

उत्तर मुक्ता क्षेत्र की पन्ना संरचना में चिकनी मिट्टी (क्ले) की पहचान: मुंबई अपतटीय बेसिन और हाइड्रोकार्बन अन्वेषण पर इसका प्रभाव

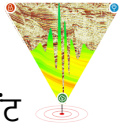
लेखक: क्लिंट जेम्स, सौरीश रॉय, बनानी पांडा, विश्वप्रकाश सामल, अनिमा महंत, सामिक कांजीलाल, प्रकाशम वाजनापल्ली, राजेश वड्डे

सारांश

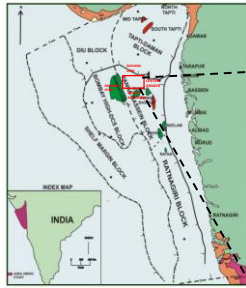
वर्तमान अध्ययन का उद्देश्य स्पेक्ट्रल गामा रे लॉग का उपयोग करके मुंबई ऑफशोर बेसिन के मुक्ता क्षेत्र के उत्तर में पन्ना संरचना की मिट्टी खनिज विज्ञान की जांच करना है। मिट्टी के खनिजों के पार्श्व और ऊर्ध्वधर वितरण को K बनाम Th क्रॉसप्लॉट के माध्यम से प्राप्त किया जाता है और बाद में उपलब्ध XRD अध्ययनों से इसकी पुष्टि की जाती है। अध्ययन के परिणाम से संकेत मिलता है कि काओलाइट, क्लोराइट और स्मेक्टाइट प्रमुख मिट्टी के खनिज हैं, स्मेक्टाइट मिट्टी पन्ना संरचना के मध्य से निचले हिस्से में अधिक केंद्रित है। जैसा कि कई कुओं में पाया गया है, इस क्षेत्र में पन्ना संरचना दोहरे दबाव शासन को प्रदर्शित करने के लिए जानी जाती है जहां ऊपरी हिस्से में हाइड्रोस्टैटिक दबाव होता है और निचले हिस्से में हाइड्रोस्टैटिक से परे दबाव होता है। यह कम पारगम्यता वाले शेल में डायजेनेसिस के दौरान स्मेक्टाइट के निर्जलीकरण के कारण हो सकता है जिससे अत्यधिक दबाव की स्थिति पैदा हो जाती है क्योंकि निष्कासित पानी आसानी से बाहर नहीं निकल पाता है। इसके अलावा, यूरेनियम सांद्रता से यह पता चलता है कि पन्ना संरचना के उथले हिस्से में कार्बनिक सामग्री बेहतर बढ़ी है। निक्षेपण पर्यावरण के बारे में अंतर्दृष्टि भी Th/U अनुपात से ली गई है जो पन्ना अनुक्रम के लिए निक्षेपण के सीमांत से उथले समुद्री वातावरण का सुझाव देती है।

परिचय

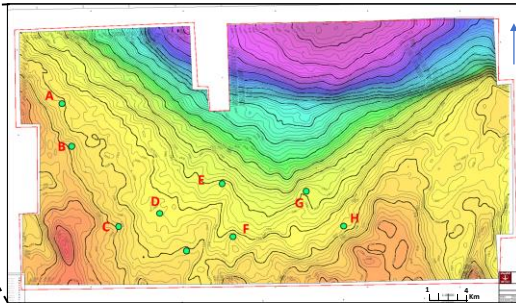
चिकनी मिट्टी/क्ले के खनिजों की तेल और गैस उद्योग में एक महत्वपूर्ण भूमिका है क्योंकि वे डायजेनेटिक इतिहास को समझने, निक्षेपण पर्यावरण की व्याख्या करने और रेज़र्वॉयर की गुणवत्ता की भविष्यवाणी करने में महत्वपूर्ण हैं। वे कार्बनिक पदार्थ, हाइड्रोकार्बन प्रवासन और संचयन प्रक्रिया की तापीय परिपक्वता पर प्रासंगिक जानकारी भी देते हैं। स्पेक्ट्रल गामा किरण एक ऐसा उपकरण है जो थोरियम (232Th), पोटेशियम (40K) और यूरेनियम (238U, 234U, 235U) से निकलने वाले प्राकृतिक गामा विकिरण को मापकर संरचना में मौजूद चिकनी मिट्टी के खनिजों के प्रकार का संकेत देता है। वर्तमान अध्ययन में, प्राकृतिक गामा रे स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए, मुक्ता क्षेत्र, मुंबई अपतटीय बेसिन के उत्तर में पन्ना संरचना की चिकनी मिट्टी के खनिज विज्ञान और हाइड्रोकार्बन अन्वेषण पर इसके निहितार्थ को समझने का प्रयास किया गया है। मुक्ता क्षेत्र का उत्तरी भाग मुंबई हाई के पूर्व में और मध्य हथियाने के पश्चिम में स्थित है। यह उत्तर में दहानु लो और दक्षिण में मुक्ता प्लेटफार्म से घिरा है (चित्र 1)। पन्ना और बेसिन इस क्षेत्र में अन्वेषण का प्रमुख केंद्र हैं। लेट इओसीन से लेकर प्रारंभिक पेलियोसीन युग की पन्ना संरचना में यहां भरपूर हाइड्रोकार्बन क्षमता साबित हुई है। ऐसा समझा जाता है कि इसका निक्षेपण भारत-मेडागास्कर के अलगाव के बाद की अवधि में हुआ, जब भारतीय प्लेट तेजी से यूरेशिया की ओर बढ़ी। मुंबई उच्च के निकटवर्ती ग्रेनाइट पुंजक से प्राप्त बलुआ पत्थर/सैंडस्टोन को मुक्ता क्षेत्र के उत्तर तक पहुँचने के लिए लंबी दूरी की यात्रा से गुजरना पड़। ज्वार और लहर की प्रक्रिया द्वारा यह पुनर्वितरित हुआ जिसे ज्वारीय और लांगशोर बार के रूप में जमा



