

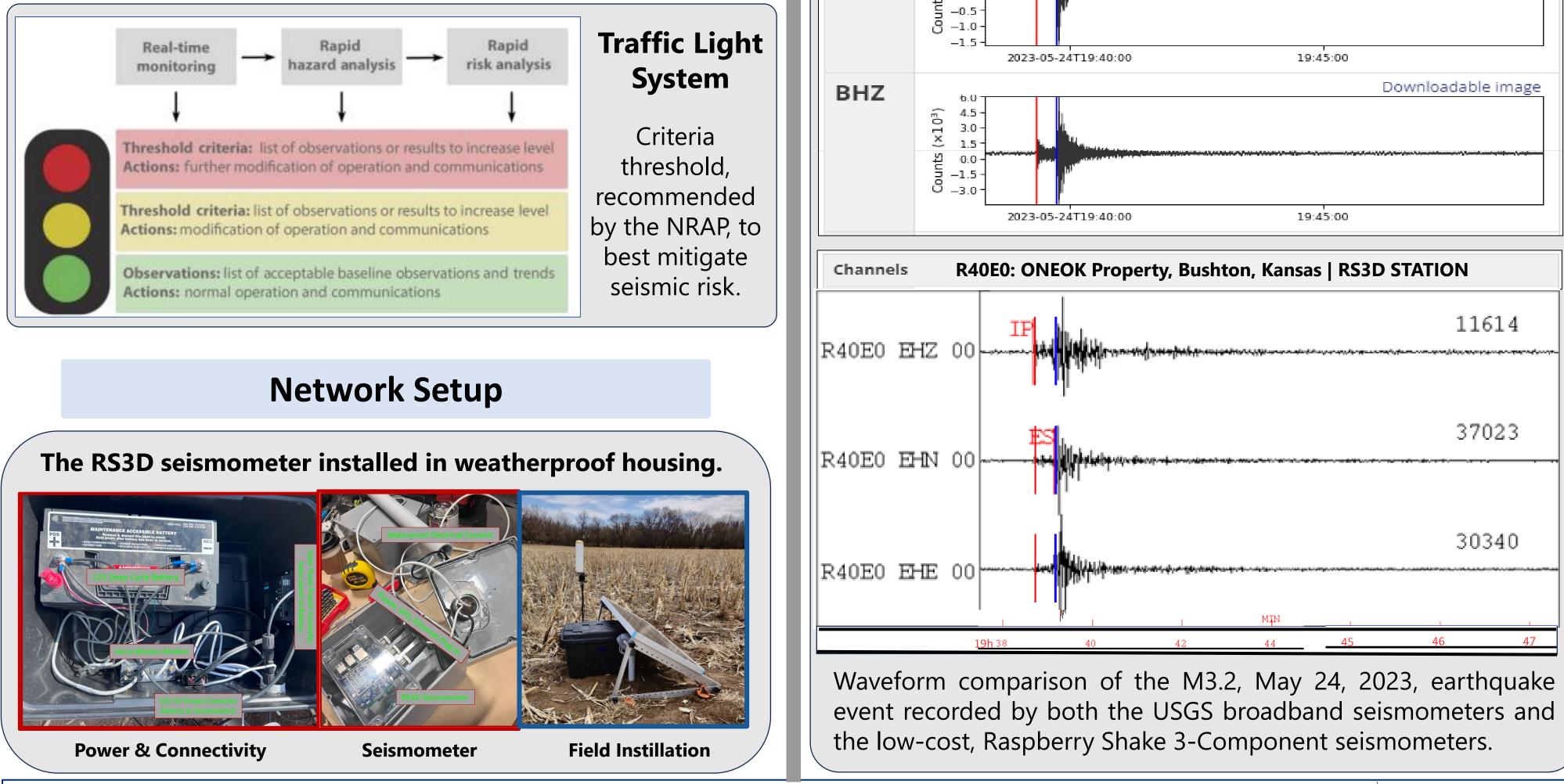


GEOLOGICAI

Regional Earthquake Detection Comparing the USGS, KGS, and Raspberry Shake Recorded data

