्षा हुने क्षेत्रमा पर्ने जिल्लाहरूमा वायोमास आँकलन गर्नका लागि तल दिए अनुसारको छुटाछुटै एलोमेट्रिक सूत्र प्रयोग गरिनु उचित हुन्छ। यसका साथै जिल्लाहरूको वार्षिक औषत वर्षासम्बन्धि विवरण अनुसूची १४ मा प्रस्तुत गरिएको छ।

Table 8: वायोमास अनुमान गर्ने सूत्र

क्षेत्र	वार्षिक वर्षा मि मि	Chave et al. (2005) को सूत्र	Brown et al 1989 को सूत्र
Dry	<1500	$AGTB = 0.112 * (\rho D^2H)^{0.916}$	$Y=34.4703-8.0671D+0.6589D^2$
Moist	1500-4000	$AGTB = 0.0509 * \rho D^2H$	$Y=38.4908-11.7883D+1.1926D^2$ $Y=\exp(-3.1141+0.9719\ln(D2H))$ $Y=\exp(-2.409+0.9522\ln(D2HS))$
Wet	>4000	$AGTB = 0.0776 * (\rho D^2H)^{0.940}$	$Y=13.2579-4.4845D$ $Y=\exp(-3.3012+0.9439\ln(D2h))$ $Y=\exp(1.2017+0.5627\ln D)$

जबकि

AGTB (Y) = Above Ground Tree Biomass

ρ =Wood density, D= dbh (cm) & H= height of tree (m)

माथि उल्लेखित एलोमेट्रिक सूत्रहरूमा प्रजाती अनुसार Specific Gravity (wood density) को प्रयोग भएको पाइन्छ। त्यसकारण यहाँ पाइने रुख प्रजातीहरूको Specific Gravity (density) थाहा पाउनु आवश्यक छ जुन अनुसूची ३ मा समावेश गरिएको छ।

त्यसैगरी वर्षाले पनि एलोमेट्रिक सूत्रहरूको प्रयोगमा प्रभाव पार्ने भएकोले यसको आधारमा जिल्लाको वर्गिकरण तल तालिका नं ९ मा देखाए अनुसार गरिनु उपयुक्त हुन्छ। साथै वर्षा सम्बन्धि विस्तृत विवरण अनुसूचि १३ मा छ।

Table 9 : वर्षाको आधारमा जिल्लाहरूको वर्गिकरण:

वर्षाको विवरण	वर्षाको आधारमा जिल्लाको वर्गिकरण			
१५०० मी मी भन्दा कम	वैतडी, डडेल्धुरा, अछाम, हुम्ला, जुम्ला, मुगु, डोल्पा, कालिकोट, मनाङ, मुस्ताङ,		वाँके, प्यूठान, रसुवा, खोटाङ, सीरहा, ओखलढुङ्गा, रुकुम, धनकुटा, दार्चुला	
१५००-४००० मी मी	इलाम, पाँचथर, मोरङ, तेह्रथुम, सखुवासभा, सोलुखुम्बु, काभ्रेप्लान्चोक, ललितपुर, काठमाण्डौं, धादिङ, धनुषा,	भोजपुर, भक्तपुर, सप्तरी, सिन्धुली, रामेछाप, पर्सा, महोत्तरी, रौतहट, वारा, गोरखा, सर्लाही, रुपन्देही, पाल्पा, बझाङ, दाङ, सल्यान जाजरकोट,	ताप्लेजुङ, भ्र्पापा, सुन्सरी, दोल्खा, उदयपुर, कास्की, सिन्धुपाल्चोक, नुवाकोट, मकवानपुर, चितवन, लमजुङ, स्याङ्जा, दैलेख, वर्दिया, वाजुरा,	तनहु, म्याग्दी, पर्वत, वागलुङ, गुल्मी, डोटी अर्घाखाँची, नवलपरासी, रोल्पा, सुर्खेत, कञ्चनपुर, कैलाली र कपिलवस्तु
४००० मी मी भन्दा बढी				

Source: Practical Action Nepal, Office, 2009

जमीनमाथिको स्याप्लीड (लाश्रा) को वायोमास अनुमान (Above ground Tree Biomass Calculation)

जमीनमाथिको स्याप्लीड (लाश्रा) को वायोमास अनुमान गर्नका लागि तल अनुसारको सुत्र प्रयोग गरिनु पर्छ ।

$$\log(AGSB) = a + b \log(D) \quad \text{where:}$$

Log	=	Natural log; [dimensionless]
AGSB	=	Aboveground Sapling Biomass; [kg]
a	=	Intercept of allometric relationship for saplings; [dimensionless]
b	=	Slope allometric relationship for saplings; [dimensionless]
D	=	Over bark diameter at breast height (measured at 1.3m above ground); [cm]

विरुवा, लाश्रा, सोतर, घांस तथा हर्वको वायोमास क्यलकुलेसन गर्नका लागि:

$$LHG = \frac{W_{field}}{A} \cdot \frac{W_{subsample,dry}}{W_{subsample,wet}} \times \frac{1}{10000}$$

जवकि

LHG	·	Biomass of seedling, sapling, Litter, Herbs, and Grasses [t/ha]
W_{field}	·	Weight of the fresh field sample of Leaf Litter, Herbs, and Grasses, destructively sampled within an area of size A; [g]
A	·	Size of the area in which seedling, sapling, litter, Herbs, and Grasses were collected; [ha]
$W_{subsample,dry}$	·	Weight of the oven-dry sub-sample of Seedling, Leaf Litter, Herbs, and Grasses taken to the laboratory to determine moisture content; [g]
$W_{subsample,wet}$	·	Weight of the fresh sub-sample of Leaf Litter, Herbs, and Grasses taken to the laboratory to determine moisture content; [g]

५.२.२ जमिनमुनीको कार्बन विश्लेषण

जमिन मुनीको कार्बन भन्नाले रुख, तथा पोल, र लाश्राको जराको कार्बन र माटोमा रहेको कार्बनलाई बुझाउँदछ ।

क. जराको कार्बन

रुख तथा पोल र लाश्राको जराको कार्बन निकाल्नको लागि मुख्य काण्डमा रहेको कार्बनको परिमाणमा ०.१५ ले गुणन ग-यो भने पता लगाउन सकिन्छ MacDicken K (1997) । तसर्थ रुख, तथा पोल, र लाश्राको मुख्य काण्डको कार्बन परिमाण थाहा हुनु आवश्यक छ । तर विरुवा, हर्व एवं श्रवको स्याम्पल लिदा जरासमेत लिने भएकोले यस सम्बन्धी व्याख्या गर्नु आवश्यक परेन ।

ख.माटोको कार्बन

माटोमा रहेको कार्बन विश्लेषणका लागि तलका सुत्र प्रयोग गरीन्छ । यस सन्दर्भमा Bulk Density माटोको स्याम्पल लेयर (तह) अनुसार फरक पर्दछ । त्यसै गरी कार्बनको प्रतिशत विभिन्न तहमा फरक फरक हुन्छ । माटोमा रहेको कार्बनलाई टन प्रति हे.मा प्रस्तुत गर्नु उपयुक्त हुन्छ । Bulk Density / Soil Organic Carbon (SOC) पत्ता लगाउनका लागि तल उलेख भए अनुसारको सुत्र प्रयोग गरिन्छ ।

$$\text{Bulk Density (g/cc)} = (\text{oven dry weight of soil}) / (\text{volume of soil in the core}).$$

त्यसरी नै माटोमा रहेको जम्मा कार्बन पता लगाउन,
 $\text{SOC} = \text{Organic Carbon Content \%} * \text{Soil Bulk Density (Kg/cc)} * \text{thickness of horizon. (Chabbra etal, 2002)}$

५.२.३ कार्बन एवं कार्बन डाय अक्साइड आंकलन

वनमा रहेको वायोमास आंकलन गरीसकेपछि त्यसलाई कार्बनको परिमाणमा परिणत गरिनु पर्छ । यसका लागि वायोमासलाई ०.४५-०.५५ को मानले गुणन गरीन्छ (Yang et al 2005, IPCC 2006) । तर अक्सर गरेर रुख विरुवाको वायोमासमा रहेको कार्बन परिमाण अनुमान गर्नका लागि ०.४७ ले गुणन गर्नु उपयुक्त मानिन्छ (Tewar A. Karki B. S., 2007) । पछि यस कार्बनले वायुमण्डलबाट कति कार्बन डाय अक्साइड हटाउन सक्छ यसका लागि ४४/१२ अर्थात् ३.६७ ले गुणन गरेर पता लगाइन्छ (Pearson et al, 2007) ।

५.२.४ जम्मा कार्बन संचिति आंकलन (Carbon Sequestration)

वनमा वा एउटा खण्डमा कार्बन संचिति कति भएको छ पता लगाउनका लागि तलको सूत्र प्रयोग गरीन्छ । तसर्थ एउटा खण्डको कार्बन संचिति पत्ता लागि सकेपछि त्यसैगरी अरु बाँकी खण्डको कार्बन संचिति पनि आंकलन गर्न सकिन्छ । अनि सबै खण्डको कार्बन संचिति आंकलन गरीसकेपछि सबैलाई जोडेर पुरै वन क्षेत्रको कार्बन संचिति अनुमान गर्न सकिन्छ ।

