

## An Evaluation of Algebraic Turbulence Length Scale Formulations.

Stephanie Reilly, Ivan Bastak Duran, Anurose Theethai Jacob, and Juerg Schmidli

### बीजगणितीय अशांति लंबाई स्केल फॉर्मूलेसन का मूल्यांकन । स्टेफ़नी रीली, इवन बास्क डर्न, अनुरोस थिथाई जैकब, और जुएर्ग शिमडली

#### सार:

संख्यात्मक मौसम भविष्यवाणी मॉडल में अशांति मानकीकरण के लिए अशांति गतिज ऊर्जा (टीकेई) योजनाओं का नियमित रूप से उपयोग किया जाता है। इन योजनाओं का एक प्रमुख घटक तथाकथित अशांति लंबाई पैमाना है। नॉवेल स्केल-अवेयर, बजट-आधारित डायग्नोस्टिक्स जो भिन्नताओं के क्रॉस-स्केल ट्रांसफर के लिए जिम्मेदार हैं, का उपयोग अशांति के ग्रे ज़ोन में चयनित अशांति लंबाई पैमाने के फॉर्मूलेसन के प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए किया जाता है। चयनित आदर्शित मामलों के लिए उच्च रिज़ॉल्यूशन वाले बड़े एडी सिमुलेशन डेटा पर मोटे दाने वाली विधि का उपयोग करके निदान की गणना की जाती है। ऊर्ध्वाधर प्रोफाइल और अशांति लंबाई के पैमाने के अस्थायी विकास का विश्लेषण किया जाता है। इसके अतिरिक्त, स्थानीय सामान्यीकृत रूट माध्य वर्ग त्रुटि और विशेष रूप से अशांति लंबाई पैमाने प्रोफाइल के अनुरूप एक गैर-स्थानीय तीन-घटक तकनीक का उपयोग मूल्यांकन के लिए किया जाता है। हमारे विश्लेषणों के आधार पर, हम अशांति लंबाई-पैमाने के फॉर्मूलेसन का उपयोग करने की सलाह देते हैं जो न केवल सीमा परत की ऊंचाई पर निर्भर करता है, बल्कि टीकेई और स्तरीकरण पर भी निर्भर करता है। ऐसे फॉर्मूलेसन विभिन्न प्रवाह व्यवस्थाओं में संतोषजनक ढंग से प्रदर्शन करने में सक्षम हैं, लेकिन उनकी स्केल-जागरूकता अभी भी सीमित है। केवल हॉनर्ट एट अला ग्रे ज़ोन में इसके कट-ऑफ संबंध के कारण फॉर्मूलेसन एक मजबूत पैमाने-जागरूकता को दर्शाता है। हालाँकि, अशांति लंबाई पैमाने के निदान के विपरीत, इसकी रिज़ॉल्यूशन निर्भरता ऊंचाई के साथ नहीं बदलती है।

#### Abstract:

Turbulence kinetic energy (TKE) schemes are routinely used for turbulence parameterization in numerical weather prediction models. A key component of these schemes is the so-called turbulence length scale. Novel scale-aware, budget-based diagnostics that account for the cross-scale transfer of variances are used to evaluate the performance of selected turbulence length scale formulations in the gray zone of turbulence. The diagnostics are computed using the coarse-graining method on high resolution large eddy simulation data for selected idealized cases. The vertical profiles and the temporal evolution of the turbulence length scales are analyzed. Additionally, the local normalized root mean square error and a non-local three-component technique tailored specifically to the turbulence length scale profiles are used for the evaluation. Based on our analyses, we recommend using turbulence length-scale formulations that depend not only on the boundary layer height, but also on the TKE and stratification. Such formulations are able to perform satisfactorily in different flow regimes, but their scale-awareness is still limited. Only the Honnert et al. formulation shows a stronger scale-awareness thanks to its cut-off relationship in the gray zone. However, in contrast to the turbulence length scale diagnostics, its resolution dependence does not change with height.

**Keywords:** turbulence length scale, turbulence parameterization, evaluation, large eddy simulation.