Abstract

The state of Kansas has recently experienced an unprecedented increase in seismic activity. Studies have identified high-rate wastewater injections as the primary cause of induced seismicity. With growing interest in geologic carbon dioxide (CO2) sequestration, there is concern that such projects might also induce earthquakes. To address this, the Department of Energy, in collaboration with the National Risk Assessment Partnership (NRAP), has established standard guidelines for new CO2 sequestration projects in the United States. The NRAP recommends a series of steps to be taken before injection operations commence, including the establishment of an active, local seismic network to monitor background seismicity for 6-12 months. To better understand the susceptibility of potential sequestration sites, efficient and affordable earthquake monitoring equipment is needed. This study utilizes the low-cost Raspberry Shake 3D seismometer and readily available components, such as wireless modems, solar panels, and weather-resistant housing. Currently, five Raspberry Shake seismometers have been successfully installed and are operational near Bushton in the Central Kansas. Each station comes at a cost of approximately \$3,500, offering a significant advantage over commonly used broadband seismometers that can cost more than \$30,000 per station. Since the completion of the installation, the network has detected small local seismic events occurring at distances of only a few kilometers, events that went unnoticed by state and regional monitoring networks.



BH1

BH2

Acknowledgements

This research has been funded by the US Department of Energy/NETL, DE-FE0031837 through the Kansas Geological Survey in affiliation with ONEOK and CUSP. The progress made on this project has been made possible with the help of Alex Nolte. Field work was additionally supported by Gordon Eggers at ONEOK, Jason Wagner and Curtis Wolf at the Kansas Wetlands Education Center, and Richard from the Holyrood St Paul United Church of Christ Cemetery.

References Templeton, D.; Schoenball, M.; Layland-Bachmann, C.; Foxall, W.; Guglielmi, Y.; Kroll, K.; Burghardt, J.; Dilmore, R.; White, J. Recommended Practices for Managing Induced Seismicity Risk Associated with Geologic Carbon Storage; NRAP-TRS-I-001-2021; DOE.NETL-2021.2839; NRAP Technical Report Series; U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory: Pittsburgh, PA, 2021; p 80. DOI: 10.2172/1834402

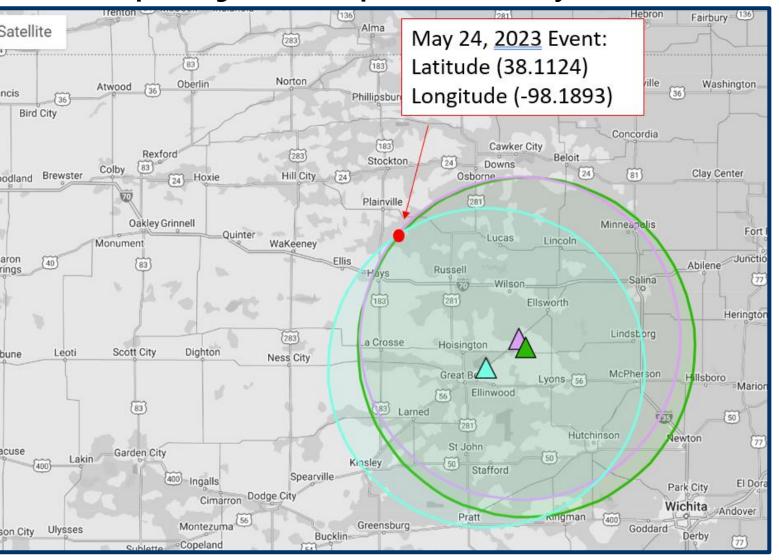
MONITORING INDUCED SEISMICITY USING LOW-COST SEISMOMETERS: A CASE STUDY IN CENTRAL KANSAS