एउटा खण्डमा रहेको कार्बन संचिति पत्ता लगाउने सूत्र :

$$C(LU) = C(AGTB) + C(AGSB) + C(BB) + C(LHG) + C(DWS) + SOC$$

जहाँकि

$C(LU)$	=	Carbon stock density for a land use category; [Mg C ha ⁻¹]
$C(AGTB)$	=	Carbon in aboveground tree biomass; [Mg C ha ⁻¹]
$C(AGSB)$	=	Carbon in aboveground sapling biomass; [Mg C ha ⁻¹]
$C(BB)$	=	Carbon in belowground biomass; [Mg C ha ⁻¹]
$C(LHG)$	=	Carbon in litter, herb & grass; [Mg C ha ⁻¹]
$C(DWS)$	=	Carbon in dead wood & stumps; [Mg C ha ⁻¹]
SOC	=	Soil organic carbon; [Mg C ha ⁻¹]

५.३ वन क्षेत्रमा हुने चुहावट सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण

वन वा रेड प्लस परियोजना क्षेत्रभित्रको तथ्याङ्क विश्लेषण गरे जस्तै गरी संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरी चुहावट क्षेत्रमा भएको वन कार्बन अनुमान गर्न सकिन्छ । त्यसैगरी यसले रेड कार्यक्रममा कति प्रभाव पारेको छ भने पत्ता लगाउनका लागि दुइ फरक समयको कार्बन संचितिको तुलना गरिन्छ र यसको तुलनात्मक अध्ययनले चुहावटमा भएको सुधार वा वृद्धि भएको पता लगाउन सकिन्छ । यस कार्यका लागि तलको सूत्र प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

वन कार्बन चुहावट= समय एक (पहिलो वर्ष) को कार्बन संचिति - समय दुइ (दोश्रो वर्ष) को कार्बन संचिति

५.४ वन क्षेत्रमा हुने क्षयिकरण तथ्याङ्क विश्लेषण

वनमा हुने क्षयिकरण मापन गर्ने मान्य विधि नभएको सन्दर्भमा जसरी दुई वटा आधारलाई क्षयिकरण मापन कार्यलाई अगाडि सारिएको छ र सोही अनुसार तथ्याङ्क संकलन गर्ने उलेख गरिएको छ उक्त संकलित तथ्याङ्कहरूको विश्लेषण कार्यमा पनि उक्त आधारहरूलाई प्राथमिकता दिइनु उचित हुनेछ ।

५.४.१ इमेज विश्लेषण

वन क्षेत्रको उच्च वा मध्यम रिजोलुसनको इमेज प्राप्त छ भने शुरुको वर्षमा इमेज क्लासीफिकेसन (वर्गिकरण) गरी जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहायताले वनको अवस्था थाहा पाउन सकिन्छ । अनि क्षयिकरण भएको क्षेत्रहरूको कार्बन संचिति सम्बन्धि संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरि क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरूको कार्बन संचिति थाहा पाउन सकिन्छ । त्यसपछि जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोग क्लासिफाइड नक्सा र कार्बन संचितिको परिमाणसंग सम्बन्ध स्थापित गर्न सकिन्छ । यसलाई आधार मानि अर्को अवधिमा फेरी वन कार्बन मापन कार्य गर्दा तुलना गरिनु पर्छ जसले वनको क्षयिकरणमा भएको परिवर्तन थाहा पाउन सकिन्छ । अर्थात् पहिले भएरहेको वन क्षयिकरण क्षेत्रमा क्षयिकरणमा कमि आएको छ वा वृद्धि भएको छ वा अझ नयाँ क्षेत्रमा पनि वन क्षयिकरण भएको छ कि थाहा पाउन सकिन्छ । अझ यसैको आधारमा वढि, मध्यम र कम वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रमा वर्गिकरण गर्नु पर्छ ।

५.४.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्क विश्लेषण

यस तरिकामा फिल्डबाट संकलन गरि ल्याएको क्षयीकरण भएको क्षेत्रको छत्र घनत्व र कार्वन संचिति सम्बन्धि तथ्याङ्क विश्लेषण गर्नका लागि तल अनुसारको स्टेप अपनाउनु जरूरी छ ।

स्टेप १: वन क्षयिकरण भएको क्षेत्रमा स्थापना गरिएको स्याम्पल प्लटबाट संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरि कार्वन संचिति पता लगाउने । त्यसै गरि उक्त स्याम्पल प्लटहरुको छत्र घनत्व कति छ रेकर्ड गरिएको हुन्छ । साथै उक्त स्याम्पल प्लटहरुको जि.पि.एस.को-अर्डिनेट पनि रेकर्ड गरिएको हुन्छ ।

स्टेप २: त्यसकारण उक्त स्याम्पल प्लटहरुको कार्वन संचिति र छत्र घनत्वको सम्बन्ध शुरुको वर्षमा जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोगले स्थापित गर्ने । त्यस पछि अर्को अवधिमा पनि त्यै क्षेत्रको तथ्याङ्क संकलन गरिएको हुन्छ सो को विश्लेषण गर्ने ।

स्टेप २: यी दुइ अवधिमा भएको कार्वन संचिति सम्बन्धि परिवर्तण दाँज्नाका लागि वढि छत्र घनत्व (>५०%) छ भने वढि कार्वन संचिति र मध्यम (२०-५०%) र कम छत्र घनत्व (<२०%) छ भने सोही अनुसारको कार्वन संचिति हुने भएकोले यस अनुसार वर्गिकरण गरेर दूई अवधिको दाँजेर हे-यो भने क्षयिकरणमा भएको सुधार वा ह्रास वारे थाहा पाउन सकिन्छ ।

खण्ड छः वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण

६. वन कार्बन संचितिको अभिलेखिकरण (Recording of Forest Carbon)

वन कार्बन मापन प्रकृत्यामा प्रति वर्ष कार्बन संचितिमा कति परिवर्तन भएको छ, सोबारे रेकर्ड राख्नु अति आवश्यक हुन्छ। यस सन्दर्भमा वन कार्बन संचिति रेकर्ड वन एवं रेड प्लस लागु हुने क्षेत्र, चुहावट हुने क्षेत्र एवं क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरुको रेकर्ड छुटा छुटै राख्नु आवश्यक छ। यस सम्बन्धी रजिस्टर र स्याम्पल प्लटको फोटोग्राफ समेत राखिनु उचित हुन्छ।

६.१ वन कार्बन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्ने

वन एवं रेड प्लस लागु हुने क्षेत्रमा हुने वन कार्बन संचिति सम्बन्धि परिवर्तनको अभिलेख तल देखाए अनुसार राख्नु पर्छ।

- रजिस्टर बनाएर स्थायी प्लट सम्बन्धी विवरण रेकर्ड गरी राख्ने। यस रेकर्डमा स्थायी प्लटमा लिइएको वन कार्बन मापन सम्बन्धी तथ्याङ्क र सो विश्लेषणबाट निस्केको नतिजा आदी प्रत्येक अवधिको छुटा छुटै राख्नु पर्छ जसले गर्दा आगामी दिनमा कार्बन संचिति सम्बन्धी विवरण प्रष्ट रूपमा हेर्न सकोस्। यसको नमुना अनुसुची १० मा दिइएको छ।
- त्यसै गरि आवधिक वन कार्बन संचिति नतिजाहरु संक्षिप्त रूपमा (Summary Sheet) छुटै अभिलेख राख्नु पर्छ जसले गर्दा यसमा दुई अवधिमा भएको परिवर्तनलाई दाँज्न सकोस किनभने वन कार्बन संचितिमा भएको वृद्धिबाट मात्र कार्बन व्यापारमा लाभान्वित हुन सक्छ। यसका साथै यदि परियोजना क्षेत्रमा वन कार्बन संचितिमा हास आएको रहेछ भने यसमा सुधारका उपाय अपनाउनका लागि यसले पृष्ठपोषण गर्छ।
- यी नतिजाहरुलाई प्रकाशन गरिनु पूर्व समान खालको वन वा रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्रमा रहेको वन कार्बन संचिति नतिजाहरुसंग दाजिनु अति आवश्यक छ।
- वन कार्बन संचितिको अभिलेख सम्बन्धित परियोजनामा राख्नु पर्छ। साथै अनुसुची ११ मा देखाए अनुसार वन कार्बन रजिस्टर छुटै राखिनु पर्छ जसमा वन व्यवस्थापन पद्धति (forest amangeemnt modelaity) अनुसार वन कार्बन संचिति सम्बन्धि विवरण उल्लेख गरिनु पर्छ। यसको विवरण अहिलेलाई जिल्ला वन कार्यालयमा र पछि राज्यको पुनरसंरचना भए सकेपछि (सो राजनितिकि सिमानालाई आधार मान्ने) उक्त राज्यमा अभिलेख राख्नका लागि नियमित रूपमा जानकारी दिइनु पर्नेछ। तत्पश्चात जिल्ला वन कार्यालयले तालीका नं. १० मा देखाए अनुसारको ढाँचामा प्रत्येक वन व्यवस्थापन इकाइबाट प्राप्त वन कार्बन संचिति सम्बन्धि रेकर्ड जम्मा गरि (Compile form) नियमित रूपमा माथिल्लो स्तरका कार्यालयमा जानकारी दिने व्यवस्था गरिनु उचित हुनेछ।
- यसका साथै रेड प्लस परियोजना लागु भएको वन क्षेत्रको नियमित अनुगमन जिल्ला वन कार्यालय एवं माथिल्लो निकायबाट गरिनु पर्छ र वेलावेलामा पृष्ठपोषण समेत गरिनु पर्दछ जसले गर्दा रेड प्लस परियोजनालाई सफल बनाउन सहज होस्।
- यसका साथै उक्त स्थायी स्याम्पल प्लटको फोटोग्राफ प्रत्येक वर्ष स्याम्पल लिएर राख्ने जसले आगामी दिनमा फोटोग्राफबाट नै वन कार्बन संचितिमा भएको सामान्य परिवर्तन हेर्न सकिन्छ र साधारण वन उपभोक्ताले समेत यसबारे वढि प्रष्ट हुन सक्दछन्। यसको रेकर्ड सम्बन्धी नमुना अनुसुची १२ मा दिइएको छ।

