

# सार्वजनिक सुरक्षा हेतु भूकंपीय खतरोंके मूल्यांकन और डिजाइन भारण निर्धारण पर स्थिति बयान प्रस्तुति

## आंतरराष्ट्रीय भूकंपीय सुरक्षा संस्था (आईएसएसओ - ISSO)

प्रकाशन तारीख: 25 जुलाई 2012

### सारांश

सन 2004 के सुमात्रा भूकंप और सुनामी, चीनमें सन 2008 के वेनचून भूकंप, सन 2010 के हैती भूकंप, जापानमें सन 2011 के टोहोकु भूकंप और सुनामी जैसे बड़े भूकंप और उसके साथ जुड़ी हुई तबाहीकी घटनाओंको ध्यानमें रखते हुए ये आवश्यक हो जाता है कि संरचनाओंको इस तरीके से डिजाइन और निर्माण किया जाय कि वे इसके जैसी या फिर इससे भी बड़ी ऐतिहासिक घटनाओं अथवा महत्तम विश्वसनीय भूकंप (MCE एमसीई)का भी सामना कर सके और आम जनताको पहले से ही ऐसी संभवित घटनाओं के लिए सूचित और तैयार करना चाहिए। ये ऐसी सबसे खतरनाक और विनाशकारी घटनाए हैं जो उसकी कम आवृत्ति या फिर उसके लंबे पुनरावर्ती अंतरालको ध्यानमें न रखते हुए किसीभी समय हो सकती है। अतः, भूकंपीय डिजाइन भारका निर्धारण करने के लिए एमसीई(MCE)की घटनाओंको ध्यानमें लेना आवश्यक है। आपातकालीन प्रबंधन नीतिमें एमसीई(MCE)की संभवित घटनाओंके परिदृश्योंको ध्यानमां रखना चाहिए।

एमसीई(MCE)का उपयोग करनेवाले पारंपारीक नियतात्मक भूकंपीय खतरोंके विश्लेषण डिटरमिनिस्टिक सेस्मिक हेजार्ड एनालिसिस - डीएसएचए (Deterministic Seismic Hazard Analysis - DSHA) का भूकंपीय जोखिम डिजाइन भारके निर्धारणके हेतु सफलतापूर्वक उपयोग केलिफोर्नियामें 1970 के दशकके आरंभसे लेके आजतक किया जा रहा है और इटलीमें 2001में प्रसिद्ध कि गई उसकी आधुनिक आवृत्ति नियो-डीएसएचए (Neo-DSHA) की तुलना जब उत्तरीय इटलीमें मई 2012में हुए भूकंपके वास्तविक डाटा (माहिती)से की गई तब उसने अपनी विश्वसनियता साबित कर दी। अतः डीएसएचए (DSHA) या एनडीएसएचए (NDSHA) का उपयोग सार्वजनिक सुरक्षा नीति और डिजाइन भारण निर्धारित करने के लिए किया जाना चाहिए।

वर्तमान संभाव्य भूकंपीय खतरोंके विश्लेषण (प्रोबेबिलिस्टिक सेस्मिक हेजार्ड एनालिसिस - पीएसएचए Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) अभिगम सार्वजनिक सुरक्षा नीति और डिजाइन भारण निर्धारित करने के लिए निम्न दर्शित कारणोंसे स्विकृत नहीं है:

- (1) हाल ही में कई विनाशकारी भूकंपने पीएसएचए (PSHA) पर आधारित और वर्तमान वैश्विक भूकंप खतरों को दिखाते नकशे पर अंकित जमीन चलन अनुमानोंको पार कर लिया है। भूकंपीय खतरोंको यहाँ कम करके आंका गया है।
- (2) इसके विपरीत, परमाणु सुविधाओंके लिए उपयोगमें लिए जाने वाले उच्च स्तरीय पीएसएचए (PSHA) एप्सिकेशन्स (उदाहरण के तौर पर, अमरिकामें युक्का पर्वत साईट (Yucca Mountain Site) और युरोपमें पीईजीएसओएस (PEGASOS) साईट)को उपयोगमें लेके अनुमान किया गया जमीन चलन अवास्तविक रूपसे ऊँचा है जो सुविदित है। भूकंपके खतरोंको यहाँ बहुत ऊँचा आंका गया है।
- (3) हाल ही में कई प्रकाशनोंने पीएसएचए (PSHA)की बुनियादी खामियां (जैसे कि, गलत गणित और अमान्य धारणांये) खोज निकाली है और दर्शाया है कि ये परीणाम मात्र संख्यात्मक रचनाए हैं जिसका कोई वास्तविक आधार नहीं है। अर्थात्, भूकंपीय खतरोंको गलतरूपसे अनुमानित किया गया है।  
उपर के मुद्दे पीएसएचए (PSHA)की निहित समस्याए हैं जो दर्शाता है की परीणाम विश्वसनीय, सातत्यपूर्ण और वास्तविक रूपसे यथार्थ नहीं है। डीएसएचए (DSHA) विश्वसनीय, सातत्यपूर्ण और यथार्थ परीणाम दर्शाता है जिसको उसके लंबे समय से किए जाने वाले उपयोगने प्रमाणित किया है और उसी कारण से सार्वजनिक सुरक्षा

