

Csurgai József

A nukleáris éra és a keresztény gondolkodás

A nukleáris éra hajnala a 20. század közepére tehető, amikor az atomenergia felfedezése és alkalmazása forradalmasította a tudományt és a technológiát. Az atombombát a II. világháború végén, 1945-ben fejlesztették ki, amely drámai hatással volt a világpolitikára, és megkezdte a hidegháborús fegyverkezési versenyt. Mindez óriási hatást gyakorolt az emberek gondolkodására, világnézetére, hiszen most először találkoztak olyan ember által alkotott pusztítóeszközzel, amely egy pillanat alatt képes egész városokat az infrastruktúrájukkal együtt megsemmisíteni. Ez a tudás és az a szándék a szuper- és atomfegyvert birtokló többi hatalom részéről, hogy céljaikat akár az atomfegyver bevetésével is meg tudják valósítani, természetesen óriási hatást gyakorolt a keresztény világ gondolkodására, mivel most már az ember kezébe került egy, a lét és nemlét eldöntésére alkalmas pusztítóeszköz.

BEVEZETÉS

A jelen cikk címében szereplő nukleáris éra hajnala az atomenergia felfedezésének és alkalmazásának időszaka, amely a 20. század elején kezdődött (és ma is ebben élünk), de különösen a II. világháború alatt és azt követően vált jelentőssé. Az atomenergia hasznosításának első, gyakorlatban is alkalmazott módja a maghasadáson alapuló technológia kifejlesztése volt, amelynek első megvalósítása az atommáglya létrehozásában öltött testet. Az atommáglya és az atombomba a nukleáris technológia két alapvető aspektusát képviseli.

Az atommáglya mint az atomenergia békés felhasználásának szimbóluma a nukleáris energiaforrások, például a reaktorok és a fúziós technológiák fejlődéséhez kapcsolódik. Az atommáglya képviseli azt a reményt, hogy az atomenergia biztonságos és fenntartható módon képes hozzájárulni az energiatermeléshez, miközben az atombomba a pusztítás és a háború eszközét jelenti. Ez a nukleáris

reaktorként ismert technológia lehetővé teszi az atommagok hasadását kontrollált körülmények között, ezzel hőt termelve, amely víz forralására és elektromos energia előállítására használható. Leegyszerűsítve a róla alkotott képet úgy képzelhetjük el az atomerőművet, mint olyan hőerőművet, ahol a szén-, olaj- vagy gázfűtésű kazánt atomreaktorral helyettesítettük, ahol a magenergiából felszabaduló hő nagynyomású, túlhevített gőzt állít elő, amely a hőerőművekkel identikus turbinákban mozgási energiává alakul, amelyet szintén általánosan alkalmazott turbógenerátorok villamos energiává alakítanak.

Az atombomba vagy a későbbiekben sokféle technikai megvalósításban kialakult nukleáris fegyver az atom- és magfizikán alapul, amely óriási mennyiségű energia felszabadítására képes atomhasadási és fúziós folyamatok révén. Az első atombombát az Egyesült Államok fejlesztette ki, és azzal bombázta Hirosimát és Nagaszakit 1945. augusztus 6-án, illetve 9-én, ezáltal megváltoztatva a lehetséges globális háborúk képét, megkezdve a hidegháború időszakát.

A nukleáris technológia fejlődése tehát két ellentétes irányba mutat: a békés energiahasználat és a fegyverkezés. A társadalom számára kihívást jelent e kettő egyensúlyának megteremtése, figyelembe véve a biztonsági, etikai és környezeti szempontokat. Itt természetesen alapvetően az atomfegyvernek az emberek gondolkodására gyakorolt hatása dominál és felekezeti hovatartozás nélkül váltja ki a fenyegetettség érzését, amelyre reagálva a hívek az egyháztól várnak mentális és érzelmi támaszt. Jelen tanulmány a keresztény gondolkodás szempontjából vizsgálja ezt a jelenséget és ezen belül is a katolikus egyház válaszát keresi.

Mindazonáltal először vizsgáljuk meg és tekintsük át dióhéjban az atomenergia alkalmazásának fizikai alapjait, hogy megértsük az atommagokban rejlő és azok kölcsönhatásaiban felszabaduló irdatlan energiák forrásait és természetüket!

AZ ATOMENERGIA HASZNOSÍTÁSÁNAK MAGFIZIKAI ALAPJAI¹

Az atommagok átalakulását mindig hatalmas mennyiségű energia felszabadulása kíséri. Ezek az energiák, attól függően, hogy milyen típusú magátalakulásokat kísérnek, az általunk a mindennapi életben ismert és alkalmazott kémiai energiatermelő folyamatokhoz képest – mint például a szén, a fosszilis tüzelőanyagok vagy a hidrogén égése – fajlagosan, vagyis azonos tömegekhez viszonyítva 10^6 – 10^7 -szer akkora mennyiséget képviselnek.