Hannah R. Proffitt and George P. Tsoflias

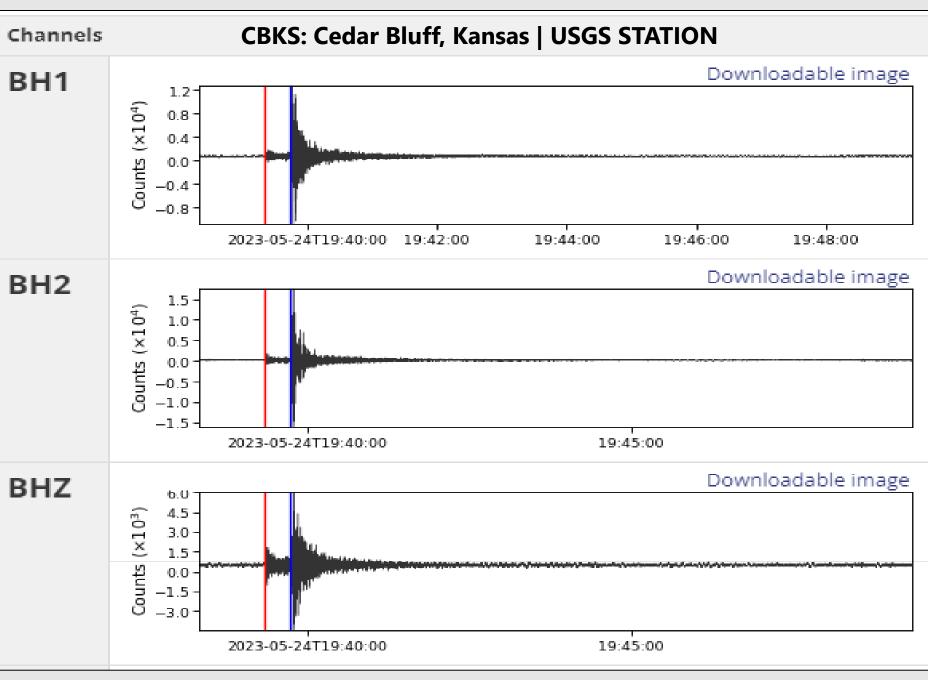
Department of Geology, The University of Kansas, Lawrence, KS, USA

Detected Regional Earthquake Event

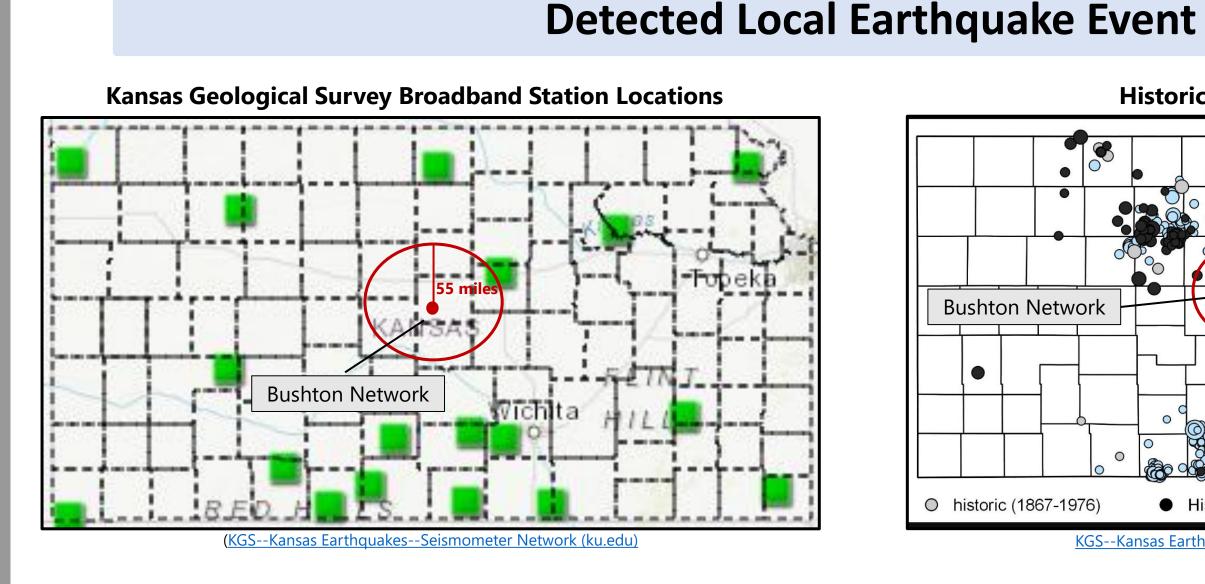
Modified Map of Regional Earthquake Recorded by USGS/KGS/RS3D

