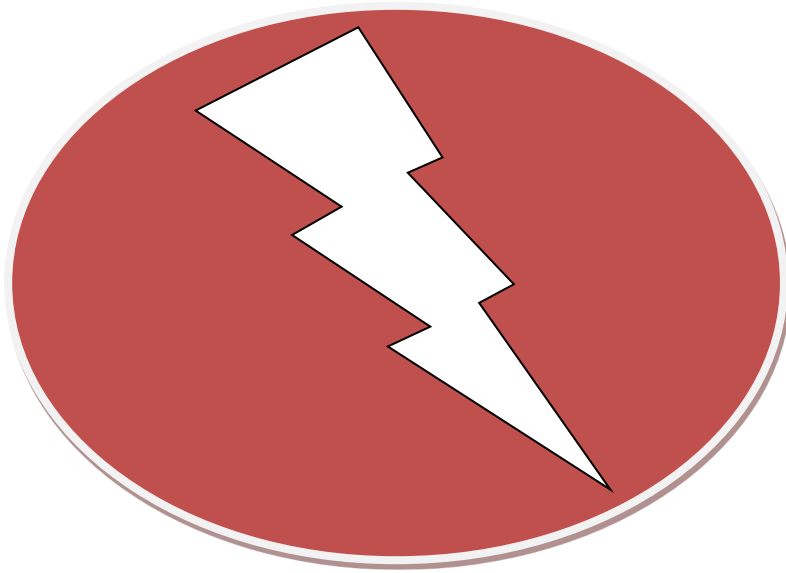


# चट्याडको प्रकोप न्यूनीकरणका लागि सहयोगी पुस्तिका



## संपादन

डमिन्द्र दाहाल  
प्रदीप भट्टराई  
रविन्द्र घिमिरे

२०७९



प्रकाशक: ईटिएससी नेपाल  
हेटौंडा, मकवानपुर, नेपाल

©२०२२: ईटिएससी नेपाल

(ईटिएससी नेपालको लिखित स्वीकृति बिना ब्यापारिक प्रयोजनका लागि यसको पुरै वा आंशिक भाग हुबहु प्रकाशन गर्न, परिवर्तन गरेर प्रकाशन गर्न, कुनै विद्युतीय साधन वा अन्य प्रविधिबाट अभिलेखबद्ध गर्न र प्रतिलिपि निकाल्न पाइने छैन।)

पुस्तिका तयार गर्न सहयोग:

**Tearfund**

# बिषय सूची

|   |    |
|---|----|
| बिषय सूची.....  | i  |
| भूमिका.....   | iv |
| प्रकाशकको भनाइ .....  | v  |
| परिचय: चट्याङ एक बढ्दो प्रकोप .....   | 1  |
| उद्देश्य .....  | 3  |
| चट्याङको जोखिम र सुरक्षा उपायहरू सम्बन्धी स्रोत सामाग्री .....  | 5  |
| चट्याङ जोखिम .....  | 5  |
| नेपालमा चट्याङ जोखिम हुने समय र स्थान.....  | 7  |
| चट्याङबाट सुरक्षित रहनका लागि आधारभूत उपायहरू .....   | 9  |
| चट्याङ सुरक्षाका लागि उपलब्ध प्रविधि र अभ्यासहरू .....  | 16 |
| अवरोध .....   | 16 |
| भू-सम्पर्क प्रणाली .....  | 16 |
| I. संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडप्रणाली .....   | 18 |
| III. प्रवाहक(सुचालक)प्रणाली.....  | 18 |
| IIII. भू-सम्पर्कका प्रणाली .....  | 19 |
| चट्याङ सुरक्षाका लागि आवश्यक दृष्टिकोण.....   | 20 |
| चट्याङबाट बच्ने संरचनाको बुझाइ र स्थापनाको जोखिमका बारेमा प्रशिक्षण.....                                  | 21 |
| प्रशिक्षार्थीहरू.....   | 21 |
| प्रशिक्षण सामाग्री र समय विभाजन .....   | 21 |
| शिक्षण विधिहरू.....   | 22 |
| योजनाको सिंहावलोकन .....  | 22 |
| सत्र १ : तालिमको उद्घाटन, परिचय र उद्देश्यहरू .....   | 23 |
| सत्र २: चट्याङ प्रमुख प्रकोपको रूपमा: स्थानीय, राष्ट्रिय र विश्वव्यापी स्तरमा जीवन र सम्पत्तिको हानी..... | 23 |
| सत्र ३: चट्याङको उत्पत्तिको अवस्था, ग्राउन्ड स्ट्राइक र ESE को जोखिमहरू .....                             | 23 |

|  |    |
|--|----|
| सत्र ४: मकवानपुरमा चट्याङको जोखिम मूल्याङ्कन .....   | 23 |
| सत्र ५: चट्याङबाट सुरक्षाको लागि आधारभूत उपायहरू .....   | 24 |
| सत्र ६: उपलब्ध प्रविधिहरू र अभ्यासहरू.....   | 24 |
| सत्र ७: उपकरण र सुचालकहरूको गुणस्तर र लागत मूल्याङ्कन .....  | 24 |
| सत्र ८: संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रड (एयर टर्मिनेशन प्रणाली) को लागत अवलोकन र अनुमान (कार्य क्षेत्रमा)..... | 25 |
| सत्र ९: भू-समाप्ति प्रणालीको लागत अवलोकन र अनुमान .....  | 25 |
| सत्र १०: प्रवाहकहरू र जोर्नीको छुट्याइको लागतहरू अवलोकन र अनुमान.....  | 25 |
| सत्र ११: मूल्याङ्कन र समापन .....  | 25 |
| परिशिष्ट १: तालिम अगाडि र पछाडि गरिने परीक्षणको प्रश्नावली.....  | 26 |
| परिशिष्ट २: चट्याङ विरुद्ध सुरक्षाको तालिम.....  | 28 |
| परिशिष्ट ३: प्रशिक्षण रिपोर्टको लागि नमूना .....   | 31 |

## तालिका

|  |    |
|--|----|
| तालिका 1: चट्याड सुरक्षाको लागि प्रयोग हुने प्रमुख यन्त्रहरू.....                  | 10 |
| तालिका 2: सम्बन्धित सुरक्षा स्तरहरूको साथ बिजुली सुचालकको प्रभावकारिताको सूची..... | 12 |
| तालिका 3: उचाइ र $\alpha$ कोण अनुसार सुरक्षा स्तर.....                             | 14 |

## चित्र

|   |    |
|---|----|
| चित्र 1: चट्याड पर्दै गरेको दृश्य.....  | 2  |
| चित्र 2: काठमाडौँबाट देखिएको चट्याडको दृश्य :.....  | 4  |
| चित्र:3 मकवानपुर जिल्लामा रहेका पालिकाहरू सहित.....   | 7  |
| चित्र 4: क्रमशः घडीको दिशासँग माथिको पहिलो: चट्याडले हिर्काएको खाबो, दोस्रो प्रायः चट्याड खस्ने बिजुलेको पोल..... | 8  |
| चित्र:5 चट्याडका प्रकार.....  | 10 |
| चित्र:6 चट्याड संरक्षण प्रणालीका विभिन्न उपकरणहरू.....  | 13 |
| चित्र:7 उचाइ र $\alpha$ कोण.....  | 15 |
| चित्र:8 चट्याडबाट जोगाउने प्रणालीको सांकेतिक चित्र.....   | 17 |

## भूमिका

हरेक वर्ष नेपालमा चट्याङसँग सम्बन्धित घटनाहरूले ठूलो मात्रामा जन-धनको क्षति पुर्याउने गरेको छ । यो प्राकृतिक प्रकोप भएकोले पूर्ण रूपले नियन्त्रण गर्न त सकिँदैन तर पनि यसबाट हुने क्षतिलाई कम गर्न सकिन्छ । हामीले दैनिक जीवनमा अपनाउने केही सावधानी अथवा पूर्वतयारीले चट्याङबाट हुने क्षतिलाई कम गरी हाम्रो जीवनलाई सहज बनाउन सकिन्छ । प्रस्तुत हाते पुस्तिकाले चट्याङ सम्बन्धित प्राविधिक तथा क्षति कम गर्ने विषयहरूलाई उठान साथै जानकारी प्रदान गरेको छ । चट्याङ निर्माण र यसका प्राविधिक पाटाहरू साथै यसबाट जोगाउने नवीनतम प्रविधिहरूको परिचयले यस पुस्तिकाको महत्व अझै बढाएको छ । तसर्थ चट्याङको विषयगत ज्ञान विकास र यसको प्रकोप न्यूनीकरण गर्न प्रस्तुत हाते पुस्तिका सहयोगी हुने विश्वास गर्न सकिन्छ । साथै आगामी दिनहरूमा यसको उचित प्रयोगले दक्ष जनशक्ति निर्माणको लागि मार्ग निर्देशित गर्नेछ ।

## प्रकाशकको भनाइ

शास्त्रीय दर्शनहरूको मतसँग सापेक्षीत रूपमा जीवनयापन गरिरहेको वर्तमान मानव सभ्यताहरूको निम्ति विविध चुनौतीहरू छन् । ती चुनौती मानविकी सामाजिक मात्र नभएर सृष्टिको रहस्यसँग जोडिएको तर विपद्को रूपमा जनजीवनको भोगाईसँग सामना गर्नुपर्ने प्राकृतिक प्रकोपहरू हुन् । विश्वव्यापी भुमण्डलीय तहका परिवर्तनशिल रूपमा रहेको मौसम परिवर्तन र यसका कारकहरूको निरन्तरको असरले पर्ने पृथ्वीलाई मानव सभ्यताको लागि जोखिमपूर्ण पाउँदै लगिरहेको अवस्था धेरै र सबैका सामु प्रष्ट हुँदै गइरहेछ ।

नेपालको परिप्रेक्ष्यमा चट्याङ एक प्रमुख विपद्का रूपमा बढ्दो छ । मकवानपुर जिल्लाका केही क्षेत्रहरूमा बर्षेनी यसले मानिसहरू, पशुधन साथै भवनहरूमा क्षति गरिरहेको अवस्था छ । यसबाट जोगिन सामुदायिक पहल विकसित गर्नको निम्ति सचेतना, प्रविधि, संगठित सहजिकरण र प्रयासको खाँचो हुने भएको हुनाले हामीले यो सानो पुस्तिका प्रकाशन गरेका छौं । यो पुस्तिका तयार गर्न श्री डमिन्द्र दाहाल नेतृत्वको टोलीले समुदायको भ्रमण, कार्यशाला, छलफल गरी मेहनत गर्नु भयो । यो सम्भवतः चट्याङ र यसबाट हुने जाखिमबाट बचाव गर्न सामुदायिक स्तरमा गरिएको यो प्रथम प्रयत्न हुन सक्दछ । आशा छ, यसबाट समुदाय, निकायहरू, स्थानीय सरकार, संघ संस्थाहरूको लागि उपयोगी हुनेछ ।

सुर्य प्रकाश राई  
कार्यकारी प्रमुख  
ईटिएससि नेपाल

## परिचय: चट्याड एक बढ्दो प्रकोप

चट्याड हामी सबैले देखेको र अनुभव गरेकै कुरा हो । बिजुली चम्कदा उज्यालो आकाशका साथै आकाशको गर्जनले सायद नडराउने हामी कमै छौं होला । हेर्दा सामान्य घटना लागे पनि यस पछाडिको अद्वितिय शक्तिले हामी वरपरको वातावरणमा क्षति पुर्याउने गरेको पाउँछौं । तर यसको क्षति स्थान समय अनुसार फरक फरक हुने गर्दछ । हरेक वर्ष विश्वव्यापी रूपमा २४ हजार भन्दा बढी मानिसहरू चट्याडका कारणले मृत्यु हुने गरेको तथ्याङ्कले देखाउँछ (1)। जिवित प्राणीलाई मात्र नभएर भौतिक सम्पत्तिमा चट्याडले ठूलो क्षति पुर्याएको तपाइँ हामीले सुन्दै भोग्दै आएका छौं । एकातर्फ नवीनतम् प्रविधिको आगमन र बढ्दो विद्युतीय सामाग्रीको प्रयोगले हाम्रो जनजीवनलाई सहज बनाएको छ भने अर्कोतर्फ चट्याडबाट ती उपकरणहरूमा र अन्त्यमा मानिसहरूको सम्पत्तिमा हुने खतरा भने थपिदिएको छ ।

