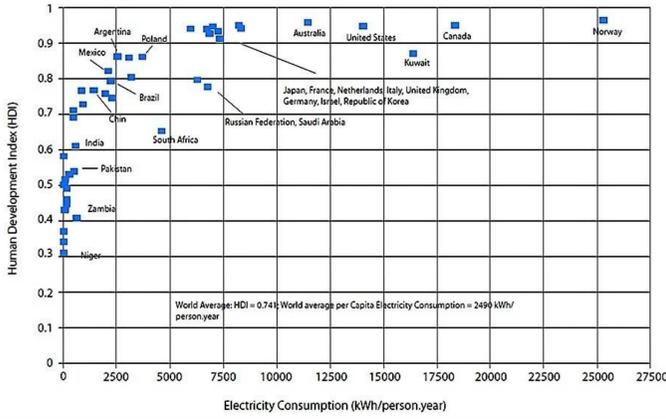
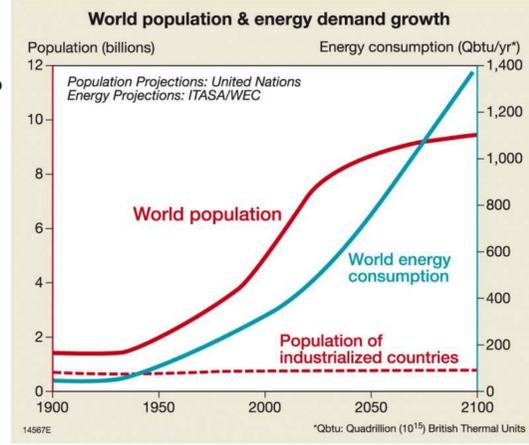
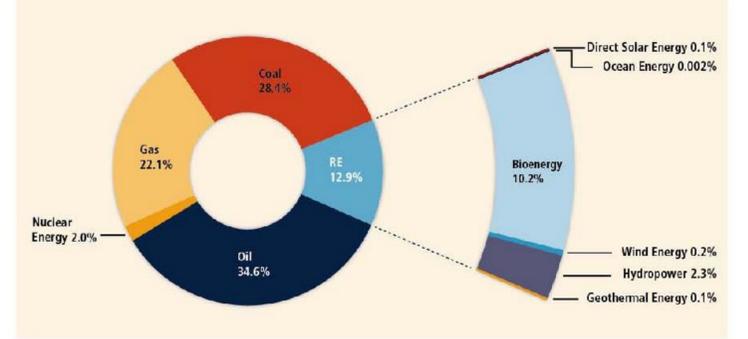




ऊर्जा सुरक्षा, ऊर्जा साम्य, तथा पर्यावरण सुरक्षा एवं स्थिरता- ये वो तीन बुनियादी सिद्धांत हैं, जिनसे संसार की वर्तमान एवं भविष्य की पीढ़ियाँ जीवित रह सकती हैं। वर्तमान में 7 अरब की जनसंख्या जो 2050 तक बढ़कर 10 अरब हो जाने का अनुमान है तथा इसके द्वारा उत्पन्न मांगे और तनाव आधुनिक मानव के जीवन में इन सिद्धांतों के महत्व को रेखांकित करता है। इन मूलभूत सिद्धांतों से मिलते हुए विश्वसनीय ऊर्जा स्रोत मानव हित के बुनियादी लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए एक प्राथमिक आवश्यकता है।



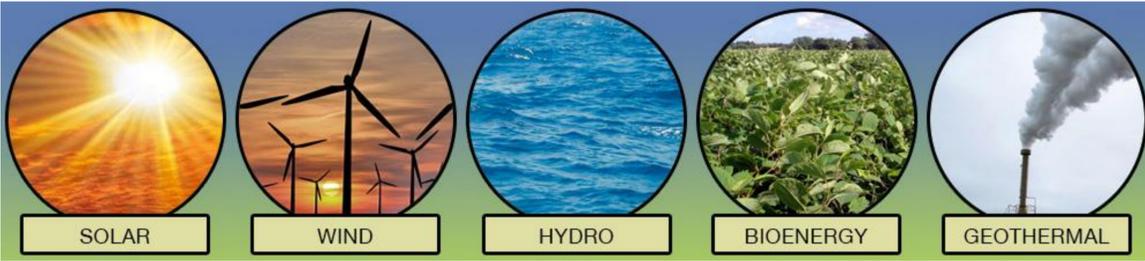
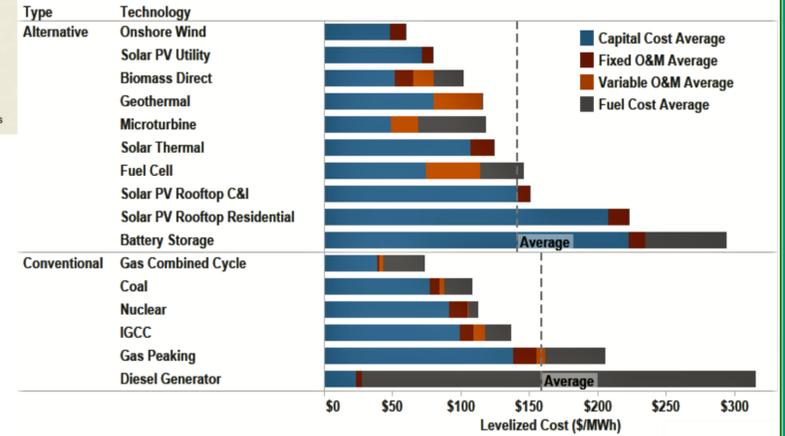
दुनिया के अनुमानित 10 अरब लोगों के स्वास्थ्य जीवन, निरंतर विकास एवं पर्यावरण संरक्षण की संभावित चुनौतियों को पूरा करने के लिए 2050 तक ऊर्जा की खपत में दो से तीन गुना वृद्धि की संभावना है।