Table 10: जिल्लाको जम्मा वन कार्वन संचितिको रेकर्डको नमुना

जिल्ला:	स्थान:		रेकर्ड गरेको मिति:				
रेकर्डको नाम, पद र संस्था :			जम्मा क्षेत्रफल: हे.				
वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :							
इलाका वा रे.पो.	वन व्यवस्थापन विधि (सा.व. वा)	मुख्य प्रजाती	जमीनमाथिको कार्वन टन		जमीनमुनीको कार्वन टन		कैफियत
			प्र. हे.	जम्मा	प्र. हे.	जम्मा	

६.२ चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन संचितिको अभिलेख

यसै गरि वनमा हुने चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्नका लागि माथि उल्लेख गरे जस्तै प्रकृया अपनाउनु पर्छ । अर्थात् पहिले वन कार्वन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख सम्बन्धित रेड प्लस परियोजना लागु भएको क्षेत्रमा राख्ने त्यसपछि सो को जानकारी नियमित रूपमा जिल्ला वन कार्यालयमा र जिल्ला वन कार्यालयले सम्बन्धित निकायमा रेकर्डको लागि जानकारी दिइनु पर्छ । त्यसैगरि चुहावट हुने क्षेत्रको फोटोग्राफहरुको अभिलेख पनि राखिनु पर्छ ।

यस सम्बन्धि स्याम्पल प्लट अनुसार माथी उल्लेख गरे अनुसारको रेकर्ड गरिनु पर्छ तर समग्रमा वन कार्वन संचिति परिवर्तन सम्बन्धि अभिलेख तल तालिका नं ११मा देखाए अनुसार राख्नु उचित हुनेछ ।

Table 11: चुहावट क्षेत्रको वन कार्वन संचितिको अभिलेख

चुहावट हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्वन संचिति (टन)		
	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
वढि प्रभावित						
मध्यम प्रभावित क्षेत्र						
कम प्रभावित क्षेत्र (शुरु भएको)						

६.३ वन क्षयिकरणका क्षेत्रको वन कार्वन संचितिको अभिलेख

वनमा हुने क्षयिकरण क्षेत्रको वन कार्वन संचितिमा हुने परिवर्तनको अभिलेख राख्नका लागि माथि उल्लेख गरे जस्तै प्रकृया अपनाउनु पर्छ । तर यस सम्बन्धि जानकारी इमेजको प्रयोग, फिल्डस्तरको वन कार्वन मापन र फोटोग्राफको प्रयोगमा आधारीत भएको हुनाले वन क्षयिकरणको अभिलेख राख्ने तरिका फरक पर्छ । त्यसकारण यस सम्बन्धि अभिलेख दुई किसिमले राख्नु उचित हुनेछ ।

६.३.१ नक्सामा वन क्षयिकरण सम्बन्धि कार्वन संचितिको परिवर्तन देखाउने

वन क्षेत्रको उच्च वा मध्यम रिजोलुसनको इमेज प्राप्त छ भने शुरुको वर्षमा इमेज क्लासीफिकेसन (वर्गिकरण) गरी जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहायताले वनको अवस्था थाहा पाउन सकिन्छ । अनि क्षयिकरण भएको क्षेत्रहरुको कार्वन संचिति सम्बन्धि संकलित तथ्याङ्क विश्लेषण गरि क्षयिकरण हुने क्षेत्रहरुको कार्वन संचिति थाहा पाउन सकिन्छ । त्यसपछि जि.पि.एस. को-अर्डिनेटको सहयोग क्लासिफाइड नक्सा र कार्वन संचितिको परिमाणसंग सम्बन्ध स्थापित गर्न सकिन्छ । यसलाई आधार मानि अर्को अवधिमा फेरी वन कार्वन मापन कार्य गर्दा तुलना गरिनु पर्छ जसले वनको क्षयिकरणमा भएको परिवर्तन थाहा पाउन सकिन्छ । यस परिवर्तनलाई तालीका नं१२ मा देखाए अनुसार तिन प्रकारमा विभाजित गरि अभिलेख राख्नु उचित हुनेछ ।

Table 12: वन क्षयिकरण क्षेत्रको सेटेलाइट इमेज वन कार्बन संचितिको अभिलेख

वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्बन संचिति (टन)		
	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
बढि प्रभावित						
मध्यम प्रभावित क्षेत्र						
कम प्रभावित क्षेत्र (शुरु भएको)						

६.३.२ फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा अभिलेख राख्ने

वन क्षयिकरण मापन कार्यलाई फिल्ड स्तरमा कार्बन मापनमा छत्र घनत्व र कार्बन संचितिसंगको सम्बन्ध बनाइ दाँजे पनि एउटा आधार हुन सक्ने भएकोले सो सम्बन्धि अभिलेख राख्दा छत्र घनत्व र वन कार्बन संचिति तालीका नं. १३ मा देखाए अनुसार राख्नु उचित हुनेछ।

Table 13: वन क्षयिकरण क्षेत्रको फिल्डमा लिएको तथ्याङ्कको आधारमा वन कार्बन संचितिको अभिलेख

वन क्षयिकरण हुने क्षेत्रको वनको वर्गिकरण	क्षेत्रफल (हे.)			वन कार्बन संचिति (टन)		
	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक	शुरुको वर्षको	अर्को अवधिको	फरक
बढि छत्र घनत्व						
मध्यम छत्र घनत्व						
कम छत्र घनत्व (शुरु भएको)						

खण्ड सात: गुणस्तरमा नियन्त्रण

७. गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण (Quality Assurance and Quality Control)

रेड कार्यक्रमको लागि मापन गरेर आंकलन गरेको कार्वन सञ्चिति सम्बन्धी परिणाम के मापनका आधारहरु सही छन् त ? के यसबाट आएका नतिजाहरु कार्वन मापनका सुचकांकहरुसँग मेल खान्छन् त ? भनी जाच्नु आवश्यक हुन्छ । कार्वन मापनका परिणामहरुलाई यसरी जाच्नु भनेको यसको गुणस्तरमा सुनिश्चीतता दिनु हो र नियन्त्रण कायम गर्नु हो । कार्वन मापन विधिमा यसले ठुलो महत्व राख्छ, किनभने कार्वन मापन मात्र गरेर पुग्दैन यसलाई कार्वन बजारसँग जोड्नु भनेको त्यतिकै चुनौतिपूर्ण काम हो ।

यसकारण तल उल्लेख गरिए अनुसारको स्टेप अपनाइयो भने वन कार्वनको गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण गर्नका लागि सहयोग पुग्न सक्छ । क. फिल्डमा भरपर्दो मापन कार्य गर्न, ख. प्रयोगशालामा कार्वन विश्लेषण गर्न, ग. संकलित तथ्याङ्क व्यवस्थापन एवं विश्लेषण कार्यमा, घ. संकलित तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन र उक्त तथ्याङ्कमा एक रुपता छ कि छैन र ङ. तथ्याङ्कलाई प्रवाहीकरण आदी स्टेपहरुमा चेक गरेर गुणस्तरको सुनिश्चीतता र गुणस्तरमा नियन्त्रण गर्न सकिन्छ ।

७.१ फिल्डमा भरपर्दो मापन (Reliable Field Measurement)

रेड कार्यमा वन कार्वन मापन क्रियाकलापलाई प्रभावकारी ढंगले अगाडि बढाउन र फिल्डमा कार्वन मापन गर्दा बढि Precision प्राप्त गर्नका लागि फिल्डमा मापन कार्य भइरहेको समयमा एउटा फिल्ड निरीक्षण कार्यक्रम (Audit Programme) गरिनु उपयुक्त हुनेछ । यो कार्यक्रम तीन चरणमा गर्न सकिन्छ ।

चरण १. हट चेक (Hot Check): निरीक्षकले फिल्डमा तथ्याङ्क संकलन गर्ने टोलीको निरीक्षण गर्ने गर्दछ । यस चेकमा गलति भएको छ भने सच्याउनलाई अनुमति दिइन्छ ।