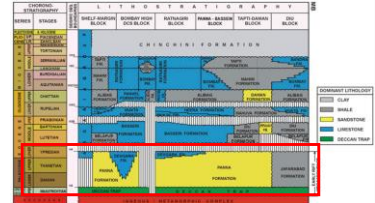
किया गया। स्ट्रक्चरल हाई और नोसल फीचर्स पर ड्रिल किए गए कुएं स्ट्रेटी-स्ट्रक्चरल टाइप एंटेपमेंट के साथ हाइड्रोकार्बन युक्त पाए गए हैं।



Map of Mumbai Offshore Basin (Mishra, 2008)



Structure Map at the top of Panna Formation, North of Mukta area

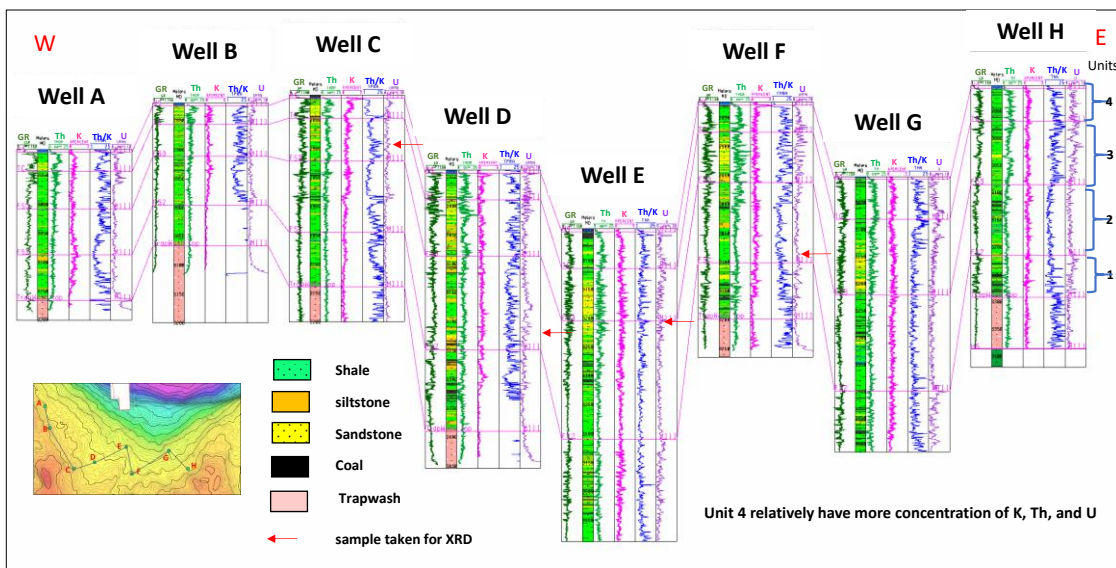


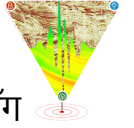
Panna Formation of late Paleocene to early Eocene age, in the stratigraphic chart of Mumbai Offshore Basin (www.ndrdgh.gov.in)

चित्र 1: मुंबई अपतट बेसिन में मुक्ता क्षेत्र के उत्तरी भाग और मुंबई अपतट के स्ट्रेटिग्राफिक चार्ट में पन्ना संरचना की मानचित्र पर स्थिति। अध्ययन के लिए विचार किए गए कुओं की अनुमानित स्थिति मानचित्र पर अंकित की गई है।

क्रियाविधि

पन्ना संरचना को रेत, गाद, शेल और कोयले की परतों के बीच की परतों द्वारा दर्शाया गया है। वर्तमान अध्ययन पन्ना संरचना की चार उप-इकाइयों से संबंधित है - यूनिट 1,2,3 और 4 जो बाढ़ की सतहों पर आधारित है और पूर्व में निकटवर्ती मध्य हथियाने वाले क्षेत्र से सहसंबद्ध किया गया है। GR, K, Th और U लॉग के साथ पन्ना निर्माण की इकाइयों को दर्शाने वाला लॉग सहसंबंध चित्र 2 में दिया गया है।





चित्र 2: कुओं ए, बी, सी, डी, ई, एफ, जी और एच के माध्यम से GR, K, Th, Th / K और U लॉग और पत्रा संरचना के उपखंडों से गुजरने वाले लॉग का सहसंबंध। यूनिट 1 सबसे पुरानी है और यूनिट 4 सबसे नयी है।