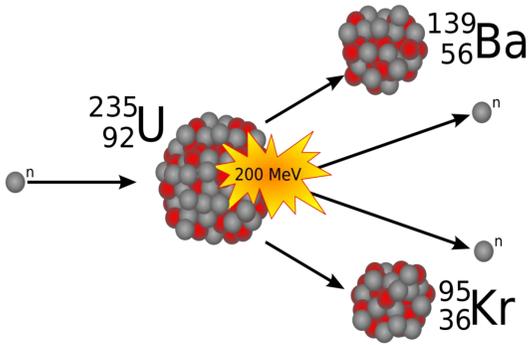
आज देखा जाए तो विश्व की ऊर्जा आवश्यकताओं की 85% पूर्ति जीवाश्म ईंधन से हो रही है, जो 2040 से खत्म होने लगेंगे। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि इन ईंधनों के अनियंत्रित उपयोग से उत्पन्न पर्यावरणीय खतरा सामान्य जीवन को भी खतरे में डाल सकता है।

प्रति व्यक्ति वार्षिक ऊर्जा की खपत में कुछ हजार किलोवाट प्रति घंटे में वृद्धि देश के मानव विकास सूचकांक को - जो मानव जीवन की गुणवत्ता का प्रत्यक्ष सूचक है- को ऊपर उठाता है। जहाँ अधिकतर विकसित देशों में 6000 kWh की खपत होने पर HDI की दर अधिकतम 0.949 है; भारत जैसे तेज़ी से विकासशील देश में 1075 kWh की प्रति व्यक्ति खपत के साथ यह दर 2016 में 0.624 थी और यह 2008 से प्रति वर्ष 8% की दर से बढ़ रही है।

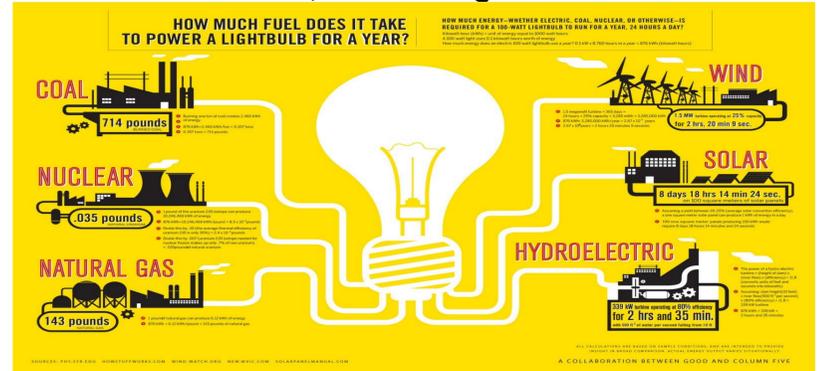
Components of levelized cost of energy



नवीकरणीय स्रोतों से मिलती हुई ऊर्जा काफी हद तक पर्यावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है, अप्रत्याशित होती है तथा कभी कभार ही सतत प्राप्त होती है। इसे एक स्थिर स्रोत बनाने के लिए भंडारण की तकनीक की आवश्यकता है, जो कि अभी भी एक चुनौती है। इसमें शामिल लागत भी परंपरागत प्रौद्योगिकियों की तुलना में कहीं ज्यादा है।



ऐसी स्थिति में अत्यधिक विकसित नियंत्रित परमाणु विखंडन ऊर्जा रिएक्टर तकनीक का योगदान सबसे बड़ी आशा है, फिर भी सुरक्षा, रेडियो सक्रिय कचरे के निपटान तथा परमाणु हथियार प्रसार की संभावना के खतरे इसकी सार्वजनिक स्वीकार्यता को व्यापक रूप से प्रभावित कर रहे हैं तथा उनका निर्माण करने की योजनाएँ विश्व भर में घट रही हैं।