चरण २. कोल्ड चेक (Cold Check): यसमा निरीक्षकले फिल्डमा तथ्याङ्क संकलन गर्ने टोली निरीक्षणको क्रममा अनुपस्थिति रहेको जांच गर्ने गर्दछ ।

चरण ३. ब्लाइन्ड चेक (Blind Check): यस कार्यमा निरीक्षकद्वारा स्याम्पल प्लट पुरै पुनः मापन गर्ने गरिनु पर्नेछ । यस कार्यक्रममा Variance आंकलन गरेर दाँज्जलाई अनुमति दिन्छ ।

फिल्डको मापन कार्य सम्पन्न भइ सकेपछि सम्पूर्ण स्याम्पल प्लटको १० प्रतिशत स्वतःस्फूर्त किसिमले जांच गरिन्छ । त्यसपछि यस तथ्याङ्कलाई पहिले संकलन गरिएको श्रोत तथ्याङ्कसँग तुलना गरिन्छ । यस अवस्थामा भएको गलतिलाई सच्याइन्छ र त्यसलाई रेकर्ड गरिन्छ । यस्ता गलतीलाई जहिले पनि प्रतिशतमा प्रस्तुत गरिन्छ ।

७.२ प्रयोगशालामा विश्लेषण (Laboratory Analysis)

कार्वन मापन कार्यमा प्रयोगशालामा गरिने कार्य मुख्यतः दुइ किसिमको हुन्छ: नमुनालाई सुकाउने तथा माटोको कार्वन विश्लेषण गर्ने । त्यसकारण प्रयोगशालाको काममा दक्ष प्राविधिकलाई मात्र यो कार्यमा सहभागी गरीनु उपयुक्त हुन्छ किनभने यसले कार्वन कम्बसन औजार (Carbon Combustion Instrument) प्रमाणित आधारलाई मान्य हुने गरी क्यालिब्रेसन गरेको छ कि छैन र नमुनाको सुख्खा वजन लिने काम समय समयमा गरीएको छ, छैन आदी राम्ररी चेक गर्नु पर्ने हुन्छ ? त्यसकारण प्रयोगशालामा गरिएको कार्यमा कति गलति छ त्यसका लागि १० देखि २० प्रतिशत नमुना पुनः विश्लेषण गरिनु उचित हुन्छ ।

७.३ तथ्याङ्क व्यवस्थापन एवं विश्लेषण (Data Management and Analysis)

यदि फिल्डमा पनि कम्प्युटर छ वा Lab top लगाएको छ भने संकलित तथ्याङ्कलाई त्यतिखेर नै कम्प्युटरमा इन्ट्री गरिन्छ र गलति (Error) हुने संभावना कम हुन्छ। तर खासगरी फिल्डमा फर्मेट लगिन्छ र रेकर्ड गरेर ल्याउने गरिन्छ अनि मात्र त्यसलाई कम्प्युटरमा इन्ट्री गरिन्छ। यसमा गलति हुने संभावनाहरु रहन्छन जस्तै: फिल्डमा नोट गरेको रेकर्ड कहिलेकाही नवुक्तिने भएमा, यदि दुइजनाले तथ्याङ्क इन्ट्री कार्य गरेको छ अर्थात एक जनाले भन्ने र अर्कोले इन्ट्री गर्ने गरेको छ भने भन्नेले वा सुन्नेले दुवैजनाले गलति गर्न सक्छ। त्यसैगरी कहिले काही व्यासको सट्टा अर्धव्यास वा त्यसको सट्टा गोलाई मापन भएको छ भने र से.मी. को सट्टा मि.मि. भएको छ भने पनि गलति हुने संभावना हुन सक्छ। यस्ता गलतिहरु नहोस भन्नका लागि वढि भन्दा वढि सतर्क हुनु जरुरी हुन्छ। यसका साथै चेक गर्दै जाँदा Outlier पनि फेला पर्ने गर्दछ। त्यसकारण यस्ता गलतिहरु हटाउनका लागि पुरै तथ्याङ्क जाँच गर्नु आवश्यक हुन्छ। तथ्याङ्क व्यवस्थापन गर्दा यस्ता कार्यहरुमा जोड दिनु आवश्यक छ। स्पट वा रेञ्ज चेक गर्दा यस्ता गलतिहरु सच्याउन सकिने स्थिति भएन भने फिल्डमा गएर पुनः जाँच गर्नु र त्यो स्याम्पलको पुनः मापन गर्नु नै उचित उपाय हुन्छ।

७.४ संकलित तथ्याङ्क पुरा छ कि छैन र तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन (Data Completeness and Consistency Check)

तथ्याङ्कको गुणस्तर सुनिश्चित गर्न र यस्मा नियन्त्रण गर्न एउटा उत्तम प्रकृयाको विकास गरीनु आवश्यक छ। किनभने यसले फिल्डमा सर्वेक्षण गर्ने र तथ्याङ्क विश्लेषण गर्ने कार्यमा ठुलो सहयोग पु-याउन सक्छ। त्यसर्थ यस प्रकृयाका लागि निश्चित सुचकांकहरु बनाई मुल्याङ्कन गरीनु पर्दछ, जसले पछि कार्बन व्यापारका लागि कार्बन क्रेडिट प्रमाणित गर्ने कार्यमा सहयोग पु-याउन सक्दछ र बजारमा यस क्रेडिटलाई मान्यता दिने संभावना वढि हुन्छ। साथै सोही अनुसार पेशागत निर्णय गर्नमा थप मदत पुग्दछ। त्यसकारण तथ्याङ्क पुरा छ, छैन र यस्मा एकरूपता छ, छैन भनी जाँच गरीनु अत्यन्त आवश्यक हुन्छ।

७.४.१ तथ्याङ्क पुरा छ छैन जाँच्ने (Completeness Check)

तथ्याङ्कको गुणस्तर सुनिश्चित गर्न तथा यसमा नियन्त्रण कायम गर्न अपनाइएको प्रकृयाका लागि फिल्डबाट ल्याइएको तथ्याङ्क व्यवस्थित किसिमले संकलन गरिएको छ कि छैन र पुरा छ कि छैन तत्कालै जाँच गरीनु आवश्यक हुन्छ किनभने कुनै तथ्याङ्क लिन बाँकी रहेको छ वा छुटेको रहेछ भने तत्कालै फिल्डमा गएर पुनः लिन सकिन्छ।

फायल पूर्ण छ कि छैन जाँच्ने

- के डिजिटल फोटोहरु र स्क्यान गरेको स्याम्पल सिटहरुको सही नामाकरण गरिएको छ, छैन र फायल खोल्दा खुल्छ कि खुल्दैन ?
- के स्याम्पल प्लटहरुको नक्शामा जि.पि.एस. को-अर्डिनेट समेत देखिने गरी राखिएको छ र नामाकरण सही ढंगले गरीएको छ ?
- के स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटहरु पूर्ण र व्यवस्थित अर्डरमा छन् ?

यसकारण इलेक्ट्रोनिक तथ्याङ्कहरुको एक चोटि पुरा चेक गरीनु उचित हुन्छ।

इलेक्ट्रोनिक फायलभित्रको तथ्याङ्क पूर्ण छ कि छैन जाँच्ने

तथ्याङ्क कभर सिट:

- के सवै प्लटको तथ्याङ्क मौजुद छ त ?
- के सवै प्लटको छुटा छुट्टै नामाकरण (आइ डि राखेको छ) गरीएको छ ?
- के सवै प्लटको सेन्टर को-अर्डिनेट मौजुद छ त ?

- के प्रारम्भमा लिइएको तथ्याङ्क र परिणामले स्याम्पल डिजाइनलाई वास्तविक प्रतिनिधित्व गर्दछ ?
- के प्रारम्भमा लिइएको तथ्याङ्कलाई आधार मानि आंकलन गरीएको स्याम्पल प्लट संख्या वास्तविक स्याम्पल प्लट संख्यासँग मेल खान्छ ?

प्लट सम्बन्धी जानकारी :

- के सबै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक खण्डको नामाकरण गरिएको छ ?
- के त्यसरी नामाकरण गरिएको खण्डको आइ डि सही छ त ?

जमीनमाथिको रुखको वायोमास:

- के सबै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सबै प्रजातिको नामाकरण गरिएको छ त ?
- त्यसरी नामाकरण गरिएको खण्डको आइ डि सही छ त ?
- स्याम्पल प्लटमा परेका सबै रुखहरूमा ट्याग लगाइएको छ त ?
- के सबै रुखहरूको व्यास से.मी. मा नापिएको छ ?

छत्र घनत्वको प्रतिशत:

- के सबै प्लटको तथ्याङ्कहरू मौजूद छ त ?
- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सबै जम्मा वर्गको संख्या २४ पुग्दछ त ?
- के प्रत्येक प्लटको ४ वटा रिडिड रेकर्ड गरिएको छ त ?

खडा सुखा रुख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के खडा रुखहरूको वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरिएको छ त ?

भुकेको सुखा रुख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के खडा रुखहरूको वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरिएको छ त ?

