

# Energia nucleare: una pericolosa perdita di tempo

Promuovere una rivoluzione energetica

Per sostenere Greenpeace, il modo migliore è la domiciliazione bancaria, postale o con carta di credito regolare, perché permette di rafforzare la nostra stabilità finanziaria, pianificare al meglio le azioni e ridurre i costi amministrativi.

Per sottoscrivere la domiciliazione bancaria, postale o con carta di credito regolare, basta compilare e spedire il coupon allegato alla lettera che accompagna questa pubblicazione, scegliendo la somma e la periodicità con cui decidi di donare. Altrimenti clicca su [www.greenpeace.org/italy/sostieni](http://www.greenpeace.org/italy/sostieni), oppure telefona al servizio sostenitori allo 06.68136061 (interno 223).

Puoi fare la tua donazione a Greenpeace anche tramite:

- conto corrente postale n. 67951004 intestato a:  
Greenpeace O.N.L.U.S.
- carta di credito American Express, Carta Sì, MasterCard, Visa,  
telefonando allo 06.68136061 (interno 223)
- bonifico bancario intestato a: Greenpeace O.N.L.U.S.  
codice Iban IT73 0050 1803 2000 0000 0125 125  
Banca Popolare Etica Roma
- assegno non trasferibile intestato a Greenpeace O.N.L.U.S.

Greenpeace è un'organizzazione globale che sviluppa campagne e agisce per proteggere l'ambiente e promuovere la pace. Greenpeace è indipendente e non accetta fondi da enti pubblici, aziende o partiti politici.

**GREENPEACE**  
[www.greenpeace.it](http://www.greenpeace.it)

## CONTENUTI

1. L'EREDITÀ IRRISOLTA DELL'ENERGIA NUCLEARE	PAG. 2
2. PERICOLOSO PER CENTINAIA DI MIGLIAIA DI ANNI	PAG. 3
3. NESSUNA SOLUZIONE PER LE SCORIE RADIOATTIVE	PAG. 4
4. INCIDENTI: UN RISCHIO COMPLESSO E INCONTENIBILE	PAG. 5
5. UNA MINACCIA ALLA SICUREZZA GLOBALE	PAG. 7
6. L'ENERGIA NUCLEARE È MOLTO COSTOSA	PAG. 8
7. I RISCHI PER IL CLIMA E PER LA SICUREZZA ENERGETICA	PAG. 9

## ENERGIA NUCLEARE: UNA PERICOLOSA PERDITA DI TEMPO

L'industria dell'energia nucleare sta cercando di sfruttare la crisi climatica attraverso la promozione aggressiva della tecnologia nucleare come un mezzo "a bassa emissione di CO2" per generare energia. Si sostiene, infatti, che l'energia nucleare sia sicura, economica e in grado di soddisfare il fabbisogno energetico. Ma nessuna affermazione è più lontana dalla realtà.

In realtà, l'energia nucleare distoglie l'attenzione dalle vere soluzioni al cambiamento climatico, concentrando su di sé gli investimenti che sarebbero invece necessari per lo sviluppo di fonti rinnovabili e misure per l'efficienza energetica. Come sottolineato in questo rapporto, l'energia nucleare è costosa, pericolosa e costituisce una minaccia alla sicurezza mondiale. Inoltre, quando si tratta di combattere il cambiamento climatico, il nucleare non è in grado di conseguire le riduzioni di emissioni di gas serra necessarie in tempi utili.

Questo rapporto sottolinea i motivi per cui l'energia nucleare rappresenta una risposta incredibilmente inadeguata alla crisi climatica e come, al contrario, le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica possano fornire gli strumenti per affrontare il cambiamento climatico in tempi brevi, senza i pericoli derivanti dall'energia nucleare. Il rapporto analizza anche le principali questioni in materia di ambiente, salute e sicurezza relative a tutte le fasi del ciclo del combustibile nucleare: il problema irrisolto delle scorie radioattive, il rischio di incidenti catastrofici e i pericoli che minano la sicurezza mondiale. Come esempio tipico, verranno sottolineati i problemi fondamentali incontrati nelle centrali nucleari di ultima generazione, gli EPR, reattori europei ad acqua pressurizzata.

A dispetto della logica, l'energia nucleare ha beneficiato per più di mezzo secolo di ingenti finanziamenti pubblici pagati dai contribuenti. Eppure, è praticamente impossibile immaginare un modo più complesso e rischioso per riscaldare l'acqua, produrre vapore e generare energia. È arrivato il momento di dare la priorità a modalità più semplici, più economiche e più affidabili per soddisfare il fabbisogno di elettricità.

Copertina © Greenpeace/Robert Visser

Grafica e impaginazione B-Side, Roma

### Greenpeace Onlus

Piazza dell'Enciclopedia Italiana, 50  
00186 Roma  
telefono 06.68136061  
fax 06.45439793  
sostenitori.it@greenpeace.org  
www.greenpeace.it

Stampato con inchiostri vegetali su carta riciclata e sbiancata senza cloro.



© Greenpeace

## 1. L'EREDITÀ IRRISOLTA DELL'ENERGIA NUCLEARE

Quando i nuclei degli atomi vengono divisi, viene rilasciata molta energia. Questa è, in parole povere, l'energia nucleare. Può sembrare qualcosa di inoffensivo, tuttavia i processi nucleari producono materiali radioattivi pericolosi. Tali materiali emettono radiazioni estremamente dannose per le persone e per l'ambiente, non solo nel presente ma per centinaia di migliaia di anni. L'esposizione alla radioattività è stata collegata a mutazioni genetiche, malformazioni, cancro, leucemia, e a disordini del sistema riproduttivo, immunitario, cardiovascolare ed endocrino.

I reattori nucleari commerciali, impiegano l'uranio come combustibile. Ancor prima di essere usato nei reattori, le fasi di preparazione di questo combustibile sono causa di grave contaminazione (figura 1). L'estrazione e la lavorazione dell'uranio, produce anche scorie radioattive estremamente pericolose.

