

Överblick av LENR-forskning

Walter Holappa

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	7588
Författare:	Walter Holappa
Arbetets namn:	Överblick av LENR-forskning
Handledare (Arcada):	Kim Skön
Uppdragsgivare:	ARCADA, Institutionen för energi- och materialteknologi
<p>Sammandrag:</p> <p>LENR står för "Low Energy Nuclear Reaction" och det går ut på att man skapar en fusionsreaktion vid relativt låg temperatur. Tidigare kallades LENR för kall fusion, men det namnet har nu övergivits på grund av negativa konnotationer med det. En del forskare är generellt mycket skeptiska mot rapporter om lyckad LENR. Syftet med arbetet är att gå igenom den forskning som skett inom LENR samt gå in på det som pågår med LENR just nu. Arbetet presenterar också en del personer som har forskat LENR, för att få en bild av hur pålitlig deras forskning är. Allt material som har använts för arbetet är teoretiskt. Materialet består till största del av artiklar och rapporter om LENR, men också Wikipedia har använts för informationen om en del av forskarna som arbetat med LENR på grund av att det var brist på finskt, svenskt eller engelskt annat material om dem. Allt det material som använts för arbetet är nätbaserat. Forskningen om LENR pågår som bäst i fler länder runtom i världen. Generellt anses Japan och Italien vara ledande länderna inom LENR-forskning. Det ser ut som om det ännu tar många år innan LENR teknologi kan utnyttjas, förutom om E-Cat (Energy Catalyzer) reaktorn visar sig uppnå de resultat som dess skapare Andrea Rossi lovat.</p>	
Nyckelord:	LENR, E-Cat, Fusion, Kall fusion
Sidantal:	41
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	29.7.2020

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	7588
Author:	Walter Holappa
Title:	Överblick av LENR-forskning
Supervisor (Arcada):	Kim Skön
Commissioned by:	ARCADA, Institutionen för energi- och materialteknologi
<p>Abstract:</p> <p>LENR stands for “Low Energy Nuclear Reaction” and it is about creating a fusion reaction at a relatively low temperature. LENR used to be known as cold fusion, but that name has now been abandoned because of negative connotations. Some researchers are highly skeptical of any report about successful LENR. The purpose of this work is to present the research that’s happened in LENR and to go into the things that are happening with LENR at the moment. The work also presents some of the people who have researched LENR, to give a better picture of how reliable their research is. All of the material that has been used is theoretical. The material is mostly articles and reports, but Wikipedia has also been used for the information about some of the researchers because of a lack of other material about them in Swedish, Finnish or English. All of the material that’s been used, has been taken from online sources. Research into LENR is actively going on around the world. Japan and Italy are generally seen as the leading countries within the field. It seems like it’ll still take many years before LENR is usable, unless the E-Cat (Energy Catalyzer) reactor reaches the results that its creator Andrea Rossi claims it should.</p>	
Keywords:	LENR, Fusion, E-Cat, Cold fusion
Number of pages:	41
Language:	Swedish
Date of acceptance:	29.7.2020

INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
2	KONVENTIONELLA KÄRNREAKTIONER	8
2.1	Fission	8
2.1	Fusion.....	10
3	KALLFUSIONSFORSKNING	11
3.1	1920-talet.....	9
3.2	1980-talet.....	10
3	E-CAT	13
4.1	E-Cat funktion.....	13
4.2	Användning av E-Cat	14
4.3	Utomstående undersökningar av E-Cat	15
4.3.1	<i>E-Cat rapport 2013</i>	15
4.3.1.1	<i>December 2012 undersökning</i>	16
4.3.1.2	<i>Mars 2013 undersökning</i>	18
4.3.1.3	<i>Kritik och spekulation av E-Cat rapport 2013</i>	19
4.3.2	<i>E-Cat rapport 2014</i>	22
4.3.2.1	<i>Kritik och spekulation av E-Cat rapport 2014</i>	25
4.4	Industrial Heat, LLC.....	26
4.5	Andrea Rossi	27
4.6	Sergio Focardi	28
5	LENR RUNTOM VÄRLDEN	29
5.1	USA	29
5.2	Indien.....	30
5.3	Japan.....	31
6	DISKUSSION OCH SLUTSATER	32
	KÄLLOR	34

Figurer

Figur 1. Exempel på möjlig fissions kedjereaktion av uran-235	8
Figur 2. Uppbyggnad av PWR	9
Figur 3. En deuterium-tritium fusionsreaktion	10
Figur 4. Stanley Pons och Martin Fleischmann.....	12
Figur 5. Andrea Rossi och Sergio Focardi	13
Figur 6. Uppbyggnad av december 2012 undersökningen	17
Figur 7. Uppbyggnad av mars 2013 undersökningen.....	19
Figur 8. Exempel på hur energikällan kunde ha manipulerats	20
Figur 9. Uppbyggnad av mars 2014 undersökningen.....	24

Ordförklaringar

E-Cat	Energikatalysator (Energy Catalyzer)
LENR	Lågenergi-kärnreaktion (Low Energy Nuclear Fusion)
MeV	Mega elektronvolt
PWR	Tryckvattenreaktor (Pressurised water reactor)

1 INLEDNING

LENR står för "Low Energy Nuclear Reaction", på svenska "lågenergi-kärnreaktion". Forskningen inom LENR har fortsatt under hela 1900-talet, dock inte alltid under samma benämning. Termen kall fusion började användas år 1956 (The New York Times, 1956). Nuförtiden används oftast benämningen LENR för att undvika negativa konnotationer med termen "kall fusion". Kall fusion är en hypotetisk kärnreaktion där fusion av atomkärnor sker vid relativt låg temperatur. De flesta fysiker är starkt skeptiska till nya rapporter om lyckad LENR. Den italienska uppfinnaren och entreprenören Andrea Rossi är den mest omdiskuterade personen som arbetar med LENR just nu. LENR-forskning pågår i en stor del länder runt om världen (Iwamura, Y., 2012, s.1-4) (Kalyanaraman, M., 2018).

Syftet med arbetet är att gå igenom forskningen som har skett inom LENR, samt vad som pågår kring LENR som bäst. I arbetet kommer det också att gås igenom personerna som har uppfunnit E-Cat, hurudan utbildning samt meriter de har förutom LENR. I arbetet presenteras en del av forskningen som görs runt om världen just nu.

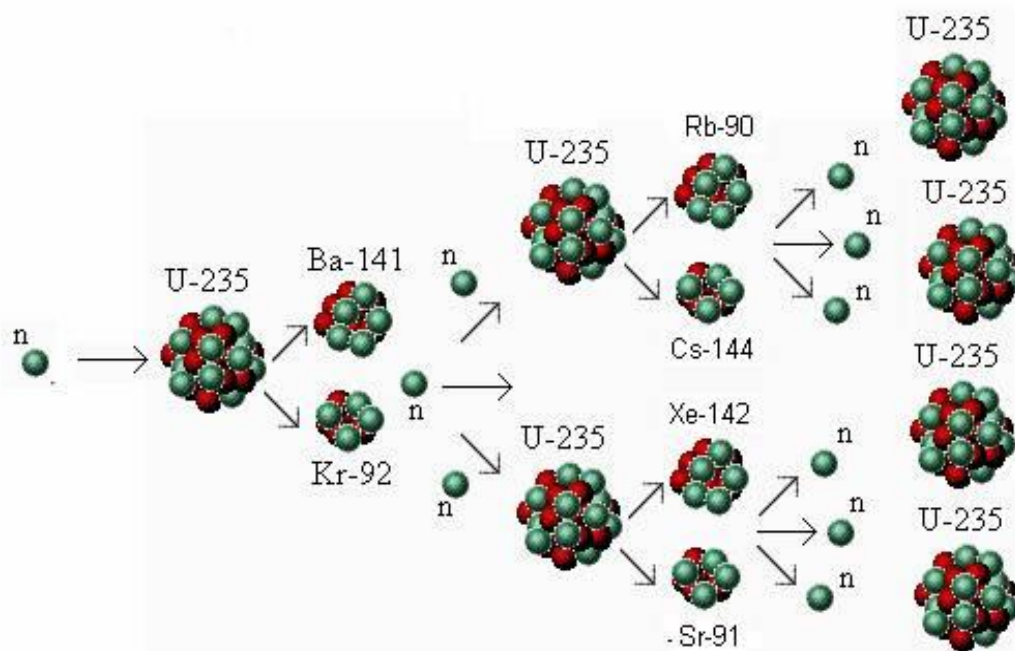
För undersökningen har det endast använts teoretiskt material och allt material är nätbaserat. Materialet som använts för arbetet är främst olika rapporter och artiklar. För att få information om personerna som forskat eller arbetat med LENR har också Wikipedia använts. Wikipedia användes främst då jag inte angående personerna haft tillgång till annat material på engelska, finska eller svenska. Kärnfysiker Stephan Pomps blogg har också använts som material på grund av att han tidigare skrivit en svarsrapport på den första undersökningen av E-Cat reaktorn och endast skrev om den andra på sin blogg.

2 KONVENTIONELLA KÄRNREAKTIONER

En kärnreaktion definieras som två kärnpartiklar som påverkar varandra så att åtminstone en nuklid ändrar form (Connor, N., 2019). Kärnreaktioner delas vanligtvis i två grupper, fusions- och fissionsreaktioner.