ढलेको रुख:

- के प्रत्येक प्लटको नामाकरण गरिएको छ ?
- के सबै रुखहरूको उचाइ तथा व्यासको नाप मौजूद छ त ?
- के सबै रुखहरू वर्गिकरण (क्लास १, क्लास २ र क्लास ३) गरीएको छ ?

७.४.२ तथ्याङ्कमा एकरूपता छ कि छैन जांच्ने (Consistency Check)

तथ्याङ्कमा एकरूपता छ छैन भने चेक गर्ने कार्यले तथ्याङ्कको गुणस्तरमा सुनिश्चितता र गुणस्तर नियन्त्रणमा ठुलो प्रभाव पार्दछ । त्यसकारण यस कार्यलाई परियोजनाको क्षेत्र भरी लागु गरीनु पर्दछ ।

तथ्याङ्क कभर सिट:

- स्पोटमा चेक गर्दा के जि.पि.एस.बाट लिएको ५० वटा कोअर्डिनेट सहि छ त ?
- स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरिएको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- लिइएको कोअर्डिनेट वास्तविक कोअर्डिनेट भन्दा फरक दुरीमा छ कि ? छ भने यो दुरी २० मी. भन्दा कम छ छैन । $D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ eq. (xii)

जवकि D भनेको दुई प्लट बीचको दुरी मी.मा तथा (X2,Y2) र (X1,Y1) प्लटको सेन्टर प्वाइन्ट को-अर्डिनेट ।

- के पुनः स्थापित गरेको प्लट र वास्तविक प्लटको दुरी ३०० मी. भन्दा कम छ त ?
- भिरालोपना मापन गरेको कोण $0-60^\circ$ बीचमा छ या सो भन्दा वढी छ । यस चेकले छत्र घनत्व तथा रुखको घनत्व मापन गर्दा देखिने गल्तीलाई इंगित गर्दछ । भिरालो क्षेत्रमा यदि वढी छत्र घनत्व छ भने वढी रुखको घनत्व भएको मानिन्छ ।

जमिनमाथिको रुखको भागः

- के सबै प्लटका लागि भिन्दा भिन्दै ट्याग प्रयोग गरिएको छ ?
- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सबै भन्दा वढि व्यासको मान सही छ त ?
- के रेकर्ड गरिएको मापन सम्बन्धी जानकारीमा सही इकाइ प्रयोग भएको छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा गनिएको रुखको संख्या सान्दर्भिक छ ?
- के प्रत्येक प्लटमा निकालिएको वायोमास सान्दर्भिक छ ? पहिले प्रयोग भएको एलोमेट्रिक सुत्र प्रयोग गरेर निकालेको वायोमाससँग कति फरक छ या उक्त मान Outlier को रूपमा देखाउछ ?

छत्रले ढाकेको प्रतिशतः

- के आकाश (Sky) वर्गहरु र छत्र (Canopy) वर्गहरु जोड्दा प्रत्येक प्लटमा २४ वटा वर्गको निर्माण हुन्छ त ?
- के Densimeter ले चार वटा वर्ग देखाउँछ त ? के औषत छत्र घनत्व ० भन्दा वढि र १०० भन्दा कम देखाउँछ त ?
- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के छत्र घनत्व र जमीनमाथिको वायोमास विचको सम्बन्ध (Corelation) सान्दर्भिक छ त ?

सुखा खडा रुखः

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सबै भन्दा वढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ ?
- के निकालिएको कार्वनको मानहरु सान्दर्भिक छ ?

भुकेको सुखा रुखः

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा कम्ती र सबै भन्दा वढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ त ?
- के निकालिएको कार्वनका मानहरु सान्दर्भिक छन् त ?

ढलेको सुखा रुखः

- के स्पोटमा चेक गर्दा स्क्यान गरेको तथ्याङ्क सिटमा १० वटा -यान्डमलि छानिएको कोअर्डिनेटको मान सही छ त ?
- के प्रत्येक प्लटमा सब भन्दा कम र सबै भन्दा वढि व्यासको मान सान्दर्भिक छ ?
- के निकालिएको कार्वनका मानहरु सान्दर्भिक छ ?

तथ्याङ्कहरुको नामाकरणः

- के डाटावेस फायलहरु सहि ढंगले नामाकरण गरीएको छ त ?

७.५ तथ्याङ्क प्रवाहीकरण (Mainstreaming and archiving)

वनमा हुने क्रियाकलापहरु लामो समय लाग्ने खालको हुन्छ, त्यसकारण लामो समयसम्म सजिलै पाउने गरी तथ्याङ्क राख्नु आवश्यक हुन्छ। यसका लागि तल उल्लेख गरे अनुसारको स्टेपहरु अपनाउनु जरुरी हुन्छ।

पहिलो स्टेप: फिल्ड डाटा मापनको मुख्य कपि (डाटा सिट वा इलेक्ट्रोनिक फायल) र प्रयोगशालाको कपि राम्ररी राख्नु पर्छ। यसलाई वेला वेलामा अपडेट गरीनु पर्छ।

दोश्रो स्टेप: त्यसैगरी तथ्याङ्क विश्लेषण सिट, मोडेल, कार्वन आंकलन गरेको फायल तथा तालिका, मापन तथा मोनिटरिङ रिपोर्टहरुलाई सुरक्षित स्थानमा राख्नु पर्छ।

तेश्रो स्टेप: रिपोर्ट, प्रयोग भएको सफ्टवेर, हार्डवेयर समय समयमा नविकरण गरीनु पर्दछ।

सन्दर्भ सामाग्री

- Acharya, K. P., Regmi, R. and Acharya B. 2003: "Biomass and volume tables for Terai Sal (*Shorea robusta*) forest in Nepal", Forest Research Leaflet No. 15, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation
- Acharya, K. P. and Acharya B. 2004: "Early growth performance of natural Sal (*Shorea robusta*) forest in Central Nepal". Forest Research Leaflet No. 17, Department of Forest Research and Survey, Ministry of Forests and Soil Conservation
- Bali Roadmap, 2007: "Summary of the Thirteenth Conference of Parties to the un Framework Convention on Climate Change and third Meeting of Parties to the Kyoto Protocol"; 3-15 December 2007, Retrieved date: 29 Dec, 2007 from, <http://www.iisd.ca/vol12/enb12354e.html>
- Bekker W. H., Janssen L.L.F., Reeves C.V., Gorte B.G.H., Pohl Christine, Weir M.J.C. 2004: "Principle of Remote Sensing", The International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Hengelosestraat 99. P.O. Box6- 7500AA, Enschede, The Netherlands, 90-6164-227-2
- Chaturbedi A. N. and Khanna L. S. , 1982: "Forest Mensuration", International Book Distributors 9/3 Rajpur Road (First floor) Deharadun- 248001 (India)
- Brown S. Gillespies A. J.R. and Lugo A.E. 1989: "Biomass Methods for tropical forests with applications to forest inventory data",. Forest Science. 35, 881-902
- Chave, J., Andalo,C., Brown, C. 2005: "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests"; Oecologia 145: 87–99. DOI 10.1007/s00442-005-0100-x.
- Gurung M., Acharya R., Joshi G. R., Manadhar Y., 2010 : "Forest Carbon Measurement Training Guideline for REDD and Other Forest Carbon Project"; World Wildlife Fund, Nepal publication
- Horn J.A. Prakash A., Woldai T., 2001: "Principle of Remote Sensing" An introductory test book; ISBN 1567-5777 ITC Educational Text book Series.
- IPCC, 2003: "Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Kanagawa (Japan)", Institute for Global Environment Strategies
- IPCC, 2006: "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan
- J.K. Jackson, 1994: "Manual of Afforestation in Nepal" Volume 2, Forest Resdearch anf Survey Centre, Kathmamndu Nepal
- MacDicken K., 1997: " A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects Arlington (VA)", Forest Carbon Monitoring Programme, Winrock International Institute for Agriculture Development
- MFSC, 1992: "Forest Act", Ministry of Forest and Soil Conservation, Singhadurbar, Kathmandu
- MFSC, 1994: "Forest Law", Ministry of Forest and Soil Conservation, Singhadurbar, Kathmandu

MFSC, 2002: "Community Forestry Inventory Guideline (Revised)", Community Forestry Division, Ministry of Forest and Soil Conservation

MFSC, 2010: "Climate Change and REDD Terminology (Nepali Version)", REDD-forestry and Climate Change Cell, Babarmahal, Kathmandu

Moore S. David, McCabe P. George, 2003: "Introduction to the Practice of Statistics" M.H. Freeman and Company, New York, Prude University

Pandey Ajay, Pandey Shiva Shankar, Rana Eak Bahadur, Bhattarai Sanjeeb, Banskota Tibendra Raj, Charmakar Shambhu, Tamrakar Rijan, 2010: "Forest Carbon Stock Measurement (Guidelines to measure carbon stocks in Community Managed Forests)"; Asia Network for Sustainable Agriculture and Bioresources, Federation of Community Forestry Users' Nepal and International Centre for Integrated Mountain Development

Practical Action Nepal, Office 2009: "Temporal and Spatial Variability of Climate Change over Nepal", Practical Action, Nepal, 2009