चट्याड पृथ्वीमा सर्वव्यापी रूपले हुने सामान्य वायुमण्डलीय गतिविधि भएता पनि विशाल शक्ति उत्पादनको पछाडि विज्ञानका केही महत्वपूर्ण सिद्धान्तले भूमिका खेलेका हुन्छन् । सामान्य भाषामा बुझ्नुपर्दा जब विपरित ध्रुवका चार्ज एक आपसमा नजिक आउँछन् तब चार्जहरू एक अर्कामा समाहित हुन खोज्छन् । वायुमण्डलमा बादलको दुई क्षेत्रहरू वा बादल र जमिनको बीचमा विपरित ध्रुवका चार्ज ठूलो मात्रामा विकसित भएपछि विशाल वायुमण्डलीय विद्युतीय विसर्जन हुन्छ जसलाई हामी चट्याड भन्छौं । चट्याड उत्पन्न भएको समयमा औसतमा ३० हजारदेखि तीन लाख अम्पियर सम्मको ठूलो करेन्ट प्रवाह हुन्छ । यति ठूलो प्रवाहले वायुमण्डलीय हावालाई लगभग ३० हजार डिग्री सेन्टिग्रेडको तापक्रम सम्म तताउन सक्छ । ठूला विद्युतीय प्रवाह र यसबाट सिर्जना हुने तापक्रमले जिवित प्राणी साथसाथै भौतिक संरचनाहरूलाई खतरा निम्त्याउँछ । चट्याडको समयमा वायुमण्डलमा अचानक भोल्टेजमा हुने वृद्धि (सर्ज) का कारण विद्युतीय उपकरणहरू अझ बढी नै संवेदनशील हुन्छन्, जसलाई केही किलोमिटर टाढाको चट्याडले पनि असर गर्न सक्दछ ।

परापूर्वकाल देखि नै चट्याड मानव जातिको लागि खतराका रूपमा रहेको भएता पनि आधुनिक युगमा बेन्जामिन फ्र्याङ्कलिनले सन् १७५२ मा गरेको प्रयोगपछि मात्रै चट्याडबाट जोगाउने प्रविधिको सूत्रपात भएको पाइन्छ । सेन्ट्री बक्स र चंगा नामक दुईवटा प्रख्यात प्रयोगले चट्याडको प्रकृतिबारे बुझ्न मद्दत गर्यो । यद्यपि २० औं शताब्दीको उत्तरार्धमा मात्र बिजुली विज्ञान र सुरक्षा उपायहरूका बारेमा महत्वपूर्ण जानकारी सतहमा आए । यस्ता प्रविधिको विकास, विद्युतीय उपकरणहरूको अत्याधिक प्रयोगसँगै खतरा बढ्नुले विकसित सुरक्षात्मक उपायहरूको आवश्यकता महशुस भइरहेको छ । प्राविधिक विकास भएता पनि नेपाल जस्ता विकासोन्मुख देशहरूमा सुरक्षात्मक उपायहरूको उपयोगको अवस्था एकदमै न्यून छ । विकसित देशहरूले आफ्नो भवन निर्माण संहितामा चट्याडबाट हुने क्षतिबाट हुने उपायलाई सम्बन्धित संहितामा कडाइका साथ पालना गर्दै आएका छन् तर कतिपय विकासोन्मुख देशहरू भने अझै पनि यस्तो संहिता वा मापदण्ड बारे अनभिज्ञ छन् । हालैका अध्ययनहरूले चट्याड मानव जीवन, पशुधन, सञ्चार प्रणाली, विद्युत



प्रसारण प्रणाली जस्ता भौतिक तथा जैविक संसाधनहरूका लागि एक प्रमुख खतराको रूपमा प्रस्तुत गरेका छन् । तसर्थ चट्याङको नियन्त्रणमा बहु-क्षेत्रिय र बहु-आयामिक दृष्टिकोण आवश्यक रहेको प्रस्ट हुन्छ ।



चित्र १: चट्याङ पर्दै गरेको दृश्य

नेपाल पनि अहिले तीव्र सहरीकरणको चरणमा छ, धेरै नयाँ संरचनाहरू जस्तै अग्ला भवन विद्युतिय ,बाँध , प्रसारण लाइन आदि निर्माण भइरहेका छन् । हाल मुलुकले ७ प्रदेश र ७५३ स्थानीय तहसहितको सङ्घीय शासन प्रणाली अपनाएको छ र विकासको क्रम पनि स्थानीय स्तरसम्म पुगेको छ । विकास साथसाथै यी संरचनाहरूमा आइपर्ने क्षतिका आयामहरू पनि बृद्धि भइरहेका छन् । साथै कृषि नेपालको एक महत्वपूर्ण हिस्सा भएकोले विभिन्न कालखण्डमा चट्याङले नकारात्मक असर पारी किसानहरूको आमदानीमा प्रभाव पारिरहेको दृष्टान्तहरू पाइन्छन् । अन्य जैविक विविधताहरूमा पनि चट्याङ लगायतका प्राकृतिक प्रकोपहरूको अनपेक्षित असरहरू देखिरहेको पाउँछौं ।

तसर्थ बहुक्षेत्रिय, बहुपक्षीय संलग्नतामा नकारात्मक असरहरू न्यूनीकरण गरिनु समय सापेक्ष हुनेछ । संघीय सरकार, प्रादेशिक र स्थानीय सरकारहरूको संलग्नतामा सरकारी तथा गैह्र सरकारी निकायहरू, निजी क्षेत्र, शिक्षा क्षेत्र र नागरिक समाज आदि सबैले विपद् जोखिम न्यूनीकरणमा निर्णायक भूमिका खेल्न सहयोग गर्नुपर्छ । नयाँ निर्माणका क्रममा चट्याङ सम्बन्धी संहिता लागू गरे यसबाट हुने क्षति धेरै हदसम्म कम गर्न सकिन्छ । चट्याङ सम्बन्धी सुरक्षा, सचेतना र तालिम आदि चट्याङको नकारात्मक असरबाट कम क्षति पुर्याउने सरल माध्यमका रूपमा लिन सकिन्छ । यस्ता क्रियाकलापहरूको उद्देश्य चट्याङका कारण हुन सक्ने भोल्टेज वृद्धिबाट हुने धन-जनको क्षतिलाई न्यूनीकरण गर्नु हो ।

यसै शिलशिलामा निराकरणको प्रयास स्वरूप यो पुस्तिका सामुदायिक प्राविधिकहरूलाई मार्गदर्शन गर्ने उद्देश्यले निर्माण गरिएको हो । साथै प्रशिक्षण कार्यक्रम सञ्चालन गर्न र स्रोत सामग्रीहरू पढ्नको लागि

यो पुस्तिका सहयोगसिद्ध हुनेछ । प्रारम्भिक चरणमा यो पुस्तिका परीक्षणका रूपमा जारी गरिएको छ । पछिका चरणहरूमा विभिन्न माध्यमहरूबाट प्राप्त प्रतिक्रियाहरू समावेश गरि यस पुस्तिकालाई परिमार्जन, विकास र परिष्कृत गर्दै चट्याङको बहुआयामिक पाटाहरूलाई उजागर गर्दै यसका जोखिमहरू कम गर्न व्यापक रूपमा प्रयोग गरिने उद्देश्य लिइएको छ ।

## उद्देश्य

सरोकारवालाहरूको क्षमता अभिवृद्धि मार्फत चेतनाको विकास गर्दै सुसूचित योजनाको] माध्यमबाट व्यक्तिगत/सामुदायिक घरहरू, सार्वजनिक भवनहरू र पूर्वाधारहरूमा हुने] चट्याङको जोखिम कम गर्नु यस पुस्तिकाको एक प्रमुख उद्देश्य हो ।

यसका साथै घर तथा घरमा आश्रित मानिसहरू र दैनिक जीवनलाई सरलीकृत गर्ने उपकरण, प्रणालीहरूलाई चट्याङको जोखिमबाट जोगाउन र अन्ततः चट्याङबाट हुने जनधनको क्षतिलाई न्यूनीकरण गर्ने वैज्ञानिक प्रविधिबारे नगर/गाउँपालिकाका पदाधिकारी, निर्वाचित स्थानीय जनप्रतिनिधि, स्थानीय अगुवा र प्राविधिकहरूलाई सुसूचित गराउने हो । यस पुस्तिकाले एक सन्दर्भ सामाग्रीको रूपमा कार्य गर्नेछ भने यस पुस्तिकाका आधारमा आगामी दिनहरूमा सञ्चालन हुने तालिमका सहभागीहरूले चट्याङ सम्बन्धी धेरै ज्ञान प्राप्त गर्नुहुनेछ । यसका अलावा तालिममा पूर्ण सहभागिता पछि सहभागीहरूले निम्न कार्यहरू गर्न सक्नुहुने अपेक्षा राख्न सकिन्छ :

- मानिस र संरचनाहरूका लागि चट्याङका खतराहरू, मानव र पशुधनका लागि चट्याङ सुरक्षा र समस्याहरू साथै चट्याङका आधारभूत ज्ञान हासिल गर्न
- आफ्नो समाजमा चेतना जगाउन चट्याङका आधारभूत सुरक्षा उपायहरू पहिचान
- चट्याङका सम्भावित क्षेत्रमा बस्नेहरूको सुरक्षा गर्न विभिन्न संरचनाहरूको लागि सुरक्षा प्रणालीहरू डिजाइन गर्न
- उपयुक्त सुरक्षा प्रणाली डिजाइन गर्न विभिन्न मापदण्डहरू लागू गरेर जोखिम मूल्याङ्कन गर्न

- संरचना र बसोबासको संवेदनशीलता अनुसार खतराको स्तर र सुरक्षाको स्तरहरूको वर्णन गर्न



चित्र २: काठमाडौँबाट देखिएको चट्याङको दृश्य

## खण्ड १

### चट्याडको जोखिम र सुरक्षा उपायहरू सम्बन्धी स्रोत सामाग्री

#### चट्याड जोखिम

चट्याड भनेको बादलबाट बादलमा वा बादलबाट पृथ्वीमा वायुमण्डलीय चार्जहरू निस्कने घटना हो । बिजुलीले सधैं कम अवरोध भएको बाटो खोज्ने हुँदा यसले प्राकृतिक रूपमा बादल र पृथ्वी बीचको छोटो बाटोहरू जस्तै भवनहरू वा अग्लो संरचना पछ्याउँछ । अर्को तरिकाबाट बुझ्ने हो भने जब बादलमा धणात्मक विद्युतीय चार्जहरू र जमिनमा ऋणात्मक चार्जहरू जम्मा हुन्छन् तब यी दुई चार्जहरू बीचको आकर्षण पर्याप्त बलियो हुन्छ र परिणाम स्वरूप बिजुलीको विकास हुन्छ । अनि हामीले एकसाथ बिजुली र गर्जन उत्पत्ति भएको देख्छौं । अन्ततः यसरी चट्याड उत्पन्न हुने गर्दछ ।