2.1 Fission

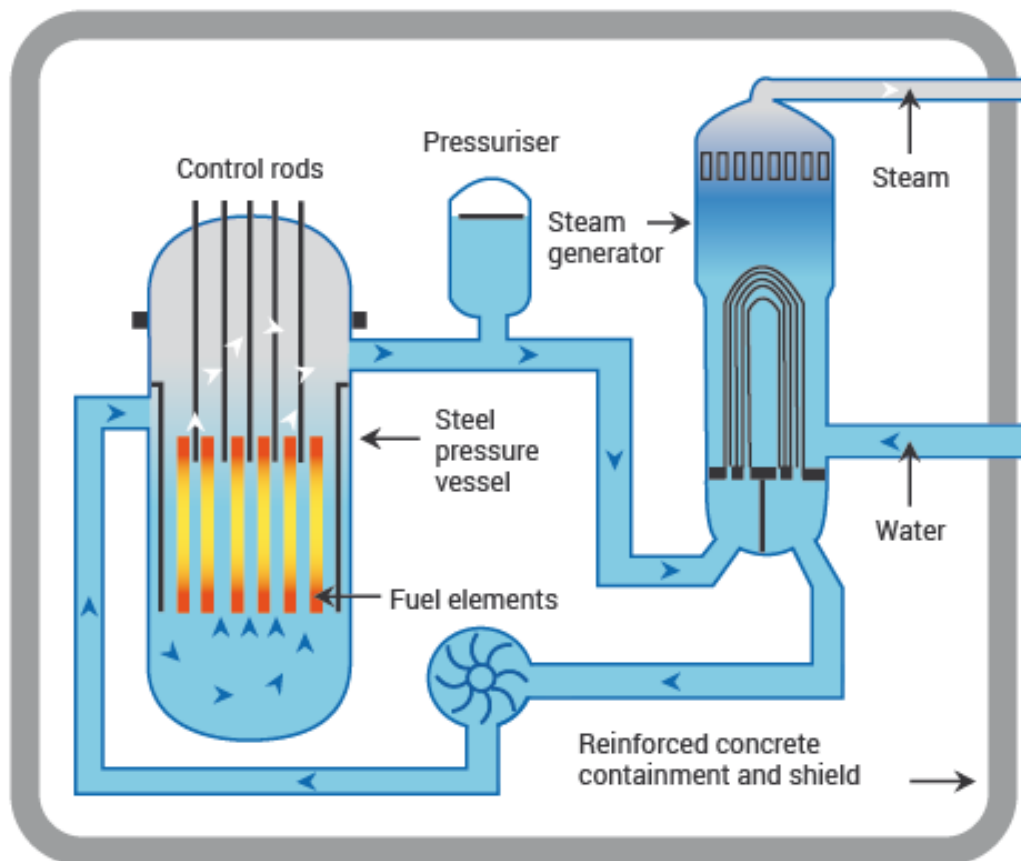
I fission delas en tung atom, som till exempel uran, i två ungefär lika stora delar. Fission kan i vissa fall hända spontant, men generellt induceras fission genom stimulering av kärnan med hjälp av partiklar, främst neutroner. Fission kan också induceras med hjälp av gammastrålning. Under en fissionsreaktion frigörs en stor mängd energi, radioaktiva produkter bildas och flera neutroner emitteras. Dessa neutroner kan sedan inducera fissionsreaktioner i närliggande kärnor, som sedan skapar en kedjereaktion där en stor mängd kärnor klyvs och en enorm mängd energi frigörs. Figur 1 visar ett exempel på hur en fissions kedjereaktion av uran-235 kan se ut. Varje fissionsreaktion av uran-235 frigör ungefär 200 MeV energi, med en relativt liten variation beroende på vilka produkter som bildas. (Steinberg, E., B., 2020)



Figur 1, Exempel på möjlig fissions kedjereaktion av uran-235 (Socratic, 2015)

Den mest använda kärnreakortypen är PWR (Pressurised water reactor, Tryckvattenreaktor). Av de 441 kärnreaktorerna som nu är i användning är 299 av PWR-typen. PWR var ursprungligen planerade som kraftverk för ubåtar. En PWR använder anrikat uran som bränsle och nedkylningen sköts med vatten. En stor PWR rymmer upp till 100 ton anrikat uran. I reaktorkärnan uppnår vattnet en temperatur på 325 °C. För att det inte ska börja koka utsätts vattnet för ett tryck som är ungefär 150 gånger starkare än standard atmosfärstrycket. Vattnet leds till en ånggenerator med ett lägre tryck där vattnet börjar koka och förångas. Ångan driver turbiner för att producera elektricitet. Uppbyggnaden av en standard PWR syns i figur 2. (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2020)

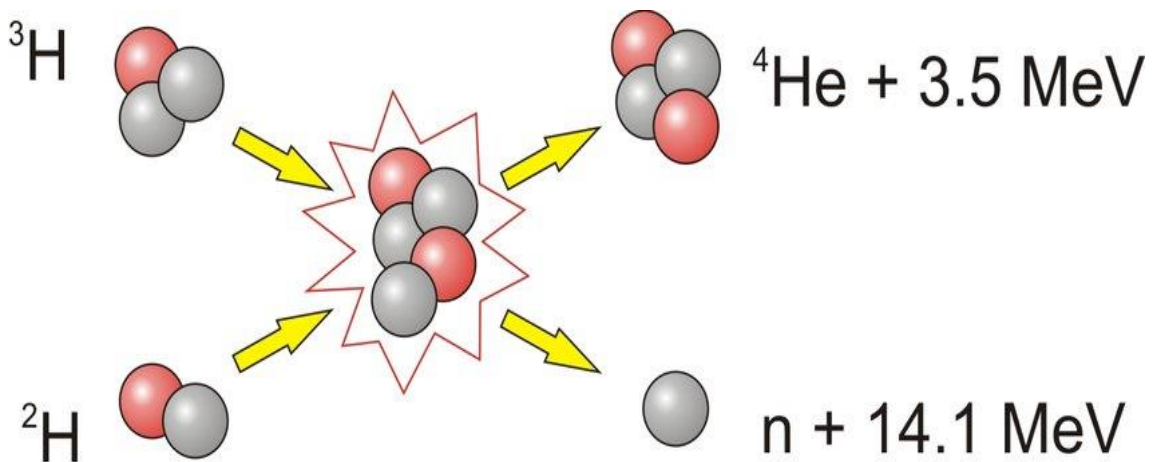
A Pressurized Water Reactor (PWR)



Figur 2, Uppbyggnad av PWR (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2020)

2.2 Fusion

Fusionskraft går ut på att små instabila atomer slås ihop till större stabilare atomer. I vanliga fall är fusion inte möjligt på grund av att den frånstötande elektrostatiske kraften mellan de positivt laddade kärnorna stoppar dem från att sammanslås. Vid temperaturer runt 50 miljoner °C rör sig jonerna dock tillräckligt snabbt för att kärnorna ska kunna överkomma den elektrostatiske kraften tillräckligt för att komma så nära varandra att den starka kärnkraften, som binder ihop kärnan, är större än den elektrostatiske kraften, då slås kärnorna ihop. Med nuvarande teknologi anses fusion av väteisotoperna deuterium (^2H) och tritium (^3H), vara den enklaste genomförbara fusionsreaktionen. Fusionsreaktionen av deuterium och tritium bildar helium och en neutron. Varje deuterium-tritium fusionsreaktion producerar 17.6 MeV. Deuterium-tritium fusionsreaktionen syns i figur 3. Energin som frigörs är den massa som inte finns kvar i heliumet eller neutronen. Svårigheterna med fusion är att skapa en apparat som kan värma upp deuteriumet och tritiumet och sedan spärra in reaktionen så att man får ut mera energi än det som användes för uppvärmningen. (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2019)



Figur 3, En deuterium-tritium fusionsreaktion (Loewenhoff, T., W., 2012)

3 KALLFUSIONSFORSKNING

Friedrich Paneths, Kurt Peters och John Tandbergs forskning kring produktionen av helium genom att låta palladium absorbera väte, har retroaktivt börjat kallas kallfusion, (Sempler K., 2011)(Dewdney A.K., 1997). Paneth, Peters och Tandbergs forskning var ganska lik den LENR-forskning som den japanska Yasuhiro Iwamura håller på med nu (Iwamura, Y., s.1-4).

3.1 1920-talet

År 1926 rapporterade de österrikiska forskarna Friedrich (Fritz) Paneth (1887-1958) och Kurt Peters (1897–1978) att de lyckats omvandla små mängder väte till helium genom att de lät väte absorberas av finfördelat palladium vid rumstemperatur i över 12 timmar (Paneth, F., 1926). Vätet som palladiumet absorberade slogs ihop till helium (Paneth, F., 1926). Ingen heliumproduktion observerades vid det palladiumet som inte absorberat väte (Paneth, F., 1926). Paneth och Peters drog senare tillbaka deras rapporter och förklarade att det uppmätta heliumet högst antagligen kom från den omgivande luften (Paneth, F., 1927).