Természetesen már a magátalakulások felfedezésekor és megismerésekor nyilvánvaló volt, hogy ezeket az energiákat akár békés, akár katonai célra hasznosítani lehet, és nyomban elkezdődtek a mindkét irányban folyó kutatások. Az alábbiakban felsorolunk néhány olyan definíciót, amelyet az atomenergia kapcsán folyamatosan használni fogunk, és megértésük szükséges.

Tömegdefektus, magenergia

Az atommagok úgynevezett protonokból és neutronokból állnak, amelyeket közös néven *nukleonoknak* nevezünk, és ezek között rendkívül intenzív kölcsönhatás létezik: a magerők. Ezek – a protonok között fellépő Coulomb-kölcsönhatással, valamint a kvantummechanikai héjállapotokkal együtt – felelősek az atommagok rendkívüli stabilitásáért, esetleges átalakulásukért vagy spontán fellépő radioaktív bomlásukért. Rendezőelvként elfogadjuk, hogy egy atommag tömege mindig kisebb, mint az egyes azt alkotó szabad nukleonok tömegének összege, ezt röviden úgy mondjuk, hogy az „össztömeg mindig kisebb, mint a tömegösszeg”, ahol az össztömeg az adott mag tömege, míg a tömegösszeg az atommagot felépítő és szabad állapotban kifejezett nukleonok tömegének összegét jelenti. A két mennyiség különbségét hívjuk *tömegdefektusnak*. A szabad állapotban kifejezett protonok és neutronok tömegét szabatosan nyugalmi tömegnek nevezik a fizikában. Az „össztömeg mindig kisebb, mint

¹ A jelen és a következő fejezet anyaga a szerző oktatásban használt egyetemi előadásainak, jegyzeteinek és tanulmányainak alapján készült, publikációban nem jelent meg.

a tömegösszeg” elv azt jelenti, hogy a mag elemeiből történő keletkezése exoterm folyamat. A közérthetőség végett ezt most megmagyarázzuk. A tömegdefektus tehát, amelyet a Δm jelöléssel illetünk, a ΔE energiaváltozásnak felel meg, amelyet az úgynevezett Einstein-féle egyenlettel fejezünk ki:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2, \quad (1)$$

ahol a c^2 a vákuumban mért fénysebesség négyzete, ami nem más, mint a tömeg és energia konverziójának együtthatója. Ebből persze levonhatjuk azt a messzenő következtetést is, hogy az anyag két egymással identikus megnyilvánulási formája, vagyis fundamentális tulajdonsága a tömeg és a neki megfelelő energia.

A tömegdefektus révén felszabaduló energiát nevezzük a mag összkötési energiájának, mert *minimálisan* ennyi energiát kell befektetni, ha a magot építőelemeire (nukleonjaira) akarjuk felbontani.

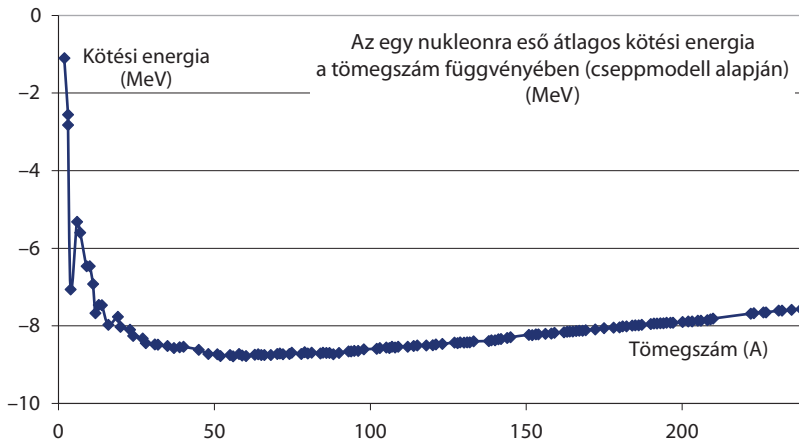
Az irodalomban a ΔE egyaránt szerepel pozitív és negatív előjellel. Negatív előjel használata esetén a mag keletkezésénél felszabaduló energiát adjuk meg, pozitív előjelnél a felbontáshoz szükséges befektetendő energiát tüntetjük fel (abszolút értékben a két energiaérték természetesen egyezik).