Saxena, A.K.; Singh, J.S., 1982: "A Phytosociological Analysis of Woody Species", Forest Communities of a Part of Kumaon Himalaya, Vegetation, 50: 3-22

Sharma E.R. and Pukkala T., 1990: "Volume Equations and Biomass Prediction of Forest Trees of Nepal", publication 47, Forest Survey and Statistics Division, Babarmahal, Kathmandu

Tamrakar P. R., 2000: "Biomass and Volume Tables with Species Description for Community Forest Management", compiled by Prayag R. Tamrakar, Ministry of Forest and Soil Conservation, HMG, Nepal

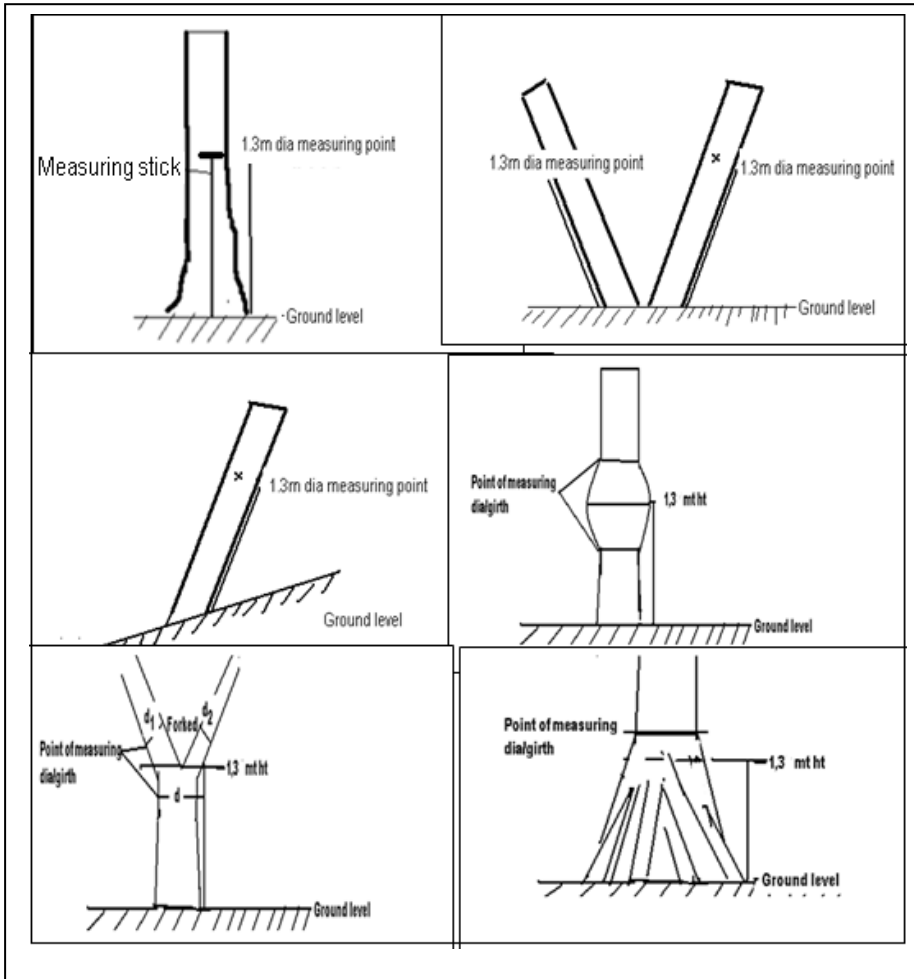
Tewari A. and Karki B. S., 2007: "Carbon Management Methodology and Results" in Reducing Carbon Emission through Community-managed Forests in the Himalaya, Hill Side Press (P)Ltd. Kathmandu, ISBN 978-92-9115-058-8.

Walkley, A.E.; Black, J.A., 1934 : "An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and Proposed Modification of the Chronic Acid Titration Method", Soil Science, 37:29-38

अनुसुचीहरु

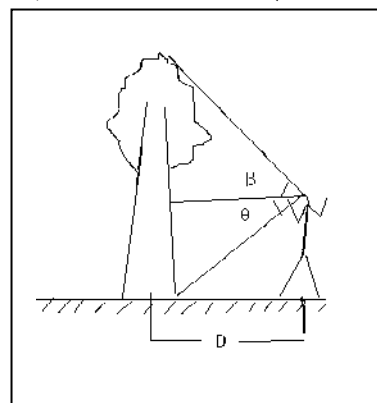
Annex 1: व्यास नाप्दा विचार पु-याउनु पर्ने बुंदाहरु

- अक्सर गरेर छातीको उचाई भन्नाले प्राविधिकहरुले आफ्नो छातीको उचाई ठान्ने गर्दछन् र त्यसै ठाउँमा नाप्ने गर्छन् । तर यस अवस्थामा अग्लो र पुडको मान्छेका लागि छातीको उचाई फरक पर्छ तर व्यास नाप्ने स्टान्डर्ड उचाई भनेको १.३ मी. हो । त्यसकारण यदि स्टील वा काठको १.३ मी को लठि बनाएर यो कार्य ग-यो भने बढि Precision प्राप्त गर्न सकिन्छ ।
- व्यास नाप्दा एउटा लेभल पारेर मात्र नाप्नु पर्छ किनभने यो कार्य रुखको वरिपरि फिता घुमाउंदा फिता वाङगोटिङगो हुने संभावना हुन्छ ।
- व्यास जहिले पनि से. मी. मा नापिन्छ, र दशमलव पछि एक अंक मात्र लिने गरीन्छ ।
- रुखको १.३ मी उचाइमा कहिले काहीं विभिन्न किसिमका Malform हरु हुने गरेको पाइन्छ त्यस्तो अवस्थामा रुखको व्यास चित्रमा देखाए अनुसारको उचाइमा नाप्नु उचित हुनेछ ।



Annex 2: रुखको उचाइ नाप्दा विचार पु-याउनु पर्ने बुंदाहरु

- यदि होचो रुख छ भने रुखको उचाइ वांस तथा रेन्जीड रोडको सहायताले नाप्यो भने बढि Precision हुन्छ ।
- रुखको उचाइ नाप्नको लागि हीप्सोमीटर तथा क्लीनोमीटरको प्रयोग गरीन्छ । यसरी रुखको उचाइ नाप्न क्लीनोमीटरको प्रयोग गरि तलको सुत्र प्रयोग गरेर उचाइ निकालिन्छ ।
रुखको उचाइ $AB = D \cdot \tan(\theta + \beta)$
- रुखको उचाइ नाप्दा फेद र टुप्पो प्रष्ट देखिनु पर्छ ।
- क्लीनोमीटरको प्रयोगमा सकभर समथल ठाउँ खोजि रुखको फेद र टुप्पोमा हेर्नुपर्छ ।



Annex 3: प्रजाती अनुसारको काठको घनत्व

Nepali name	Scientific name	Dry wood Density (Kg/m ³)
Thingre sallo	<i>Abies pindrow</i>	480
Khair	<i>Acacia catechu</i>	960
Acer	<i>Acer caesium</i>	640
Kapasa	<i>Acer Campbellii</i>	600-640
Phirphire	<i>Acer oblongum</i>	720
	<i>Acocarpus fraxinifolius</i>	600
Karma	<i>Adina cordifolia</i>	670
Chiuri	<i>Aesandra butyracea</i> <i>Syn. Bassia butyracea</i>	640-830
Lampate, Pangra	<i>Aesculus indica</i>	500
Maharukh	<i>Ailanthus excels</i>	340-450
Kalo/rato Siris	<i>Albizia chinensis</i>	300-550
Rato Siris	<i>Albizia julibrissin</i>	700
Kalo Siris	<i>Albizia lebek</i>	680
Seto/dun siris	<i>Albizia procera</i>	Sap wood 460 & heart wood 640
Utis	<i>Alnus nepalensis</i>	320-370/ 430-450
Banjhi	<i>Anogeissus latifolia</i>	Specific gravity 0.72
Kadam	<i>Anthocephalus chinensis</i>	600
Badahar	<i>Artocarpus lakoocha</i>	640
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	560-850
Tanki	<i>Bauhinia purpurea</i>	720
Koiralo	<i>Bauhinia variegata</i>	700
Bhojpatra	<i>Betula utilis</i>	650
Semal	<i>Bombax ceiba</i>	250-500
Gayo	<i>Bridelia retusa</i>	830
Paper mulberry	<i>Broussonetia papyrifera</i>	380
Kalki phul	<i>Callistemon citrinus</i>	800
Rajbriksah	<i>Cassia fistula</i>	970
Deshi katus	<i>Catanea sativa</i>	560
Patle Katus	<i>Castonopsis hystrix</i>	740
Dhale Katus	<i>Castonopsis indica</i>	700