गुणस्तरीय तरिकाले निर्मित र उपयुक्त तरिकाले जडित चट्याडको असर कम गर्ने उपकरणहरूले चार्जहरू नष्ट गर्न सक्छन् । ऋणात्मक रूपमा चार्ज भएका बादल जमिनतिर आउन खोजिरहेका हुन्छन् । त्यस्ता बादलहरू न्यानो समशीतोष्ण हावापानी<sup>1</sup> मा धेरैजसो बिजुली ऋणात्मक चार्जका रूपमा तलतिर आई चट्याडको रूपमा विकसित हुन्छन् ।

चट्याडका लागि सबैभन्दा महत्वपूर्ण मानकहरू यस प्रकार छन्:

- एम्प्लिच्युड (अणुहरूमा उत्पन्न तरङ्गको उर्जा प्राप्ति अगाडि र उर्जा प्राप्ति पछाडी बीचको अधिकतम दूरी)
- चट्याड विकास हुने समय
- चट्याड नष्ट हुने समय
- करेन्ट भिन्नता दर (di/dt)
- ध्रुवता (धणात्मक र ऋणात्मक चार्जहरू)
- चार्ज
- विशिष्ट ऊर्जा
- प्रति डिस्चार्ज चट्याड झर्ने संख्या

---

<sup>1</sup> चुरे पहाड र महाभारत पर्वतको १,२०० देखि २,१०० मिटर (४,०००–७,००० फिट) सम्मको उचाइमा पाइने यस प्रकारको हावापानीमा ग्रीष्म याममा न्यानो हुन्छ भने शिशिरमा बढी ठण्डा हुन्छ ।

माथिका मापदण्डहरू मध्य सुरुका तीन मापदण्डहरू हाम्रा अहिलेसम्मका चट्याङका तथ्याङ्कहरूसँग निर्भर छन् । विशेषतः चट्याङसँग सम्बन्धित मापदण्डहरूको अपेक्षित प्रभावहरू निम्नानुसार छन् :

- प्रकाश सम्बन्धी असरहरू
- ध्वनिक असरहरू
- विद्युतिय - रासायनिक असर
- ताप सम्बन्धी असर
- इलेक्ट्रो डायनामिक असरहरू
- विद्युत चुम्बकीय विकिरण

चट्याङको जमिनसम्म पुग्नका लागि कुनै निश्चित बाटो हुँदैन फलस्वरूप चट्याङले हाम्रो घर, व्यावसायिक भवनहरू, अग्ला संरचना, र मानिसहरूको माध्यमबाट जमिन सम्मको बाटो बनाउँछ । फोन, केबल, बिजुलीका लाइनहरू, पानी वा ग्यास पाइपहरू जस्ता कुनै पनि विद्युतीय उपकरणहरू वा स्टिल-फ्रेम गरिएको भवनका माध्यमबाट पनि बिजुली जमिनमा पुग्न सक्छ । यसरी बिजुली जमिनसम्म जाँदा यसले प्रयोग गर्ने बाटोलाई हानी गर्छ तसर्थ सुरक्षाका उपायहरू जस्तै चट्याङ नियन्त्रण गर्ने रडहरू जमिन, घर वा अन्य संरचनाहरू आदि जमिनका ठाउँहरूमा वा प्रणालीहरूमा जडान गर्नुपर्छ ।

चट्याङ सुरक्षा प्रणाली लागू गर्नु अघि चट्याङसँग सम्बन्धित जोखिमहरू बुझ्नु महत्त्वपूर्ण छ । मूलतः यी तीन प्रकारका छन् ।

**स्टेप पोटेन्सियल (Step potential):** यो एक अप्रत्यक्ष घातक बिजुलीको प्रहार हो । स्टेप पोटेन्सियलले बिजुलीको प्रहार पृथ्वीमा फैलिँदा उत्पन्न हुने जमिनको करेन्टलाई बुझाउँछ, जुन प्रहारको क्षेत्रमा रहेको व्यक्तिलाई प्रसारण हुन सक्छ ।

**स्पर्श वा टच पोटेन्सियल (Touch Potential):** यो एक सीधा बिजुलीको प्रहार हो जुन धातुले बोक्न र प्रसारण गर्न सक्छ । प्रत्यक्ष सम्पर्कमा आउने व्यक्तिको माध्यमबाट यो प्रसारण हुन सक्छ । सामान्यतया रड र फलामका टावरहरूमा यसको प्रहार बढी हुन्छ ।

**वरपरको चमक (Side flashing):** बिजुलीको चमकको समयमा सुचालक वा प्राकृतिक वस्तुहरूमा करेन्ट वृद्धि तीव्र दरले हुनाले नजिकैको व्यक्ति वा वस्तुमा अत्यधिक चमक हुन सक्छ ।

कुनै पनि माथिका प्रणालीले चट्याङको जोखिमलाई पूर्ण रूपमा रोक्न सक्दैन तर उचित सुरक्षा प्रणालीले मानव स्रोत-साधन र विद्युतीय उपकरणहरूलाई सुरक्षित राख्न मद्दत गर्न सक्छ ।

## नेपालमा चट्याङ जोखिम हुने समय र स्थान

चट्याङले नेपालमा हरेक वर्ष भौतिक साथै दर्जनौं मानिसको ज्यान लिन्छ र यसले आफूलाई घातक प्रकोपको रूपमा अघि सारेको छ । नेपालमा चट्याङका कारण हरेक वर्ष औसतमा १०० जनाको मृत्यु हुने गरेको छ । राष्ट्रिय आपतकालिन कार्य सञ्चालन केन्द्र<sup>2</sup>का अनुसार २०१८ को अप्रिल १४ देखि २०१९ अप्रिल ९ सम्म चट्याङले ६७ जनाको ज्यान गएको छ भने ३९७ जना घाइते भएका छन् । सन् २०१९ मा मात्रै चट्याङले ९४ जनाको ज्यान गएको छ भने घटनाको विवरणले चट्याङका घटनाहरू वर्षेनी बढ्दै गएको देखाउँछ । चट्याङका घटना र मृत्युको वितरण देश भित्र फरक-फरक हुन्छ तथापि चट्याङबाट ज्यान गुमाउने घटनाहरू बढी भएका मध्ये मकवानपुर जिल्लालाई एक उदाहरणको रूपमा तल प्रस्तुत गरिएको छ ।



चित्र ३: मकवानपुर जिल्लामा रहेका पालिकाहरू

चुरे र महाभारत पहाडी क्षेत्रहरू चट्याङका घटनाहरूका लागि उच्च जोखिममा छन्, जुन प्रायः प्रि-मनसुन अवधिमा हुने गर्दछ (2) । जब हिन्द महासागरबाट ठूलो मात्रामा वायुमण्डलीय जलवाष्प नेपाल प्रवेश गर्छ, यस हावाको ठूलो पर्वतीय उत्थापन चुरे र महाभारत पहाडको दक्षिणी भागहरूमा हुन्छ । फलस्वरूप चुरे र महाभारतका पहाडी क्षेत्रहरूलाई चट्याङको प्रभावका दृष्टिकोणले उच्च संवेदनशील क्षेत्रको रूपमा स्थापित गरेको छ । नेपालमा सन् २०११/१२ देखि २०१८/१९ सम्मको ७ वर्षको तथ्याङ्कले चट्याङका कारण ७ सय ७३ जनाको मृत्यु भएको र एक हजार ६ सय ९५ जना घाइते भएको देखाएको छ<sup>3</sup>। यो सन् २०१५ को भूकम्पपछिको दोस्रो ठूलो विपत्ति हो जसले झण्डै नौ हजार मानिसको ज्यान लिएको थियो । यसै अवधिमा पहिरो र बाढी जस्ता अन्य प्राकृतिक प्रकोपहरू बाट क्रमशः ७३० र ६६५ जनाको मृत्यु भएको थियो ।

<sup>2</sup> <http://www.neoc.gov.np/np/> (accessed on 07 April 2022)

<sup>3</sup> <https://reliefweb.int/report/nepal/lightning-kills-more-people-flood-and-landslide-country-lacks-preparedness> (accessed on 20 April 2022)





चित्र ४ क्रमशः घडीको दिशासँग माथिको पहिलो: चट्याङ्गले हिर्काएको खाबो, दोस्रो: प्राय चट्याङ्ग खस्ने बिजुलेको पोल तेस्रो: चट्याङ्ग पिडितको घर र चौथो: चट्याङ्गबाट जोगिन जनचेतना कार्यक्रम

सन् २०१९ मा मात्र चट्याङ्गबाट कूल २८८४ जना प्रभावित भएका थिए जसले १ लाख १० हजार ९८२ अमेरिकी डलरको बराबरको नोक्सानी गरेको थियो तथा मृत्यु हुनेको संख्या सन् १९७१ यता रिपोर्ट गरिएको चट्याङ्गका घटनाहरूमा सबैभन्दा बढी ९४ थियो । अध्ययनले (३) सम्पूर्ण देशव्यापी चट्याङ्गबाट मृत्युदर प्रतिवर्ष १.७७ प्रति दश लाख रहेको देखाएको छ । पछिल्ला वर्षहरूमा चट्याङ्गबाट मृत्यु हुने घटनाहरूमा भएको वृद्धि इन्टरनेट पहुँच र जानकारी सङ्कलनका अन्य उपायहरूको कारणले पनि हुन सक्छ । हानी र क्षतिको प्रभाव, उच्च तथा न्यून संख्या मुख्यतया भौगोलिक अवस्थिति, जनघनत्व, र आर्थिक विकास साथै अन्य गतिविधिहरूको कारण हुन सक्दछ ।

मकवानपुर चट्याङ्गबाट ज्यान गुमाउने उच्च जोखिममा रहेका नेपालका पाँच जिल्ला मध्ये पर्दछ । अन्यमा झापा, मोरङ, उदयपुर र रुपन्देही रहेका छन् । जोखिमको कारण प्रमुख रूपमा भौगोलिक परिवेश, आवास र बस्तीहरूमा जोखिम न्यूनीकरण गर्ने उपायहरूको उपयोग नहुनु आदि हुन् । २०१४ को अगस्ट र सेप्टेम्बरमा मकवानपुर जिल्लामा चट्याङ्गका कारण १२ जनाको मृत्यु भएको थियो भने ३० जना घाइते भएका थिए । जिल्लाका विभिन्न स्थानमा मुख्यतया हटिया, हरनामडी, छतिवान, धियाल, शिखरपुर, ठिंगन, बेतिनी,

फापरबारी, रायगाउँ, गढी र आमभञ्ज्याङमा चट्याङ लाग्ने क्रम बढ्दै गएपछि सर्वसाधारण त्रसित हुने क्रम बढ्दै गएको छ (काठमाडौं पोस्ट, २०१४/०९/२१)।

मकवानपुरमा चट्याङका घटनाको सर्वेक्षणले ग्रामीण घरपरिवारमा अकस्मात् उच्च करेन्ट र विद्युतको तार छेउमा परि मृत्यु हुने र घाइते हुने गरेको पाइएको छ । बिजुलीका प्रशारण र वितरणका लाइनमा अर्थिङ सिस्टमको कम प्रयोग, नाङ्गो तारको बढी प्रयोग साथै घरहरूमा चट्याङ सुरक्षा उपायहरू जस्तै अर्थिंग र लाइटनिंग अरेस्टर रडको प्रयोगहरू एकदमै कम हुनाले चट्याङसँग सम्बन्धित घटना बढी हुने गरेका हुन सक्छन् ।