नियंत्रित संलयन इतना विशिष्ट क्यों है? संलयन प्रतिक्रिया में ईंधन-ऊर्जा अनुपात काफी अधिक है- 1000 मेगावाट ऊर्जा का उत्पादन करने में 1.12 किलोग्राम ड्यूटीरियम तथा ट्रीशियम 9000 टन कोयले के बराबर हैं, तथा इससे सिर्फ दो किलोग्राम हानिरहित हीलियम गैस उत्पन्न होती है। इसी प्रकार कम्प्यूटर बैटरी में मौजूद लीथियम ऊर्जा उत्पन्न करने के मामले में 40 टन कोयले के बराबर है। भारी मात्रा में ऊर्जा की निरंतर आवश्यकता की पूर्ति करने के लिए ड्यूटीरियम तथा लिथियम हज़ारों वर्षों से उपलब्ध हैं।

To meet the energy needs of a city of 1 million people one would need:

Either

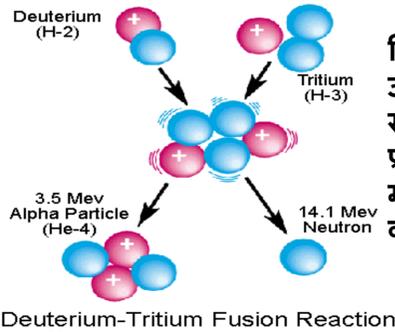
250,000 tonnes of oil

Or

400,000 tonnes of coal

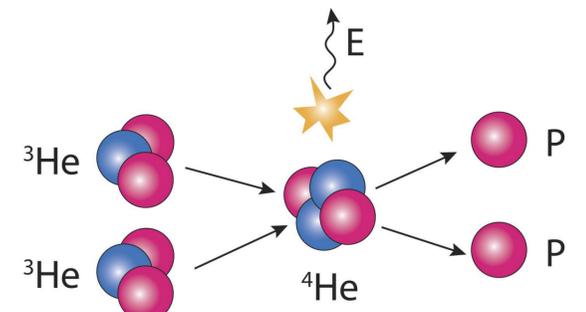
Or

60 kg of fusion fuel



नियंत्रित परमाणु संलयन एक सहज सुरक्षित एवं दीर्घकालिक ऊर्जा स्रोत है। इससे कोई भी हरी गैसों उत्पन्न नहीं होती, और इससे उत्पन्न रेडियोधर्मी अपशिष्ट 100 वर्षों के भीतर पुनः चक्रित किए जा सकते हैं। इसमें कोई भी आपत्तिजनक प्रतिक्रियाएँ नहीं होती क्योंकि प्रक्रिया में कोई विघन आते ही प्रक्रिया स्वतः बंद हो जाती है। समुद्र के पानी में बहुतायत से मिलते ड्यूटीरियम तथा पृथ्वी की सतह में उपस्थित ट्रीशियम लाखों वर्षों तक ऊर्जा की जरूरतों को पूरा कर सकते हैं। उत्पादन की लागत भी वर्तमान तरीकों से कहीं कम है।

अन्युट्रॉनिक $H_2 - H_3$ नाभिकीय संलयन भविष्य का एक उच्च आशावादी क्षेत्र है। चूँकि इसमें न्यूट्रॉन का उत्पादन नहीं होता, इसे विकिरण परिरक्षण की आवश्यकता भी नहीं होती। उत्पाद प्रोटॉन होने के कारण बिना टरबाइन के इसे आसानी से नियंत्रित कर सीधा ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है। भारत सहित अन्य अंतरिक्ष शक्तियाँ चन्द्रमा से H_3 निष्कर्षित करने की योजना बना रही हैं, क्योंकि यह वस्तुतः पृथ्वी पर मौजूद नहीं है। ये प्रयास 2020 तक अधिक स्पष्ट हो जाएँगे।



विश्व की लगभग 20% जनसंख्या बिना बिजली के रहती है और लगभग 50% लोग एक निम्नस्तरीय जीवन व्यतीत करते हैं। आईएईए ने भविष्यवाणी की है कि 1.2 अरब लोग बिना बिजली के जीवन व्यतीत करेंगे; WHO की रिपोर्ट के अनुसार हो रही 7 लाख मौतों पर, 8 में से एक मौत कार्बन ईंधन प्रदूषण से होती है। भविष्य में होने वाला भयंकर जलवायु परिवर्तन इसी समय हो रहा है। यह भी तब जब बढ़ते हुए वैश्विक ऋण के साथ विश्व का ऊर्जा बिल 5 ट्रिलियन डॉलर प्रतिवर्ष होता है। संसाधन सीमित हैं, और घटते रहते हैं; यहाँ तक कि इनके लिए युद्ध की संभावनाएँ भी हैं। परमाणु रिएक्टर विखंडन प्रौद्योगिकी, जो कि आतंकवादियों से त्रस्त इस संसार में शस्त्र अनुप्रयोगों के लिए यूरेनियम संवर्धन को संभव बनाता है, पूरे विश्व के लिए एक खतरा है। ऐसे हालात में ऊर्जा उत्पादन के लिए नियंत्रित परमाणु संलयन मानवता के लिए सबसे बड़ी आशा है।