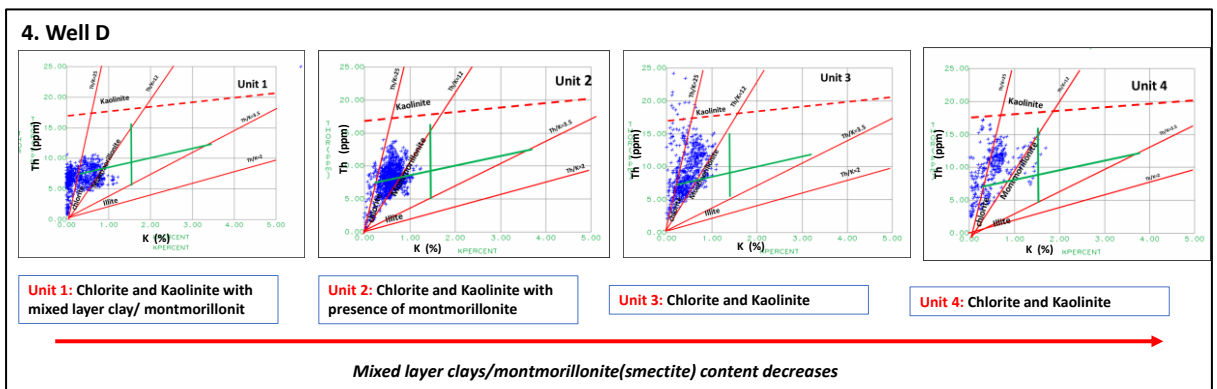
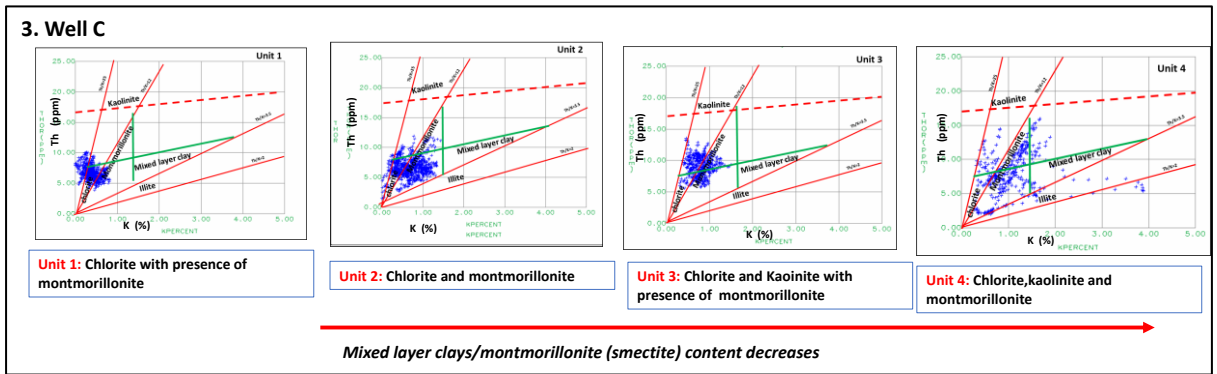
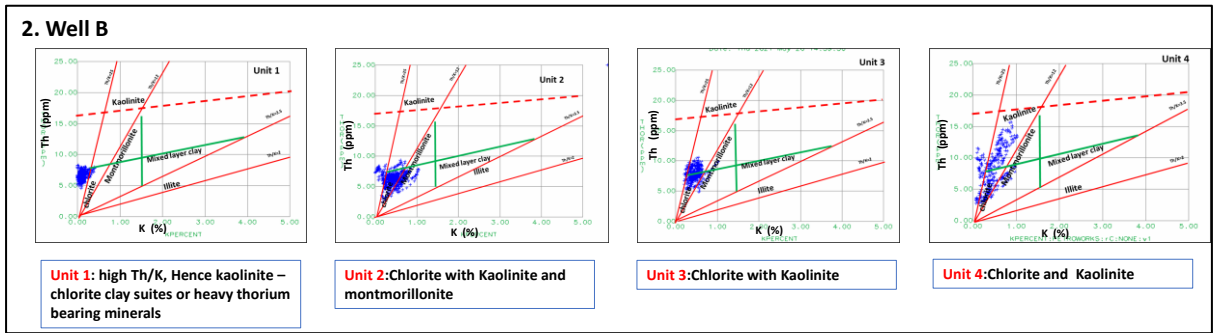
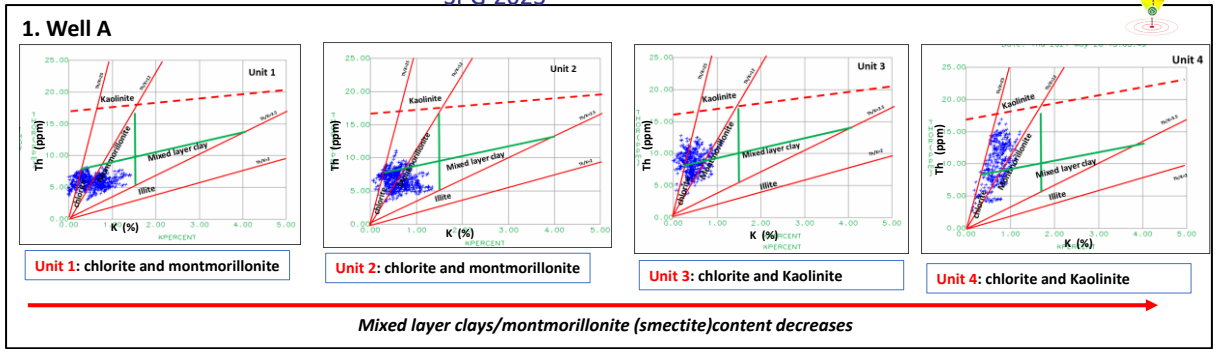
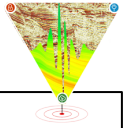
मिट्टी के खनिज विज्ञान का मूल्यांकन करने के लिए, लिए पीपीएम में टीएच के साथ हर यूनिट के K प्रतिशत (%) को क्रॉस प्लॉट किया गया है। यह अध्ययन 8 कुओं के लिए किया गया है और वर्णक्रमीय गामा किरण (स्पेक्ट्रल गामा रे) दर्ज की गयी है (चित्र 3)। पोटेशियम और थोरियम क्रॉसप्लॉट (श्लमबर्गर, 1985) Th/K अनुपात के आधार पर चिकनी मिट्टी की टाइपिंग के लिए आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली विधि है। मूल से निकलने वाली रेखा Th/K अनुपात दर्शाती है।