År 1927 försökte den svenska forskaren John Tandberg (1896-1968) adaptera Friedrich Paneth och Kurt Peters metod för elektrolys. Tandberg tänkte att elektrolysen skulle tvinga vätet till palladiumelektroden där den skulle katalyseras av metallen. Där skulle vätet slås ihop och producera både helium och energi. Tandberg sökte sedan patent på sitt fynd, där han påstod att han hade funnit en betydlig ökning i processens effektivitet. Detta tydde på att hans reaktion skulle förbruka mindre energi än Paneths och Peters tidigare reaktion, och att åtminstone någon energi skulle ha producerats från den. Tandbergs patentansökan blev dock inte accepterad på grund av att hans beskrivningar om processen var för oklara. (Dewdney A.K., 1997)

3.2 1980-talet

Stanley Pons (1943-) och Martin Fleischmann (1927-2012) meddelade i mars 1989 vid Utahs universitet i Salt Lake City, att de hade lyckats med kall fusion. De påstod sig ha framställt en fusionsreaktion vid relativ låga temperaturer. De beskrev en process där elektrolysen av en saltlösning i tungt vatten (vatten med deuteriumatomer istället för väteatomer) får deuterium att absorberas av palladiumatomer. Detta skulle ske vid så höga densiteter att kärnorna slås ihop. Pons och Fleischmann påstod också att denna reaktion producerade energi och gammastrålning, vilket skulle tyda på att det är en fusionsreaktion. (Ball, P., 2019)



Figur 4. Stanley Pons och Martin Fleischmann (Ravel Call/Associated Press, 1989)

Efter att Pons och Fleischmann publicerade sina resultat försökte många forskare från USA och runt om i världen upprepa kall fusions experimenten. Det mest grundliga försöket att bekräfta Pons och Fleischmanns resultat utfördes vid California Institute of Technology (Caltech). Enligt doktor Nathan Lewis försökte de utföra alla möjliga varianter av Pons och Fleischmanns undersökning, utan något resultat. Caltech forskarna

utförde undersökningarna med mycket noggrannare utrustning än den som Pons och Fleischmann hade tillgång till, utan att de hittade något spår av fusionsreaktioner. Dr. Lewis nämnde också att Pons och Fleischmann rapporterade att de uppmätt helium i testcellen. Dr. Lewis säger att de också uppmätte samma mängd helium som Pons och Fleischmann. Heliummängden som de uppmätte motsvarade den mängden som vanligtvis finns i atmosfären. (Browne, M., W., 1989)

Efter att flera forskare misslyckades med sina försök att upprepa Pons och Fleischmanns resultat, ändrades skepticismen till fientlighet (Childs, M., 2012). Dr. Steven E. Koonin kallade resultaten för “inkompetensen och inbillningen av Pons och Fleischmann” (Browne, M., W., 1989).

4 E-CAT

E-Cat står för “Energy Catalyzer” och det är en maskin som påstås kunna utföra LENR för att producera energi. Den italienska uppfinnaren Andrea Rossi har skapat E-Cat tillsammans med den italienska fysikern Sergio Focardi.



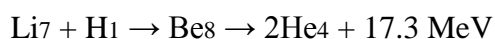
Figur 5. Andrea Rossi och Sergio Focardi (Borella, F.)

4.1 E-Cat funktion

Hur E-Cat tekniskt fungerar är ännu till största del okänt. Det som man nu vet är att litiumaluminiumhydrid, litium och pulveriserad nickel kombineras så att de producerar en mängd överloppsvärme som är för stor för att det skulle vara en kemisk reaktion. Den överloppsvärme som uppstår påstås skapas på grund av att LENR pågår. En extern energikälla används också för att starta reaktionen. Den externa energin påstås dock vara betydligt mindre än den värmen som fås ut genom reaktionen. (Acland, F., 2017a)

Vid en av de ursprungliga uppvisningarna av E-Cat i Bologna, Italien år 2011, sade Rossi och Focardi att då nickel och väte sammansmälter i deras reaktor, så skapas det en stor mängd energi samt koppar. Reaktorn startar med under 1 gram väte och den är kopplad till en extern energikälla på 1000 W, som sedan minskas till 400 W om några minuter. Rossi och Focardi nämner att allt som användaren behöver göra är att starta den med en brytare och följa några instruktioner. E-Cat reaktionen ska kunna omvandla 292 gram av 20 °C vatten till 101 °C torr vattenånga varje minut. För detta krävs en effekt motsvarande 12,4 kW. Detta skulle tyda på att E-Cat reaktionen skulle kunna producera 31 gånger mera energi än vad som matas in i den. Rossi och Focardi antar att elenergi skulle kunna produceras för ett pris på under 1 cent/kWh. Focardi och Rossi förklarar att det måste vara en kärnreaktion på grund av att det skapas strålning medan reaktionen pågår. De säger dock att ingen strålning kommer ut ur reaktorn på grund av att den är skyddad med ett lager av bly. Rossi och Focardi påstår också att ingen strålning skulle finnas kvar i cellen efter att reaktionen stängts av och att den inte producerar något radioaktivt avfall. (Zyga, L., 2011)

Enligt webbsidan ecat.com som är den officiella sidan för E-Cat, producerar E-Cat reaktorn energi genom "Rossi effekten". Rossi effekten går ut på en LENR process med litium och väte, där nickel endast används som katalysator.



Litium-vätereaktionen är mycket exotermisk och hela 17.3 MeV släpps ut som värme. För E-Cat reaktorn används litiumaluminiumhydrid (LiAlH_4) som bränsle för att det är ett fast ämne och på så sätt enklare att hantera än vätgas. Vid uppvärmning bryts litiumaluminiumhydridet ner i tre steg.

1. $3 \text{LiAlH}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{AlH}_6 + 2 \text{Al} + 3 \text{H}_2$
2. $2 \text{Li}_3\text{AlH}_6 \rightarrow 6 \text{LiH} + 2 \text{Al} + 3 \text{H}_2$
3. $2 \text{LiH} + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{LiAl} + \text{H}_2$

Den första reaktionen påbörjar generellt då litiumaluminiumhydridet börjar smälta, vid en temperatur mellan 150 °C och 170 °C. Det är dock känt att den första reaktionen kan ske tidigare. Vid ungefär 200 °C sker den andra reaktionen och den tredje reaktionen sker vid en temperatur på runt 400 °C. De två första reaktionerna kan ske vid rumstemperatur om nickel används som katalysator. Efter att litiumaluminiumhydridet har brutits ner och temperaturen uppnått 600-1200 °C påbörjar Rossi effekten där litiumet och vätet konverteras till helium och en stor mängd kinetisk energi frigörs. Den kinetiska energin termaliserar nickelpulvret och E-Cat reaktorns kärna och således ändras kinetiska energin till värmeenergi. På grund av att energin frigörs som kinetisk energi så produceras det inte någon strålning. (E-CAT THE NEW FIRE)

4.2 Användning av E-Cat

Energien som producerats med hjälp av E-Cat energikatalysatorn är främst värme. Den av E-Cat producerade värmen kan användas för att skapa vattenånga. Och vattenångan skulle sedan kunna användas för produktionen av elektricitet på samma sätt som i nuvarande ångkraftverk eller kärnkraftverk. (Acland, F., 2017b)

E-Cat påstås kunna producera energi betydligt billigare och miljövänligare än nuvarande energikällor. Kostnadsskillnaden beror på att bränslena som används för E-Cat (främst litium, nickel och väte), används i mycket mindre mängder. De är också betydligt vanligare och billigare än bränslen som används för andra icke förnybara energiformer. LENR processen bildar inte heller koldioxid eller andra växthusgaser, som skulle ha någon inverkan på miljön. Inget radioaktivt används heller i processen och den borde inte heller producera något radioaktivt avfall. Vid tester och uppvisningar av E-Cat har det inte heller uppmätts någon förhöjd radioaktivitet som skulle överskrida eller på annat sätt inte motsvara den konstanta vanliga nivån av bakgrundsstrålning. (Acland, F., 2017b)

4.3 Utomstående undersökningar av E-Cat

Det har gjorts två undersökningar av E-Cat av en utomstående grupp. Under den första undersökningen hölls det två stycken provkörningar. Den första undersökningen gjordes i två delar, den första i december 2012 och den andra i mars 2013. Resultaten publicerades i maj 2013. Den andra undersökningen gjordes i mars 2014 och resultaten publicerades i oktober 2014.

Bägge undersökningarna har gjorts av till största delen samma grupp forskare. Den enda skillnaden i grupperna som utförde undersökningarna är att den svenska forskaren Torbjörn Hartman inte deltog i den andra undersökningen. De artiklarna som getts ut om undersökningarna har heller inte referentgranskats och på så sätt inte heller publicerats i någon vetenskaplig journal.

4.3.1 E-Cat rapport 2013

Den första undersökningen utfördes av Giuseppe Levi, Evelyn Foschi, Torbjörn Hartman, Bo Höistad, Roland Pettersson, Lars Tegnér och Hanno Essén. Målet för undersökningen var att utforska produktionen av oförklarlig värme från E-Cat reaktorn. I reaktorn användes det lite nickelpulver som är laddat med väte och en katalysator av någon form. Vad som användes som katalysator har inte avslöjats för forskarna eller för allmänheten. Vid båda undersökningarna i december och mars matades det också in ström till reaktorn med en medeleffekt på 360 W. E-Cats produktion av värmeenergi påbörjas efter att reaktionen sätts igång av värmen från elektriska motstånd som finns inuti reaktorn. Som mätredskap för undersökningen användes en högresolutionsvärmekamera, som mätte reaktorns temperatur varje sekund. Den första undersökningen gjordes i två delar, den första i december 2012 och den andra i mars 2013. Undersökningen som gjordes i december tog 96 timmar och den som utfördes i mars tog 116 timmar. Vid bägge undersökningarna uppmättes det oförklarligt hög värmeutveckling. Båda undersökningarna gjordes i Ferrara, Italien, i utrymmen som hade förberetts av Andrea Rossi. (Levi, G., 2013, s.1-2)

4.3.1.1 December 2012 undersökning

December 2012 undersökningen utfördes av Giuseppe Levi och Evelyn Foschi. För denna undersökning användes det en E-Cat HT (high temperature). Reaktorn som användes hade en längd på 33 cm och en diameter på 10 cm. E-Cat HT reaktorn placerades på en metallstruktur med möjligast lite ytkontakt, så att värmen inte skulle ledas vidare. När E-Cat HT hade lagts på sin plats, läts den fritt stråla värme i luften. Som värmekamera användes en Optris PI 160 som har en mätnoggrannhet på 2%. Bildtagnings frekvensen för värmekameran sattes till en Hz. Värmekameran fästes ungefär 70 cm under reaktorn i samma metallstruktur. Detta hade dock en negativ inverkan på mätningarna eftersom en del av metallstrukturen då är i vägen för kameran som det syns i figur 6. Det sattes också upp apparatur i närheten av E-Cat HT för att upptäcka möjligt radioaktivt utsläpp och/ eller strålning. Det nämns att en full rapport gällande uppsättningen av apparaturen och mätningen av radioaktiviteten borde vara tillgänglig om någon begär om den. (Levi, G., 2013, s.3-6)



