

Βαρύ ύδωρ, Ουράνιο και τα χαμένα πυρηνικά σχέδια του Τρίτου Ράιχ

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η ιστορία δεν γράφτηκε μόνο με όπλα, στρατούς και μέτωπα. Γράφτηκε και με τύπους, ισότοπα και εργαστηριακές υποθέσεις. Μακριά από τις μάχες, σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια, αυτοσχέδια εργαστήρια και παγωμένα οροπέδια της Σκανδιναβίας, εξελισσόταν μια αθόρυβη αναμέτρηση για το ποιος θα κατάφερνε πρώτος να μετατρέψει τη θεωρητική πυρηνική φυσική σε πρακτική δύναμη. Στην καρδιά αυτής της αναμέτρησης βρέθηκε ένα υλικό ταπεινό στην όψη αλλά κρίσιμο στη λειτουργία, το βαρύ ύδωρ. Το **βαρύ ύδωρ** βρέθηκε στο επίκεντρο μιας από τις πιο αγωνιώδεις τεχνοεπιστημονικές κούρσες του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Η μοίρα του ναζιστικού πυρηνικού προγράμματος δεν κρίθηκε από μια βόμβα που έσκασε, αλλά από μια αλυσιδωτή αντίδραση που δεν ξεκίνησε ποτέ.



Στη συλλογική μνήμη, η ατομική βόμβα συνδέεται με το ουράνιο-235. Όμως η πραγματικότητα είναι πιο σύνθετη. Το φυσικό ουράνιο αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από **ουράνιο-238**, ένα ισότοπο που δεν σχάζεται εύκολα. Παρ' όλα αυτά, αν απορροφήσει ένα νετρόνιο, μπορεί να μετατραπεί μέσω διαδοχικών διασπάσεων σε **πλουτώνιο-239**, ένα άκρως σχάσιμο υλικό. Για να συμβεί αυτό, χρειάζεται ένας πυρηνικός αντιδραστήρας που να λειτουργεί σταθερά. Και για να λειτουργήσει ένας τέτοιος αντιδραστήρας με φυσικό ουράνιο (χωρίς εμπλουτισμό), απαιτείται ένας άριστος επιβραδυντής. Εκεί ακριβώς εμφανίζεται το βαρύ ύδωρ.

Το βαρύ ύδωρ (D_2O) μοιάζει χημικά με το κοινό νερό, αλλά στο εσωτερικό του κρύβει ένα κρίσιμο πλεονέκτημα, το υδρογόνο του έχει αντικατασταθεί από **δευτέριο**, ένα βαρύτερο ισότοπο. Αυτή η φαινομενικά μικρή διαφορά το καθιστά εξαιρετικό

επιβραδυντή νετρονίων. Στην πυρηνική σχάση, τα νετρόνια που απελευθερώνονται είναι πολύ γρήγορα. Αν δεν επιβραδυνθούν, χάνονται και η αλυσιδωτή αντίδραση σβήνει. Το βαρύ ύδωρ έχει την ιδιότητα να «φρενάρει» τα νετρόνια χωρίς να τα απορροφά, κάτι που δεν συμβαίνει εύκολα με το κοινό νερό.

Η Νορβηγία και το εργοστάσιο που δεν προοριζόταν για πόλεμο

Στο Τέλεμαρκ της Νορβηγίας, ένα εργοστάσιο της Norsk Hydro, το Vemork, παρήγαγε υδρογόνο για τη βιομηχανία λιπασμάτων. Η διαδικασία περιλάμβανε εκτεταμένη ηλεκτρόλυση νερού. Με τον χρόνο, το βαρύ ύδωρ, πιο «ανθεκτικό» στην ηλεκτρόλυση, άρχισε να συσσωρεύεται ως παραπροϊόν. Κανείς δεν το είχε σχεδιάσει έτσι. Κι όμως, αυτό το εργοστάσιο έγινε η μοναδική βιομηχανική πηγή βαρέος ύδατος στην Ευρώπη. Όταν η Γερμανία κατέλαβε τη Νορβηγία, το Vemork απέκτησε στρατηγική αξία. Όχι γιατί παρήγαγε όπλα, αλλά γιατί μπορούσε να επιτρέψει σε έναν αντιδραστήρα να υπάρξει.