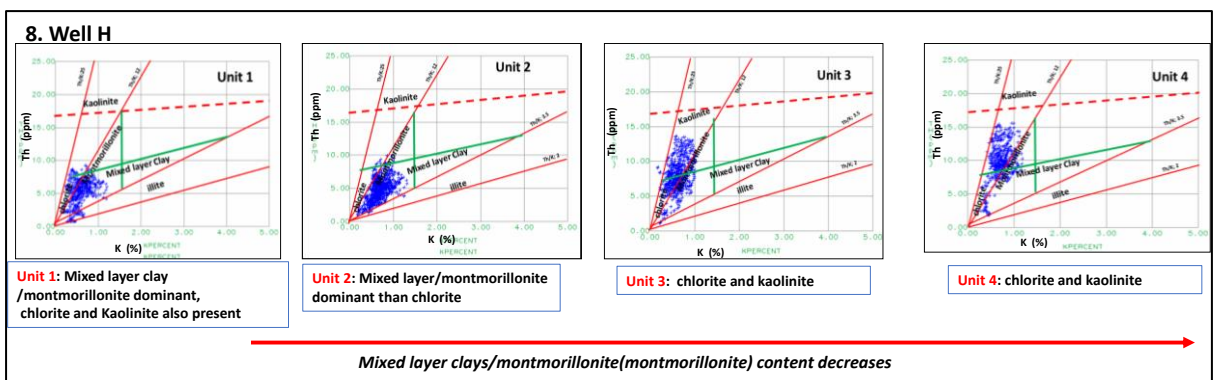
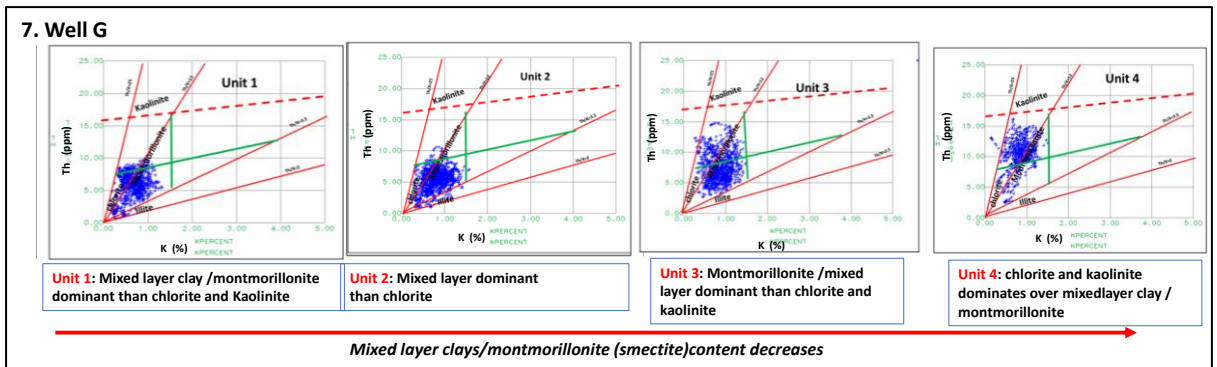
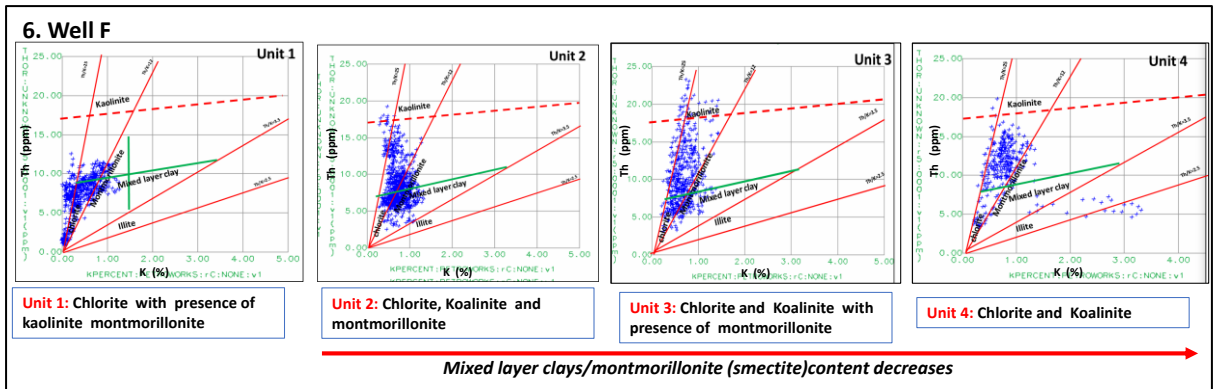
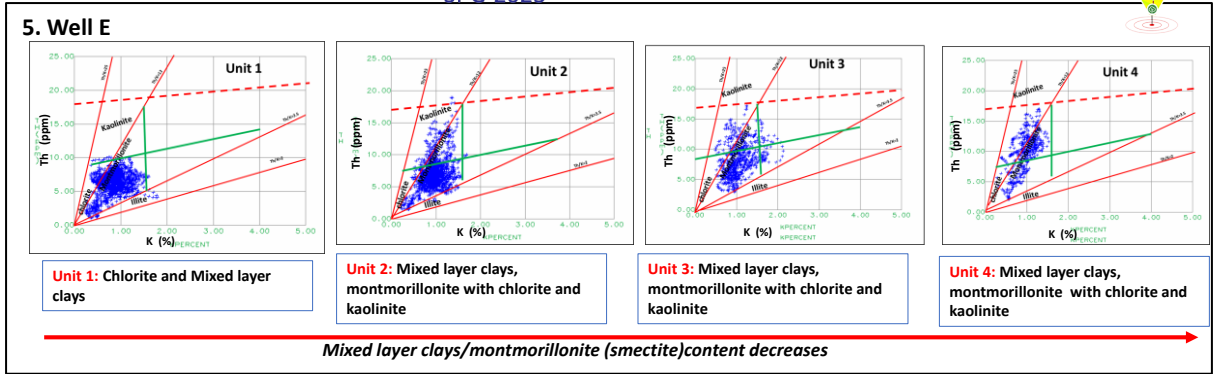
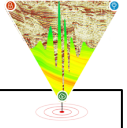
K, Th, U, Th/K, Th/U और U/K के औसत मूल्यों की गणना भी प्रत्येक इकाई के लिए लॉग से की गई है और तालिका 1 में प्रस्तुत की गई है।