Figur 6. uppbyggnad av december 2012 undersökningen (Levi, G., 2013, s.5)

Enligt testet skulle E-Cat HT ha en krafttäthet på ungefär 7093 W/kg och en energidensitet på 681 kWh/kg. Det nämns dock att dessa estimat är på den mindre sidan på grund av att de till exempel endast kunde anta vikten av bränslet som användes. Som

tidigare nämnts så var också en del av reaktorns yta gömd bakom metallstrukturen. Detta skulle tyda på att reaktorns effekt egentligen vore högre än vad som rapporterats. Reaktorn stängdes också manuellt av efter 96 timmars bruk. Detta skulle tyda på att totala energin per massenhet bränsle troligen skulle vara högre om reaktorn skulle vara på en längre tid. (Levi, G., 2013, s.14)

I rapporten nämns också en del problem med proceduren. Den första är att reaktorn var redan i drift när undersökningen påbörjades. Detta försvårade vägningen av apparaturen, och inte heller bränslet kunde vägas. Som ett annat problem nämns placeringen av värmekameran under E-Cat HT. Kameran var belägen så att en del av reaktorn inte syntes ordentligt. Det var inte heller möjligt att anta emissiviteten av reaktorns färgbeläggning. (Levi, G., 2013, s.14)

4.3.1.2 Mars 2013 undersökning

Undersökningen som gjordes i mars 2013, utfördes av Giuseppe Levi, Evelyn Foschi, Torbjörn Hartman, Bo Höistad, Roland Pettersson, Lars Tegnér och Hanno Essén. För den användes det en uppdaterad version av Energy Catalyzern som de kallar för E-Cat HT2. Under denna undersökning var E-Cat HT2 reaktorn aktiv i 116 timmar. E-Cat HT2 reaktorn har en längd på 33 cm, en diameter på 9 cm och en stålfläns med en diameter på 20 cm och en tjocklek på 1 cm. Den enda funktionen för flänsen verkar vara att koppla reaktorn till olika värmeväxlare, vilka ännu var i planeringsskede då undersökningen gjordes. E-Cat HT2 var också färgbelagd och inte heller nu gick det att exakt anta färglagrets emissivitet. Färgbeläggningen var också ojämn, vilket ledde till olikheter i mätresultaten. Forskarna fick inte tillstånd av Rossi att undersöka energikällan som användes för undersökningen på grund av att det var en "industriell handelshemlighet". Nytt med E-Cat HT2, är att den fortsatte vara aktiv fast man lade energikällan i avstängt läge. Reaktorn var igen placerad på en metallstruktur. Som värmekamera användes det också nu Optris PI 160, men den här gången användes det två stycken. Båda kamerorna var placerade på stativ, för att minimera området där reaktorn inte syntes ordentligt. Placeringen av reaktorn och kamerorna syns i figur 7. Värmekamerorna hade också nu en bildtagnings frekvens på en Hz. På samma sätt som vid undersökningen som utfördes i december så fanns det igen apparatur som användes

för mätningen av möjlig radioaktivitet. Det nämns igen att en full rapport gällande uppsättningen av apparaturen och mätningen av radioaktiviteten borde vara tillgänglig om någon begär om den. Som skillnad från undersökningen som gjordes i december, fick de efter den egentliga undersökningen också göra till mätningar av samma E-Cat HT2 som tidigare hade varit i bruk. Det mesta som fanns inne i reaktorn togs dock bort innan de fick tillstånd att undersöka den. (Levi, G., 2013, s.15-18)

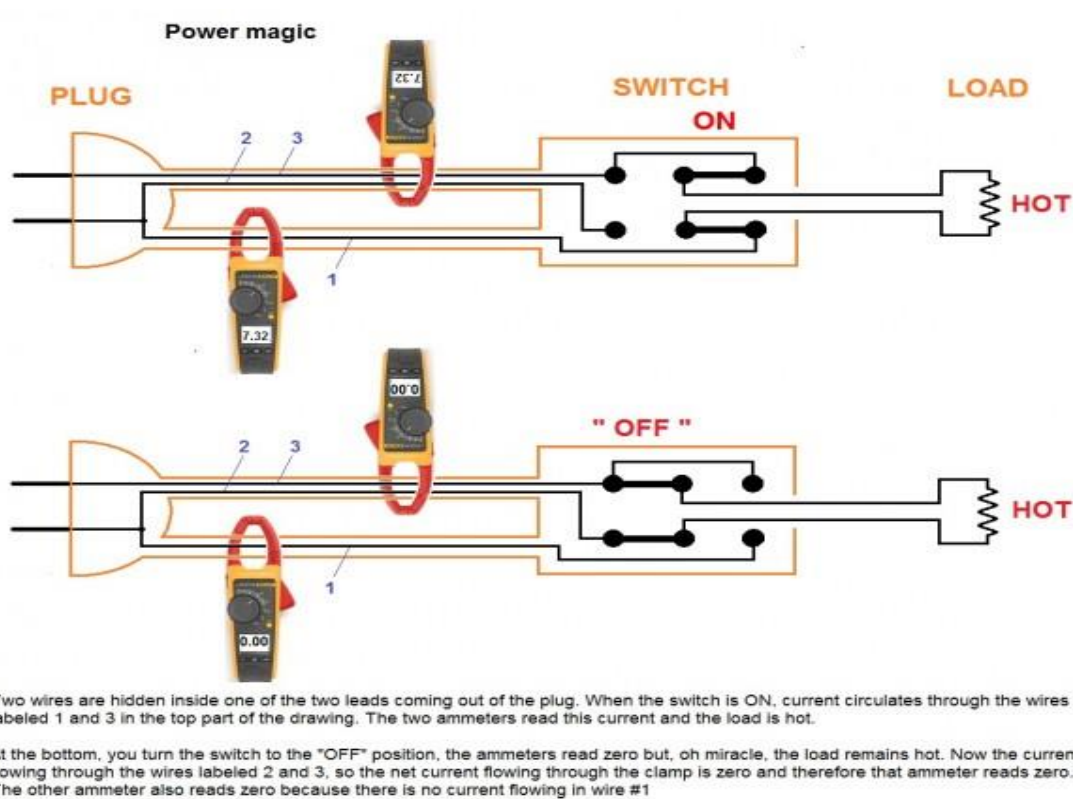


Figur 7, uppbyggnad av mars 2013 undersökningen (Levi, G., 2013, s.17)

Enligt undersökningen i mars producerades det netto 62 kWh energi. Krafttätheten uppmättes till 0.53 MW/kg och energidensiteten mättes till 61 MWh/kg. I rapporten nämns det att de anser att mars undersökningen är en förbättring på grund av att en del problem med första undersökningen var korrigerade. Som till exempel att de hade flera kameror så att de kunde uppmäta en större yta och att de kunde mäta och väga samma E-Cat HT2 som de använde under undersökningen (dock inte det som fanns inne i den). (Levi, G., 2013, s.28)

4.3.1.3 Kritik och spekuliation av E-Cat rapport 2013

Det finns en hel del orsaker till att vara misstänksam angående undersökningarnas slutsatser, delvis på grund av Andrea Rossis tidigare arbete. Rapporten har inte referentgranskats och Rossi har tidigare vägrat tillåta testande av E-Cat av utomstående som till exempel NASA (Main, D., 2014). Vid ett test som utfördes den 6 september 2012 i Bologna, Italien, uppmättes det att ingen värmeeffekt kunde mätas från E-Cat HT utöver den elektriska effekt som matades in i den (Lewan, M., 2012). Trots detta presenterade Rossi en mät rapport med de värdena som han gett innan mätningen (Lewan, M., 2012). På grund av den tidigare incidenten verkar det skumt att forskarna inte fick undersöka energikällan som användes. Figur 8 är ett antagande om hur energikällan skulle kunna vara uppbyggd så att mätarna inte visar något när den är "avkopplad". Rossi vägrade också koppla ut energikällan under experimentet, fastän den var avstängd (Siegel, E., 2013). Ethan Siegel från ScienceBlog lyckades inte få tag i rapporterna om strålning, som borde vara tillgängliga om någon begär om dem (Siegel, E., 2013)



Figur 8, exempel på hur energikällan kunde ha manipulerats, Peter Thieberger (Siegel, E., 2013)

Några frågor från när Steven B. Krivit från "NEW ENERGY TIMES", intervjuade Hanno Essén om undersökningen av E-Cat HT2. **SBK**: "Vem satte upp reaktorn?" **HE**: "Giuseppe Levi och Evelyn Foschi - inom begränsningarna som var uppsatta av Rossi." **SBK** "Vet du fullständigt vad för preparat och material som användes i reaktorn?" **HE** "Nej." **SBK** "Känner du till något annat experiment som har utförts inom detta område där infraröda mätningar var utförda inte bara för att mäta temperaturen men också för att mäta totala entalpin?" **HE** "Nej." (Krivit, S., 2013)