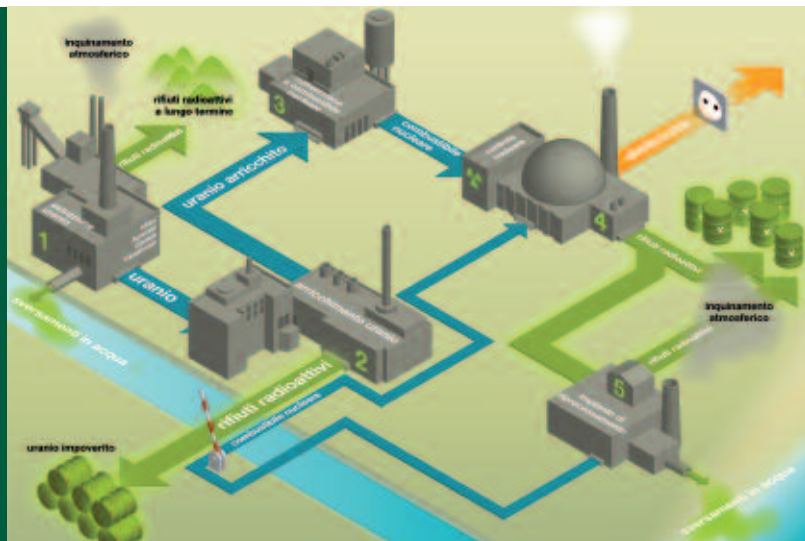
In media, un minerale uranifero contiene solo lo 0,1% di uranio. La stragrande maggioranza dei materiali ottenuti dall'estrazione dei minerali uraniferi è costituita da scorie che contengono

altre sostanze radioattive e tossiche molto pericolose. La maggior parte dei reattori nucleari richiede un tipo di uranio specifico, l'uranio-235 (U-235), che costituisce solo lo 0,7% dell'uranio presente in natura. Per aumentare la concentrazione di U-235, l'uranio estratto dai minerali subisce un processo di arricchimento, dal quale si ottiene una piccola quantità utilizzabile di uranio "arricchito" e una grande quantità di scorie: l'uranio impoverito, un metallo pesante tossico e radioattivo (box 1).

L'uranio arricchito viene quindi inserito nelle barre di combustibile e trasportato nei reattori nucleari in cui viene generata elettricità. L'attività della centrale nucleare trasforma il combustibile in un ricco cocktail di elementi radioattivi estremamente tossico e pericoloso, tra cui il plutonio. Questo è l'elemento artificiale usato nelle bombe nucleari, letale in piccolissime quantità e pericoloso per circa 240.000 anni.

**Al contrario dell'energia nucleare, l'energia da fonti rinnovabili è pulita e sicura. Le fonti rinnovabili già oggi tecnicamente disponibili sono in grado di produrre un quantitativo di energia sei volte superiore al fabbisogno mondiale.**

Figura 1



### Box 1: Uranio impoverito – un sottoprodotto pericoloso dell'energia nucleare

**L'uranio impoverito è uno scarto dell'arricchimento dell'uranio. Attualmente, se ne conserva una quantità superiore a 1,2 milioni di tonnellate, per la quale non è previsto alcun impiego futuro. La Gran Bretagna e gli Stati Uniti usavano l'uranio per blindare i carri armati e per i proiettili perforanti anticarro durante la Guerra del Golfo.**

Nonostante avessero trasgredito le linee guida sulla salute, i governi britannico e americano hanno aspettato anni prima di iniziare ad esaminare i soldati che erano stati esposti a uranio impoverito. Nel 2004, Kenny Duncan, veterano della Guerra del Golfo, vinse un caso giudiziario importantissimo contro il governo britannico. Dopo aver ripetutamente negato per anni che i problemi di salute di Duncan fossero il risultato dell'esposizione all'uranio impoverito, il governo è stato costretto a riconoscere i reali effetti sulla salute dell'uomo, al quale è stata riconosciuta una pensione di guerra. I tre figli di Duncan, nati dopo l'esposizione all'uranio impoverito, hanno avuto problemi di salute simili a quelli riscontrati in molti bambini iracheni. Essi includono deficit del sistema immunitario e alluci deformati<sup>1</sup>. L'uranio impoverito continua ad essere impiegato nelle munizioni nonostante il suo impatto sulla salute umana e sull'ambiente non sia stato completamente compreso<sup>2</sup>.

## 2. PERICOLOSO PER CENTINAIA DI MIGLIAIA DI ANNI

Le scorie nucleari vengono categorizzate in base al loro livello di radioattività e in base alla durata della loro pericolosità. L'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (AIEA) stima che, ogni anno, l'industria dell'energia nucleare produca l'equivalente di circa 1 milione di barili (200.000 metri cubi) di quelle che vengono considerate "Scorie a basso e medio livello" (Low and Intermediate Level Waste) e circa 50.000 barili (10.000 metri cubi) delle più pericolose "Scorie ad alto livello" (High Level Waste)<sup>3</sup>. Queste cifre non includono neppure il combustibile nucleare esaurito, che rappresenta anch'esso una scoria ad alta attività.

**Le scorie a bassa e media attività** includono parti delle centrali nucleari smantellate (cemento, metalli), ma anche i vestiti protettivi monouso, la plastica, la carta, il metallo, i filtri e le resine. Le scorie a bassa e media attività restano radioattive per periodi di tempo che vanno da alcuni minuti a migliaia di anni e devono essere conservate in condizioni controllate per tutta la durata del periodo. Ancora oggi, tuttavia, grandi volumi di scorie radioattive vengono scaricati nell'aria e nel mare ogni giorno.

**Le scorie ad alta attività**, estremamente pericolose, includono i materiali che contengono elementi altamente radioattivi. Possono rimanere radioattive per centinaia di migliaia di anni ed emettono grandi quantità di radiazioni pericolose. Anche un'esposizione di un paio di minuti a scorie ad alta attività può comportare l'assorbimento di una dose fatale di radiazioni. Per questo, tali scorie devono essere conservate in luoghi sicuri per centinaia di migliaia di anni. L'uomo ha abitato la terra per gli ultimi 200.000 anni, ma sono necessari 240.000 anni perché il plutonio sia considerato sicuro (figura 4).

La conservazione sicura delle scorie pericolose deve essere garantita per tutta la durata del periodo, che potrebbe potenzialmente durare per un tempo pari a tante ere glaciali. Non deve stupirci il fatto che non sia ancora stata trovata una soluzione al trattamento delle scorie nucleari.



Sellafield Nuclear  
Impianto di riprocessamento, Cumbria, UK

### 3. NESSUNA SOLUZIONE PER LE SCORIE RADIOATTIVE

#### Il “riprocessamento” produce scorie ancora più pericolose

Una parte del combustibile nucleare esaurito viene riprocessata, cioè il plutonio e l'uranio non utilizzato vengono separati dalle scorie propriamente dette, allo scopo di essere riutilizzati nelle centrali nucleari. Un piccolo numero di Paesi – Francia, Russia e Regno Unito – porta avanti il riprocessamento su scala commerciale. Di conseguenza, scorie nucleari pericolose e plutonio separato vengono ripetutamente trasportati attraverso gli oceani e i confini nazionali e lungo i paesi e le città.

Il riprocessamento porta a flussi di scorie ancora più pericolosi. Solo una minima parte del materiale radioattivo, infatti, viene recuperato e ulteriormente utilizzato come combustibile nucleare; da quello che rimane derivano grandi volumi di scorie radioattive di vario tipo che sono spesso difficili da conservare. Gli impianti di riprocessamento nucleare scaricano giornalmente grandi volumi di radioattività e sono la causa di gravi impatti ambientali. Uno studio pubblicato nel 2001 ha dimostrato un aumento dell'incidenza della leucemia tra i minori di 25 anni che vivono in un raggio di 10 chilometri dall'impianto di riprocessamento di La Hague, nella Francia nord-occidentale<sup>4</sup>. Secondo uno studio del 1997 nel Regno Unito, nei denti dei giovani che vivevano vicino all'impianto di riprocessamento di Sellafield, era stata riscontrata una quantità di plutonio doppia rispetto a quella presente nelle persone che vivevano in altre zone<sup>5</sup>.