Well	K	TH	U	TH/K	TH/U	U/K		Well	K	TH	U	TH/K	TH/U	U/K		
UNIT 1	A	0.482	5.67	1.972	17.06	4.35	9.98	UNIT 2	A	0.6	6.739	1.64	13.56	4.649	3.382	
	B	0.122	6.59	1.205	51.63	6.14	9.585		B	0.456	6.303	1.83	17.834	4.103	5.18	
	C	0.4	6.688	0.941	20.91	8.02	3.22		C	0.689	6.573	1.3	11.98	6.533	2.253	
	D	0.261	6.337	1.596	36.32	4.411	8.709		D	0.575	7.793	2.7	15.18	3.32	5.16	
	E	0.85	6.16	1.72	7.73	5.28	2.09		E	0.9613	6.9905	1.62	7.41	5.06	1.79	
	F	0.464	7.2995	1.782	21.39	4.765	5		F	0.7455	8.55	2.24	12.507	4.092	3.28	
	G	0.67	5.89	2.42	9.48	3.96	3.87		G	0.795	5.386	1.62	7.137	5.29	2.3	
	H	0.59	5.27	2.875	9.44	2.32	5.2		H	0.698	4.838	2.31	7.066	2.47	3.53	
UNIT 3	A	0.486	8.7729	2.16	23.03	5.27	5.14	UNIT 4	A	0.748	10.449	2.63	14.076	4.511	4.06	
	B	0.448	7.82	1.483	19.31	5.76	3.73		B	0.518	8.302	2.11	19.12	4.165	4.778	
	C	0.787	8.826	1.69	12	6.0317	2.319		C	1.19	7.88	2.05	7.95	4.02	2.047	
	D	0.468	9.559	2.301	26.31	4.91	6.27		D	0.54	9.922	3.57	25	2.9	10.21	
	E	1.069	8.044	1.991	7.82	5.99	2.04		E	0.96	9.965	2.28	10.53	6.35	2.68	
	F	0.682	10.15	2.67	15.79	4.641	4.228		F	0.844	10.934	2.95	15.351	4.192	4.4	
	G	0.869	7.6204	2.62	9.71	3.77	3.5		G	0.854	10.49	3.02	13.25	4.3	4.23	
	H	0.637	8.4	4.07	13.73	2.44	7.06		H	0.71	9.18	3.82	13.04	2.6	5.66	

तालिका 1: K (%), Th (ppm), U (ppm), Th/K, Th/U और U/K के यूनिट वार औसत मूल्य

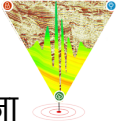
रीजनल जियोसाइंस लेबोरेटरी, ओएनजीसी, मुंबई द्वारा किए गए एक्सआरडी अध्ययनों से प्राप्त जानकारी को उत्पन्न क्रॉसप्लॉट का समर्थन करने के लिए अध्ययन में शामिल किया गया है।





चित्र 3. कुओं ए, बी, सी, डी, ई, एफ, जी और एच के लिए यूनिट वार K (%) बनाम Th (पीपीएम) क्रॉसप्लॉट