Ha a tömegdefektus értékét ki szeretnénk fejezni az atommag tömegén, az általa tartalmazott protonok és neutronok számán és tömegén keresztül, az alábbi összefüggést kapjuk:

$$\Delta m = M - Nm_n - Zm_p = M - (A - Z)m_n - Zm_p, \quad (2)$$

ahol az M az adott atommag tömege, a Z az atommag rendszáma, az A a mag tömegszáma (a magban lévő protonok és neutronok összegszáma), az N pedig a mag neutronszáma.

Érdekes összehasonlítani a különböző atommagok kötési energiáit, azonban abszolút értékben ez nem „sportszerű”, hisz a közönséges oxigénmagnak (^{16}O) nyilvánvalóan jóval kisebb az összkötési energiája, mint például a kalcium (^{40}Ca), netán az arany (^{197}Au) magjának. Ha viszont a kötési energiát elosztjuk a mag tömegszámával, és megkapjuk az egy nukleonra eső fajlagos kötési energiát, úgy egyszerű, de annál érdekesebb diagramot kapunk (*1. ábra*).



1. ábra: *A fajlagos kötési energia változása az atommagok tömegszáma függvényében*
Forrás: a szerző szerkesztése

Az 1. ábra alapján, anélkül, hogy részleteiben elemeznénk a magokon belüli kölcsönhatások természetét, eredetét, néhány fontos következtetést le tudunk vonni:

- A könnyű atommagok egyesülése (fúziója) igen nagy fajlagos energia-felszabadulással jár. Ennek legáltalánosabb és az ismert világegyetem leggyakoribb folyamata a csillagok magjában lejátszódó hidrogén-hélium szintézis, amely többek között a mi Napunk energiatermelésének is az alapja. Ez a folyamat több lépcsőben játszódik le, azonban összességében egy hélium atommagra kivetítve mintegy 28 MeV^2 energiát jelent, ami átszámolva reális anyagmennyiségre, a fúziós anyag tömeg-egységére grammonként mintegy 670 GJ (gigajoule) energiát jelent.

² Az elektronvolt (eV) az atom-, mag- és részecskefizikában használatos, az SI-mértékegységen kívüli, de megengedett energia-mértékegység, amely szemléletessé teszi az elemi folyamatok energiamérlegét, a részecskék, elektromágneses kvantumok energiáit. $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, és az SI többszöröző prefixumaival használatos (keV, MeV, GeV stb.). Például egy vízmolekula képződéshője a hidrogén égése során kb. $3,2 \text{ eV}$ energiát jelent.

Összehasonlítva egy nagy kémiai fűtőértékű anyaggal, például a kokszt égésével, amelynek fajlagos értéke kb. 30 kJ/g, azt kapjuk, hogy a Nap magjában működő fúziós folyamat tömegegységre számítva kb. 22 milliószor több energiát termel, mint a vaskohászatban is alkalmazott kokszt (szén). Ez magyarázza a tudósok azon törekvését, hogy a magfúziót a békés energiatermelés szolgálatába állítsák. Azonban mindeddig csak a Teller Ede nevéhez fűződő hidrogénbomba formájában volt képes a tudomány ezt a lehetőséget kiaknázni.

- A legstabilabb atommagok, vagyis a legnagyobb fajlagos kötési energiával rendelkező magok a vascsoporthoz (vas, kobalt, nikkel) izotópjainak magjai, amelyek az 56–64 tömegszámú régióban helyezkednek el.
- A vascsoporthoz tartozó elemek izotópjainál lényegesen nehezebb atommagok, jellemzően az ólom stabil izotópjainál nehezebb atommagok radioaktív bomlása jelentős energiafelszabadulással jár, sőt az aktinidák családjában található egyes természetes és mesterséges izotópok (a tórium, az urán, a plutónium izotópjai), amelyek hasadásra képesek, szintén óriási energiákat tudnak felszabadítani. Nos, ezt az energiaforrást már hasznosítjuk atomenergia formájában, mind békés, mind katonai vonatkozásban. Igaz, ebben az esetben a fent említett kokszt fűtőértékéhez viszonyítva a fajlagos energiamérlegek aránya „csak” 1:2 700 000, a hasadási energia javára, de így is közel hárommilliószor akkora energiát termel az atomreaktor fűtőanyagegységre számolva, mint a kimagaslóan nagy fűtőértékű kokszt hasznosító kazán.