De svenska fysikerna Göran Ericsson och Stephan Pomp från avdelningen för tillämpad kärnfysik vid Uppsala universitetet, har skrivit en rapport om vad de tycker är bristfälligt med den tidigare nämnda undersökningen. I rapporten nämns det att Giuseppe Levi, som var med i både december och mars undersökningarna, har deltagit i en hel del test och marknadsföring av E-Cat under de senaste 2 ½ åren före undersökningarna. Åtminstone Roland Pettersson och Hanno Essén har också deltagit i tidigare demonstrationer av E-Cat. Mätningarna var utförda i Andrea Rossis utrymmen i Ferrara, Italien, vilket minskade på kontrollen som forskarna har över mätningarna. Reaktorn och dess styrkrets styrdes endast av personal som var anvisad av Rossi. Reaktorn var redan igång innan forskarna var på plats för december undersökningen. Mätningarna var gjorda på två olika versioner av E-Cat HT reaktorn. Sättet som undersökningen var utförd på (värmekamera och beräkning av konvektion), var valda av Rossi och inte av forskarna. De nämner också att forskarna (kemister, kärnfysiker och teoretiska fysiker) som utförde undersökningarna, inte var rätt personer för jobbet. Enligt dem skulle forskare som har expertis inom infraröd och elektrisk mätning passat bättre för uppdraget. I rapporten skriver Ericsson och Pomp också att det är mycket oroväckande att forskarna inte fick tillstånd till att undersöka energikällan, speciellt på grund av det som upptäcktes under mätningarna från september 2012 och hur Rossi hanterade den situationen. (Ericsson, G., 2013 s.1-3)

Ericsson och Pomp ifrågasätter också hur forskarna kunde vara säkra på att det fanns väte och nickel i reaktorn eftersom de aldrig fick undersöka reaktorns innehåll. Faktumet att de inte nämner något noggrannare om mätningarna av strålning är också oroväckande på grund av att den energidensitet som de påstår sig ha uppmätt är

betydligt högre än vad något känt kemiskt bränsle har och närmar eller överstiger kända kärnbränslets energidensitet. Att reaktorns ytans emissivitet är okänd är också en brist i utförandet av undersökningen, speciellt i de mätningarna som utfördes i december, då de inte ens försökte få reda på emissiviteten. Ericsson och Pomp tycker att det är beklagligt att forskarna gick med på att utföra undersökningen så att de inte fick undersöka bränslet, fastän mätningar och rapportering av bränslet har gjorts tidigare, men också då utan någon indikation av radioaktivitet eller transmutation av nickelisotoperna. Den uppmätta krafttätheten verkar också vara otroligt hög. Den krafttätheten som mättes för E-Cat HT2 är över 0.5 MW/kg, medan en nuvarande 3GW fissionsreaktor har en effekt på runt 0.03 MW/kg. De fick undersöka den tomma reaktorn efter undersökningen i mars, men ingen egentlig data om detta har rapporterats. Som helhet tycker Ericsson och Pomp att det är mycket överraskande att forskarna som utfört undersökningarna har dragit så märkvärdiga slutsatser efter en så bristfällig undersökning och rapport. (Ericsson, G., 2013, s.4-5, 8-10)

4.3.2 E-Cat rapport 2014

Den andra undersökningen gjordes i mars 2014 och den utfördes av Giuseppe Levi, Evelyn Foschi, Bo Höistad, Roland Pettersson, Lars Tegnér och Hanno Essén. Den enda skillnaden i gruppen forskare som utförde undersökningarna, är att Torbjörn Hartman inte deltog i den andra undersökningen. Resultaten från denna undersökning publicerades den 6 oktober 2014. Undersökningen utfördes i ett oberoende laboratorium i Barbengo, Lugano, Schweiz. Laboratoriet som användes ägdes av Officine Ghidoni SA. Detta test pågick i 32 dygn, för att man också skulle kunna undersöka E-Cat apparatens stabilitet då den är aktiv under längre perioder. E-Cat enheten som användes för denna undersökning var en uppdaterad version som kan uppnå högre temperaturer. Bränslets isotopsammansättning analyserades också den här gången, både före E-Cat enheten aktiverades och efter att den stängts av. Denna undersökning utfördes till största del på samma sätt som den tidigare i mars 2013. Genom uppmätning av den energi som matas in i E-Cat enheten, mätning av värmestrålningen och beräkning av konvektion. (Levi, G., 2014, s. 1-2)

E-Cat enheten som användes för denna undersökning är mycket annorlunda visuellt från de två tidigare E-Cat varianterna. Enheten består av en aluminiumcylinder som är 20 cm lång och 2 cm i diameter, med en 4 cm lång och 4 cm i diameter aluminiumcylinder fast i bägge ändarna av den. Till skillnad från de tidigare E-Cat modellerna har den nuvarande reaktorn ingjutna skårar som är 2.3 mm djupa med en bredd på 3.2 mm. Tre stycken kablar, som används för resistorerna inne i reaktorn, är fast kopplade till E-Cat enheten. Ett termoelement som mäter den interna temperaturen av reaktorn, så att styrenheten kan styra resistorernas elförsörjning, är fastkopplad i en av de bredare cylindrarna. Hålet som används för termoelementet används också för inmatningen av bränslet. Hålet är ungefär 4 mm i diameter och det täpps till innan reaktorn aktiveras. E-Cat enhetens styranordning består av en trefas kraftregulator, som är styrd med en programmerbar mikrokontroller. Reaktorn ligger på samma sätt som vid de andra undersökningarna, ovanpå en metallstruktur. Som värmekameror användes det igen två stycken Optris PI 160, dock med olika linser. Den ena värmekameran klarar av att mäta temperaturer upp till 900 °C och den andra upp till 1500 °C. Värmekamerornas bildtagningsfrekvens sattes vid denna undersökning till 0.5 Hz. Uppbyggnaden av denna undersökning syns i figur 9. All apparatur som användes för undersökningen är ägda av de som utförde undersökningen. Andrea Rossi deltog i undersökningen genom att mata in bränslet, sätta igång reaktorn, stänga av reaktorn och tömma resterna av bränslet ur reaktorn. (Levi, G., 2014, s. 2-4,7)



Figur 9, 2014 , uppbyggnad av mars 2014 undersökningen (Levi, G., 2014, s.4)

E-Cat enhetens uppmätta energiproduktion under de 32 dygn som undersökningen utfördes är netto $5825 \pm 10\%$ MJ. Den beräknade energidensiteten är $5.8 \pm 10\%$ TJ/kg och krafttätheten är $2.1 \pm 10\%$ MW/kg. Dessa resultat är igen på samma sätt som vid de tidigare undersökningarna, betydligt högre än kända kemiska bränslen. Bränslet som analyserades innan undersökningen ansågs bestå av de naturligt förekommande nickel- och litiumisotoperna. Då resterna av bränslet analyserades efter 32 dygns undersökningen upptäcktes det att de isotopiska kompositionerna hade ändrat dramatiskt för både nicklet och litiumet. Enligt forskarna kan sådana ändringar endast uppstå vid kärnreaktioner. Forskarna medger dock att de inte har någon egentlig information om E-Cat enhetens interna struktur. (Levi, G., 2014, s.30)

4.3.2.1 Kritik och spekulatation av E-Cat rapport 2014

Per Rutqvist har skrivit en rapport med kommentarer angående undersökningen som utfördes 2014. Vid mars 2014 undersökningen gjordes det mätningar på reaktorn samt kablarna, som var kopplade till reaktorn fören något bränsle sattes i den. Rutqvists kommentarer är baserade på dessa test så att det inte kan bortförklaras som något som man ännu inte förstår, som E-Cat enheten klarar av. I den ursprungliga rapporten mäter de relationen mellan strömmarna i kablarna. Enligt Rutqvist är de uppmätta värdena matematiskt omöjliga i ett sådant trefasssystem som forskarna använder. Rutqvist ger också några möjliga förklaringar för hur detta kan ha skrivits i rapporten. Den första är att elektriska kretsen inte är uppbyggd på det sätt som forskarna påstår i sin rapport. Den andra orsaken kan vara att redskapen som användes för mätningen av detta är felaktiga. Som tredje möjlighet nämner Rutqvist att forskarna kanske inte utförde mätningen på rätt sätt. Som ett fjärde alternativ nämns att forskarna möjligtvis inte rapporterade de egentliga värdena som de mätt. (Rutqvist, P., 2014, s.1-3)

Astrofysikern Ethan Siegel, som också kritiserade 2013 E-Cat undersökningen, har igen en del kritik mot hur undersökningen har utförts. Siegel nämner också hur undersökningen av E-Cat enheten skulle kunna göras pålitligare. Som första sak nämner Siegel att forskarna borde hålla E-Cat reaktorn aktiv utan att den är kopplad till någon annan strömkälla. På grund av att E-Cat enheten påstås producerar så mycket överloppsenergi, så skulle den inte borde behöva någon utomstående energi efter att den kommit igång. Detta skulle också nolla möjligheten att de värden som är uppmätta skulle vara manipulerade på något sätt. Siegel nämner också att gruppen forskare som utför undersökningen borde vara på riktigt utomstående. Alla forskarna som deltog i denna undersökning hade deltagit i den tidigare undersökningen. Giuseppe Levi har arbetat tillsammans med Andrea Rossi i många år. Hanno Essén har deltagit i tidigare demonstrationer av E-Cat. Roland Pettersson har också arbetat tillsammans med Rossi från år 2011. Siegel nämner också att Andrea Rossi inte borde delta i undersökningen alls, på grund av att det är Rossis maskin som ska testas av utomstående. Som tidigare nämnts så satte Rossi in bränslet i E-Cat enheten, startade E-Cat enheten, stängde av E-Cat enheten och han hanterade askan efter att E-Cat enheten hade stängts av. (Siegel, E., 2014)

Den svenska forskaren Stephan Pomp, som fungerar som professor inom tillämpad kärnfysik vid Uppsala universitet, kommenterar underligheter gällande bränslet som använts för undersökningen och askan som analyserats efter det. Pomp skriver speciellt om nickelisotoperna som använts som bränsle och de nickelisotoperna som finns kvar i askan. I bränslet som analyserades fanns det ungefär Ni-58 (68 %), Ni-60 (26 %), Ni-61 (1 %), Ni-62 (4 %) och Ni-64 (1 %), medan i askan som analyserades efter undersökningen var 99% Ni-62. Pomp undrar hur forskarna kan tycka att det verkar trovärdigt att alla nickelisotoper har lyckats bli till endast en isotop, utan någon strålning eller att det skulle finnas någon form av spår av koppar eller andra element och utan att det skulle ha någon effekt på själva reaktorns funktion medan den är igång. Efter 2014 undersökningen kommer Stephan Pomp till den slutsatsen att det som står i rapporten inte kan stämma. (Pomp, S., 2014,)