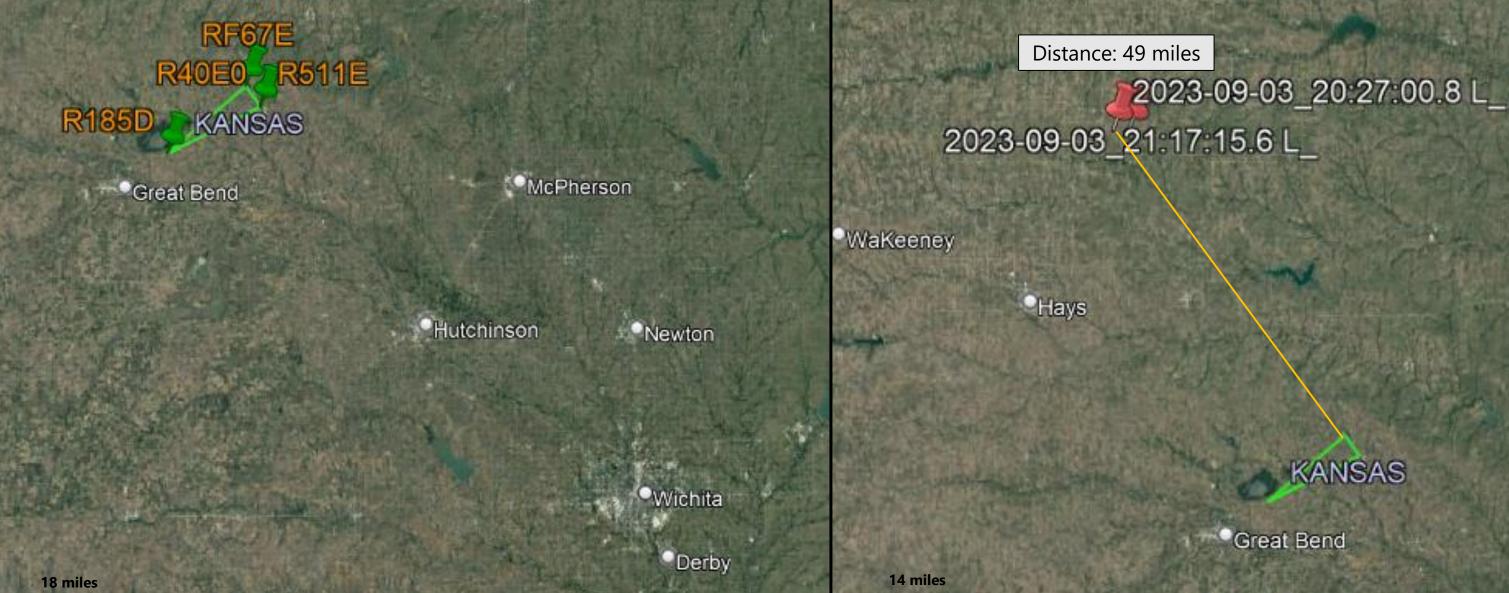


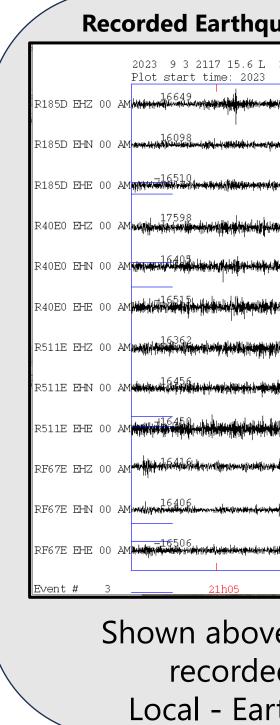
Waveform Comparison: USGS VS Raspberry Shake 3-Component