## चट्याङबाट सुरक्षित रहनका लागि आधारभूत उपायहरू

घरमा जडान गरिएको चट्याङ सुरक्षा प्रणालीको मुख्य कार्य चट्याङबाट उत्पन्न हुने बिजुलीलाई सुरक्षित बाटो दिएर जमिनमा विसर्जन गराउनु हो। आकाशमा चम्मकिने हजारौं बिजुलीका चमकहरू मध्ये करिब १०% जति जमिनतिर सोझिएर चट्याङको रूप लिन्छन् । जो कोही पनि यसको चपेटमा पर्न सक्ने हुँदा जहाँसुकै सतर्क रहनु पर्दछ । चट्याङ सुरक्षा प्रणालीले वायुमण्डलीय डिस्चार्ज रोक्नको लागि यसको प्रवाह सुरक्षित रूपमा जमिनमा पुऱ्याउने काम गर्छ । यो प्रणाली बारेमा बुझ्नु भन्दा अगाडि चट्याङ बन्ने प्रक्रिया र केही प्राविधिक ज्ञान हुन जरुरी हुन्छ । यसलाई तलको अनुच्छेदमा वर्णन गरिएको छ ।

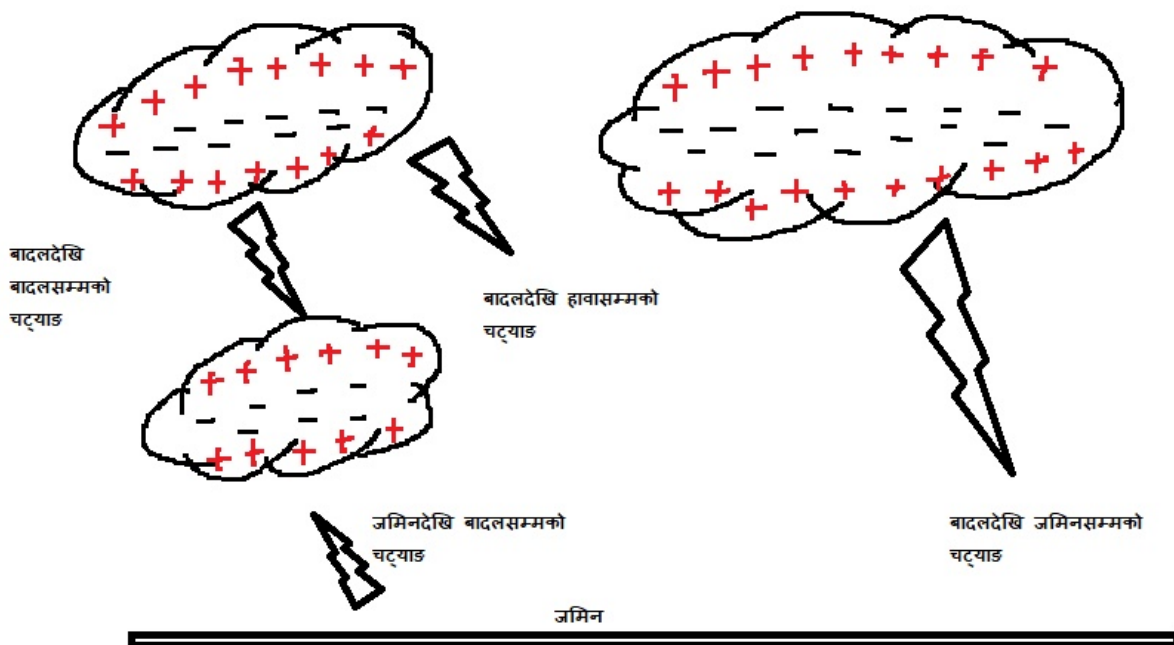
आँधीसँगको बादलहरूमा हुने प्रक्रियाहरूको परिणाम स्वरूप चट्याङ बन्छ । जब हावा, बरफ, पानी वाष्प बहावहरूको अन्तरक्रिया हुन्छ तब विद्युतीय शक्ति उत्पन्न हुन्छ । मुलतः गठन आधारमा आँधीहरू दुई प्रकारका छन् :

- तातो आँधीहरू - यो आँधी, शक्तिशाली तातो हावा माथि तिर बग्नाले उत्पन्न हुने गर्दछ ।
- आँधी अगुवा झोक्काहरू - चिसो हावाको अगाडिको न्यानो ओसिलो हावाको प्रभावबाट उत्पन्न हुन्छ जुन अगाडि बढिरहेको चिसो फ्रन्ट भन्दा माथि उठ्छ ।

सामान्य आँधीहरूको बादलमा धणात्मक चार्जहरू माथिल्लो भागमा केन्द्रित हुन्छन् जबकि ऋणात्मक चार्जहरू बादलको तल्लो भागमा बन्दछन् । जब चार्ज वृद्धि सुरु हुन्छ तब विद्युतीय क्षेत्रमा तीव्रता आउँछ, यसले आधारभूत सीमा नाघेपछि बादल देखि जमिन तर्फ विद्युतीय प्रवाह अघि बढ्छ (उच्च भूमि बिन्दुहरूबाट



पनि सानो माथिको प्रवाह सुरु गर्न सकिन्छ र यस प्रकारको प्रवाहलाई जमिन देखि बादल सम्मको प्रवाह भनिन्छ) वा नजिकको बादलतर्फ (जसलाई बादल देखि बादलसम्मको भनिन्छ) हुन्छ ।



चित्र ५: चट्याङका प्रकार

चट्याङको ध्वनी र प्रकाश सम्बन्धि असरहरु एक अदृश्य प्रारम्भिक प्रक्रियाबाट अघि बढ्छ । उच्च ऋणात्मक चार्ज भएको बादल लगभग १०८ भोल्टको तलको लिडरबाट जमिन तर्फ जान्छ, यसको बाटोमा अपेक्षाकृत सानो गिरावट कायम हुन्छ। जब माथिल्लो लिडर मध्ये एक तलको लिडरसँग सम्पर्कमा आउँछ, चार्ज भएको हावाको एक प्रवाहकीय मार्ग बन्छ जसले बादल र जमीन बीचको सम्भावित भिन्नतालाई बराबरीमा रुपान्तरित गर्छ र शक्तिशाली प्रवाह सुरु हुन थाल्छ । यस जानकारीको माध्यमबाट हामीले चट्याङ संरक्षण प्रणालीको निर्माण गर्नुपर्छ ।

सामान्यतया, चट्याङबाट सुरक्षित रहने तरिका दुई भागमा विभाजित छन् : परम्परागत र आधुनिक जसमा निम्न प्रकारका यन्त्रहरु समावेश भएको पाइन्छ ।

तालिका 1: चट्याङ सुरक्षाको लागि प्रयोग हुने प्रमुख यन्त्रहरु

| चट्याङ सुरक्षाको लागि प्रयोग हुने प्रमुख यन्त्रहरु |   |
|--|---|
| संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरु               | संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरु भवनको अग्लो भागमा राखिएको हुन्छ । तिनीहरूले प्रकाशलाई आकर्षित गर्छन् र सुरक्षित रूपमा जमिनमा तान्छन् । |

|   |  |
|---|--|
| प्रवाहक (सुचालकहरू)   | तारहरू जसलाई जोडेपछि विद्युतीय प्रवाहले संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूलाई छोड्छ र अन्तिम सुरक्षा उपकरण तर्फ यात्रा तय गर्दछ ।  |
| जमिनमा राखिने रडहरू   | जमिनका रडहरू, वा रडहरू, चट्याङ सुरक्षा प्रणालीका अन्तिम सुरक्षा उपकरणहरू हुन् । यसले तारबाट आएको बिजुली पृथ्वीमा हानी रहित रूपमा प्रवाह गर्न मद्दत गर्छ।   |
| सर्ज अरेस्टर्स र प्रोटेक्टरहरू (अचानक प्रवाह हुने भोल्टेजलाई आफूमा समाहित गर्ने र बचाउ गर्ने) | सर्ज अरेस्टर्स वा सर्ज प्रोटेक्टरहरूले बिजुलीको अचानक वृद्धिबाट संरचनामा पर्ने नकारात्मक असरबाट विद्युतिय उपकरणहरूलाई जोगाउँछन् । यिनीहरूले बिजुली प्रवाहमा पूर्ण सुरक्षा प्रदान गर्दैनन् तर बिजुली प्रवाहका कारणले गर्दा बिजुलीमा जोडिएका यन्त्रहरूलाई जोगाउन मद्दत गर्दछन् । |

चट्याङबाट उत्पादित बिजुलीलाई संरचना हुँदै प्रवाह हुनबाट रोक्नका लागि अधिक सुचालन क्षमता भएको प्रणाली प्रयोग गर्नु पर्दछ । यसरी चट्याङ सुरक्षा प्रणाली (LPS) ले बिजुली प्रवाहको लागि वैकल्पिक मार्ग प्रदान गरेर भवन वा संरचनालाई सुरक्षित गर्दछ ।

सामान्यतया, प्रभावकारी चट्याङ सुरक्षा प्रणालीले निम्न कार्यहरू गर्नुपर्छ:

- बिजुलीको चमकलाई रोक्ने
- पृथ्वीमा बिजुली प्रवाह सञ्चालन गर्ने
- पृथ्वीमा विद्युत् प्रवाह फैलाउने
- प्रणाली, संरचना र आन्तरिक विद्युत परिपथहरू बीचको सम्भावित भिन्नताहरूलाई रोक्नको लागि बराबर पोटेन्सियलका बन्धनहरू सिर्जना गर्ने

LPS दुई प्रकारमा विभाजित छ १) बाह्य सुरक्षा प्रणाली २) आन्तरिक सुरक्षा प्रणाली

बाह्य सुरक्षा प्रणालीको भागहरूले ( प्रमुख तीन भाग; संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको प्रणाली, प्रवाहकको )सुचालकहरू(प्रणाली र भू सम्पर्क प्रणाली-)-संरचनालाई सुरक्षित राख्न महत्वपूर्ण भूमिका खेल्छ भने आन्तरिक सुरक्षा प्रणालीले अप्रत्यक्ष चट्याङबाट हुने विद्युतीय/ उपकरणको नोकसानी र आगलागीलाई रोक्छ । आन्तरिक LPS मा सर्ज प्रोटेक्टभ यन्त्रहरू र बराबर पोटेन्सियलका बन्धनहरू (equipotential bonding) समावेश हुन्छन् ।

यस बाहेक चट्याङ सुरक्षा प्रणालीलाई दुई भागमा वर्गीकृत गरिएको छ। पहिलो बाह्य चट्याङ सुरक्षा प्रणाली हो, जसले बिजुलीको चमकलाई पृथ्वीमा रोक्छ वा सञ्चालन गर्दै फैलाउँछ । दोस्रो, आन्तरिक प्रणाली जसले बराबर पोटेन्सियलका बन्धनहरू प्रयोग गरेर संरचना भित्र उत्पन्न हुने चमकलाई रोक्छ ।

बाह्य LPS को लागि निम्न तीन फरक विधिहरू प्रयोग गरिन्छ,

- संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू
- जाल विधि
- प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन चट्याङ रडहरू

परम्परागत चट्याङ प्रणालीले तेर्सो वा ठाडो संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू स्थापना गरेर संरचनाको सुरक्षा गर्छ जसले प्रवाहकहरूको मद्दतले पृथ्वीसम्म बिजुली पुर्याउने काम गर्छ ।

यी वर्णन गरिएका प्रक्रियाको माध्यमबाट चट्याङ सुरक्षा आवश्यक छ वा छैन भनेर सुरक्षाको स्तरबारे निर्णय गर्न सकिन्छ । तसर्थ चट्याङ प्रहारको जोखिमको स्तरलाई ध्यान दिई संरचनामा चट्याङ सुरक्षा स्थापना गर्नुपर्छ ।

सुरक्षा स्तरको चयनले मानिसहरूको साथै जटिल र परिष्कृत उपकरण र संरचनाहरूको क्षतिलाई कम गर्न मद्दत गर्छ । चट्याङ परिचालकको दक्षता जति उच्च हुन्छ, चट्याङबाट हुने क्षतिको जोखिम त्यति नै कम हुन्छ । सुरक्षा स्तर चयन भवनको प्रकार, यसको संरचना र मूल्यमा निर्भर गर्दछ ।