निती और डिजाईन भारण निर्धारित करने के लिए डिएसएचए (DSHA) और उसके आधुनिक एनडिएसएचए (NDSHA) को स्विकृत करना आवश्यक है।

स्थानको अतिप्रभावित करने वाले भूकंप स्त्रोतका उपयोग व्यूहात्मक और सार्वजनिक मकानों उपरांत महत्वपूर्ण ढाँचोके निर्माणमें करना चाहिए। प्रदेशको अतिप्रभावित करनेवाले भूकंप स्त्रोतका उपयोग आपातकालीन प्रबंधनमें करना चाहिए। इस प्रकारका ध्यान रखनेसे भविष्यमें भूकंपके समय पर बड़े पयमाने पर विनाश और मानवजिवनकी हानिको कम कर सकती है और उसका उपयोग सभी महत्वपूर्ण मामलोंमें सार्वजनिक सुरक्षा के लिए किया जाना चाहिए।

महत्वपूर्ण मामलोंमें उन परिस्थितियोंका समावेश होता है जहाँ असफलताका परीणाम (यानी जोखिम) बहुत ही मेहगा और असहनीय हो जाता है जैसेकी नीचे हाल ही के कुछ उदाहरणोंमें दिखाया गया है।

### **खतरों और जोखिमका मूल्यांकन और संचार**

जब बाकी सारे कारक तय होते हैं तब जोखिमका स्तर सीधा ही खतरनाक घटनाकी तीव्रता से संबंध रखता है। खतरनाक घटना जब एमसीई तीव्रता जैसी वास्तविक भूकंपके परिदृश्य पर आधारीत होती है तब स्वचालित रूपसे सभी संभवतः अनुसूचित खतरोंको ध्यानमें रखता है और उसका उपयोग सार्वजनिक सुरक्षा और ढाँचेकी अखंडता सुनिश्चित करता है।

एमसीई (MCE) तीव्रताका निर्धारण समयसे मुक्त और समयसे जूडी भिन्नतासे पर है और तीव्रताका अनुमान मजबूत और विश्वसनीय दोनों है, जो कि 1970के दशकके आरंभसे अब तक केलिफोर्नियामें उसके उपयोगने निदर्शित किया है। भूकंपीय डिजाईन भारण निर्धारण करनेमें ये उसका पीएसएचए(PSHA)की तुलनामें लाभप्रद है क्योंकि ये पुनरावर्तनके अंतराल या पुनरावर्तनके समयकात पर निर्भर नहीं है, उसका उपयोग कोई भी ढाँचे की डिजाईन, किफायत और उपयोगीताके लिए किया जा सकता है।

ध्यानमें रखे कि जब भी कोई भूकंप निश्चित तीव्रतामें होता है तब वो सुनिश्चित प्रकारकी जमीन कंपन पेदा करता है जो ये ध्यानमें नहीं रखता की ये घटना विशिष्ट प्रकारकी है की नहीं। अतः, खतरेका सामना करने के लिए जमीन कंपन खतरेका मापन भूकंपकी आवृत्ति या नियमितता या अनियमितताके आधार पर नहीं परंतु वास्तविक परीदृश्यों जैसेकि भूकंपके इतिहास, भूकंप प्रभावित क्षेत्रों और मोर्फोस्ट्रक्चरल विश्लेषणके द्वारा पहेचाने गए भूकंपीय फोल्टके विश्लेषण पर आधारीत एमसीईके उपयोग से किया जाता है।