परिणाम और चर्चा



एसजीआर लॉग चिकनी मिट्टी के खनिज की पहचान और क्लैस्टिक तलछटी चट्टानों (क्लाजा और ड्यूडेक, 2016) के निक्षेपण पर्यावरण की पहचान में उपयोगी पाया गया है। क्लैजा और ड्यूडेक (2016) के अनुसार, Th/K अनुपात क्रिस्टल संरचना और खनिजों के आयामों पर निर्भर करता है, साथ ही रेडियोधर्मी आयनों की सापेक्षिक सांद्रता के साथ-साथ खनिज निर्माण के दौरान प्रचलित अपक्षय और डायजेनेटिक प्रक्रियाओं द्वारा नियंत्रित होता है। तालिका 2 में दिखाया गया है कि चिकनी मिट्टी के खनिज संयोजनों के लिए Th/K कैसे बदलता है।

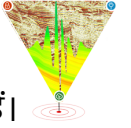
No	Th (ppm)/K %	Minerals
1	<0.6	Feldspar
2	0.6-1.5	Glauconite
3	1.5-2.0	Micas
4	2.0-3.5	Illite
5	>3.5	Mixed Layer Clay
6	10 and above	Kaolinite and Chlorite

तालिका 2: Th/K अनुपात के आधार पर मिट्टी के खनिजों का वर्गीकरण (क्लाजा और ड्यूडेक, 2016)

वर्तमान अध्ययन के लिए उत्पन्न Th बनाम K क्रॉसप्लॉट से पता चलता है कि अधिकांश बिंदु 0-1% के K मानों और 3.5-25 से लेकर Th/K अनुपात के साथ 0-15ppm के Th मान के भीतर क्लस्टर किए गए हैं। (चित्र 3)। यह इंगित करता है कि चिकनी मिट्टी के प्रमुख खनिज केओलिनाइट, क्लोराइट और मॉन्टमोरिलोनाइट (स्मेक्टाइट) हैं। इकाईवार विश्लेषण से मिट्टी के खनिज वितरण में निश्चित पैटर्न सामने आता है:

- यूनिट १ की विशेषता है उच्च Th/K अनुपात वाले चिकनी मिट्टी के खनिज सूट जो क्लोराइट और काओलिनाइट के साथ जुड़ा हुआ है। इसमें मॉन्टमोरिलोनाइट/स्मेक्टाइट के मिश्रित परतभाग से पर्याप्त योगदान है जो पूर्व में स्थित कुओं में स्पष्ट रूप से दीखता है - ई, जी, एच कुएं। मॉन्टमोरिलोनाइट का प्रतिशत धीरे-धीरे क्षेत्र के पश्चिमी भाग में कम हो जाता है।
- यूनिट 2 में मॉन्टमोरिलोनाइट/स्मेक्टाइट चिकनी मिट्टी के प्रमुख खनिज (वेल्स ए, सी, ई, एफ, जी, एच) हैं। केओलिनाइट और क्लोराइट भी पाए जाते हैं।
- यूनिट 3 में अधिकतर केओलिनाइट और क्लोराइट हैं साथ में मॉन्टमोरिलोनाइट/स्मेक्टाइट भी उपस्थित हैं, विशेष रूप से पूर्व के कुओं ई, जी, एच में।
- यूनिट 4 में मुख्य रूप से क्लोराइट और केओलिनाइट हैं।

इस प्रकार, गहरी से उथली इकाइयों में जाने पर K और Th मानों में मामूली वृद्धि देखी जाती है, विशेष रूप से इकाई 4 के क्रॉसप्लॉट में जहां मॉन्टमोरिलोनाइट/मिक्स्ट लेयर क्ले ज़ोन से काओलाइट-क्लोराइट ज़ोन में आते हैं। इसे लॉग कोरेलेशन द्वारा भी देखा जा सकता है (चित्र 2)।

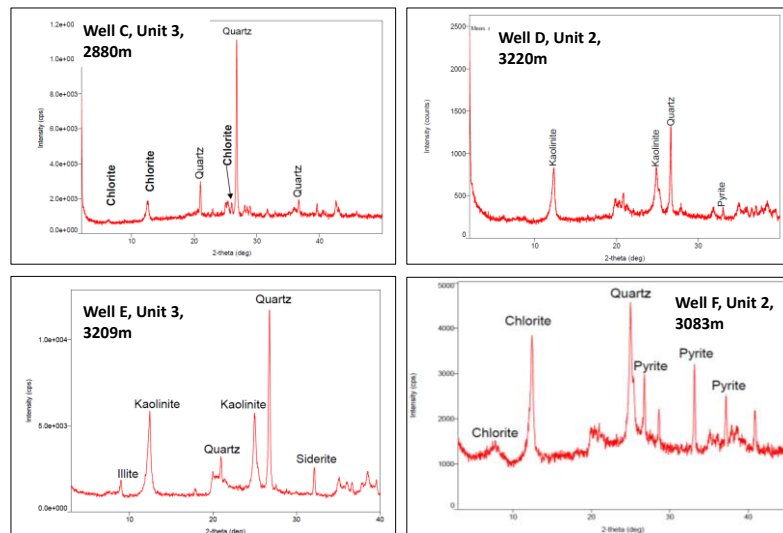


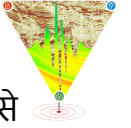
उर्ध्वाधर परिवर्तनों के अलावा, कुछ प्रेक्षण पार्श्व मृत्तिका वितरण में भी देखे जा सकते हैं। क्रॉसप्लॉट की सावधानीपूर्वक जांच से पता चलता है कि स्मेक्टाइट/मॉन्टमोरोलाइट सामग्री ज्यादातर क्षेत्र के पूर्वी भाग (जी और एच कुँए) की ओर ड्रिल किए गए कुओं में बढ़ जाती है।