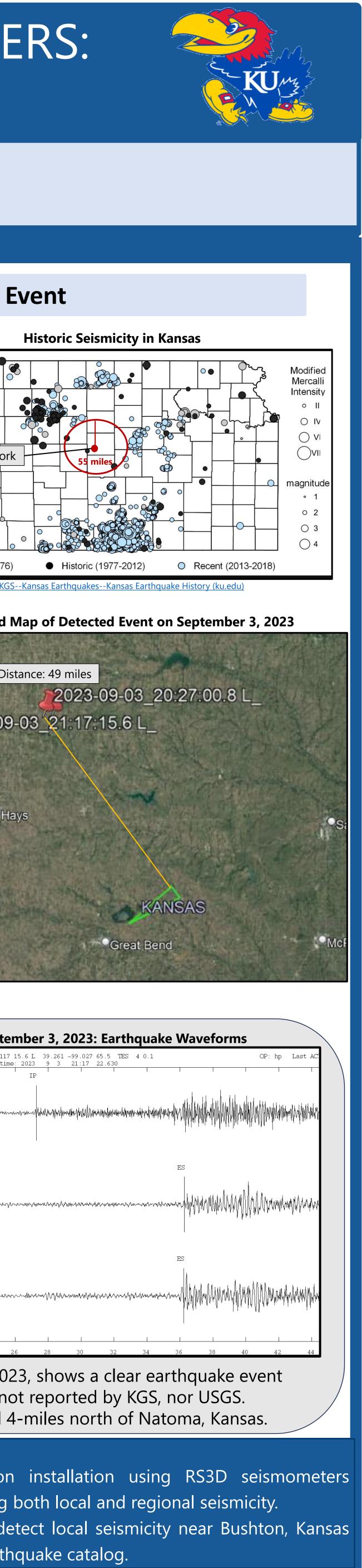




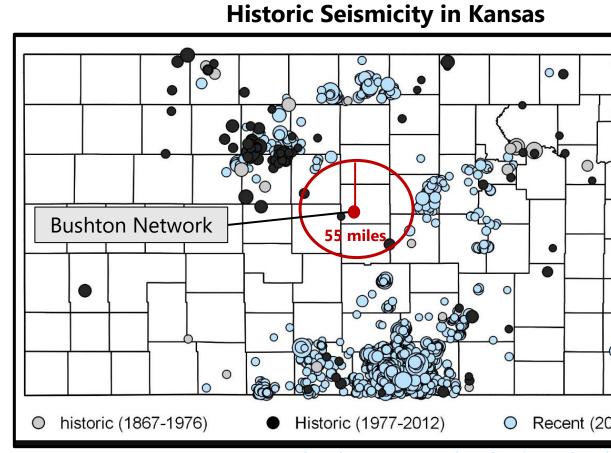








Modified Map of Raspberry Shake Seismometer Station Locations



Modified Map of Detected Event on September 3, 2023

Maps created using Google Maps application

quake (Sept. 3, 2023) by Rasp	berry Shake Stations		Septeml	ber 3, 2023: E	arthquake	Waveforms
L 39.261 -99.027 65.5 TES 4 0.1 3 9 3 21:1 43.660	OP: hp Last ACTION: UP b	y: hp	Plot start time: 20	6 L 39.261 -99.027 65. 023 9 3 21:17 22.		
	ารสารที่สุดสุดอาการ สาราร สารารารสารารารารารารารารารารารา	an a first for a first of the second s	16427	IP		
net fleren het fan her de fleren seren eine begegetele neren keine andele stet alse waar an de veren en de vere	มากป านี้ไปกรุ่ง ประสารและสารและสารแห่งสารแห่งสารแห่งสารและการสารและการสารและการสารและการสารและสารและสารและสารแล สาราปสาร		AMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM	mullikanigenderstalikanigen	upun-duhampa-adapa-fadpunthanda	
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	นองที่มีที่ สารมีสารทางการสารการที่สารมีสารมีสารที่สารที่สารที่สารทางการสารไหกการสารที่สารที่สารที่สารที่สารที่ เหลงที่มีที่ สารมีสารทางการสารที่สารมีสารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่สารที่ส	<b>##</b> #**################################				, a http://www.with.ak.http://with.uk.ak.
rfelenenterfansen en e	the the state of the second state of the secon	(Mathaniwa), and the fit		I		
terenterariserariserarises and many many frantscher preservation at the average the all representations of the average of the second		Yan ya Manada Yukin	16410			ES
**********	Lindersky for a final station of the second s	contraction for	AMMMANA	www.www.www.	www.www.www.www.	~~~
nye nye plantasi perioda kana kana kana kana kana kana kana ka	hally bligheadd ar an ar a brian a brian a brian ar a br	17++411+1 <b>1</b> +14+4				