4.4 Industrial Heat, LLC

Den 24 januari 2014 meddelade det relativt nyligen grundade amerikanska företaget Industrial Heat, LLC, att de hade skaffat rättigheterna till Andrea Rossis Energy Catalyzer (New Energy Times, 2014). Industrial Heat skaffade rättigheterna till E-Cat efter att en grupp utomstående italienska och svenska vetenskapsmän gjorde två flera dygn långa kontrollundersökningar av E-Cat maskineriet vid Rossis anläggningar (New Energy Times, 2014). Den första av dessa två kontrollundersökningar hölls i december 2012 och den andra i mars 2013 (Levi, G., 2013, s.2). Resultaten som uppnåddes vid dessa kontrollundersökningar från 2013 har dock ifrågasatts, eftersom rapporten inte referentgranskats och det fattas en stor mängd viktiga detaljer, som istället till exempel kallas för "okända tillsatser" (Main, D., 2014). Enligt avtalet, betalade Industrial Heat 1.5 miljoner dollar för att utföra avtalet, 10 miljoner dollar efter att resultaten från de ursprungliga undersökningarna från 2013 var publicerade och 89 miljoner dollar skulle sedan betalas efter en ett års självständig kontrollperiod (Bryce, I., 2019). Dock endast om resultaten motsvarade Rossis påståenden (Bryce, I., 2019). Enligt Ian Bryce, försökte också Rossi inhibera Industrial Heats undersökare från att ha tillgång till E-Cat reaktorn som de redan betalat för (Bryce, I., 2019).

Industrial Heat LLC kommentar angående Andrea Rossis stämningsansökan: “Vi är medvetna om stämningsansökan som har blivit inlämnad av Andrea Rossi och Leonardo företaget emot Industrial Heat. Industrial Heat förkastar påståendena i stämningsansökan. Det finns ingen orsak för dem och vi är beredda att kraftfullt försvara oss mot sådana åtgärder. Industrial Heat har arbetat i över tre år med att bekräfta resultaten som herr Rossi påstår sig ha uppnått, utan någon succé. Leonardo företaget och Andrea Rossi har också flera gånger brutit deras avtal. Vi är säkra på att herr Rossis och Leonardo företagens påståenden kommer att bli avvisade när rättegången uppnår sitt slut.” (PR Newswire, 2016)

Den 5 juli 2017 lyckades Andrea Rossi och Industrial Heat, LLC äntligen komma till någon form av en överenskommelse. Rättegången hade då endast pågått i 48 minuter. Inga officiella detaljer om överenskommelsen har gjorts tillgängliga på grund av att bägge deltagande parterna har skrivit under en NDA (non disclosure agreement). De kom tydligen till sin överenskommelse på grund av att domstolen inte lyckats få ihop en jury för rättegången som skulle hållas den 29 juli 2017. (Krieg, E., 2017)

Rossis kommentar till resultaten rättegången: “Överenskommelsens villkor kommer för evigt att hållas under NDA, som begärts av advokaterna för bägge parterna. Personligen är jag glad över att jag kan fortsätta arbeta med E-Cat på full tid. Jag kommer aldrig någonsin mera att tala om rättstvisten. De hör hemma i det förflutna. Kriget är över, och nu måste vi bygga upp en konstruktiv framtid. Från och med nu kommer jag att fortsätta tala med våra läsare. Varma hälsningar. A.R.” (Krieg, E., 2017)

4.5 Andrea Rossi

Andrea Rossi föddes den 3 juni 1950 i Milano, Italien. Rossi skrev sin examen inom vetenskapsfilosofi 1973, vid universitetet i Milano. Han har också examen inom kemiteknik, från Kensingtons universitet i Kalifornien. Kensingtons universitet stängdes senare på grund av att det var ett bluffuniversitet. Från 2011 framåt är Rossi främst känd av att han, tillsammans med Sergio Focardi, påstår sig ha lyckats finna ett sätt att skapa förmånlig fusionskraft vid relativt låga temperaturer. Med hjälp av deras uppfinning “Energy Catalyzer”, bättre känd som E-Cat. (wikipedia, 2020a)

År 1978 grundade Rossi företaget "Petroldragon", som skulle producera petroleumprodukter av giftigt avfall. År 1989 tog "Guardia di Finanza" (En militariserad poliskår under Finansministern) över en stor del av Petroldragons utrymmen, på grund av att det upptäckts att petroleumprodukterna som borde ha producerats inte kommit ut på marknaden. Det visade sig att en del av det giftiga avfallet förvarades i silor och resten hade olagligt dumpats i naturen. Rossi blev senare gripen, misstänkt för 56 brott, varav 5 gällde skattefusk. År 2004 hade Lombardiets regering använt över 40 miljoner euro för att göra sig av med ungefär 70000 ton giftigt avfall. (wikipedia, 2020a)

I USA grundade Andrea Rossi Leonardo Technologies, Inc.. LTI lyckades få ett kontrakt med det amerikanska försvaret. De skulle evaluera möjligheterna att producera elektriskenergi från spillvärme. Rossi påstod att de kunde öka effektiviteten på produktionen av elektriskenergi av spillvärme, från det dåvarande ungefär 4% till närmare 20%. Vid University of New Hampshire visade LTI en modell, som hade en effekt på ungefär 100 watt. Efter den ursprungliga framgången, flyttade Rossi produktionen av elementen över till Italien, på grund av att han ansåg att produktionen skulle vara billigare där. Allt som allt skickade Rossi 27 termoelektriska generatorer till amerikanska försvaret. Av de termoelektriska element som skickades var 19 inkapabla att generera elektricitet. Resten av dem hade en effekt på under 1 watt, som var betydligt mindre än det förväntade 800-1000 watt. (Huston, J., 2004, s.5-6)

4.6 Sergio Focardi

Sergio Focardi levde från den 6 juli 1932 till den 23 juni 2013. Han var italiensk fysiker och professor emeritus vid Bolognas universitet. Han ledde Bolognas avdelning av det italienska nationella institutet för kärnfysik. Han ledde också det matematiska, fysiska och naturvetenskapliga fakulteten vid Bolognas universitet. Under 1960-talet arbetade han vid CERN i Geneve, Schweiz. Han var medlem av "Società Italiana di Fisica" (det italienska fysiska sällskapet). Från år 1992 framåt arbetade han med LENR nickel-väte reaktorer. Focardi arbetade tillsammans med fysikerna Roberto Habel och Francesco Piantelli. Deras forskningsresultat presenterades år 1994 och publicerades i en

kvalitetskontrollerad vetenskaplig journal Il Nuovo Cimento (från 1999 framåt, European Physical Journal). Från 2007 till hans död arbetade han tillsammans med Andrea Rossi med utvecklingen av E-Cat. (Wikipedia, 2020b)

5 LENR RUNTOM VÄRLDEN

Forskning i LENR pågår runt om i världen i flera länder. I många av dessa länder finns det flera forskargrupper som håller på med LENR-forskning (Krivit, S. B., 2012) (Kalyanaraman, M., 2018) (Office of the ASD(R&E), 2016, s. 4, 6 & 25). Italien och Japan anses vara de ledande länderna gällande LENR-forskning (COMMITTEE ON ARMED SERVICES HOUSE OF REPRESENTATIVES, 2016, s.87). Under presenterar jag LENR-forskningar som det finns material om på engelska.

5.1 USA

I USA:s representanhusets rapport "NATIONAL DEFENSE AUTHORIZATION ACT FOR FISCAL YEAR 2017", står det att de är medvetna om positiv utveckling inom LENR. Med LENR skulle de kunna producera miljövänlig, billig förnybar energi, vilket har starka nationella säkerhets konsekvenser. Enligt den amerikanska "Defence intelligence agency" (DIA), är LENR om den fungerar en "störande teknologi som skulle revolutionera produktionen och lagringen av energi". DIA uppskattar att Japan och Italien är de ledande länderna inom LENR-forskning och att China, Iran, Indien och Ryssland använder en stor mängd resurser på LENR-forskning. Det nämns också att försvarsministern ska hålla en genomgång senast den 22 september 2016, om hur man skulle kunna ha militär nytta av de industriella framgångarna som möjligtvis uppnås. (COMMITTEE ON ARMED SERVICES HOUSE OF REPRESENTATIVES, 2016, s.87)

I försvarsministerns presentation går det fram att USA:s regering deltar i LENR-forskning inom universiteten, statens egna laboratorier och privat forskning. Enligt det som man vet just nu om LENR verkar det vara för tidigt för att öka på investeringen i LENR-forskning. Det har varit stora problem att reproducera resultat som man kommit till. En stor del av forskningen har inte heller gjorts med tillräcklig vetenskaplig eller

teoretisk grund. Det är nödvändigt att öka energiproduktionen för att uppnå betydelsefull nivå. (Office of the ASD(R&E), 2016, s. 4, 6 & 25)

För militär användning nämns det att om LENR visar sig vara en pålitlig energikälla så skulle det kunna användas som säker, kompakt, flyttbar energikälla, som producerar en stor mängd ren energi. Det nämns att teknologin också skulle kunna användas för behandling av radioaktivt avfall. De ger också som ett exempel att det endast skulle behövas 60kg fusionsbränsle för att driva en stad med 1 miljon invånare, medan det skulle behövas 250000 ton olja för att uppnå samma resultat. Noggrannare militärbruk specificeras dock ej i presentationen. (Office of the ASD(R&E), 2016, s.7)