Η ιστορία που ακολούθησε δεν χρειάζεται μυθοπλασία. Από το 1940 έως το 1944, μια αλληλουχία σαμποτάζ από τη νορβηγική αντίσταση και βομβαρδισμών των Συμμάχων στόχευσε όχι στρατεύματα, αλλά μια εγκατάσταση παραγωγής και κατ' επέκταση, ένα επιστημονικό ενδεχόμενο. Το φθινόπωρο του 1942 ξεκίνησε η **Επιχείρηση Grouse**. Τέσσερις Νορβηγοί κομάντος ρίχτηκαν με αλεξίπτωτα στο παγωμένο οροπέδιο Hardangervidda, πάνω από το εργοστάσιο του Vemork από τη βρετανική Special Operations Executive (SOE). Ο ρόλος τους ήταν να αναγνωρίσουν τον χώρο και να προετοιμάσουν το έδαφος για την κύρια επίθεση. Έναν μήνα αργότερα ακολούθησε η **Επιχείρηση Freshman**, μια φιλόδοξη αλλά τραγική αποστολή Βρετανών αλεξιπτωτιστών που μεταφέρθηκαν με στρατιωτικά ανεμόπτερα. Η επιχείρηση κατέληξε σε καταστροφή καθώς τα ανεμόπτερα και ένα από τα αεροσκάφη ρυμούλκησης συνετρίβησαν πριν φτάσουν στον στόχο. Όσοι επέζησαν συνελήφθησαν, ανακρίθηκαν και εκτελέστηκαν από τη Γκεστάπο. Η καθοριστική στιγμή ήρθε τον Φεβρουάριο του 1943 με την **Επιχείρηση Gunnerside**. Μια μικρή ομάδα Νορβηγών σαμποτέρ της SOE (Norwegian Independent Company 1 – *Kompani Linge*) διείσδυσε στο εργοστάσιο μέσα στη νύχτα και κατέστρεψε τις εγκαταστάσεις παραγωγής βαρέος ύδατος, χωρίς να υπάρξουν ανθρώπινες απώλειες.

Το εργοστάσιο τέθηκε εκτός λειτουργίας στις αρχές του 1943. Ακολούθησαν συμμαχικοί βομβαρδισμοί που κατέστησαν την επανεκκίνηση πρακτικά αδύνατη. Οι Γερμανοί εγκατέλειψαν την παραγωγή και επιχείρησαν να μεταφέρουν τα εναπομείναντα αποθέματα βαρέος ύδατος στη Γερμανία. Εκεί επενέβη ξανά η νορβηγική αντίσταση και το πλοίο SF Hydro, που μετέφερε το φορτίο, βυθίστηκε στη λίμνη Tinn. Μαζί του βυθίστηκε και η τελευταία ρεαλιστική ελπίδα του Τρίτου Ράιχ να προχωρήσει εγκαίρως σε έναν λειτουργικό πυρηνικό αντιδραστήρα. Η αποτυχία βέβαια δεν οφείλεται μόνο στο σαμποτάζ. Ήταν το αποτέλεσμα πολλών παραγόντων όπως η έλλειψη εμπλουτισμένου ουρανίου και υποτίμηση της δυσκολίας του εμπλουτισμού, οι ανεπαρκείς ποσότητες βαρέος ύδατος για σταθερή λειτουργία αντιδραστήρα και η χρονική πίεση και διάσπαση πόρων λόγω πολέμου. Σε αντίθεση,

οι Ηνωμένες Πολιτείες ακολούθησαν δύο δρόμους ταυτόχρονα και για το ουράνιο και το πλουτώνιο. Και διέθεσαν πόρους κλίμακας ολόκληρης χώρας.

Το βαρύ ύδωρ δεν είναι όπλο. Είναι ένας επιστημονικός καταλύτης γεγονότων. Χωρίς αυτό, η θεωρία μένει θεωρία. Με αυτό, η φυσική αποκτά γεωπολιτική βαρύτητα. Ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος δεν κρίθηκε μόνο στα πεδία των μαχών, αλλά και σε εργαστήρια, εργοστάσια και απομονωμένα υδροηλεκτρικά φράγματα. Εκεί όπου ένα νερό λίγο πιο βαρύ από το συνηθισμένο καθόρισε τι **δεν** συνέβη. Και μερικές φορές, αυτό είναι το πιο σημαντικό αποτέλεσμα απ' όλα.

Πηγές

Dahl Per, **Heavy water and the wartime race for nuclear energy**. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1999

Gallagher Thomas, **Assault in Norway: Sabotaging the Nazi Nuclear Program**. Guilford, Connecticut: The Lyons Press, 1975, ISBN 1-58574-750-5

Berglyd Jostein; Translated by Tim Dinan, **Operation Freshman: The Hunt for Hitler's Heavy Water**. Solna: Leandoer and Eckholm. ISBN 978-91-975895-9-8

Haukelid Knut, **Attack on Telemark**, Ballantine Books, New York, 1973