Il riprocessamento (o ritrattamento) delle scorie nucleari mette in pericolo la nostra salute e non riduce affatto il problema delle scorie radioattive, anzi lo amplifica. È stato stimato che, nei prossimi 40 anni, gli scarichi radioattivi dell'impianto di riprocessamento di Rokkasho, che sarà presto operativo in Giappone, diverranno molto consistenti rispetto ad altre attività nucleari e potranno causare esposizioni alle radiazioni equivalenti alla metà di quella rilasciata durante la catastrofe di Chernobyl<sup>6</sup>.



#### Insabbiare il problema?

L'industria nucleare vuole insabbiare il problema delle scorie radioattive immagazzinandole in depositi geologici profondi. Tuttavia, al mondo, non ne è stato costruito ancora nemmeno uno. È stato infatti impossibile, ad oggi, trovare luoghi in cui la sicurezza potesse essere garantita per il lungo tempo necessario.

La costruzione del deposito geologico di Yucca Mountain, nel deserto del Nevada, negli Stati Uniti, è iniziato nel 1982, la data della sua messa in funzione, per gli enormi problemi incontrati, era stata posticipata dal 1992 al 2020. Recentemente il programma è stato chiuso dal Presidente Obama, dopo una spesa di circa 8 miliardi di dollari. Un'indagine geologica ha rilevato una linea di faglia proprio sotto il sito<sup>7</sup> e ci sono seri dubbi di infiltrazioni a lungo termine di acqua sotterranea che potrebbe trasportare gli elementi radioattivi nell'ambiente. Anche le proposte di una discarica sotterranea in Finlandia hanno sollevato preoccupazioni simili (vedi pagina 11).

Date le grandissime difficoltà e i rischi associati allo stoccaggio delle scorie nucleari, non ci sorprende che l'industria nucleare provi a nascondere questo argomento. Un chiaro esempio di questo tipo è la Russia: durante l'era sovietica, gli impianti nucleari venivano costruiti in città remote (ad esempio sugli Urali e in Siberia). Dis-

stri nucleari, contaminazione ambientale e scandali per gli effetti sulla salute pubblica sono stati nascosti per anni dal governo sovietico. Una di queste città, Mayak, è forse uno dei posti più contaminati dalle radiazioni al mondo. Nonostante la sua scandalosa gestione delle scorie radioattive, la Russia vuole importare le scorie nucleari straniere per conservarle e/o riprocessarle a Mayak e in altri siti.

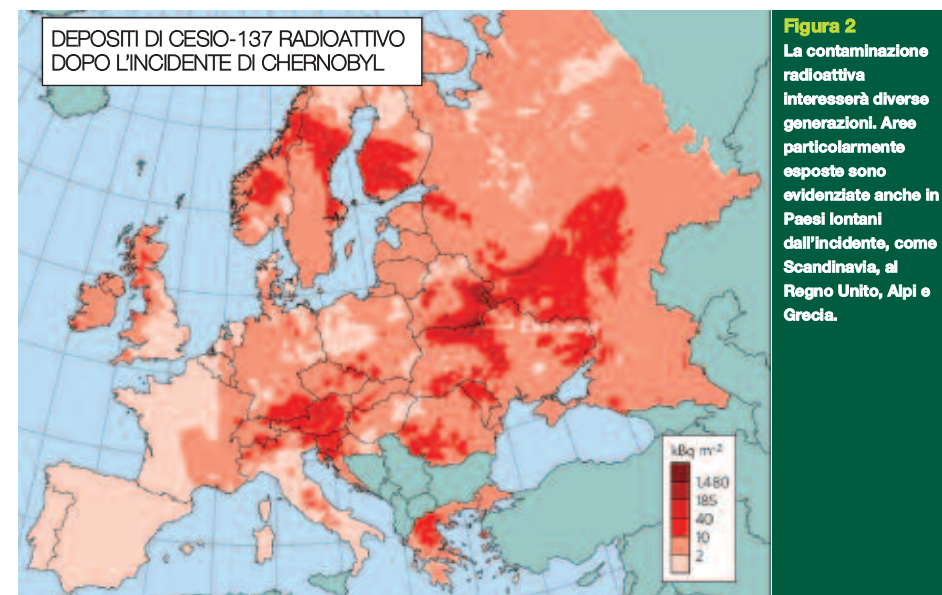
Nonostante i miliardi già investiti inutilmente nella ricerca e nello sviluppo di sistemi di gestione delle scorie radioattive, nuovi esperimenti vengono ancora presentati come “soluzioni” da finanziare, anche se non saranno disponibili per moltissimo tempo, o non essere economicamente possibili o risolvere solo una minima parte del problema.

Oggi sono invece disponibili molte tecnologie e misure per migliorare l'efficienza energetica. Secondo Amory Lovins, dell'istituto americano Rocky Mountain “Ogni dollaro investito in efficienza energetica negli usi dell'elettricità elimina circa sette volte più anidride carbonica che un dollaro investito nell'energia nucleare, e senza alcun effetto collaterale”<sup>8</sup>.

### 4. INCIDENTI: UN RISCHIO COMPLESSO E INCONTENIBILE

Il 26 aprile 1986, un incidente alla centrale nucleare di Chernobyl, in Ucraina, causò la fusione del nocciolo del reattore, che produsse il rilascio di una radioattività maggiore di quella sprigionata dal lancio delle due bombe atomiche a Hiroshima e Nagasaki. Quello di Chernobyl è considerato, storicamente, il peggior disastro nucleare civile al mondo. Durante il disastro, 56 persone morirono e circa 600.000 persone furono esposte a livelli significativi di radiazioni. La contaminazione radioattiva raggiunse luoghi molto lontani come la Lapponia e la Scozia<sup>9</sup> (figura 2). Centinaia di migliaia di persone nelle regioni contaminate dovettero abbandonare le proprie case.

L'inquinamento radioattivo ha effetti a lungo termine sulla salute. Il numero preciso delle vittime di Chernobyl non sarà mai conosciuto, ma potrebbe superare le 90.000 persone<sup>10</sup>. Come affermò l'ex Segretario generale delle Nazioni Unite Kofi Annan in occasione del ventesimo anniversario dell'incidente, “sette milioni di persone soffrono ancora, tutti i giorni”. Tre milioni di bam-



bini necessitano di cure e molti moriranno prematuramente<sup>11</sup> (box 2).