5.2 Indien

År 2008 rådde flera indiska topp forskare den indiska regeringen att de ska fortsätta stöda forskningen inom kall fusion, som de tidigare slutat stöda i början av 90- talet. Rekommendationen för fortsättningen av LENR-forskning härstammar från en träff mellan flera kärnfysiker, metallurger och elektrokemister. Träffen hölls i Bangalore den 29 januari 2008. (Jayaraman, K. S., 2008)

År 2018 höll åtminstone 3 grupper på med forskning inom LENR. En grupp från IIT-Kanpur (Indian Institute of Technology) fokuserar på transmutation av element vid låga temperaturer. Professor K. P. Rajeev från IIT-Kanpur säger att de har obestridligt bevis på transmutering av nya element och isotoper, som endast borde kunna hända vid fusionsreaktioner. Men också att det är svårt att verifiera uppmätningar av värme, så andra forskare kommer att tvivla på dess precision. (Kalyanaraman, M., 2018)

Den andra gruppen är från energiforskningscentret av Swami Vivekananda Yoga Anusandhana Samasthana (S-Vyasa). S-Vyasa gruppen försöker utlösa fusion av väte på ytan av nickel vid en temperatur på 1200 °C. Shree Varaprasad från S-Vyasa säger att de första 30-40 experimenten, gick ut på att göra den utrustningen de har perfekt. De uppmätte energi spikar under de 80:e och 90:e undersökningarna i augusti och oktober av 2016. Varaprasad nämner också att den reaktionen de undersöker verkar hända på

ytan av nicklet. Så de antar att putsandet av micro skrevorna som finns på ytan av nicklet kan leda till lyckat upprepande av experimenten. (Kalyanaraman, M., 2018)

Den tredje gruppen, som är från IIT-Bombay har byggt upp en apparat, från vilken de har lyckats mäta spikar av energi. Just nu håller de forskarna på att undersöka om energispikar är orsakade av något i maskinen som de inte ursprungligen hade räknat med. Vissa källor indikerar att också Bhabha Atomic Research Centre (BARC) håller på med forskning inom LENR, men deras forskare går inte med på att tala om det. (Kalyanaraman, M., 2018)

5.3 Japan

En grupp forskare som arbetar för Mitsubishi Heavy Industries, Ltd, ledd av Yasuhiro Iwamura säger sig ha lyckats med LENR transmutions reaktioner. Transmutions reaktionen har skett för nanostrukturerade palladiumfolier. Nanostrukturerna är uppbyggda av tunna folier av palladium och kalciumoxid (kalk) samt palladium substrat. Reaktionen är sedan inducerad genom att deuteriumgas passerar nanostrukturerna. Genomträngningen av deuterium fås genom att man utsätter ena sidan av palladiumfolien med deuteriumgas och andra sidan av folien ska vara vid vakuum förhållanden. Det ämnet som man vill transmuttera, till exempel cesium, barium eller strontium läggs på ytan av palladiumfolien. Experimenten har upprepats av andra forskare och deras resultat har varit liknande. Denna LENR transmutions reaktionen skulle möjligtvis kunna användas för transmuttering av radioaktivt avfall och som en energikälla. (Iwamura, Y., s.1-4)

Yasuhiro Iwamura var och talade för American Nuclear Society (ANS) om LENR den 14 november 2012. Iwamura berättade då att forskare för Toyota har upprepat den forskning och de resultat som Iwamura och hans grupp tidigare uppnått. Forskarna från Toyota använde sig alltså av Iwamuras deuterium genomträngnings transmutions metod. Toyotas forskare lyckades upprepa Iwamuras transmution av cesium till praseodym. Mängden cesium som Toyotas forskare lyckades transmuttera var dock endast hälften av det som Iwamura tidigare hade rapporterat. (Krivit, S. B., 2012)

Iwamura berättade också för ANS att Mitsubishi har tre möjliga tillämpningar av denna LENR transmutations teknologi. Den första skulle vara en anläggning för transmutation av den radioaktiva cesium-137 isotopen, eftersom Mitsubishi producerar fissionsreaktorer och cesium-137 är en vanlig biprodukt. Det andra är produktion av sällsynta metaller, som till exempel platina, från vanliga metaller som volfram, genom transmutation. Den tredje tillämpningen skulle vara produktion av elektriskenergi med överlopps värmen. En reporter från New Energy Times frågade om Iwamura hade försökt transmutera cesium-137. Iwamura svarade att de har utfört preliminära experiment. New Energy Times reportern frågade sedan vad produkten av cesium-137 transmutation skulle vara. På detta svarade Iwamura att produkten troligen skulle vara europium. En medlem av publiken frågade sedan om andra företag förutom Mitsubishi och Toyota håller på med LENR-forskning. Iwamura svarade att det finns andra företag som håller på med det, men han berättade inte vilka företag. (Krivit, S. B., 2012)

6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Forskningen inom LENR har pågått sedan 1920-talet. Alla de resultat som uppnåddes under 1900-talet har dock visat sig vara opålitliga, främst på grund av att man inte har kunnat uppnå dem på nytt. Forskarna som utfört undersökningarna under 1900-talet var alla högtbildade och respekterade.

Andrea Rossis och Sergio Focardis E-Cat reaktorn är den kändaste apparaten som utnyttjar LENR. Man vet dock inte hur den fungerar (Levi, G., 2013 s.1). Det har utförts två stycken utomstående undersökningar av E-Cat reaktorn. Den ena år 2013 och den andra år 2014. Båda undersökningarna har dock varit bristfälliga.

Undersökningarna har till exempel kritiserats på grund av att en stor del av forskarna som utfört båda undersökningarna inte på riktigt varit utomstående (Ericsson, G., 2013 s.2). År 2014 utförda undersökningen kritiserades speciellt på grund av att Rossi hanterade både bränslet och askan under undersökningen (Pomp, S., 2014). På ecat.com nämner de att E-Cat reaktorn använder litiumaluminiumhydrid som bränsle och att nickel endast används som katalysator (E-CAT THE NEW FIRE). Men i rapporten från 2013 nämns det dock att bränslet som används är en blandning av väte och nickel med en okänd katalysator (Levi, G., 2013, s.1). Sergio Focardi var högtbildad och

respekterad. Däremot avlade Andrea Rossis examen i kemiteknik vid Kensingtons universitet (ett känt bluffuniversitet som tvingades stänga) i Kalifornien. Rossi är också känd för att han skickade icke fungerande termoelektriska element till det amerikanska försvaret (Huston, J., 2004, s.5-6). När man tar i beaktande de bristfälliga undersökningarna och Rossis tidigare arbete, så verkar det som om E-Cat är en bluff.

På basis av det material jag haft tillgång till verkar det som om de Japanska Iwamuras LENR transmutation verkar var det mest lovande. Det verkar mest lovande på grund av att de är öppna med hur de utför processen och så har det rapporterats att en annan grupp, Toyotas forskare, har lyckats upprepa processen dock med sämre resultat (Krivit, S. B., 2012).

Forskning av LENR pågår i flera länder som jag inte skrev om (till exempel Kina och Iran). Jag kunde dock endast skriva om sådant som jag hade tillgång till material på engelska, finska eller svenska.

På basen av det material jag haft förfogande till verkar det som LENR inte är användbart under nära framtid förutom om det visar sig att Andrea Rossis E-Cat uppnår de resultat som han angett. LENR kräver ännu vidare forskning men kommer antagligen en dag att vara användbar för både energiproduktion och transmutation.

KÄLLOR

Acland, F., 2017a, *What is the E-Cat?*, E-Cat World, How Does the E-Cat Work?

Tillgänglig: <https://e-catworld.com/what-is-the-e-cat-2/>

Hämtad: 15.3.2020

Acland, F., 2017b, *What is the E-Cat?*, E-Cat World, Potential uses

Tillgänglig: <https://e-catworld.com/what-is-the-e-cat-2/>

Hämtad: 15.3.2020

Ball, P., 2019, *Lessons from cold fusion, 30 years on*, nature

Tillgänglig: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01673-x>

Hämtad: 13.3.2020

Borella, F.

Tillgänglig: <https://ecat.com/inventor-andrea-rossi>

Hämtad: 30.6.2020

Browne, M., W., 1989, *Physicists Debunk Claim Of a New Kind of Fusion*, stycken: Attempts to Repeat Experiments, 'Incompetence and Delusion'.