Masure Katus	<u><i>Castanopsis tribuloides</i></u>	600
Deodar	<u><i>Cedrus deodara</i></u>	560
Tooni	<u><i>Cedrela toona</i></u>	480
Khari	<u><i>Celtis asutralis</i></u>	720
Lapsi	<u><i>Choerospondias axilaris</i></u>	400
Kapur	<u><i>Cinnamomum camphora</i></u>	600
Bohori	<u><i>Cordia dichotoma</i></u>	500
Dhupi salla	<u><i>Cryptomeria japonica</i></u>	340
Agar dhup	<u><i>Cupressus torulosa</i></u>	600
Saisal	<u><i>Dalbergia latifolia</i></u>	820
Sissoo	<u><i>Dalbergia sissoo</i></u>	780
Tendu	<u><i>Diospyros malabarica</i></u>	700
Tendu	<u><i>Diospyros melanoxylon</i></u>	960
Rudraksha	<u><i>Elaeocarpus sphaericus</i></u>	500
Phaledo	<u><i>Erythrina verigata</i></u>	300
Mashala	<u><i>Eucalyptus spp</i></u>	810-1010
Jhingane	<u><i>Eurya acuminata</i></u>	700
Jhingane	<u><i>Eurya cersifolia</i></u>	600
Pipla	<u><i>Exbucklandia populnea</i></u>	730
Jamun	<u><i>Eugenia jambolana</i></u>	770
Nemmaro	<u><i>Ficus auriculata</i></u>	
Kavro	<u><i>Ficus lacor</i></u>	460
Lankuri	<u><i>Fraxinus floribunda</i></u>	770
Dabdabe	<u><i>Garuga pinnata</i></u>	640
Gamari	<u><i>Gmelinaarborea</i></u>	420-640
Kangiyo	<u><i>Grevillea robusta</i></u>	570
Bhimal	<u><i>Gewia optiva</i></u>	720-800
Bhurkul	<u><i>Hymenodicylon excelsum</i></u>	513
Not native	<u><i>Indigofera leysmannii</i></u>	575
Ashare/Botdhairo	<u><i>Lagerstroemia parviflora</i></u>	850
Talis patra/bogre salla	<u><i>Larix griffithiana</i></u>	510
Ipil Ipil	<u><i>Leucaena leucocephala</i></u>	540
Ghurmiso	<u><i>Leucosceptum canum</i></u>	630
Siltimur	<u><i>Litsea cubeba</i></u>	580
Kutmero	<u><i>Litsea monopetala</i></u>	610
Bakaino	<u><i>Melia azedarach</i></u>	400-600
Champ	<u><i>Michelia champaca</i></u>	460-660
Kimbu	<u><i>Morus alba</i></u>	600-900
Kafal	<u><i>Myrica esculenta</i></u>	750
Amala	<u><i>Phyllanthus emblica</i></u>	840
Khote Salla	<u><i>Pinus roxburghii</i></u>	650
Gobre Salla	<u><i>Pinus wallichiana</i></u>	480
Pate Salla	<u><i>Pinus patula</i></u>	370-600
Poplar	<u><i>Populus ciliate</i></u>	300-450
Painyu	<u><i>Prunus cerasoides</i></u>	720
Jangali Aaru	<u><i>Prunus nepalensis</i></u>	650
Mel	<u><i>Pyrus pashia</i></u>	700
Arkaule	<u><i>Lithocarpus elegans</i></u>	930
	<u><i>Lithocarpus pachyphylla</i></u>	800

Thinke	<u>Quercus floribunda</u>	970
Sano Flant	<u>Quercus glauca</u>	930
Thulo Flant	<u>Quercus lamellose</u>	940
Thulo Banjh	<u>Quercus lanata</u>	880
Sano Banjh	<u>Quercus leucotrichophora</u>	1020
Phlant	<u>Quercus oxydon</u>	1030
Khasru	<u>Quercus semecarpifolia</u>	860
Lali gurans	<u>Rhododendron arboretum</u>	640
Bains	<u>Salix disperma</u>	510
	<u>Salix tetrasperma</u>	500
Chilaune	<u>Scima wallichii</u>	689
Sal	<u>Shorea robusta</u>	880
Jamuno	<u>Syzygium cumini</u>	770
Saj	<u>Terminalia tomentosa</u>	950 (800-1100)
Gutel	<u>Trewia nudiflora</u>	352
	<u>Tsuga spp</u>	450
Talispatra	<u>Taxus buccata</u>	700
Teak	<u>Tectona grandis</u>	720
Arjuna	<u>Terminalia arjuna</u>	940
Barro	<u>Terminalia belerica</u>	770
Kathiya badam	<u>Terminalia captappa</u>	590
Harro	<u>Terminalia chebula</u>	920
Pani saj	<u>Terminalia myriocarpa</u>	830
Toona	<u>Toona ciliate (Cedrella toona.)</u>	560
Gutel	<u>Trewia nudiflora</u>	460
Ankha tarua	<u>Trichilia connoaroides</u>	860
Bayer	<u>Zizyphus mauritiana</u>	930
Hade bayer	<u>Zizyphus rugosa</u>	720

Source: J.K. Jackson, 1994

Annex 4: विभिन्न प्रजातीको बायोमास निकाले सुत्र

Species	Foliage		Branch		Stem		Min /Max dia (cm)
	A	B	a	B	a	b	
<i>Acacia catechu</i>			-5.902	3.56	-4.3	0.434	4-20
<i>Alnus nepalensis</i>	-2.702	1.487	-3.678	2.51	-2.348	2.102	2-51
<i>Casearia graveolens</i>	-2.6	0.76	-2.24	1.3	-1.627	1.5202	2-25
<i>Castonopsis Indica</i>	-1.51	1.61	-3.58	2.6	-2.55	2.61	1-26
<i>Castonopsis triboloides</i>	-1.08	1.51	-1.82	2.0	-0.71	1.72	1-26
<i>Dalbergia sissoo</i>			-2.9619	2.2139	-2.159	2.559	1-21
<i>Engelhardia spicata</i>	-2.414	1.562	-3.369	2.355	-2.142	1.928	2-25
<i>Euacalyptus camaldulensis</i>	-3.2265	2.2163	-3.7296	2.4482	-1.7536	2.513	1-13
<i>Eugenia Operculata</i>	-3.523	1.871	-4.033	2.676	-2.198	2.094	2-25
<i>Eurya acuminata</i>	-2.297	1.463	-2.377	1.849	-1.743	1.797	2-25
<i>Ficus lacor</i>	-2.01	1.7	-5.86	3.4	-2.46	2.49	1-17
<i>Ficus neriifolia</i>	-2.3	1.25	-1.22	0.904	-0.986	1.75	1-9
<i>Ficus semicordata</i>	-2.19	1.81	-4.67	3.03	-1.37	2.01	1-14
<i>Fraxinus floribunda</i>	-3.289	1.885	-5.052	3.231	-2.13	2.082	2-25
<i>Litsea monopetala</i>	-2.25	1.52	-3.61	2.22	-1.88	2.26	1-13
<i>Lyonia ovalifolia</i>	-3.52646	1.429867	-1.37076	1.351643	-2.83343	2.009853	1-25
<i>Measa marcophylla</i>	-2.416	1.474	-0.806	1.382	-1.769	1.65	2-25
<i>Melastoma malabathricum</i>	3.01	7.96	5.12	0.61	3.67	1.05	2-25
<i>Myrica esculanta</i>	-2.5346	1.4034					2-25
<i>Myrsine capitellata</i>	-3.286	2.031	-3.047	2.426	-1.859	1.932	2-25
<i>Phyllanthus emblica</i>	-3.009	1.416	-2.85	2.001	-2.046	1.888	2-25
<i>Pinus patula</i>	-1.98883	1.857716	-2.25456	2.152228	-1.29787	1.507033	2-51
<i>Pinus roxburghii</i>	-4.30199	1.959546	-6.59408	2.69398	-3.98515	2.74356	2-51
<i>Pinus wallichiana</i>	-1.4115	1.290245	-1.36927	1.483074	-1.81568	1.815914	2-51
<i>Pterocarpus marsupium</i>	-5.2878	2.9321	-5.379	3.3587	-2.693	2.5067	4-33
<i>Pyrus pashia</i>	-3.44	1.748	-2.755	2.349	-1.863	1.814	2-25
<i>Quercus floribunda</i>	2.326333	0.547374	2.509542	0.722447	2.762831	1.166462	2-51
<i>Quercus langinosa</i>	-1.921	0.937	-1.628	1.235	-0.532	0.988	2-25
<i>Quercus glauca</i>	-1.21	1.62	-1.83	1.96	-1.04	1.83	1-20
<i>Quercus leucotrichophora</i>	-3.17	1.76	-3.51	2.26	-2.12	2.37	1-14
<i>Rhododendron arboreum</i>	-2.533	1.393					2-25
<i>Rhus wallichii</i>	-2.332	1.251	-2.592	1.949	-1.954	1.899	2-25
<i>Shorea robusta</i>	-3.2572	-4.7111	-2.6989	-3.2572	-4.7111	-2.6989	4-62
<i>Schima wallichii</i>	-1.92	1.92	-2.88	2.31	-2.22	2.52	1-26
<i>Viburnum coriaccum</i>	-3.117	1.88	-2.759	2.227	-2.005	1.619	2-25
<i>Welandia coriacea</i>	-2.25318	1.198318	-2.08243	1.463424	-1.28028	1.431782	2-25