L'industria nucleare afferma che la catastrofe di Cernobyl è stata solo il risultato di tecnologia obsoleta ed errori di gestione all'interno del vecchio blocco sovietico. Eppure, gli incidenti nucleari e quelli mancati per poco, in cui le barre di combustibile nel nocciolo del reattore arrivano vicine alla fusione, continuano ad avere luogo nelle centrali nucleari di tutto il mondo. Da Cernobyl in poi, ci sono stati circa 200 disastri mancati solo negli USA, secondo la Nuclear Regulatory Commission (NRC)<sup>12</sup>. Un altro esempio è il serio guasto tecnico avvenuto nella centrale nucleare di Forsmark, in Svezia, nel 2006, che costrinse quattro dei sei reattori del paese a chiudere. Un ex-direttore della centrale affermò *"Non c'è stato il collasso del reattore per pura fortuna... avrebbe potuto essere una catastrofe"*<sup>13</sup>. Sempre nel 2006, un terzo delle barre di controllo nella centrale di Kozloduy, in Bulgaria, non entrò in funzione durante lo spegnimento in emergenza del reattore.

Nel 1999, gli operai sbagliarono a seguire le linee guida nell'impianto di Tokaimura, in Giappone, innescando una reazione a catena nucleare incontrollata. Due operai furono esposti a dosi letali di radiazioni e la zona circostante la centrale dovette essere evacuata. L'AIEA ha concluso che la causa dell'incidente fu una grave mancanza di rispetto dei principi di sicurezza<sup>14</sup>. Erano infatti state adottate delle scorciatoie operative per rendere i processi più veloci e meno costosi<sup>15</sup>.

Anche se la tecnologia fosse infallibile e se i tecnici non commettessero alcun errore, i disastri naturali comporterebbero comunque rischi significativi. Nel 2003, l'agenzia francese per la sicurezza nucleare ha attivato un centro di risposta d'emergenza a seguito di piogge torrenziali lungo il fiume Rodano che hanno minacciato di allagare due reattori nucleari nella centrale di Cruas-Meysse<sup>16</sup>.

Nel 2007, un terremoto in Giappone ha causato

un incendio nella centrale nucleare di Kashiwazaki-Kariwa. Il terremoto ha causato lo spegnimento di sette reattori, ha provocato il rilascio nell'atmosfera di cobalto-60 e cromo-51 da una ciminiera, e ha causato la dispersione in mare di 1.200 litri di acqua contaminata<sup>17</sup>. A due anni dal terremoto solo uno dei reattori è stato riattivato.

L'energia nucleare è un rischio per le nostre vite, la nostra salute e l'ambiente. Oggi, invece, è portata di mano un futuro energetico sostenibile privo di tutti questi rischi. Greenpeace e il Consiglio Europeo per l'Energia Rinnovabile (EREC) hanno incaricato il Centro Aerospaziale Tedesco di sviluppare una strategia energetica sostenibile su scala globale fino al 2050. Il rapporto "Energy [R]evolution"<sup>18</sup> mostra che, se oggi venissero adottate politiche e scelte infrastrutturali intelligenti, fonti rinnovabili e misure di efficienza energetica potrebbero fornire metà del fabbisogno energetico mondiale entro il 2050 e ridurre l'uso di combustibili fossili al 30% rispetto a oggi. Lo scenario descritto mostra chiaramente che la drastica riduzione delle emissioni di CO2 può essere ottenuta senza ricorrere al nucleare.

*diale, costringendo decine di milioni di persone a vivere nella povertà"*<sup>20</sup>.

Esperimenti del governo americano hanno dimostrato che molte armi nucleari possono essere costruite nel giro di poche settimane usando del normale combustibile esaurito proveniente da reattori ad acqua leggera (il tipo più comune di reattore). Uno studio ha rivelato che un Paese con una minima base industriale potrebbe velocemente e segretamente costruire un piccolo impianto di 40 metri di lunghezza, in grado di estrarre ogni giorno la quantità di plutonio necessaria per una bomba<sup>21</sup>.

La relazione tra bombe nucleari e la produzione di elettricità è rinforzata dal doppio ruolo dell'AIEA sia nel controllo della tecnologia nucleare per fermare la diffusione delle armi nucleari che nella promozione dell'energia nucleare. Dominique Voynet, senatore francese ed ex Ministro dell'ambiente, sottolinea: *"L'AIEA agisce come vero promotore dell'industria nucleare nel mondo. Ignorando deliberatamente la relazione esistente tra il nucleare civile e quello militare, contribuisce alla produzione di materiali fissili"*<sup>22</sup>. Non dobbiamo guardare lontano per avere degli esempi su come il suo approccio non sia riuscito a frenare la diffusione delle armi nucleari. La Cina, l'India, l'Iraq, Israele, la Corea del Nord, il Pakistan e il Sud Africa hanno tutti usato la loro industria dell'energia nucleare per sviluppare segretamente programmi relativi alle armi nucleari.

Quaranta altri Paesi, attualmente privi di un programma nucleare ma che hanno condotto esperimenti o che hanno sviluppato l'energia nucleare, hanno accesso ai materiali nucleari e alla tecnologia sufficiente per costruire una bomba nucleare<sup>23</sup>.

### Vulnerabile ad attacchi terroristici

Nonostante i grandi trattati e gli sforzi politici, salvaguardare in maniera efficace i materiali e la tecnologia nucleare contro le minacce terroristiche resta un compito impossibile. Mohamed El Baradei, capo dell'AIEA e responsabile della salvaguardia e del regime di sicurezza, ha am-

### Box 2: Cernobyl La storia di Anya: Certificato n° 000358

A soli quattro anni, molto spesso Anya Pesevna sveniva e cadeva sul tavolo quando cercava di mettersi seduta per mangiare. Sua madre, Valentina, la portò dal dottore. Si scoprì che Anya aveva un tumore alla testa. Il cancro fu rimosso ma Anya non ha mai recuperato la salute. Ha visto così tanti medici che la sola vista di un camice bianco la terrorizza. A nove anni il tumore si è formato di nuovo. Da quel momento, ha continuato ad entrare e uscire dagli ospedali.



Il padre di Anya, Vyacheslav, veniva da un paese molto contaminato dal disastro di Cernobyl. Di notte, Valentina e Vyacheslav dormono sul pavimento accanto al letto della figlia. Anya deve essere girata ogni quindici minuti per evitare le piaghe da decubito. Vyacheslav esce molto presto al mattino perché lavora come autista e Valentina beve caffè per tutto il giorno per restare sveglia.

Anya non era ancora nata quando si è verificato l'incidente di Cernobyl. Ha ottenuto un "Cernobyl Certificate" da una commissione di medici che offrono accesso alle cure sanitarie alle vittime dell'incidente. Certificato n° 000358.

Tratto da "Certificato n° 000358, devastazione nucleare in Kazakistan, Ucraina, Bielorussia, negli Urali e in Siberia-2006", Robert Knoth (fotografo) Antoinette de Jong (testo) Metz e Schilt, Amsterdam.

## 5. UNA MINACCIA ALLA SICUREZZA GLOBALE

L'energia nucleare si è evoluta dalla bomba atomica e, da allora, entrambe sono rimaste collegate. Uno dei problemi fondamentali e irrisolvibili dell'energia nucleare è che sia l'uranio arricchito utilizzato come combustibile, che il plutonio derivante da operazioni di riprocessamento, possono essere usati per la costruzione di armi nucleari. Altri prodotti radioattivi che si formano nei reattori nucleari possono anch'essi essere usati per produrre bombe "sporche".