भूकंपीय स्त्रोत के भूकंप द्वारा पेदा किए गए स्थानिय खतरा विवेकपूर्ण है और नियंत्रण करनेवाले स्त्रोतको सुनिश्चित करनेके लिए उसकी तुलना की जा सकती है। अतः, स्त्रोत परसे भूकंपीय खतरोंकी तुलना (नहीं कि जोडना) का उपयोग नियंत्रण करनेवाले स्त्रोतका उपयोग कैसे किया जाये ये खोजने के लिए ही किया जाना चाहिए।

भूकंपीय खतरोंका विश्लेषण पारदर्शी और वास्तविक रूपसे नियंत्रित होना चाहिए नहीं कि अत्यंत जटील। ये बात न सिर्फ विश्लेषक के लिए आवश्यक है परंतु खतरोंकी माहिती प्रभावी ढंगसे वपराशकर्ता और सभी संबंधीत व्यक्तियोंको तक पहुंचाने के लिए भी आवश्यक है। परीणामका उपयोग व्यावसायिक विवेकबुद्धिके साथ किया जाना चाहिए।

जब वैज्ञानिक समझ अनिर्णायक हो, उदाहरण के तौर पर, वर्तमानमें चल रही घटनाओंको मुख्य भूकंपके पूर्वके झटके माना जाय की नहीं ये निर्धारण करनेमें सार्वजनिक सुरक्षाकी सावचेतीके तौर पर - मानवतावादी और लाभ-लागत द्रष्टिकोणसे एक आवश्यक और किसी प्रकारके समझोते के बिनाकी निती के तहत - विश्लेषित खतरोंको हमेशा रूढिवादी ढंगसे ही निर्धारण करना चाहिए।

जब मुख्य घटना नहीं घटती है तबभी अगर उसके लिए चेतावनी नहीं दी जाती या तैयारी नहीं की जाती तो उसके परिणाम काफी लोगोंकी मृत्युसे भी मेहंगे आते हैं। यही हुआ था जब अप्रैल 2009में ला'अकिला भूकंपसे पहले इटालियन मेजर रिस्कस कमिशन (कमिशन ग्रान्डी रीशी या सीजीआर) लोगोंको सावधान रहने और तैयार रहनेकी सूचना देनेमें विफल रहा था तब साधारणसे भूकंपमेंभी कई लोग मारे गए थे।

अतः, परिचालित नियमके रूपमें लोगोंको सावचेत न करते हुए सबसे बड़े सूचित भूकंपकी शक्यताके लिए सावधान और तैयार रहनेके लिए सूचित करना चाहिए। लंबे पुनरावर्तीत अंतराल या कम आवृत्तिकी बहसको असंभव भूकंपका आधार बनाने से वो जूठी और अयोग्य सुरक्षा भावनाकी ओर ले जाता है जो सीजीआरने अप्रैल 2009के ला'अकिला भूकंपसे पहले इस्तमाल किया था जिसके उपयोगसे विनाशकारी परीणाम वाली घटनाको बाधित करना मुमकिन नहीं हो पाया था।

किसी भी समाज के लिए एमसीई घटनाओंके परीणाम की तैयारीके लिए थोड़ी ज्यादा किंमत देना या फिर थोड़ा कष्ट सहन करना सूचितरूप से घातक और विनाशकारी घटनाओंको नजरअंदाज करके या उसका कम आंकलन करके कभी भरपाई न होने वाले नुकसान सहन करनेसे ज्यादा बुद्धिमानी का काम होगा।

खतरों और जोखिमके विश्लेषण माहितीकी सूचना जनताको स्पष्ट और यथार्थ रूपसे सही कदम उठाने के लिए दी जानी चाहिए। ये काम डिएसएचए या एनडिएसएचए आधारीत भूकंपीय खतरेके मूल्यांकन द्वारा करनी चाहिए क्योंकि उसको आसानीसे समझा जा सकता है, पारदर्शी है और भौतिक रूपसे नियंत्रित है। पीएसएचए की सबसे बड़ी समस्या ये है कि वो अवास्तविक और मात्र संख्यात्मक सर्जन है जिसको किसी भी रूपमें भौतिक वास्तविकताके साथ जोड़ा नहीं जा सकता।

आपातकालीन चेतावनी की विफलता अपरीहार्य है और उसको अनुभव और नई तकनीकियोंसे सुधारा जा सकता है।

डिएसएचए या एनडिएसएचएके उपयोगके फायदे दर्शाते हुए हाल ही के कुछ और उदाहरण इस प्रकार हैं:

#### 1. ला'अकिला (L'Aquila) भूकंप, इटली: 6 अप्रैल 2009 (M6.3)

केवल M6.3 वाले ला'अकिला भूकंपमें कई लोगोंकी जान गई और बड़े पैमाने पर विनाश होनेका कलंक मेजर रिस्कस कमिशन (कमिशन ग्रान्डी रीशी या सीजीआर Commissione Grandi Rischi or CGR) पर लगा उसका कारण, जैसाकी कई अग्रिम संस्थाओंने विस्तृत रूपसे घोषित किया था, भूकंपकी भविष्यवाणी करनेकी विफलता नहीं थी परंतु अन्य कारण थे: भूकंपके साथ जुड़े हुए जोखिमकी सूचना सहि ढंगसे न देना और संभवित भूकंपके खतरोंको वास्तविकतासे कम आंकना और कम करके दिखाना। ला'अकिला भूकंपके भूकंपीय खतरा और उसके जोखिम बहुत बड़े होंगे उसके बारेमें सीजीआरको पता था, उनका प्राणघातक निर्णय उससे बिलकुल विपरीत था और उनके जानके साथ किया गया वैज्ञानिक धोखा था। इस प्रकारकी गलतीयाँका पुनरावर्तन स्वीकृत नहीं है।

सीजीआरने ये कैसे मान लिया की बहुत बड़ा भूकंप अशक्य है उसको ध्यानमें न लेते हुए भी संभवतः भूकंपीय घटनाओंके परीणामोंको हमेशा ध्यानमें रखना चाहिए: खास करके (i) सबसे बड़ा अपेक्षित भूकंप, (ii) सबसे शक्तिशाली भूकंप जिसका वैज्ञानिक तौर पर मूल्यांकन किया जा सके या, (iii) कुछ और नहीं तो, भूतकालमें हुए सबसे शक्तिशाली भूकंपका कद। इस प्रकारकी घटनाओंके जोखिमसे जनताको सूचित करना चाहिए जिससे योग्य प्रकारसे ध्यान रखा जा सके।

अगर ला'अकिला भूकंपमें (प्रादेशिक भूगोल, ऐतिहासिक भूकंपीय तीव्रता और मोर्फोलोजिकल विश्लेषणके लिए) जोखिमकी गणना करनेमें वर्तमानमें (सन 2002से) उपयोगमें लिए एमसीई (MCE) तीव्रताका उपयोग करनेवाले एनडिएसएचए (NDSHA) आधारीत पद्धतिका उपयोग किया गया होता तो उससे मानव विध्वंसको रोकनेमें काफी हद तक मदद मिली होती।

#### 2. टोहोकू (Tohoku) भूकंप, जापान: 11 मार्च 2011 (M9)

भूकंपके बहुत बड़े झटकेसे पेदा हुई करीब 14 मीटर ऊँची सुनामीकी लहरोंसे फूकूशीमा परमाणु उर्जा एकमको बहुत बड़ा नुकसान झेलना पड़ा। इस सुविधाकी डिजाईन इस तरीके से तैयार की गई थी की अगर 8.5 तीव्रताका भूकंप आता है तो 5.2-मीटर ऊँची सुनामीकी लहरें उठेगी और उसके कारण जो नुकसान होगा उससे इस सुविधाको रक्षण मिल पायेगा। इस भूकंपसे उठी 40-मीटर तककी रन-अप ऊँचाईकी सुनामीकी लहरें और अन्य ऐतिहासिक घटनाओंका लिखित प्रमाण जापानके पूर्विय किनारेके टापुओंमें मौजूद है। अतः, वर्तमानमें उपयोगमें लिए गए घटनाओंकी शक्यता और आवृत्ति इस प्रकारके खतरनाक स्रोतके कदका सही तरीकेसे मूल्यांकन नहीं कर सकते और उसके जोखिमका कम आंकलन करते हैं। वास्तविक रूपसे अनुभव किये गए घातक विनाशको रोकने के लिए या फिर कम करनेके लिए

परमाणु उर्जा इकाईकी डिजाईन तैयार करनेमें वैज्ञानिक रूपसे मूल्यांकन किया जा सके ऐसे सबसे मजबूत घटनाका ही उपयोग किया जाना चाहिए था।