स्मेक्टाइट एक मिट्टी है जिसमें टी-ओ-टी परतों के बीच इंटरलेयर बाध्य पानी होता है। कम पारगम्यता वाले शैलों में डायजेनेसिस के दौरान स्मेक्टाइट का निर्जलीकरण अधिक दबाव क्षेत्र का निर्माण करता है और फलतः निर्जलीकरण को भी रोकता है। (कोल्टेन-ब्रेडली, 1987)। इस क्षेत्र में वर्तमान में चल रही खोजी गतिविधियों में लगातार कुओं में अधिक गतिविधियों और उत्पादन परीक्षण विफलताओं का सामना करना पड़ा है, विशेष रूप से पूर्वी क्षेत्र में ड्रिल किए गए कुओं में जहां स्मेक्टाइट प्रमुख है। पन्ना निर्माण का ऊपरी भाग जलस्थैतिक दबाव की स्थिति प्रदर्शित करता है और मध्य से निचला भाग (पन्ना शीर्ष से लगभग 100-140 मीटर नीचे) कई कुओं में जलस्थैतिक से परे दबाव शासन दिखाता है। यह दबाव संक्रमण ज्यादातर यूनिट -3 या 2 से होता है जहां स्मेक्टाइट मिट्टी दिखाई देने लगती है। इसलिए, इस असामान्य दबाव की स्थिति को स्मेक्टाइट क्ले की उपस्थिति के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है।

ध्यान दें कि क्रॉसप्लॉट्स में मिश्रित परत मिट्टी से स्मेक्टाइट को स्पष्ट रूप से अलग करना मुश्किल है। हालांकि पन्ना संरचना के मध्य से निचले हिस्से में स्मेक्टाइट मिट्टी प्रमुख खनिज के रूप में दिखाई देती है, पर मिश्रित परत वाली स्मेक्टाइट-इलाइट मिट्टी की उपस्थिति को नजरअंदाज नहीं किया जा सकता है। डायजेनेसिस के दौरान मिश्रित परत स्मेक्टाइट-इलाइट में स्मेक्टाइट परिवर्तन आम है। हालांकि पूरी तरह से स्मेक्टाइट का इलाइट में ट्रांसफॉर्मेशन रुक जाता है, अगर स्मेक्टाइट से निकलने वाला पानी कम पारगम्य ज़ोन में नहीं निकल पाता है, जिससे द्रव का दबाव बढ़ जाता है।

सी, डी, ई कुओं के लिए उपलब्ध एक्सआरडी अध्ययनों द्वारा क्रॉसप्लॉट विश्लेषण को और मजबूत किया गया है। इसमें मुख्य खनिज संरचना के रूप में क्वार्ट्ज के साथ-साथ केओलीनाइट और क्लोराइट की उपस्थिति भी परिलक्षित हुई है। पाइराइट, सिडेराइट और इलाइट की उपस्थिति भी देखी जाती है।



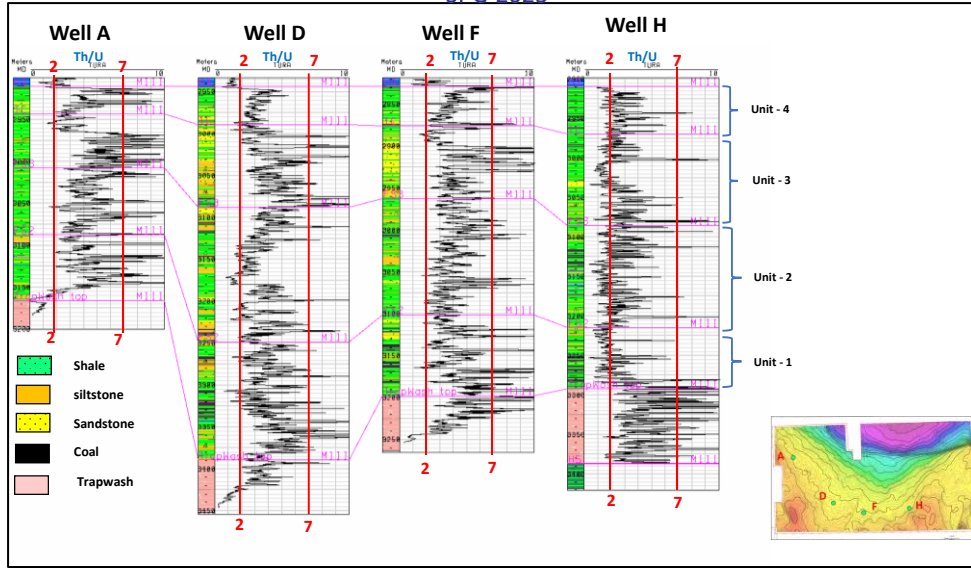
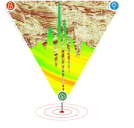


चित्र 4: सी, डी, ई और एफ कुओं के नमूने का एक्सआरडी विश्लेषण। वह गहराई जिसमें से नमूने एकत्र किए जाते हैं, चित्र 2 में दर्शायी गयी है।