Una comune centrale nucleare produce ogni anno plutonio sufficiente per 10-15 bombe nucleari rudimentali<sup>19</sup>. L'ex Segretario generale delle Nazioni Unite Kofi Annan ha avvertito nel 2005 che l'uso di tali bombe nucleari *"non solo sarebbe causa di morte e distruzione diffusa, ma farebbe anche vacillare l'economia mon-*

messo nel 2005 che “I controlli sulle esportazioni non hanno funzionato, permettendo lo sviluppo di un mercato nero dei materiali nucleari, un mercato che è anche accessibile ai gruppi terroristici”<sup>24</sup>.

Gli impianti nucleari, così come i trasporti di scorie radioattive che attraversano regolarmente i Paesi, sono potenziali bersagli per i terroristi. Ad esempio, i reattori non sono stati costruiti per resistere all’impatto di un grande aereo e i trasporti di scorie nucleari sono ancora più vulnerabili. Uno studio dell’esperto nucleare John Large, ha valutato gli scenari riguardanti attacchi terroristici ai danni di una spedizione di plutonio proveniente dall’impianto di riprocessamento francese di La Hague e destinato al reattore Marcoule. L’analisi stima che 11.000 persone morirebbero a causa degli effetti dell’esposizione alle radiazioni<sup>25</sup>. Uno studio simile condotto dal dottor Edwin Lyman dell’Union of Concerned Scientists ha rilevato che un potenziale attacco terroristico ai danni della centrale nucleare di Indian Point, negli USA, potrebbe portare a 518.000 decessi a lungo termine e 44.000 a breve termine a causa di esposizione acuta a radiazioni<sup>26</sup>.

L’energia nucleare aumenta i rischi che la capacità di costruire armi nucleari si diffonda in altri Paesi, che i terroristi ottengano materiale per realizzare bombe atomiche, e che si possano verificare attacchi terroristici ai danni di impianti o a trasporti nucleari. L’energia rinnovabile non comporta nessuna di queste preoccupazioni. Non richiede particolari regimi di sicurezza, corpi internazionali o trattati per governare il suo commercio e il suo uso. Le tecnologie e le competenze legate alle energie rinnovabili possono essere facilmente esportate nel mondo in maniera sicura.

## 6. L’ENERGIA NUCLEARE È MOLTO COSTOSA

L’energia nucleare è spesso descritta come “il modo più costoso per far bollire l’acqua”. Nonostante i suoi sostenitori ritengano che sia un buon investimento, i costi stimati per i progetti si sono spesso dimostrati alla fine poco accu-



Immagine in collaborazione con UPLINK, una ONG locale per lo sviluppo. Greenpeace ha offerto le sue competenze in materia di efficienza energetica e energie rinnovabili: ha aiutato a installare generatori di energia rinnovabile nel villaggio costiero di Aceh, Indonesia, una delle aree più colpite dallo tsunami nel dicembre del 2004.

cati. Uno sguardo alle esperienze presenti e passate in materia di costi attesi e reali dei progetti nucleari, rivela un’industria nella quale i costi in eccesso sono la regola e che viene spesso sostenuta da sussidi pubblici<sup>27</sup>. L’agenzia di rating Moody’s ha affermato chiaramente che, anche con sussidi statali molto consistenti, l’energia nucleare non è un buon investimento<sup>28</sup>.

Il costo per la costruzione di un reattore nucleare è circa due o tre volte superiore a quello propagandato dall’industria nucleare. In India, il Paese con la più recente esperienza di costruzione di reattori nucleari, i costi per il completamento degli ultimi 10 reattori, in media, hanno superato il budget iniziale del 300%. In Finlandia, la costruzione del primo reattore francese EPR al mondo supera già le previsioni di spesa di 2,3 milioni di euro (vedi pagina 11).

Nel corso degli anni, miliardi di dollari versati dai contribuenti sono stati investiti nell’energia nucleare. A confronto, le somme investite per la promozione di tecnologie rinnovabili sono state minime. Nel caso degli USA, dove non è stato ordinato neanche un solo reattore nu-

clearo negli ultimi 30 anni, il governo incentiva gli investitori privati con crediti fiscali, garanzie federali sui prestiti e contributi assicurativi.

Tuttavia, i reattori nucleari presentano delle passività troppo grandi perché le compagnie assicurative li accettino. Un grande incidente costerebbe, infatti, centinaia di miliardi di euro (il costo totale del disastro di Chernobyl è stato stimato intorno ai 358 miliardi di euro) e le rovinerebbe. Sono dunque i governi, e in ultima analisi i loro contribuenti, a farsi carico delle alte passività finanziarie. Anche il costo dello smantellamento delle centrali nucleari a fine vita e la stessa gestione delle scorie nucleari per migliaia di anni sono a carico dello Stato e dei cittadini, anziché delle compagnie elettriche che traggono profitti dal nucleare.

In un quadro politico e legislativo più equo, le fonti rinnovabili sarebbero in grado di fornire energia più pulita, più sicura e più economica. L’esperienza tedesca nelle rinnovabili e l’espansione dell’eolico in Texas sono due chiari esempi di successo che hanno portato alla competitività sul mercato dell’energia “verde” senza gli enormi sussidi pubblici aggiuntivi, come nel caso del nucleare.

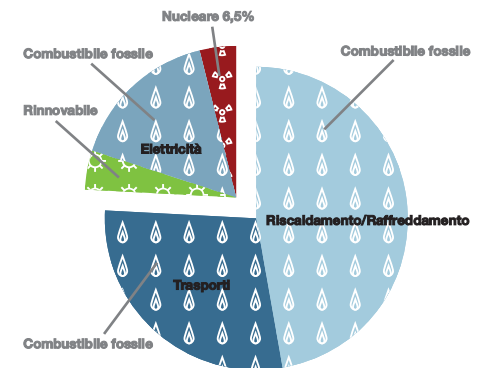
L’investimento globale in fonti rinnovabili è raddoppiato negli ultimi anni e si è verificata una corrispondente diminuzione nei costi, il che rende le energie rinnovabili un investimento a lungo termine più conveniente.

Oggi le fonti rinnovabili sono l’opzione più economica. Per raddoppiare la produzione attuale di energia nucleare sarebbe necessario costruire 500 Gigawatt (GW) di nuove centrali. Tenendo in conto le centrali nucleari che verranno dimesse nei prossimi anni, il costo complessivo sarebbe di circa 4.000 miliardi di dollari<sup>29</sup>. Per generare la stessa quantità di elettricità (5.200 TWh all’anno) da fonti rinnovabili, sarebbe necessario costruire impianti per 1.750 GW, per un investimento di 2.500 miliardi di dollari, ai costi attuali<sup>30</sup>. Questo significa che l’energia nucleare è del 50% più costosa rispetto alle fonti rinnovabili, senza considerare i costi aggiuntivi per il combustibile nucleare, lo smaltimento delle scorie radioattive e lo smantellamento dei reattori a fine vita.