**तालिका 2: सम्बन्धित सुरक्षा स्तरहरूको साथ बिजुली सुचालकको प्रभावकारिताको सूची**

| सुरक्षा स्तर | बिजुली सुचालकको प्रभावकारिता (E) |
|--------------|----------------------------------|
| I            | ०.९८                             |
| II           | ०.९५                             |
| III          | ०.९०                             |
| IV           | ०.८०                             |

सुरक्षा क्षेत्रहरू "संरक्षणको शंकु (Cone of Protection)" र "रोलिङ क्षेत्र (Rolling Sphere)" विधिहरूद्वारा निर्धारण गर्न सकिन्छ । "संरक्षणको शंकु" नियमले सुरक्षित संरचनालाई उच्च ठाडो हावामा राख्ने रडको सुरक्षा क्षेत्रमा समावेश गर्दछ ।

संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू(बायाँ) र त्यसको जमिनमा राखिने सामग्री( दायाँ)



रडहरू जडान गर्ने पाटपुर्जा सहितको सामग्री(बायाँ) र छाना,भित्तामा जडान गर्ने सामग्री (दायाँ)



सुचालक र त्यसको पाटपुर्जा(बायाँ)र सर्ज सुरक्षाको यन्त्र (दायाँ)



चट्याङको पूर्व-चेतावनी प्रणाली (बायाँ) र ताप सहन सक्ने सुचालकको यन्त्र (दायाँ)



#### चित्र ६: चट्याङ सुरक्षा प्रणालीका विभिन्न उपकरणहरू

बाह्य चट्याङ सुरक्षा प्रणालीको उद्देश्य बिजुली प्रहार बिन्दुलाई नियन्त्रण गर्नु र बिजुलीको प्रवाहलाई जमिनसम्म जाने बाटो प्रदान गर्नु हो । यसमा प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन गर्न संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू प्रयोग हुन्छन् । प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन गर्न संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको सञ्चालन बिजुली उत्पादनको विद्युतीय विशेषताहरूमा आधारित छ । बिजुली प्रवाहकबाट सुरु हुन्छ र कुनै पनि दिशामा फैलिन्छ । एकपटक यो जमिनका वस्तुहरू नजिक पुगेपछि जुन कुनै वस्तुलाई प्रहार गर्न सक्छ । प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन गर्न संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको मुख्य विशेषता भनेको यसको संरक्षित क्षेत्र भित्र कुनै पनि अन्य वस्तुको अगाडि निरन्तर माथिल्लो तह निर्माण गर्नु हो । मानकहरूले यो विशेषतालाई अग्रिम समय ( $\Delta T$ ) भनिने मापदण्ड प्रयोग गरेर परिभाषित गर्दछ: "प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन गर्न संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको उत्सर्जन समय र सन्दर्भ मानकमा परिभाषित सर्तहरू अन्तर्गत प्रयोगशालामा मापन गरिएको साधारण रड र संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको बीचको भिन्नता माइक्रोसेकेन्डमा व्यक्त गरिएको हुन्छ ।" यो अग्रिम समयले प्रत्येक संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको सुरक्षा घेरा निर्धारण गर्दछ । यदि चट्याङ सुरु हुने लक्षण

पहिले हुन्छ भने, त्यसपछि तलका तहको अवरोध गर्ने दूरी बढ्छ, यसरी फराकिलो क्षेत्रमा बिजुली प्रहारबाट जोगाउन सकिन्छ ।

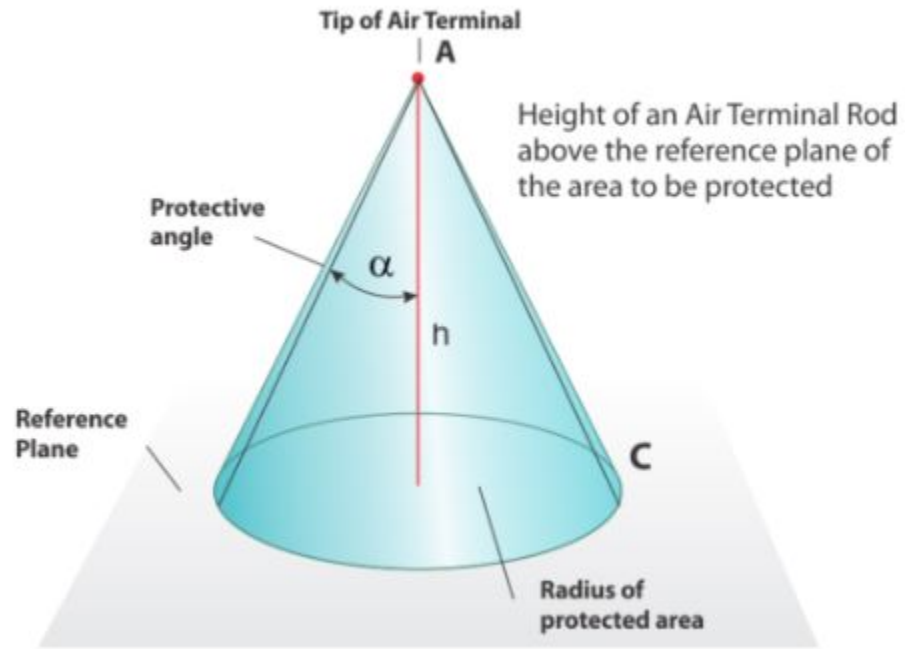
चट्याडको प्रहारले हिकोउनु अघि आयनीकरणले<sup>4</sup> रडको शीर्ष भाग वरिपरि बिजुली क्षेत्रको दायरा वृद्धि गर्छ र बिजुलीको प्रवाह रडबाट जमिन सम्म लग्दछ । तलको तालिका अनुसार, संरक्षित क्षेत्रले सुरक्षा कोण, रडको लम्बाइ, सतहभन्दा माथिको रडको उचाइको आधारमा सुरक्षाको स्तर जोड्छ । संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू जाल विधि र फैलिएको (stretched) प्रविधिको लागि प्रयोग गरिन्छ । जसमा प्रवाहकहरू संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूसँग जडान गरिन्छ भने भवन राखिने प्रवाहकजालले ढाकिएको हुन्छ । यस प्रणालीमा सुरक्षा चरणको परिणाम प्रवाहकहरूको निर्धारित दूरीबाट गरिन्छ । यी दूरीहरू अनुसार सुचालकहरू निश्चित हुन्छन् ।

जाली प्रणालीमा विशेष रूपका संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू चाँडो आगो टिप्ने छानाहरूमा रहेका सुचालकहरूको बाटोका बिन्दुहरूमा प्रयोग गरिन्छ । चाँडो आगो नटिप्ने छानाहरूमा (धातुको छाना आदि) संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूप्रयोग गर्न आवश्यक छैन ।

**तालिका 3: उचाइ र  $\alpha$  कोण अनुसार सुरक्षा स्तर**

| सुरक्षा स्तर अनुसार हावाका रड र जाली विधि लागू हुने मापदण्ड |                        |          |    |    |    |                    |                        |
|---|------------------------|----------|----|----|----|--------------------|------------------------|
| सुरक्षा स्तर  | एयर रड                 | उचाइ (m) |    |    |    | प्रभाव क्षेत्र (m) | प्रवाहक विचको दूरी (m) |
|   |                        | २०       | ३० | ४५ | ६० |                    |                        |
| I   | $\alpha$<br>कोणह<br>रू | २५       | *  | *  | *  | ५×५                | १०                     |
| II  |                        | ३५       | २५ | *  | *  | १०×१०              | १५                     |
| III   |                        | ४५       | ३५ | २५ | *  | १५×१५              | २०                     |
| IV  |                        | ५५       | ४५ | ३५ | २५ | २०×२०              | २५                     |

<sup>4</sup> चार्ज विकास हुने प्रक्रिया



चित्र ७ : उचाइ र  $\alpha$  कोण

## चट्याङ सुरक्षाका लागि उपलब्ध प्रविधि र अभ्यासहरू

अग्ला भवन, घर र मानव बस्तीहरूमा चट्याङको बढ्दो जोखिमलाई मध्यनजर गर्दै विश्वव्यापी बजारहरूमा थुप्रै नविनतम प्रविधियुक्त उपकरणहरूको विकास भएका छन् । यद्यपि परम्परागत रूपमा प्रयोग गरिएका प्रविधिहरू जस्तै तामाको तार र भू-सम्पर्कका लागि पाताहरू र विभिन्न दायराका संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू स्थानीय रूपमा उपलब्ध छन् ।

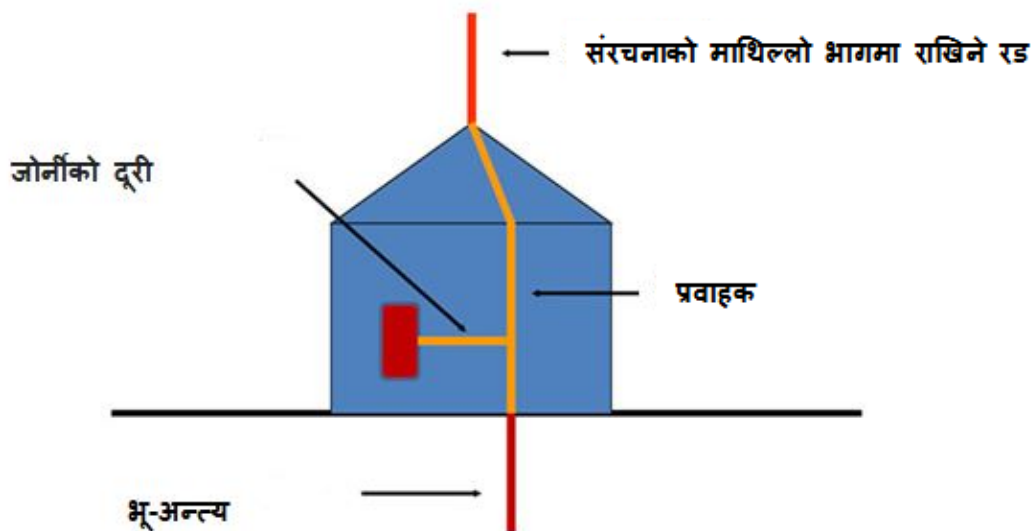
### अवरोध

१. प्रारम्भिक स्ट्रिमर उत्सर्जन गर्न संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूद्वारा प्रदान गरिको सुरक्षा घेरा, सुरक्षित गरिने क्षेत्रको उचाइ (h), सुरु हुने अग्रिम समय  $\Delta T$  र सुरक्षा स्तरमा निर्भर गर्दछ ।
२. संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरूको सुरक्षा दायरा भित्र कुनै पनि अन्य वस्तु भन्दा कम्तिमा २ मिटर माथि स्थापना गर्नुपर्छ ।
३. प्रत्येक हावामा राख्ने रडहरू संरचना बाहिर रहेका दुईवटा प्रवाहकहरू प्रयोग गरी भू-सम्पर्क गरिएको हुनुपर्छ ।
४. प्रत्येक स्थापना गरिएको प्रवाहकहरूले बिजुलीलाई सम्भव भएसम्म सीधा बाटो, तीखो झुकाव वा माथि खण्डहरू नभएको बाटो प्रयोग गरी पृथ्वी सतहमा पठाउन प्रयत्न गर्छ । यो नजिकमा रहेका बिजुलीका तारहरू वा चलि रहेको चालकहरूबाट टाढा हुनुपर्छ तर बाह्य मार्ग अव्यवहारिक भएको बेला यो आन्तरिक रूपबाट हुन सक्छ । यस आन्तरिक प्रणालीले चट्याङ सुरक्षा प्रणालीको प्रभावकारिता कम गर्छ, मर्मत गर्न गाह्रो बनाउँछ र भोल्टेज सर्जको जोखिम बढाउँछ तसर्थ यसलाई सिफारिस गरिँदैन ।
५. प्रवाहकहरूको संख्या निर्धारणको सन्दर्भमा प्रति मीटर ३ वटा राख्नेगरी ठाउँहरू विचार गरेर निर्धारण गरिन्छ ।
६. प्रवाहकहरू कम्तिमा ५० वर्ग मि.मिको क्षेत्रफलको हुनुपर्छ । बिजुलीमा करेन्ट चलाउनु पर्ने हुनाले समतल सुचालकहरू गोलो सुचालकहरू भन्दा राम्रो हुन्छ जसको समान मात्रा रहेको सामग्रीको लागि बाहिरी सतही क्षेत्र ठूलो हुन्छ । जस्ताले लेपिएको तामामा भौतिक, यान्त्रिक र विद्युतीय विशेषताहरू (चालकता, पाता बनाउन सजिलो, सजिलै नखिइने र यस्तै अन्य) राम्रो हुने भएकाले यसको प्रयोग गरिन्छ।
७. प्रवाहकहरूलाई जमिनको सतहभन्दा २ मिटर उचाइमा गाई ट्युबहरू जडान गरेर सुरक्षित गर्नुपर्छ ।
८. कुनै पनि चट्याङ सुरक्षा प्रणालीको लागि आवश्यक प्रमाणीकरण र मर्मत कार्यहरू पूरा गर्न गाई ट्युबमा बिजुली घटना गणना गर्ने संयन्त्र स्थापना गर्नुपर्छ ।
९. प्रवाहकहरूलाई बाहिरी ग्यास पाइपहरूबाट कम्तिमा ५ मिटरको दूरीमा राख्नुपर्छ ।