Tillgänglig: https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/library/national/science/050399sci-cold-fusion.html?utm_medium=rss&utm_source=rss

Hämtad: 13.3.2020

Bryce, I., 2019, *Rossi's E-Cat: Exposé Of A Claimed Cold Fusion Device*, Sceptical Inquirer, Kapittel: Industrial Heat

Tillgänglig: <https://skepticalinquirer.org/2019/05/rossis-e-cat-expose-of-a-claimed-cold-fusion-device/>

Hämtad: 5.4.2020

Childs, M., 2012, *Martin Fleischmann: Electrochemist at the centre of the 1989 cold-fusion controversy*

Tillgänglig: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/martin-fleischmann-electrochemist-at-the-centre-of-the-1989-cold-fusion-controversy-8053976.html>

Hämtad: 14.3.2020

COMMITTEE ON ARMED SERVICES HOUSE OF REPRESENTATIVES, 2016, *NATIONAL DEFENSE AUTHORIZATION ACT FOR FISCAL YEAR 2017*, s.87 (pdf, s.123)

Tillgänglig: <https://www.congress.gov/114/crpt/hrpt537/CRPT-114hrpt537.pdf>

Hämtad: 20.4.2020

Connor, N., 2019, *What is Nuclear Reaction – Definition*

Tillgänglig: <https://www.reactor-physics.com/what-is-nuclear-reaction-definition/>

Hämtad: 30.6.2020

Dewdney A.K., 1997, *GENIE IN A JAR - THE "DISCOVERY" OF COLD FUSION*, NuEnergy, Stycke: DREAMING OF THE GENIE, Senast uppdaterad: 25.3.2013

tillgänglig: <https://www.nuenergy.org/genie-in-a-jar-the-discovery-of-cold-fusion/>

Hämtad: 24.2.2020

E-CAT THE NEW FIRE, *The Rossi Effect*

Tillgänglig: <https://ecat.com/ecat-science/the-rossi-effect>

Hämtad: 8.5.2020

Ericsson, G., Pomp, S., 2013, *Comments on the report "Indications of anomalous heat energy production in a reactor device containing hydrogen loaded nickel powder."* by G.Levi, E.Foschi, T.Hartman, B.Höistad, R.Pettersson, L.Tegnér, H.Essén

Tillgänglig: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1306/1306.6364.pdf>

Hämtad: 25.3.2020

Huston, J., Wyatt, C., Nichols, C., Binder, M.J., Holcomb F.H., 2004, *Application of Thermoelectric Devices to Fuel Cell Power Generation*, s.5-6, pdf. s. 15-16

Tillgänglig: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a432046.pdf>

Hämtad: 18.3.2020

Iwamura, Y., Itoh, T., Terada, Y., Ishikawa, T., 2012, *Transmutation Reactions Induced by Deuterium Permeation Through Nano-structured Pd Multilayer Thin Film*, s. 1-4

Tillgänglig:<http://newenergytimes.com/v2/conferences/2012/ANS2012W/2012Iwamura-ANS-LENR-Paper.pdf>

Hämtad: 20.4.2020

Jayaraman, K. S., 2008, *Cold fusion hot again*, senast uppdaterad 17.1.2008

tillgänglig:<https://www.natureasia.com/en/nindia/article/10.1038/nindia.2008.77>

Hämtad: 22.4.2020

Kalyanaraman, M., 2018, *India warms to cold fusion*, senast uppdaterad 18.3.2018

Tillgänglig:<https://www.thehindu.com/news/national/india-warms-to-cold-fusion/article23282443.ece>

Hämtad: 22.4.2020

Krieg, E., 2017, *Rossi Industrial Heat Lawsuit Settled*, Coldfusion3, senast editerat: 10.7.2017

Tillgänglig:<https://coldfusion3.com/blog/rossi-industrial-heat-lawsuit-settled>

Hämtad: 1.4.2020

Krivit, S. B., 2012, *Mitsubishi Reports Toyota Replication*, senast uppdaterad: 7.12.2012

Tillgänglig:<http://news.newenergytimes.net/2012/12/06/mitsubishi-reports-toyota-replication/>

Hämtad: 20.4.2020

Krivit, S., 2013, *Rossi Manipulates Academics to Create Illusion of Independent Test*, senast editerat: 21.5.2013

Tillgänglig:<http://news.newenergytimes.net/2013/05/21/rossi-manipulates-academics-to-create-illusion-of-independent-test/>

Hämtad: 26.3.2020

Levi, G., Foschi E., Hartman, T., Höistad, B., Pettersson, R., Tegnér, L., Essén, H., 2013, *Indication of anomalous heat energy production in a reactor device containing hydrogen loaded nickel powder.*

Tillgänglig: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.3913.pdf>

Hämtad: 24.3.2020

Levi, G., Foschi E., Höistad, B., Pettersson, R., Tegnér, L., Essén, H., 2014, *Observation of abundant heat production from a reactor device and of isotopic changes in the fuel*

Tillgänglig:https://web.archive.org/web/20141031131404/http://www.elforsk.se/Global/Omv%C3%A4rld_system/filer/LuganoReportSubmit.pdf

Hämtad: 1.4.2020

Lewan, M., 2012, *Svensk investering i E-cat hejdad efter test*, Ny Teknik

Tillgänglig:<https://www.nyteknik.se/energi/svensk-investering-i-e-cat-hejdad-efter-test-6403722>

Hämtad: 25.3.2020

Loewenhoff, T., W., 2012

Tillgänglig:https://www.researchgate.net/figure/Deuterium-tritium-fusion-Deuterium-and-tritium-form-an-intermediate-state-5-He-with-a_fig3_270507557

Hämtad: 15.5.2020

Main, D., 2014, *Dubious Cold Fusion Machine Acquired By North Carolina Company*,

POPULAR SCIENCE

Tillgänglig:<https://www.popsci.com/article/science/dubious-cold-fusion-machine-acquired-north-carolina-company/>

Hämtad: 30.3.2020

New Energy Times, 2014, *Industrial Heat Has Acquired Andrea Rossi's E-Cat Technology*

Tillgänglig:<http://newenergytimes.com/v2/sr/RossiECat/docs/20140124-Industrial-Heat-Acquired-Andrea-Rossis-E-Cat-Technology.pdf>

Hämtad 30.3.2020

Office of the ASD(R&E), 2016, *Briefing on Low-Energy Nuclear Reactions (LENR) Research*, s.4, 6-7 & 25

Tillgänglig:[https://documents.theblackvault.com/documents/dod/16-F-1333 %20DOC 02 LENR Briefing.pdf](https://documents.theblackvault.com/documents/dod/16-F-1333%20DOC%2002%20LENR%20Briefing.pdf)

Hämtad: 20.4.2020

Paneth, F., Peters, K., 1926, *The Reported Conversion of Hydrogen into Helium*. Nature 118, 526–527 (1926).

Tillgänglig: <https://doi.org/10.1038/118526a0>

Hämtad 25.2.2020

Paneth, F., Peters, K., 1927, *The Transmutation of Hydrogen into Helium*, Nature 119, s.706–707

Tillgänglig: <https://doi.org/10.1038/119706a0>

hämtad 25.2.2020

Pomp, S., 2014, *The Cat is dead*

Tillgänglig: <http://stephanpomp.blogspot.com/2014/10/the-cat-is-dead.html>

Hämtad: 3.4.2020

PR Newswire, 2016, *Industrial Heat Statement on Meritless Litigation from Leonardo Corporation and Andrea Rossi*, Industrial Heat LLC

Tillgänglig:<https://www.prnewswire.com/news-releases/industrial-heat-statement-on-meritless-litigation-from-leonardo-corporation-and-andrea-rossi-300248066.html>

Hämtad: 15.3.2020

Ravel Call/Associated Press, 1989

Tillgänglig:<https://www.independent.co.uk/news/obituaries/martin-fleischmann-electrochemist-at-the-centre-of-the-1989-cold-fusion-controversy-8053976.html>

Hämtad: 30.6.2020

Rutquist, P., 2014, *Comments regarding the report 'Observation of abundant heat production from a reactor device and of isotopic changes in the fuel' by Levi et al.*

Tillgänglig: http://lenr.fysik.org/ecat/LENR_analysis.pdf

Hämtad: 3.4.2020

Sempler K., 2011, *Kall fusion redan på 1920-talet?*, NyTeknik

Tillgänglig:<https://www.nyteknik.se/popularteknik/kall-fusion-redan-pa-1920-talet-6345682>

Hämtad: 16.5.2020

Siegel, E., 2013, *The E-Cat is back, and people are still falling for it!*, ScienceBlogs, senast uppdaterad 21.5.2013

Tillgänglig:<https://scienceblogs.com/startswithabang/2013/05/21/the-e-cat-is-back-and-people-are-still-falling-for-it>

Hämtad: 25.3.2020

Siegel, E., 2014, *The E-cat: cold fusion or scientific fraud?*, senast uppdaterad: 16 oktober 2014

Tillgänglig:<https://medium.com/startsWithABang/the-e-cat-cold-fusion-or-scientific-fraud-624f15676f96>

Hämtad: 2.4.2020

Socratic, 2015, *What are all the possible products of a reaction where uranium 235 undergoes nuclear fission?*

tillgänglig: <https://socratic.org/questions/what-are-all-the-possible-products-of-a-reaction-where-uranium-235-undergoes-nuc>

Hämtad: 15.5.2019

Steinberg, E., B., 2020, *Nuclear fission*,

Tillgänglig: <https://www.britannica.com/science/nuclear-fission>

Hämtad: 10.5.2020

The New York Times, 1956, *Cold Fusion of Hydrogen Atoms; A Fourth Method Pulling Together*

Tillgänglig: <https://www.nytimes.com/1956/12/30/archives/cold-fusion-of-hydrogen-atoms-a-fourth-method-pulling-together.html?sq=%2522Cold%2520Fusion&scp=11&st=cse>

Hämtad: 15.4.2020

Wikipedia, 2020a, *Andrea Rossi (entrepreneur)*, Senast editerad 25.1.2020

Tillgänglig: [https://en.wikipedia.org/wiki/Andrea_Rossi_\(entrepreneur\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Andrea_Rossi_(entrepreneur))

Hämtad: 18.3.2020

Wikipedia, 2020b, *Sergio Focardi*, senast editerat 13.2.2020

Tillgänglig: https://en.wikipedia.org/wiki/Sergio_Focardi

Hämtad: 20.3.2020

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2019, *Nuclear Fusion Power*

Tillgänglig: <https://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-fusion-power.aspx>

Hämtad: 9.5.2020

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2020, *Nuclear Power Reactors*

Tillgänglig: <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/nuclear-power-reactors.aspx>

Hämtad: 15.5.2020

Zyga, L., 2011, *Italian scientists claim to have demonstrated cold fusion (w/ Video)*,

PHYS ORG, senast editerat 20.1.2011, The claim

Tillgänglig: <https://phys.org/news/2011-01-italian-scientists-cold-fusion-video.html>

Hämtad: 18.3.2020