## 7. I RISCHI PER IL CLIMA E PER LA SICUREZZA ENERGETICA

Sebbene alcuni parlino di un “rinascimento nucleare”, questo esiste solo sulla carta. Alle parole pretenziose e alle grandi aspettative non corrispondono gli ordinativi per nuovi reattori né l’interesse da parte della comunità degli investitori. Solo nel periodo più fortunato dell’energia atomica, tra il 1985 e il 1986, è stata messa in rete la capacità di 30 GW all’anno, equivalente a 30 nuovi reattori. Nell’ultimo decennio, il tasso medio di costruzione è stato di soli quattro nuovi reattori (4GW) all’anno.

Figura 3 Uso dell’energia per settore – globale



Dal momento che l’energia nucleare può fornire solo elettricità, non può soddisfare il nostro fabbisogno energetico per i trasporti o per il riscaldamento.

L’industria nucleare è in declino e sta cercando di strumentalizzare il tema dei cambiamenti climatici e le preoccupazioni sulla sicurezza energetica, promuovendosi come una soluzione “a basse emissioni di CO<sub>2</sub>”. Il mondo di oggi si basa su carbone, petrolio e gas. Bruciando questi combustibili fossili viene rilasciata la CO<sub>2</sub>, la causa principale del riscaldamento globale. Inoltre, il petrolio e il gas sono risorse limitate e concentrate in un piccolo numero di luoghi nel mondo, spesso in regioni politicamente instabili. Cosa che rende i decisori politici interessati a garantire risorse energetiche sufficienti e sicure per il futuro.

Tuttavia l'energia nucleare non può essere parte della soluzione climatica in quanto fornirà energia in misura limitata e troppo in ritardo rispetto ai tempi brevi necessari per rispondere alla crisi climatica.

Per evitare impatti climatici catastrofici, le emissioni globali di gas a effetto serra devono raggiungere il loro picco entro il 2015 e incominciare a ridursi drasticamente subito dopo, in modo da raggiungere valori il più possibile vicini a zero attorno al 2050. Questo richiede cambiamenti fondamentali nel nostro modo di produrre e usare elettricità, di riscaldarci e di utilizzare i mezzi di trasporto.

Anche nei paesi con programmi nucleari ben avviati, progettare la costruzione di un nuovo reattore, ottenere i permessi necessari e connettersi alla rete elettrica richiede tipicamente più di un decennio.

Lo Scenario energetico prodotto dall'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) mostra che, anche se la potenza nucleare venisse quadruplicata entro il 2050, rappresenterebbe meno del 10% del consumo mondiale di energia. Questo sforzo ridurrebbe le emissioni di biossido di carbonio di meno del 4%<sup>31</sup>.

La realizzazione di questo scenario richiederebbe la costruzione di un nuovo reattore ogni 10 giorni da oggi fino al 2050. I costi di investimento per 1.400 nuovi reattori, supererebbero i 10 mila miliardi di dollari, considerando i prezzi attuali<sup>32</sup>.

L'energia nucleare non è una soluzione nemmeno per la sicurezza energetica. I 439 reattori nucleari commerciali attualmente in funzione<sup>33</sup> generano circa il 15% dell'elettricità mondiale. Questo è solo il 6% del fabbisogno energetico mondiale. L'energia nucleare genera solo elettricità. Un qualunque contributo all'acqua calda e al riscaldamento centralizzato sarebbe marginale, e il nucleare non è nemmeno una risposta ai consumi dei trasporti, come dimostra la Figura 3<sup>34</sup>.



© Greenpeace/Marcial Redomb

Vista dell'alta torre di 115 metri presso la Centrale termale PS10 a Siviglia, in Spagna. Sotto questa torre, 624 specchi mobili chiamati Eliostati concentrano i raggi del sole verso la sommità della torre, dove sono collocati un ricevitore solare e una turbina a vapore. La turbina aziona un generatore, producendo energia elettrica.

Le centrali nucleari dipendono dall'uranio, una risorsa reperibile solo in alcuni paesi. L'88% della sua produzione mondiale nel 2005 proveniva da Australia, Canada, Kazakistan, Niger, Namibia, Russia e Uzbekistan. Scegliere la cosiddetta "opzione nucleare", significherebbe dipendere da una fonte di approvvigionamento limitata, non contribuendo all'indipendenza energetica di un Paese.

Le tecnologie relative alle fonti rinnovabili e le misure per l'efficienza energetica sono disponibili già oggi e lo saranno per sempre. Il tempo richiesto per l'installazione di una grande turbina eolica si è ridotto a sole due settimane, con un periodo di progettazione di uno o due anni. Lo sfruttamento delle risorse naturali nazionali, sia l'insieme delle fonti rinnovabili che le misure di efficienza energetica, potrebbe davvero portare a una maggiore riduzione di CO2 in tempi rapidi, potrebbe realmente aumentare l'indipendenza energetica, senza i rischi e i pericoli intrinseci dell'energia nucleare.

## Case Study: Il caso del reattore finlandese di Olkiluoto – il nuovo simbolo della rinascita nucleare

Il reattore europeo ad acqua pressurizzata (EPR) dovrebbe rappresentare il fiore all'occhiello del cosiddetto "rinascimento nucleare". Presentato dalla compagnia francese Areva come molto più sicuro, molto più affidabile, più economico e più veloce da costruire rispetto ai reattori precedenti, si sta dimostrando un vero disastro se si guarda alla prima esperienza di costruzione di un reattore EPR a Olkiluoto, in Finlandia.

**Sicurezza:** Nell'agosto del 2008, a tre anni dall'inizio del cantiere, l'Autorità Finlandese per la Sicurezza Nucleare (STUK), ha riscontrato 2.100 non conformità e difetti legati alla qualità e alla sicurezza<sup>35</sup>. Molti di questi problemi possono accrescere il rischio di incidenti gravi<sup>36</sup>. Nell'agosto del 2008, la STUK ha reso noto che anche gli standard di sicurezza all'interno del cantiere non erano stati rispettati e dovevano essere migliorati<sup>37</sup>.

**Extra-costi e ritardi nella costruzione:** Con un ritardo di tre anni nella costruzione, il reattore ha già superato il budget di almeno 2,3 miliardi di euro<sup>38</sup>. Tuttavia, l'opinione pubblica finlandese è stata indotta ad accettare il progetto perché il governo aveva affermato che un eventuale investimento in fonti rinnovabili sarebbe costato 0,5 miliardi di euro in più rispetto al budget previsto inizialmente per il nuovo reattore.

**Elettricità più costosa:** Elfi, il consorzio finlandese dei consumatori di energia elettrica, ha calcolato che questo porterà a costi indiretti per i consumatori pari a 3 miliardi di euro<sup>39</sup>, circa 600 euro in più a persona.