यूरेनियम सांद्रता कार्बनिक सामग्री या सहायक खनिजों जैसे एपिडोट, मोनाजाइट, एपेटाइट और जिरकोन (रयबैक, एट अल। 1970) से जुड़ी है। कार्बनिक कार्बन और U के बीच मजबूत सहसंबंध शायद इसलिए मौजूद है क्योंकि यूरेनिल आयन रेड्रूसिंग पर्यावरण में अवक्षेपित होता है और कार्बनिक यौगिकों (जैसे ह्यूमिक एसिड) (हसन एट अल, 1976; विबोवो एट अल, 2020) के साथ कई परिसरों का निर्माण करता है। प्रत्येक इकाई (तालिका 1) और लॉग सहसंबंध (चित्र 2) के लिए गणना किए गए औसत मान, से यह समझ आता है कि पन्ना संरचना के उथले भाग में यूरेनियम की सांद्रता 2-3ppm के बीच अपेक्षाकृत अधिक प्रतीत होती है। इसका तात्पर्य यह है कि उथली इकाइयों में कार्बनिक जीवाश्मों की वृद्धि बेहतर होती है।

Th/U समुद्री और महाद्वीपीय निक्षेपण वातावरण के बीच अंतर करने के लिए उपयोग किया जाने वाला एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है। थोरियम स्थलीय अवसादों के प्रति आत्मीयता प्रदर्शित करता है और यूरेनियम समुद्री शैलों के प्रति (डे व सेनगुप्ता, 2020)। Th/U > 7 (क्लाजा और डुडेक 2016) के लिए महाद्वीपीय प्रभाव का अध्ययन किया गया है। चित्र 5 में इस क्षेत्र में, Th/U अनुपात की ऊर्ध्वाधर भिन्नता चार कुओं - ए, डी, एफ और एच के प्रदर्शित की गई है और 2-7 के बीच पाई गई है। यह भी देखा गया है कि निचले खंड में Th/U अनुपात अधिक है और ज्यादातर ऊपरी हिस्से में निचले मूल्यों की ओर शिफ्ट होता है जो अप्रत्यक्ष रूप से दर्शाता है कि समुद्री प्रभाव शीर्ष की ओर बढ़ता है। पूरे पन्ना अनुक्रम को एक आक्रामक सेट अप में जमा करने के लिए समझा जाता है जहां प्रत्येक इकाई दूसरे पर अतिक्रमण करती है। निचली इकाइयों में ज्वारीय प्रभाव शीर्ष भाग में धीरे-धीरे तरंग क्रिया में परिवर्तित हो जाता है जो यूनिट 4 और 3 की क्लीन सैंड बार्स में भी परिलक्षित होता है, जिसे लॉन्गशोर बार कहा जाता है। क्षेत्र के पूर्वी भाग में, पुनः जैसा कि एच कुएँ में था, Th/U अनुपात के बहुत कम परिलक्षित होता है, जो की रेड्रूसिंग वातावरण को दर्शाता है।

लेखक इस अध्ययन को करने का अवसर देने के लिए श्री कुश राज केशरी सिंह (ईडी, बेसिन प्रबंधक, पश्चिमी अपतटीय बेसिन) का तहेदिल से आभार व्यक्त करना चाहते हैं। लेखक श्री मनीष शुक्ला, जीएम (भूविज्ञान) और एकरेज टीम के अन्य सदस्यों के व्यावहारिक मार्गदर्शन और समर्थन के लिए ऋणी है।



चित्र 5: ए, डी, एफ और एच कुओं में Th/U अनुपात में लंबवत भिन्नता

निष्कर्ष

इस अध्ययन का मुख्य फोकस मुक्ता क्षेत्र के उत्तरी भाग के पत्रा संरचना में चिकनी मिट्टी के खनिजों की संरचना को समझना था। संपूर्ण संरचना में, K सामग्री 0-5% के भीतर होती है और Th सामग्री 0-15 पीपीएम होती है, जो इस निष्कर्ष की ओर ले जाती है कि इस क्षेत्र की मिट्टी की संरचना में केओलीनाइट, क्लोराइट और स्मेक्टाइट की प्रधानता है। लंबवत स्मेक्टाइट क्ले पत्रा फॉर्मेशन के मध्य से निचले हिस्से में अधिक केंद्रित दिखाई देती है और बाद में स्मेक्टाइट सामग्री क्षेत्र के पूर्वी भाग की ओर बढ़ जाती है। कम पारगम्यता वाले शैल्स में स्मेक्टाइट के निर्जलीकरण के कारण असामान्य उच्च दबाव हो सकता है जो मध्य से निचले पत्रा फॉर्मेशन में मौजूद होता है। यूरेनियम लॉग से पता चलता है कि पत्रा खंड के उथले हिस्से में कार्बनिक जीवाश्म अधिक केंद्रित हैं। Th/U अनुपात के अनुसार सीमांत से उथले समुद्री निक्षेपण पर्यावरण मौजूदा निक्षेपण मॉडल का समर्थन करता है।

आभार

लेखक इस अध्ययन को करने का अवसर देने के लिए बेसिन प्रबंधक, पश्चिमी अपतटीय बेसिन का तहेदिल से आभार व्यक्त करना चाहते हैं। लेखक श्री मनीष शुक्ला, जीएम (भूविज्ञान) और एकरेज टीम के अन्य सदस्यों के व्यावहारिक मार्गदर्शन और समर्थन के लिए ऋणी है। मैं श्रीमती रजिता शुक्ला का भी उनकी सहायता और मार्गदर्शन के लिए आभारी हूँ।