### भू-सम्पर्क प्रणाली

१०. प्रत्येक प्रवाहकहरूमा भू-सम्पर्क प्रणाली हुनुपर्छ । भू-सम्पर्क प्रणालीहरू सम्भव भए सम्म घरबाहिर हुनुपर्छ ।

११. परम्परागत माध्यमबाट मापन गरिएको भू-सम्पर्क प्रणाली पृथ्वीको प्रतिरोध अन्य प्रवाहक तत्वहरूबाट अलग गर्दा  $10\Omega$  भन्दा कम हुनुपर्छ । भू-सम्पर्क प्रणालीसँग जडान प्रत्येक प्रवाहकहरूको फेदमा बनाइन्छ । भू-सम्पर्क प्रणालीसँगको सम्बन्ध विच्छेद गर्न अनुमति दिने यन्त्र र पृथ्वी चिन्हको संकेत लगाइसकेपछि निरीक्षण खाल्टो भित्र राखिएको हुनुपर्छ ।
१२. भू-सम्पर्क विच्छेद प्रणालीको इन्डक्टेन्स सकेसम्म कम हुनुपर्छ । रडहरू न्यूनतम कुल लम्बाइ ६ मिटरको साथ त्रिकोण बनाउने ठाडो हुनुपर्छ । ठाडो रडहरू ५० सेन्टिमिटर गहिरो गाडिएकोमा सुचालकसँग बाँधिएको हुनुपर्छ र तिनीहरूको लम्बाइभन्दा बढीको दूरीमा टाढा हुनुपर्छ ।
१३. उच्च प्रतिरोधी जमिनमा माटो चालकता सुधारकको प्रयोग गर्ने खालको हुनुपर्छ ।
१४. सबै भू-सम्पर्क प्रणाली एकसाथ र भवनको सामान्य भू-सम्पर्क प्रणालीमा बाँधिएको हुनुपर्छ ।
१५. चट्याङ पृथ्वी अन्त्य प्रणालीलाई सामान्य भू-सम्पर्क प्रणालीमा जडान गर्न झिल्काको लागि ठाउँ छाडेर प्रयोग गर्नुपर्छ ।
१६. चट्याङ समात्ने रड भू-सम्पर्क विच्छेद प्रणालीका सबै तत्वहरू जहिले पनि कुनै पनि गाडिएको धातु वा विद्युतीय पाइपहरूबाट कम्तिमा ५ मिटरको दूरीमा हुनुपर्छ ।



चित्र ८: चट्याङ सुरक्षा प्रणालीको सांकेतिक चित्र

भर्खरै नेपाल सरकारको वैकल्पिक ऊर्जा प्रवर्द्धन केन्द्रले धादिङमा आधारित रहेको बेनीघाटको (रोराङ गाउँपालिका) सोलार पीभी परियोजनाका लागि सार्वजनिक बोलपत्र मार्फत चट्याङ सुरक्षा प्रणाली खरिद गरेको छ । आवश्यक प्राविधिक निर्देशहरू र जोखिम मूल्याङ्कनले यस्तो प्रणाली खरिदका लागि समुदाय र सार्वजनिक पदाधिकारीहरूका लागि राम्रो उदाहरण हुनसक्छ । यसका लागि पावर हाउस र मिनी ग्रिडमा सोलार प्यानल संरचनाका लागि ठाडो संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू छुट्टाछुट्टै राखिएको छ भने सोलार लिफ्ट सिँचाइ प्रणाली र सौर्य सूक्ष्म औद्योगिक हब प्रणालीका लागि छुट्टाछुट्टै संरचनाको



माथिल्लो भागमा राखिने रडहरू जडान गरिएको छ । यसअघि, पावर हाउस क्षेत्रमा मिनी ग्रिड, आरा र पिस्ने मिल र पानी चढाउने प्रणालीमा पृथ्वीको प्रतिरोध निम्नानुसार मापन गरिएको थियो:

- i. चोतेश सौर्य मिनी ग्रिड: २२६  $\Omega$ ,
- ii. थुन्दुंग सौर्य मिनी ग्रिड: २२५  $\Omega$ ,
- iii. बग्बुर्ती सौर्य मिनी ग्रिड: ८८  $\Omega$ ,
- iv. सोलार आरा र पिस्ने मिल: १३८  $\Omega$  , सोलार पानी चढाउने प्रणालीमा : ३९  $\Omega$

पृथ्वीको प्रतिरोधी क्षमता आवश्यकता भन्दा धेरै भएको हुनाले भू-सम्पर्क प्रणालीलाई पनि परिमार्जन गर्नुपर्छ । यसका अतिरिक्त AC/DC सँग भू-सम्पर्क जडान गरेर बस रड प्रयोग गरी समविभव बन्धनहरू सिर्जना गर्नुपर्छ । त्यसैले निम्न विवरणहरू सहित प्रत्यक्ष चट्याडबाट सुरक्षा सुनिश्चित गर्न सबै ५ ठाउँमा चट्याड सुरक्षा प्रणाली स्थापना गरिएको थियो ।

### I. संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडप्रणाली

१. ८ मि.मि एल्युमिनियम ठोस गोलो चालक निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२३०५ र निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२५६१-२ को आवश्यकताहरू पूरा गर्दै ।
२. निकासी पैठारी संकेत नम्बर -६२३०५ को आवश्यकता पूरा गर्ने ८ मि.मि गोलो एल्युमिनियम चालकको लागि उपयुक्त स्टेनलेस स्टीलको जोड्ने ।
३. निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२३०५ को आवश्यकता पूरा गर्ने भित्तामा ठोक्न मिल्ने ८ मिमी व्यासको २मि एल्युमिनियम ठाडो हावाको रड, र निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२५६१ अनुसार विद्युतीय, यान्त्रिक र रसायनिक परीक्षण लागि ।
४. निकासी पैठारी संकेत नम्बर - ६२३०५ को आवश्यकता पूरा गर्ने सौर्य प्यानलको फ्रेममा ८ मि.मि एल्युमिनियम चालक कन्डक्टर राख्ने चालक होल्डर ।

### II। प्रवाहक(सुचालक)प्रणाली

१. निकासी पैठारी संकेत नम्बर -६२३०५ अनुसार पर्खालमा ८ मि.मि एल्युमिनियम तलको चालक राख्ने चालक होल्डर ।
२. ८ मि.मि गोलो एल्युमिनियमको लागि संलग्न उपयुक्त जडानर संग चालक र र १० मि.मि गोलो तामाले बेरिएको चालक निकासी पैठारी संकेत नम्बर - ६२३०५ को आवश्यकताका लागि ।
३. निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२३०५१० र निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२५६१-२ को अर्थिग आवश्यकताहरू पूरा गर्नको लागि १० मि.मि तामा बेरिएको गोलो स्टीलको चालक ।
४. १० मि.मि तामा बेरिएको गोलो स्टीलको चालक निकासी पैठारी संकेत नम्बर - ६२३०५ को आवश्यकता पूरा गर्नको लागि साथै संयुक्त परीक्षण पछि पर्खाल तल चालक राख्न चालक होल्डर ।

### III। भू-सम्पर्कका प्रणाली

१. मर्मत संभार गर्नु नपर्ने तामाले लेपन गरिएको ३ मिटर लम्बाइको अर्थ रड, व्यास २५ मि.मि जसमा २५० माइक्रोनको तामाको कोटिंग मोटाई भएको, डाइमेन्सन, मार्किङ, टेन्साइल स्ट्रेन्थ, र साल्ट मिस्ट कोटिंग मोटाई, क्षरण हुनु अघि र पछि विद्युतीय प्रतिरोधात्मकता परीक्षण निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२५६१ अनुसार परीक्षण ।

२. निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२५६१ बमोजिम लिचिड र TCLP को लागि पृथ्वी बृद्धि गर्ने (मर्मत संभार गर्नु नपर्ने) मिनेरल कम्पाउन्ड परीक्षण गरियो । केबल/फल्याट कन्डक्टर समाप्त गर्नको लागि स्टेनलेस स्टीलबाट बनेको युनिभर्सल क्ल्याम्प निकासी पैठारी संकेत नम्बर ६२३०५ अनुसार आवश्यकता पूरा गर्ने र सर्ज प्रोटेक्टर उपकरणहरु मार्फत पृथ्वीमा अन्त्य भएको तलको चालक र AC/DC भू-अन्त्य प्रणाली जडान गर्नको लागि प्लास्टिक सामग्री र स्टेनलेस स्टील बस बारबाट बनेको उच्च काम गर्ने निरीक्षण चेम्बर निरीक्षण ।

## चट्याड सुरक्षाका लागि आवश्यक दृष्टिकोण

चट्याड सुरक्षा मुद्दाहरूलाई सम्बोधन गर्न प्रभावकारी चट्याड सुरक्षा प्रणाली डिजाइन गर्न सामग्रीको जोखिम र गुणस्तरको मूल्याङ्कन आवश्यक छ । विश्व बजारमा गैर-मानक उत्पादनहरूमा मिसावट प्रचुर मात्रामा छ र नेपाल जस्ता विकासोन्मुख राष्ट्रहरूले त्यस्ता उत्पादनहरू प्राप्त गर्ने बढी जोखिममा छन् । तसर्थ, चट्याड सुरक्षा प्रणाली अपनाउँदा यस्ता उत्पादनका समर्थक र विक्रेताहरूबाट उपभोक्ताहरू सजिलै धोकामा पर्न सक्ने सम्भावना छ ।

चट्याडको खतरा र विद्युतीय त्रुटिहरूको हानीकारक प्रभावहरूलाई न्यूनीकरण गर्न बहुआयामिक पक्षहरू समावेश गरी अल्पकालीन र दीर्घकालीन दृष्टिकोणहरू निर्माण गर्न आवश्यक छ । अल्पकालीन दृष्टिकोण र दीर्घकालीन दृष्टिकोणहरू तल सूचीबद्ध छन्:

क. अल्पकालीन दृष्टिकोण १. जनचेतना जगाउने, विशेष गरी कमजोर समुदाय/समाजलाई सम्बोधन गर्दै: - ग्रामीण क्षेत्रका विद्यालयका शिक्षकहरूका लागि सेमिनारहरू आयोजना गर्ने । सुरक्षा सन्देशहरूमा पर्चा र पोस्टरहरू वितरण गर्दै राष्ट्रिय र स्थानीय सञ्चारका माध्यमहरू मार्फत जागरूकताका भिडियोहरू र प्रदर्शनी अभ्यासमा संलग्न शिक्षक र विद्यार्थीहरूले प्रदर्शन गर्नु । निकासी पैठारी संकेत नम्बर अनुसार केही विद्यालय भवनहरूमा चट्याड सुरक्षा प्रणाली स्थापना गर्ने र तिनीहरूलाई नमूना संरचनाको रूपमा विकास गर्ने । २. चट्याड सुरक्षा प्रणाली र बिजुली सुरक्षाको स्थापनाको वैज्ञानिक विधिहरूमा प्रशिक्षण - ईन्जिनियरहरू समावेश गर्ने । ३. सुरक्षित आश्रय स्थलको बारेमा स्थानीय निकायका प्रतिनिधिहरूलाई जानकारी गराउन गोष्ठी आयोजना गर्ने । ४. बिजुली सुरक्षा र विद्युतीय सुरक्षा मामिलाहरूमा अस्पताल व्यवस्थापनका लागि सचेतना कार्यक्रम आयोजना गर्ने ।

ख. दीर्घकालीन दृष्टिकोण: १. DUBC द्वारा चट्याड प्रणाली र सामग्रीहरूको लागि गुणस्तर नियन्त्रण नीतिको मानकीकरण गर्ने । २. व्यवस्थित र पारदर्शी संयन्त्रले आयात, उत्पादन र आपूर्ति भइरहेको उपकरणको गुणस्तर अनुगमन गर्न नियामक निकायको क्षमता बढाउने । ३. बिजुली संरक्षण उपकरण र डिजाइनको लागि गुणस्तर परीक्षण प्रयोगशालाको स्थापना गर्ने ।



चित्र ९ मकवानपुर जिल्लाको बकैया धियालमा चट्याडले पारेको असर बारे स्थलगत भ्रमण

## खण्ड २

### चट्याडबाट बच्ने संरचनाको बुझाइ र स्थापनाको जोखिमका बारेमा प्रशिक्षण

#### प्रशिक्षार्थीहरू

तालिममा नगर/गाउँपालिकाको योजना र प्राविधिक पक्षमा संलग्न निर्वाचित अधिकारी र अधिकारीहरू, सुरक्षा प्रोटोकल र अनुपालन महाशाखाका सरोकारवाला अधिकारीहरू, विद्युतकर्मी, आवास ठेकेदार र सञ्चारमाध्यमहरू सहभागी हुनेछन् । सहभागीहरूको एक विशिष्ट सूची निम्नानुसार देखिन्छ (तर सीमित छैन):

- ग्रामीण र सहरी नगरपालिकाका मेयर र उपमेयरहरू
- वडा अध्यक्ष र सदस्यहरू
- योजना अधिकारी/इन्जिनियरहरू, अन्य प्राविधिक कर्मचारीहरू, र भवन सुरक्षा केन्द्रका सम्पर्क व्यक्ति
- विद्युतीय तथा विद्युतीय वस्तु तथा सेवा संघका प्रतिनिधिहरू
- विद्युत सुरक्षा सम्बन्धित NEA का अधिकारी
- आवास र भौतिक योजना विभागको प्रतिनिधि
- स्थानीय सञ्चारकर्मीहरू
- सरकारी र निजी क्षेत्रबाट विकास कार्यमा संलग्न इन्जिनियरहरू र प्राविधिक व्यक्तिहरू
- स्थानीय मानवीय संस्थाका प्रतिनिधिहरू
- नीति निर्माताहरू (जस्तै संसदका सदस्यहरू)
- शैक्षिक संस्थाका प्रतिनिधिहरू
- स्थानीय र राष्ट्रिय स्तरका सञ्चार संगठनहरूसँग काम गर्ने पत्रकारहरू

#### प्रशिक्षण सामाग्री र समय विभाजन

तालिम सहभागीहरूको प्रकृति र आवश्यकता अनुसार तीन देखि पाँच दिनको लागि यो सामाग्री तयार गरिएको हो । सत्रहरूमा समूह कार्य र कार्यक्षेत्र सहित सैद्धान्तिक र व्यावहारिक सामग्रीहरू समावेश हुन्छन् । सत्रहरू एकल वा स्थिति, आवश्यकता र स्रोतहरूको उपलब्धताको आधारमा एकिकृत गर्न सकिन्छ । सत्र विशेषज्ञहरूले पावरपोजिन्ट स्लाइडहरू तयार गर्न सक्छन् र प्रस्तुतीकरणका विभिन्न उपकरणहरू प्रयोग गरेर सक्रिय छलफलहरू पछि सत्रहरू सञ्चालन गर्न सक्छन् । सत्रहरूलाई सकेसम्म अन्तरक्रियात्मक बनाउन विशेषज्ञहरूलाई प्रोत्साहित गरिनेछ । सम्भव भएसम्म सहभागीहरू योजनाकार, कार्यान्वयनकर्ता र सीमित प्राविधिक ज्ञान भएका समुदायका सदस्यहरू जस्ता विविध पृष्ठभूमिका भएकाले प्राविधिक सर्तहरू, शब्दहरू

र शैक्षिक/सैद्धान्तिक विषयवस्तुहरूलाई न्यूनतम राखिनेछ र व्यावहारिक पक्षहरूमा ध्यान केन्द्रित गरिनेछ ।

## शिक्षण विधिहरू

पाठ्यक्रम सञ्चालन गर्न निम्न विधिहरू प्रयोग गरिनेछः

- अन्तरक्रियात्मक व्याख्यान र प्रस्तुतीकरणहरू
- भिडियो/एनिमेसन प्रदर्शनी
- सामूहिक छलफल/प्रस्तुतिहरू
- बाहिरी गतिविधि
- पूर्व तयारीका अभ्यास
- नाटक (कुनै एक भूमिकामा रहेर)

## योजनाको सिंहावलोकन

| सत्रहरू  | विवरणहरू   |
|----------|--|
| सत्र १:  | तालिमको उद्घाटन, परिचय र उद्देश्यहरू   |
| सत्र २:  | चट्याड प्रमुख प्रकोपको रूपमा: स्थानीय, राष्ट्रिय र विश्वव्यापी स्तरमा जीवन र सम्पत्तिको हानी |
| सत्र ३:  | चट्याडको उत्पत्तिको अवस्था, ग्राउन्ड स्ट्राइक र ESE को जोखिमहरू                              |
| सत्र ४:  | मकवानपुरमा चट्याडको जोखिम मूल्याङ्कन   |
| सत्र ५:  | चट्याडबाट सुरक्षाको लागि आधारभूत उपायहरू   |
| सत्र ६:  | उपलब्ध प्रविधि र अभ्यासहरू   |
| सत्र ७:  | उपकरण र सुचालकहरूको गुणस्तर र लागत मूल्याङ्कन  |
| सत्र ८:  | संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रड (एयर टर्मिनेशन प्रणाली) को लागत अवलोकन र अनुमान            |
| सत्र ९:  | भू-समाप्तिको स्थापना लागत अवलोकन र अनुमान  |
| सत्र १०: | प्रवाहक र जोर्नीको लागत अवलोकन र अनुमान  |
| सत्र ११: | मूल्याङ्कन र समापन   |

## सत्र १ : तालिमको उद्घाटन, परिचय र उद्देश्यहरू

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. तालिमका उद्देश्यहरू व्याख्या गर्न
२. सहभागिता र सहजकर्ताहरूलाई एकअर्कालाई परिचय दिन
३. सहभागीहरूको अपेक्षाहरू छलफल गर्न
४. तालिमको उद्देश्य र गतिविधिहरूको कार्यक्रममा एकताबद्ध हुन
५. प्राविधिक व्यवस्थाहरू जस्तै तालिका, आयोजक टोलीको गठन, आधारभूत नियमहरू आदिका साथ बाँकी प्रशिक्षण सत्रहरूको सहज कार्यको लागि वातावरण तयार गर्न

## सत्र २: चट्याङ प्रमुख प्रकोपको रूपमा: स्थानीय, राष्ट्रिय र विश्वव्यापी स्तरमा जीवन र सम्पत्तिको हानी

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. चट्याङबाट भएको जनधनको क्षति, चोटपटक र सम्पत्तिको क्षतिको तथ्याङ्क व्याख्या गर्न
२. चट्याङ हुने क्षेत्रहरूको व्याख्या गर्न
३. चट्याङ भनेको विद्युतीय प्रवाह बाहेक केही होइन भन्ने बुझ्न
४. भौतिक क्षतिको कारण बुझ्न
५. नेपालमा चट्याङको खतराको मात्रा बुझ्न

## सत्र ३: चट्याङको उत्पत्तिको अवस्था, ग्राउन्ड स्ट्राइक र ESE को जोखिमहरू

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. चट्याङको खतराको कारण व्याख्या गर्न
२. चट्याङको प्रत्यक्ष र अप्रत्यक्ष प्रभावहरू बीचको भिन्नता पत्ता लगाउन
३. चोटपटक र क्षतिको कारण व्याख्या गर्न
४. उच्च जोखिम र कम जोखिम क्षेत्र पहिचान गर्न

## सत्र ४: मकवानपुरमा चट्याङको जोखिम मूल्याङ्कन

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. भूगोल, हावापानी, मौसम र चट्याङको जोखिम भएका क्षेत्रहरूको व्याख्या गर्न
२. विभिन्न क्षेत्रहरूमा चट्याङबाट हुने उच्च मृत्युका कारणहरू समिक्षा गर्न

३. आन्तरिक सुरक्षा प्रणालीको महत्त्वबारे जानकारी दिन
४. बिजुली चम्किने तरिका बारे जानकारी दिन
५. धेरै संवेदनशील सार्वजनिक भवनहरू पहिचान गर्न
६. आवश्यक सुरक्षा स्तर सिफारिस गर्न

### सत्र ५: चट्याडबाट सुरक्षाको लागि आधारभूत उपायहरू

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. चट्याडबाट जोगाउने आधारभूत चरणहरू व्याख्या गर्न
२. चट्याडका घटनाहरूको सुरक्षित र असुरक्षित क्षेत्रहरू पहिचान गर्न
३. चट्याडको सुरक्षित र असुरक्षित स्थानहरूको उदाहरण दिन
४. चट्याडबाट संरचनाको सुरक्षाका आधारभूत सिद्धान्तहरू व्याख्या गर्न
५. बिजुली आपूर्तिको अर्थिड र बिजुली सुरक्षाको अर्थिड बीचको भिन्नता देखाउन
६. सर्ज सुरक्षात्मक उपकरणहरू र तिनीहरूका प्रयोगहरू बारे जानकारी दिन

### सत्र ६: उपलब्ध प्रविधिहरू र अभ्यासहरू

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. चट्याडको सुरक्षाका लागि प्रयोग हुने प्रमुख उपकरणहरूको नाम दिन
२. प्रविधिहरूको सीमितताहरू बारे जानकारी दिन
३. बिजुली संरक्षणका विभिन्न अंगहरू र तिनीहरूको भूमिकाको व्याख्या गर्न
४. पृथ्वीको प्रतिरोधात्मक क्षमता सुधार गर्न विभिन्न प्रकारका अर्थिड र प्रविधिहरू व्याख्या गर्न
५. सर्ज सुरक्षात्मक उपकरणहरूको कार्य र भवन भित्र उपकरणहरू सुरक्षा गर्न तिनीहरूको भूमिका वर्णन गर्न