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

Mixed species (*Lynia ovalifolia* (Angeri), *Eugelharlia spicata* (Mahuwa), *Sapium* (Khirro), *Rhus succedanca* (Bhalayo), *Rhus Javanica* (Bhakimlo), *Emblica officinalis* (Amla))

Species	Foliage		Branch		Stem		Min/max dia cm
	A	B	A	B	a	B	
Mixed species	-1.77	1.54	-0.32	1.29	NA	NA	1-20

Mixed species *Syzium cumuni* (Jamun), *Myrica esculanta* (Seti Kath), *Machilus spp* (Kaulo), *Ficus nemoralis*, (Dudhilo), *Michalia Champaca* (Chanp), *Lithocarpus spicata* (Arkhaul) and others

Species	Foliage		Branch		Stem		Min/max dia cm
	A	B	A	B	a	b	
Mixed species	-1.88	1.59	-0.57	1.38	-0.28	1.51	1-20

Source: Tamrakar, R.P. 2000

Annex 5: जि. पि. एस. को-अर्डिनेट सम्बन्धि जानकारी संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: स्लोप र आस्पेक्ट: रेकर्ड गरेको मिति: वन सम्बन्धी सामान्य विवरण :

वेप्याइन्ट	वे प्याइन्ट			अफसेटको		
	X को-अर्डिनेट	Yको-अर्डिनेट	उचाइ मी	विवरण	X को-अर्डिनेट	Yको-अर्डिनेट
१						
२						
३						
४						
५						
६						
७						
८						
९						
१०						

Annex 6: पोल , रुख एवं लाश्रा सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम: रुखको डिसको ताजा वेट के जि मा: डिस १.
स्थान: डिस २
रेकर्डरको नाम, पद र संस्था: डिस ३
रेकर्ड गरेको मिति: पोलको डिसको ताजा वेट के जि मा: डिस १.
वन सम्बन्धि सामान्य विवरण : डिस २.
डिस ३:

खण्ड नं.

स्याम्पल प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Yको-अर्डिनेट

रुख, पोल र लाश्राको स्याम्पल साइज

क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	क्लास	कैफियत
१					

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

२					
३					
४					
५					
६					

स्लोप र आस्पेक्ट:

हागाविगाको डिसको ताजा वेट के जि डिस १ डिस २: डिस ३:

Annex 7: विरुवा (Seedling) सम्बन्धी तथ्याङ्क संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम:

स्थान:

रेकर्डरको नाम, पद र संस्था:

स्लोप र आस्पेक्ट:

रेकर्ड गरेको मिति:

वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

विरुवाको लागि स्याम्पल साइज:

खण्ड नं.

		स्याम्पल प्लट नं.		X को-अर्डिनेट		Y को-अर्डिनेट	
क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	जरासमेतको वजन के जी (५वटाको)		कैफियत	
१							
२							
३							
४							
५							

Annex 8 : घास, सोतर, पत्कर, हर्व तथा श्रव सम्बन्धि तथ्याङ्क संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम:

स्थान:

रेकर्डरको नाम, पद र संस्था:

स्लोप र आस्पेक्ट:

रेकर्ड गरेको मिति:

वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

घाँस, सोतर, पत्कर, हर्व तथा श्रवको स्याम्पल साइज:

खण्ड नं.

		स्याम्पल प्लट नं.		X को-अर्डिनेट		Y को-अर्डिनेट	
क्र.सं.	प्रजाती	व्यास से मी	उचाइ मी.	जरासमेतको वजन के जी (५वटाको)		कैफियत	
१							
२							
३							
४							
५							
६							

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

Annex 9: माटोमा रहेको कार्वनको लागि तथ्याङ्क संकलन फाराम

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.
 रेकर्डको नाम, पद र संस्था: स्लोप र आस्पेक्ट: रेकर्ड गरेको मिति:
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :
 स्वायल कोरको आयतन: मुख्य प्रजाती:

स्याम्पल प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

स्वायल लेयर	०-१० से मी	१०-३० से मी	३०-६० से मी	६०-९० से मी	९०-१५० से मी	
वजन केजि						

Annex 10: कार्वन रजिस्टरको नमुना (प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड)

१. प्लटवाइज कार्वनको रेकर्ड

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.
 रेकर्डको नाम, पद र संस्था: स्लोप र आस्पेक्ट: रेकर्ड गरेको मिति:
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट	प्लट साइज मी ^२	मुख्य प्रजाती	विवरण: रुख, पोल, स्याप्लीड, सिडलिड, अन्य	जमीनमाथिको जम्मा कार्वन टन	जमीनमुनिको जम्मा कार्वन टन
जम्मा							
औषत्							
प्रति हे.							

प्रत्येक प्लटको फोटोग्राफ एउटा छुट्टै रजिस्टर बनाएर रेकर्डको लागि राख्नु उपयुक्त हुनेछ । यसको पछाडि पटि प्लट सम्बन्धि तल अनुसारको विवरण समावेश गरीनु पर्नेछ ।

वनक्षेत्रको नाम: स्थान: खण्ड नं.
 रेकर्डको नाम, पद र संस्था: स्लोप र आस्पेक्ट: रेकर्ड गरेको मिति:
 वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

Annex 11 : कार्वन रजिस्टरको नमुना (वनक्षेत्रको कार्वनको रेकर्ड)

जम्मा कार्वनको रेकर्ड: वनको

वनक्षेत्रको नाम:

स्थान:

क्षेत्रफल: हे. खण्ड नं.

रेकर्डको नाम, पद र संस्था:

स्लोप र आस्पेक्ट:

रेकर्ड गरेको मिति:

वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

खण्ड नं.	मुख्य प्रजाती	खण्ड क्षेत्रल हे.	जमीनमाथिको कार्वन टन		जमीनमाथिको कार्वन टन		कैफियत
			प्र. हे.	जम्मा	प्र. हे.	जम्मा	

Annex 12. फोटो ग्राफ रेकर्डको नमुना:

फोटोग्राफ लिनेको रेकर्ड नाम, पद र संस्था:

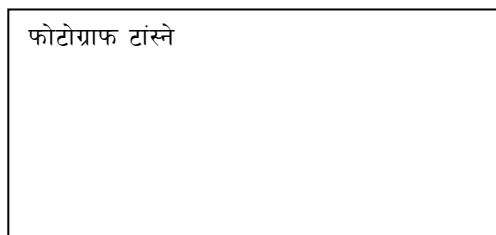
स्लोप र आस्पेक्ट:

खण्ड नं.: फोटोग्राफ लिएको मिति:

वन सम्बन्धि सामान्य विवरण :

प्लट नं.	X को-अर्डिनेट	Y को-अर्डिनेट

फोटोग्राफ नं.



Annex 13: वर्षा सम्बन्धि जिल्लाको रेकर्ड

S.N.	Districts	Rainfall mm	S.N.	Districts	Rainfall mm
1	Baltadi	1499.7	36	Dhankuta	1250.6
2	Dadeldhura	1371.3	37	Sunsari	2108.6
3	Bajhang	1908.1	38	Morang	2080.1
4	Doti	1632.2	39	Sankhuwasabha	1994.4
5	Achham	1314.0	40	Bhojpur	1963.4
6	Kailali	1733.2	41	Panchther	2255.1
7	Jumla	959.5	42	Ilam	1709.3
8	Mugu	794.1	43	Jhapa	2364.7
9	Kalikot	760.2	44	Taplejung	2037.0
10	Dailekh	1774.5	45	Dang	1747.6
11	Jajarkot	1957.5	46	Salyan	2101.6
12	Surkhet	1615.2	47	Rukum	1269.2
13	Banke	1304.6	48	Mustang	454.8
14	Bardiya	1993.7	49	Myagdi	2250.5
15	Rolpa	1765.1	50	Parbat	2487.3

वन कार्वन मापन मार्गदर्शन २०६७

16	Pyuthan	1279.7	51	Gulmi	1822.6
17	Kaski	3705.6	52	Rupandehi	1947.3
18	Syangja	2384.0	53	Nawalparasi	2296.8
19	Tanahun	1978.0	54	Arghakhanchi	1833.5
20	Manang	428.5	55	Kapilbastu	1837.0
21	Chitawan	1982.6	56	Gorkha	1520.2
22	Makwanpur	2029.9	57	Lamiung	2992.0
23	Bara	1883.7	58	Sindhupalchok	2547.9
24	Routahat	1655.4	59	Kathmandu	1833.4
25	Parsa	1569.6	60	Kabhre	1154.3
26	Rasuwa	893.4	61	Lalitpur	1502.6
27	Dhading	2358.7	62	Dhading	1648.8
28	Nuwakot	2443.5	63	Bhaktapur	1702.5
29	Sindhupalchok	3267.2	64	Rasuwa	697.7
30	Solukhumbu	1852.7	65	Nuwakot	3128.4
31	Khotang	1469.3	66	Bhaktapur	1716.3
32	Okhaldhunga	1425.6	67	Dolkha	1629.2
33	Siraha	1442.5	68	Sindhuli	1756.7
34	Saptari	1668.9	69	Sarlahi	1918.2
35	Sankhuwasabha	2912.6	70	Dhanusa	1588.8

Source: Practical Action Nepal, Office, 2009

समाप्त