**Affidarsi ai soldi dei contribuenti:** Nelle aspettative iniziali, il nuovo reattore avrebbe dovuto essere "un investimento privato finanziato dal mercato"<sup>40</sup>. Tuttavia, la maggior parte del denaro investito proviene dallo Stato. Il 60% degli investimenti diretti di Olkiluoto viene, infatti, da aziende controllate dallo Stato finlandese e dalle sue municipalità<sup>41</sup>. Il coinvolgimento delle banche pubbliche francesi e tedesche (che finanziano a tassi di sconto bassissimi) implica che anche i contribuenti di questi due Paesi si faranno carico di una parte dei costi.

**Fallimento per la riduzione delle emissioni di gas serra:** Uno studio sulla riduzione delle emissioni di CO2, commissionato dall'industria energetica finlandese, mostra che la riduzione delle emissioni conseguita a Olkiluoto sarà solo un terzo delle previsioni che erano state presentate inizialmente al governo nel 2002<sup>42</sup>. Inoltre, il ritardo di tre anni nella costruzione implica che il reattore non contribuirà affatto al raggiungimento del target finlandese stabilito dal Protocollo di Kyoto, per la riduzione delle emissioni al 2012.

Il Primo ministro finlandese Matti Vanhanen nel 2008 ha affermato: "Non penso che (ulteriori) centrali nucleari possano essere una risposta globale", aggiungendo che la riduzione dei consumi di energia, specialmente nel settore dei trasporti, automobili, avrebbe contribuito maggiormente a combattere il cambiamento climatico<sup>43</sup>.

**Una minaccia alle vere soluzioni:** Il progetto di Olkiluoto ha avuto un impatto disastroso sull'industria finlandese delle fonti rinnovabili. Prima di decidere la costruzione di un nuovo reattore, questo settore era fiorente. Oggi, invece, il mercato delle rinnovabili è stagnante visto che l'85% degli investimenti pianificati nella generazione di energia tra il 2006 e il 2010 è stato dirottato su Olkiluoto<sup>44</sup>. Ernst & Young, consulenti internazionali di fama mondiale, hanno classificato la Finlandia come il terzo paese meno interessante per gli investimenti in fonti rinnovabili tra 25 Paesi considerati<sup>45</sup>.

**Nessuna soluzione per le scorie:** L'azienda finlandese Posiva sta studiando la possibilità di stoccare le scorie nucleari di Olkiluoto sotto terra. Tuttavia, nessun permesso è stato ancora rilasciato per la costruzione di un sito geologico di stoccaggio delle scorie nucleari e saranno necessari almeno altri cinque anni di ricerca prima che l'azienda possa richiedere tale autorizzazione. Alcune serie preoccupazioni riguardo infatti il progetto:

- La ricerca verrà condotta dall'azienda responsabile dello smaltimento delle scorie, senza alcuna revisione indipendente.
- Una volta riempito e chiuso il sito di stoccaggio, non ci sono piani né denaro accantonato per monitorare il sito o per far fronte ad eventuali perdite.
- Le fondamenta del sito individuato nei pressi di Olkiluoto sono piene di crepe e meno stabili di quanto si credesse all'inizio. Il sito è stato scelto per ragioni più politiche che geologiche, dal momento che gli abitanti del luogo sono più propensi a stoccare le scorie nucleari sotto terra.
- Una ricerca pubblicata recentemente sulla rivista Science, mostra che i contenitori di rame usati per le scorie possono corrodere nell'arco di un secolo.

**Conclusioni:** Il fallimento economico e realizzativo di Olkiluoto dimostra che l'energia nucleare resta costosa, non sicura e distoglie l'attenzione dalle vere soluzioni al cambiamento climatico. Il secondo sito scelto per la costruzione di un EPR, a Flamanville, nella Francia del nord, sta seguendo un percorso simile a quello di Olkiluoto. Questo dovrebbe essere un importante monito per tutti quei governi che stanno considerando la possibilità di investire nell'energia nucleare.