अगर एमसीई (MCE) तीव्रता M9+ और उसके साथ जूडी हुई सुनामीका उपयोग पहलेसे ही परमाणु उर्जा इकाईके डिजाईनमें किया गया होता तो उससे बहुत बड़े भूकंप द्वारा की गई तबाहीको काफी हद तक रोकनेमें मदद मिल सकती थी। सार्वजनिक और आर्थिक सुरक्षा प्रदान करनेके लिए इस तरीकेके महत्वपूर्ण ढाँचोंके लिए डिएसएचए या एनडिएसएचए (DSHA or NDSHA) आधारित वास्तविक और विवेकपूर्ण भूकंपीय खतरा मूल्यांकनका उपयोग करनेमें ही बुद्धिमानी है।

### 3. एमिलिया (Emilia) भूकंप, इटली: 20 मई 2012 (M5.9)

पीएसएचए (PSHA) नकशा, आधार-शैल पर, जिसके उपर इटालियन मकान संकेत आधारित है, दर्शाता है कि उच्चतम भूतल गतितीव्रता (पीक ग्राउन्ड एक्सेलरेशन - PGA) < 0.175g के साथ भूकंप केन्द्र विस्तार तीसरी श्रेणीमें आता है। उससे विपरीत, एनडीएसएचए (NDSHA) नकशा, आधार-शैल पर, जो पहली बार 2001में प्रकाशित किया गया था, दर्शाता है कि पीजीए मूल्य 0.15g से 0.30g के बीचमें है और वो वास्तविक लिखितरूपसे प्रमाणित मूल्य 0.25g से अच्छी तरहसे सुसंगत है। एनडिएसएचए (NDSHA) नकशा, जो श्रेष्ठ और ज्यादा वास्तविक है, इटली और विश्वके अन्य भूकंप प्रभावित प्रदेशोंमें मकानके संकेत विकसीत करनेमें ज्यादा अच्छा आधार बन सकता है। ये जानना चाहिए की May 29 के बाद इसी विस्तारमें आए M5 या ज्यादाकी तीव्रता वाले भूकंप May 20के झटकेसे ज्यादा घातक थे, शायद वो क्षतिग्रस्त मकानोंकी हालत और ज्यादा खराब होनेका, अन्य अस्थिर ढाँचों, पश्चात झटकोंके समय और उसकी विभिन्न हाइपोसेन्ट्रल (hypocentral) स्थितिका परीणाम हो सकता है।

## समापन

भविष्यके भूकंप, एमसीई (MCE) द्वारा पैदा किए गए भूकंप जिसने अन्य सभी घटनाओंको पार कर लिया है, उसका सामना करने के लिए सार्वजनिक सुरक्षा और ढाँचोंकी डिजाईन तैयार करने के लिए आपातकालीन प्रबंधन नीती और डिजाईन भारण निर्धारणमें डिएसएचए (DSHA) या एनडिएलएचए (NDSHA)का उपयोग किया जाना चाहिए। डिएसएचए (DSHA) पारदर्शी और मजबूत है और विश्वसनीय कामगिरीका उसका लंबा प्रमाण है।

पीएसएचए (PSHA) आधारित भूकंप खतरा मूल्यांकन सार्वजनिक सुरक्षा नीती स्थापित करने के लिए और भूकंपीय डिजाईन भारण निर्धारित करने लिए अस्वीकृत है उसको यथार्थ ठहरानेके लिए मजबूत प्रमाण है। पीएसएचए (PSHA) असात्यपूर्ण परीणाम पैदा करती है और ये मात्र संख्यात्मक सर्जन है जिसका वास्तविकतासे कोई लेनादेना नहीं है। डिएसएचए (DSHA) और एनडिएसएचए (NDSHA) सातत्यपूर्ण और वास्तविक परीणाम पैदा करता है।

डिएसएचए (DSHA) और एनडिएसएचए (NDSHA) पारदर्शी है और जनताको स्पष्ट और समझमें आये उस रूपसे संचार किया जा सकता है, जबकी पीएसएचए (PSHA) जटिल, खयाली, अपारदर्शी और जनताको संचार करनेमें मुश्किल है।

एनडीएसएचए (NDSHA) पीएसएचए (PSHA) के उपर अपनी सर्वोपरीता हालही में उत्तरीय इटलीमें मई 2012में आये भूकंपमें साबित कर दी है, और इटली और विश्वके अन्य भूकंपीय प्रदेशमें मकानके संकेत विकसीत करने का बहेतर आधार बन सकता है।

आपातकालीन चेतावनीकी विफलता अपरीहार्य है और उसको अनुभव और नई तकनिक से तकनिकसे सुधारा जा सकता है।

■