the and to an international to the decision of the state of the	พสุขมุษายังสารประมาให้มาการให้มาการประวัติการประวัติการประวัติการประวัติการประวัติการประวัติการประวัติการประวัต	**********				
da, dallan, manfarata kati shi ku ku aliya da an da	u del la des de marte malentel (na plea estere llan arte attiliteren de la des de la des de la de la de la des Inverse en en tradició de la presi a presenta de la desta de la		-16508			ES
กระกรณะนี้กู้สารสารประการการสารสารสารสารนารีแก่ง และการสารสารสารสารสารสารสารสารสารสารสารสารสา	" ที่มีที่มีเขาของ หรังรถองสตรามสำนักของสตรไของที่มีสุดาร์สหรังมีอาการสุดารที่ไขครางที่สมุดการ์สสัตว์สินวิจาร์สมาน		2M 2mm MAA Amarakan 2. Ad	Marana Malana Mada ang Marana Manana Mana	anna ann ann ann ann ann ann ann ann an	
ensend for for farter on office a construction of the set of formation or the set of a set of the s	and a second	ad yange a dalat	TITE A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		∼ sin κ fikerkene ækkim∆β	
ะสาขาไปสถุนสีมารถนี่มายาลังนี้ขายามรู้ไทยนายนอนรายานายนอย่างไหนสรานที่มาเรื่องมีระบุให้สมบัตรณ์นี้นอยู่ในสุมารณ 	102703 กร้างเข้าสู่สู่ไปสายการแข่งของๆจะเหตุอาการสารๆให้กร้างสารได้เรื่องสารได้การสารการสารการสารการสารการสารการสารการ 1 MIN	bAge-NiNal-Congresi				
10 15	20 25	302vent # 3	<u>    17</u> m24   26	28 30	32 34	36 38 4

Shown above, the recorded and processed data on September 3, 2023, shows a clear earthquake event recorded by the Bushton monitoring network. This event was not reported by KGS, nor USGS. Local - Earthquake Event occurred at the time (UTC 21:17:06) and 4-miles north of Natoma, Kansas.

### Summary and Conclusions

The low-cost seismic station installation using RS3D seismometers appears capable of monitoring both local and regional seismicity. The network is expected to detect local seismicity near Bushton, Kansas for a complete, 12-month earthquake catalog.