**NOTE**

- <sup>1</sup> BBC, 3 February 2004, Gulf soldier wins pension fight, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/scotland/3456433.stm>
- <sup>2</sup> More information on Depleted Uranium use and health impacts: <http://www.reachingcriticalwill.org/resources/WILPFNorwayDUreport.pdf>
- <sup>3</sup> IAEA Factsheet: Managing Radioactive Waste, 1998. <http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/manradwa.html>
- <sup>4</sup> A-V Guizard, O Boutou, D Pottier, X Troussard, D Pheby, G Launoy, R Slama, A Spira, and ARKM. The incidence of childhood leukaemia around the La Hague nuclear waste reprocessing plant (France): a survey for the years 1978-1998, March 2001. *Journal of Epidemiol Community Health* 2001;55:469-474 (July)
- <sup>5</sup> O'Donnell, Mitchell PI, Priest ND, Strange L, Fox A, Henshaw DL and Long SC (1997). Variations in the concentration of plutonium, strontium-90 and total alpha-emitters in human teeth collected within the British Isles. *Sci Tot Environ*, 201, 235-43.
- <sup>6</sup> Dr Ian Fairlie, Estimated Radionuclide Releases and Collective Doses from the Rokkasho Reprocessing Facility [http://www.greenpeace.or.jp/campaign/nuclear/images/n0800206\\_en.pdf](http://www.greenpeace.or.jp/campaign/nuclear/images/n0800206_en.pdf)
- <sup>7</sup> Keith Rogers, Las Vegas Review - Journal, 24 September 2007, Yucca fault line might spring surprise, <http://www.lvrj.com/news/9954856.htm>
- <sup>8</sup> Guardian, 12th August 2004, "Nuclear Plants Bloom" by John Vidal, <http://www.guardian.co.uk/life/feature/story/0,,1280884,00.html>
- <sup>9</sup> De Cort et al, 1998 (Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Acciden EUR Report 16733. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.)
- <sup>10</sup> Estimations of the death toll vary. The IAEA's estimates 4000 whereas a Greenpeace study found figures of approximately 93,000 fatal cancer cases caused by Chernobyl in Belarus and during the last 15 years, 60,000 additional fatalities in Russia because of the Chernobyl accident. The Chernobyl Catastrophe – Consequences on Human Health, Greenpeace, 2006. <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/chernobylhealthreport>
- <sup>11</sup> Associated Press, Worst Effects of Chernobyl to come, Geneva, 25 April 2000
- <sup>12</sup> An American Chernobyl: Nuclear Near Misses at U.S. Reactors Since 1986
- <sup>13</sup> The Local, Nuclear Plant could have gone into meltdown, 1 August 2006 <http://www.thelocal.se/4487/20060801/>
- <sup>14</sup> International Atomic Energy Agency, Report on the preliminary fact finding mission following the accident at the nuclear fuel processing facility in Tokaimura, Japan 1999. <http://f40.iaea.org/worldatom/Documents/Tokaimura/iaea-toac.pdf>
- <sup>15</sup> Shigehisa Tsuchiya, PhD, A. Tanabe, T. Narushima, K. Ito and K. Yamazaki, Chiba Institute of Technology, An Analysis of Tokaimura Nuclear Criticality Accident: A Systems Approach, 2001
- <sup>16</sup> [http://www.benfieldhrc.org/activities/cat\\_reports/cat\\_report4/pages/fr\\_fl.htm](http://www.benfieldhrc.org/activities/cat_reports/cat_report4/pages/fr_fl.htm)
- <sup>17</sup> David McNeill, The Independent: Fear and fury in shadow of Japan's damaged nuclear giant, 21 July 2007.
- <sup>18</sup> Energy Revolution-A Sustainable World Energy Outlook, Greenpeace and European Renewable Energy Council, January 2007 <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/energy-revolution-a-sustainab>
- <sup>19</sup> Based on average nuclear power plant production of 10-15 tonnes of Spent Fuel a year. One tonne of spent nuclear fuel typically contains about 10 kilograms of plutonium – enough for a crude nuclear bomb
- <sup>20</sup> Annan: Nuclear Terror a Real Risk, 10 March 2005 <http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/4366713.stm>
- <sup>21</sup> Since 1977, US nuclear research labs extensively studied the feasibility of developing a 'quick and dirty' reprocessing plant. Most of the original documents remain classified, but an excellent overview has been published by V. Gilinsky et al. in 2004 (V. Gilinsky et al., A fresh examination of the proliferation risks of Light Water Reactors was published by the Nonproliferation Policy Education Centre, October 2004). The first major study proved that a country with a minimal industrial base could quickly and secretly build a small reprocessing plant, capable of extracting about a bomb's worth of plutonium per day.
- <sup>22</sup> <http://www.greenpeace.org.uk/tags/kofi-annan>, 11 April 2006
- <sup>23</sup> George Jahn, Associated Press, UN: 40 nations have nuclear weapon capabilities in the Oakland Tribune, September 21, 2004 [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qn4176/is\\_20040921/ai\\_n14585583](http://findarticles.com/p/articles/mi_qn4176/is_20040921/ai_n14585583) Jeanna Bryner, LiveScience, Small Nuclear War Would Cause Global Environmental Catastrophe 11 December 2006 [http://www.livescience.com/environment/061211\\_nuclear\\_climate.html](http://www.livescience.com/environment/061211_nuclear_climate.html)
- <sup>24</sup> Spiegel Magazine 8 December 2005: Keeping the World Safe from the Bomb.
- <sup>25</sup> Large and Associates, 2 March 2004 "Potential Radiological Impact and Consequences Arising From Incidents Involving a Consignment of Plutonium Dioxide Under Transit From Cogema La Hague to Marcoule/Cadarache"
- <sup>26</sup> Dr Edwin Lyman, Union of Concerned Scientists for Riverkeeper, Chernobyl-on-the-Hudson?: The Health and Economic Impacts of a Terrorist Attack at the Indian Point Nuclear Plant September 2004. [http://riverkeeper.org/campaign.php/indian\\_point/we\\_are\\_doing/980](http://riverkeeper.org/campaign.php/indian_point/we_are_doing/980)
- <sup>27</sup> Stephen Thomas, Peter Bradford, Antony Froggatt and David Milborrow, The economics of nuclear power, May 2007 <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/the-economics-of-nuclear-power>
- <sup>28</sup> Special Comment Credit Risks and Benefits of Public Power Utility Participation in Nuclear Power Generation Summary Opinion, Moody's June 2007
- <sup>29</sup> Based on investment estimates by Moody's of 7,500 USD/kW installed capacity. "New Nuclear Generation in the United States: Potential Credit Implications for U.S. Investor Owned Utilities Moody's Corporate Finance, May 2008.
- <sup>30</sup> Renewable figures based on parameters given in the Energy Revolution Scenario. [www.greenpeace.org/energyrevolution](http://www.greenpeace.org/energyrevolution)
- <sup>31</sup> Energy Technology Perspectives 2006, IEA/OECD, June 2008.
- <sup>32</sup> Figures based on Moody's estimate of nuclear power 7,500 USD/KW.
- <sup>33</sup> IAEA Power Reactor Information System, October 2008 <http://www.iaea.org/programmes/a2/>
- <sup>34</sup> International Energy Agency, World Energy Outlook 2006. However, other analysis by the International (IIASA) shows that nuclear power represents only 2.2% of world energy consumption. This is because the IIASA considers the electric output of a nuclear plant a primary energy source. The IEA on the other hand considers heat the primary energy source and then assumes 33% efficiency. Consequently, the value in primary energy of a kWh of nuclear power produced today according to IIASA's methodology is roughly one third of that of the same kWh according to the IEA methodology.
- <sup>35</sup> Helsingin Sanomat International edition 11 August 2007: Further nuclear reactor construction delays could lead to electricity shortage.
- <sup>36</sup> In the case of the concrete base slab, the high water content could under accident conditions lead to rapid crack formation. The Steel Liner of the reactor's substandard quality could mean increased radioactive releases in the case of an accident. Safety Implications of Problems in Olkiluoto, Prepared for Greenpeace by Dr Helmut Hirsch, May 2007
- <sup>37</sup> Bloomberg, 29 August 2008: Finnish Nuclear Agency Finds Some Flaws in Olkiluoto Safety <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601085&sid=aXugLPq8XQw&refer=europa>
- <sup>38</sup> AFX News Limited, TVO says won't share nuclear reactor cost overruns with Areva 28 September 2007, <http://www.forbes.com/markets/feeds/afx/2007/09/28/afx4165822.html>
- <sup>39</sup> Kauppalehti (Finnish financial newspaper) 11 September 2007: Olkiluodon myöhästyminen maksaa kolme miljardia euroa. <http://www.kauppalehti.fi/avar/plehti/index.jsp?xid=2546439&date=2007/09/11>
- <sup>40</sup> Finnish Cabinet of Ministers, January 2002 – decision-in-principle on the construction of OL3 <http://www.tem.fi/files/13606/tvo1401.pdf>
- <sup>41</sup> TVO Ownership and finances. <http://www.tvo.fi/www/page/261/>
- <sup>42</sup> Finnish Energy Industries 2008: Sähköntuotantokenaariot vuoteen 2030. <http://www.energia.fi/>
- <sup>43</sup> Reuters, Nuclear power won't cure climate change: Finnish PM, 14 January 2008 <http://www.reuters.com/article/environmentNews/idUSN1442651320080114?feedType=RSS&feedName=environmentNews>
- <sup>44</sup> 4 Statistics Finland: Energy statistics 2006.
- <sup>45</sup> Ernst&Young 2007: Renewable Energy Country Attractiveness Indices Q3. [http://wzww.ey.com/GLOBAL/content.nsf/International/Oil\\_Gas\\_Renewable\\_Energy\\_Attractiveness\\_Indices](http://wzww.ey.com/GLOBAL/content.nsf/International/Oil_Gas_Renewable_Energy_Attractiveness_Indices)



**Figura 4**