### सत्र ७: उपकरण र सुचालकहरूको गुणस्तर र लागत मूल्याङ्कन

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. उपकरण र प्रणालीको गुणस्तर मूल्याङ्कन गर्ने चरणहरू व्याख्या गर्न
२. यन्त्रहरूको प्रयोगसँग र बिना बिजुलीको जोखिम कम गर्न विकल्पहरू सुझाव गर्न
३. संरचनाको जोखिम कम गर्न आवश्यक पर्ने यन्त्रहरूका प्रकारहरू व्याख्या गर्न
४. विभिन्न प्रकारका बिजुली सुरक्षा यन्त्रहरू र सम्बन्धित गुणस्तरको अनुमानित लागत ।

## सत्र ८: संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रड (एयर टर्मिनेशन प्रणाली) को लागत अवलोकन र अनुमान (कार्य क्षेत्रमा)

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. एयर टर्मिनेशन प्रणालीको दुई वा बढी प्रकारको अवलोकन र पहिचान गर्न
२. प्रयोग गरिएको उपकरणको मात्रा र लागत अनुमान गर्न
३. जोखिम न्यूनीकरणको स्तर मूल्याङ्कन गर्न र सुधार गर्न सिफारिस गर्न

## सत्र ९: भू-समाप्ति प्रणालीको लागत अवलोकन र अनुमान

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. भू-समाप्ति प्रणालीको दुई वा बढी प्रकारको अवलोकन र पहिचान गर्न
२. प्रयोग गरिएको उपकरणको मात्रा र लागत अनुमान गर्न
३. जोखिम न्यूनीकरणको स्तर मूल्याङ्कन गर्न र सुधार गर्न सिफारिस

## सत्र १०: प्रवाहहरू र जोर्नीको छुट्याइको लागतहरू अवलोकन र अनुमान

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. दुई वा बढी प्रकारका डाउन कन्डक्टरहरू अवलोकन गर्न र पहिचान गर्न
२. प्रयोग गरिएको उपकरणको मात्रा र लागत अनुमान गर्न
३. जोखिम न्यूनीकरणको स्तर मूल्याङ्कन गर्नुहोस् र सुधार गर्न सिफारिस गर्नुहोस्

## सत्र ११: मूल्याङ्कन र समापन

यस सत्रको उद्देश्यहरू:

सत्रको अन्त्यमा सहभागीहरूबाट निम्न कुराहरूको अपेक्षा गरिनेछ ।

१. कुन बिषय अत्याधिक उपयोगी भयो भन्ने विचारहरू र सुधार आवश्यकताको सुझाव दिन



## परिशिष्ट १: तालिम अगाडि र पछाडि गरिने परीक्षणको प्रश्नावली

कोड: .....

१. चट्याङको जोखिममा नेपाल विश्वमा कुन स्थान परेको छ?

क) उच्च ख) मध्यम ग) न्युन घ) कुनै पनि हैनन

२. के बिजुली हाम्रो लागि खतरा हो ?

क) हो ..... ख) होइन .....

३. नेपालमा विगत दश वर्षमा चट्याङका कारण वर्षेनी ज्यान गुमाउनेको संख्या औसतमा छ ?

क) १०

ख) ५०

ग) १००

घ) १०० भन्दा माथि

४. चट्याङ एक प्राकृतिक घटना हो ।

ठिक.....बेठिक.....

५. चट्याङको समयमा मानिसहरू भित्र छन् भने बढी जोखिममा छन्

क. घर भित्र..... ख. घर बाहिर .....

६. हामी बिजुली प्रवाहसंग तूफानको समयमा पौडन सक्छौं ।

ठिक.....बेठिक.....

७. के हामीले बिजुली प्रवाहहरूबाट उचित बिजुली सुरक्षा उपकरणहरू प्रयोग गरेर पूर्वाधारको सुरक्षा गर्न सक्छौं ?

हो..... होइन .....

८. चट्याङको मौसममा घर/भवन बाहिर निस्कँदा के गर्नुपर्छ ?

क) ठूला रूखहरूबाट टाढा रहनुहोस्

ख) पानी जमेको ठाउँमा नहिँड्नुहोस्

ग) यदि सम्भव छ भने, हाई-टेन्सन बिजुलीका पोलहरूको बीचमा र तल उभिनुहोस्  
घ) माथिका सबै

९. चट्याङबाट हुने क्षतिलाई कम गर्न हामीले के गर्नुपर्छ ?

क) भवन संहितामा LPS समावेश गर्नु र यसको बलियो कार्यान्वयन सुनिश्चित गर्नु

ख) सबै तहका शैक्षिक पाठ्यक्रममा Peer-assisted learning (PAL) लागू गर्ने

ग) PaL मा व्यापक जनचेतना

घ) माथिका सबै

१०. मकवानपुर चट्याङबाट उच्च जोखिममा रहेको जिल्ला हो । किन ?

क) औद्योगिक क्षेत्र

ख) घना वन क्षेत्र

ग) बढी जनसंख्या

घ) भौगोलिक र जलवायु अवस्था

## परिशिष्ट २: चट्याङ्क विरुद्ध सुरक्षाको तालिम

प्रशिक्षण मूल्याङ्कन [मिति: / / ] स्थान / स्थान

निर्देशनहरू: कृपया तल सूचीबद्ध भनाइहरूसँग तपाईंको कुनरूपमा सहमत हुनुहुन्छ, ठिक चिन्ह दिनुहोस्।

धेरै  
सहमत

सहमत

असहमत

धेरै  
असहमत

असान्दर्भिक

१.तालिमको उद्देश्यहरू पूरा भयो।

२.सहजकर्ताहरू राम्रो संवाददाता थिए।

३.पाठ्यक्रम सामग्रीहरू मेरो कामसँग सान्दर्भिक थिए।

४.सहजकर्ताहरू राम्ररी तयार थिए र कुनै पनि प्रश्नहरूको जवाफ दिन सक्षम थिए।

५.पाठ्यक्रमको गति र समय विभाजन सामग्री र सहभागीहरूको लागि उपयुक्त थियो।

६.सामग्री व्यवस्थित रूपमा प्रस्तुत गरिएको थियो।

७. म यसकै पछिल्लो र अझै परिष्कृत कार्यशालामा भाग लिन इच्छुक हुनेछु।

८.अभ्यास/भूमिका खेल उपयोगी र सान्दर्भिक थिए।

९.कार्यक्रमको लागि ठाउँ उपयुक्त थियो।

१०.पाठ्यक्रमसँग सम्बन्धित टोली सहयोगी थियो र प्रशिक्षणमा मेरो सहभागितालाई सहज बनाउन समयमै जानकारी प्रदान गर्‍यो।

निर्देशनहरू: कृपया तल सूचीबद्ध भनाइहरूसँग तपाईंको कुनरूपमा सहमत हुनुहुन्छ, ठिक चिन्ह दिनुहोस्।

धेरै  
सहमत

सहमत

असहमत

धेरै  
असहमत

असान्दर्भिक

तपाईंको विचारमा यस तालिमको स्तर कुन स्तरको थियो। क) परिचयात्मक, ख) मध्यवर्ती वा ग) उन्नत (कृपया आफ्नो प्रतिक्रिया सर्कल गर्नुहोस्)

११. सहजकर्ता मूल्याङ्कन

कृपया सहजकर्ताहरूलाई उनीहरूको ज्ञान, सहजीकरण सीप र उत्तरदायित्वको सन्दर्भमा मूल्याङ्कन गर्नुहोस्।

|                |                                    | उत्कृष्ट | धेरै राम्रो | राम्रो | औसत | कमजोर |
|----------------|------------------------------------|----------|-------------|--------|-----|-------|
| सहजकर्ताको नाम | विषयगत ज्ञान                       |          |             |        |     |       |
|                | सहजीकरणको शैली                     |          |             |        |     |       |
|                | सहभागीहरूको धारणा मनन गर्ने क्षमता |          |             |        |     |       |
| सहजकर्ताको नाम | विषयगत ज्ञान                       |          |             |        |     |       |
|                | सहजीकरणको शैली                     |          |             |        |     |       |
|                | सहभागीहरूको धारणा मनन गर्ने क्षमता |          |             |        |     |       |
| सहजकर्ताको नाम | विषयगत ज्ञान                       |          |             |        |     |       |
|                | सहजीकरणको शैली                     |          |             |        |     |       |
|                | सहभागीहरूको धारणा मनन गर्ने क्षमता |          |             |        |     |       |

|                |                                    |  |  |  |  |  |
|----------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| सहजकर्ताको नाम | विषयगत ज्ञान                       |  |  |  |  |  |
|                | सहजीकरणको शैली                     |  |  |  |  |  |
|                | सहभागीहरूको धारणा मनन गर्ने क्षमता |  |  |  |  |  |

१२. कृपया पाठ्यक्रमबाट तीनवटा सबैभन्दा उपयोगी लिएर जानेकुराहरू सूचीबद्ध गर्नुहोस्।

क).....

ख).....

ग).....

१३. कृपया तालिममा तीनवटा कम उपयोगी सत्र/सामग्रीहरूको सूची बनाउनुहोस्।

क).....

ख).....

ग).....

१४. अरु कुनै शीर्षकमा तालिम लिन चाहनुहुन्छ भने तल उल्लेख गर्नुहोस।

१५. के तपाईं आफ्नो सहकर्मी/साथीहरूलाई यो पाठ्यक्रम सिफारिस गर्नुहुन्छ?

गर्नुहुन्छ

गर्नुहुदैन

किन?

## परिशिष्ट ३: प्रशिक्षण रिपोर्टको लागि नमूना

### चट्याङको जोखिम र सुरक्षा बारे प्रशिक्षण

[स्थान] [मिति]

१. परिचय
२. प्रशिक्षण उद्देश्यहरू
३. सहभागी र सहजकर्ताहरूको पृष्ठभूमि
४. सुरुवात(Proceeding) (प्रत्येक सत्रमा आधारित जानकारी)
  - प्रत्येक सत्रमा समेटिएका विषयहरू
  - सहभागीहरूले उठाएका मुख्य मुद्दाहरू
  - समूह अभ्यासको सारांश/ लिएर जानेकुराहरू (प्रत्येक सत्रको लागि)
  - डेस्क-टप सिमुलेशन अभ्यास
  - अभ्यासका लागि परिदृश्य
  - प्रयोग गरिएको सामग्री
  - मुख्य अवलोकनहरू
  - शिक्षा
५. तालिम अघि र पछिको परीक्षाको नतिजा
६. प्रशिक्षण मूल्याङ्कनबाट प्राप्त परिणामहरू
७. निष्कर्ष (प्रशिक्षणबाट मुख्य परिणामहरू सहित)
८. सिकाइ र सिफारिसहरू
९. चित्र परिचय सहितको चित्र
१०. परिशिष्ट ( प्रतिवेदनका लागि)
  - सहभागीहरूबाट परिचालन योजना
  - तालिका
  - सहभागीहरूको सूची

## Reference सन्दर्भ सामग्री

1. Holle RL, editor The number of documented global lightning fatalities. International Conference on Lightning Protection (ICLP 2016); 2016.
2. Sharma S, Neupane B, Kc HB, Koirala MP, Damase NP, Dhakal S, et al. Lightning threats in Nepal: occurrence and human impacts. Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2022;13(1):1-18.
3. Adhikari BR. Lightning fatalities and injuries in Nepal. Weather, climate, and society. 2021;13(3):44-58.

## शब्दभण्डार

Air Termination system: संरचनाको माथिल्लो भागमा राखिने रडप्रणाली

Down Conductor System: प्रवाहकको )सुचालकहरु(प्रणाली

Earthing System: भू-सम्पर्कका प्रणाली

Lightning Protection System(LPS): चट्याङ सुरक्षा प्रणाली

Positive: धनात्मक

Negative: ऋणात्मक

TCLP: Toxicity Characteristic Leaching Procedure

Equipotential Bonding: समविभव बन्धन