Maghasadás

A fentiekben leírtakból következik, hogy a vascsoporthoz és a transzurán elemek fajlagos kötési energiája között mintegy 1,2 MeV energiadifferencia van, ami azt jelenti, hogy az aktinidák családjában található, hasadásra hajlamos izotópok kisebb részekre való hasadása jelentős energiafelszabadulással jár. Tudnunk kell azonban, hogy a hasadást mesterségesen is ki lehet váltani oly módon, ha a hasadóanyag magjait megfelelő energiájú neutronnalábbal besugározzuk,

ebben az esetben hasításról beszélünk. Természetesen, amikor hasadóanyagokról beszélünk, akkor olyan, az aktinidák családjába tartozó radioaktív izotópokat értünk alattuk, amelyek alapvetően alfa- vagy béta-bomló izotópok, azonban emellett spontán is képesek hasadni. A spontán hasadás a hagyományos radioaktív bomlási reakciók melletti negyedik típusú bomlásnak tekinthető, azonban még a hasadóanyagokban is általában elenyésző a részaránya a többi bomlási folyamathoz képest. Még a viszonylag gyakori spontán hasadási hozammal rendelkező ^{240}Pu esetében is kicsit több, mint egy spontán hasadás esik húszmillió alfa-bomlásra.

Ez a folyamat összetett, röviden összefoglalva négy fázisra bontható:

A hasadást kiváltó neutron megközelíti az atommagot, amely befogja azt. Ezt neutronabszorpciónak nevezzük, és minden esetben egy nagy energiájú gamma-kvantum kilépése kíséri.

Gerjesztett atommag keletkezik, ahol a gerjesztési energia (E_g) a neutron mozgási (E_m), valamint kötési energiájából (E_k) áll:

$$E_g = E_m + E_k \quad (3)$$

A hasadóanyagok neutronabszorpcióval gerjesztett magjára jellemző, hogy a gerjesztési energia, az abszorbeált neutron elhanyagolható mozgási energiája mellett is nagyobb bizonyos küszöbértéknél, amely az aktivációs energiát (E_a) jelenti. Az aktivációs energia az az energiamennyiség, amelyet közölnie kell az adott magnak ahhoz, hogy a hasadás során keletkező részecskék (atommagok, nukleonok stb.) legyőzzék a magerőket:

$$E_a < E_m + E_k \quad (4)$$

Rezgési fázis: ebben a fázisban a gerjesztett mag deformálódik, és térbeli nyolcas formát vesz fel. A két rész egyre jobban elkülönül, és tengelyirányú rezgést végez.

Az utolsó fázisban az elektrosztatikus taszítás túlnő a magerők összetartó erején, és bekövetkezik a bomlás. Hasadási termékek (például Sr és Xe) hordozzák a felszabaduló energia legnagyobb részét. A hasadási energia eloszlását az 1. táblázatban láthatjuk (a táblázat abból indul ki, hogy a hasadási összenergia kb. 200 MeV energiát tesz ki).

1. táblázat: *A hasadás során felszabaduló energia megoszlása*

A bomlási frakciókra eső energiahányad	MeV
<i>A hasadási termékek kinetikus energiája</i>	165+/-5
<i>Pillanatnyi γ-sugárzás</i>	7+/-1
<i>A neutronok kinetikus energiája</i>	5+/-0,5
<i>A hasadási termékek β-sugárzása</i>	7+/-1
<i>A hasadási termékek γ-sugárzása</i>	6+/-1
<i>Neutrínó</i>	10
Összesen	200+/-6

Forrás: a szerző szerkesztése

Az atomreaktorban a hasadványtermékek és részben a neutronok kinetikus energiája „hasznosul”, ami a teljes energiahányad mintegy 85%-át teszi ki, míg az atomfegyver „működése” során – a neutrínók által elvitt, mintegy 5% energiahányad kivételével – a többi frakcióra eső energiahányad valamilyen pusztító hatásban nyilvánul meg.

RÖVIDEN AZ ATOMFEGYVEREKRŐL, AZOK MŰKÖDÉSÉNEK ALAPJAIRÓL

Amikor – a teljesség igénye nélkül – az atomfegyverről beszélünk, röviden át kell tekintenünk e tömegpusztító fegyver elméleti-műszaki alapjait. Először is tisztáznunk kell, mi is az az atomfegyver. Katonai értelemben az atomfegyver, vagy ahogy másként is mondják, a nukleáris fegyver nem más, mint adott hatóenergiára méretezett nukleáris robbanótöltet, illetve az azt célba juttató hordozóeszköz.

Jelen tanulmányban az atomfegyver megnevezést helyenként a nukleáris fegyver szinonimával is helyettesítjük. Ez nem elírás, a két megnevezés identikus jelentést takar, így nem szabad hogy zavart keltsen a megértésben.

Az atomfegyver pusztító hatását nehéz elemek egyes izotópjainak (például ^{235}U , $^{239/241}\text{Pl}$, ^{233}U) maghasadása, illetve könnyű elemek (például deutérium

[^2H vagy D], trícium [^3H vagy T]) magjainak fúziója során felszabadult energia szolgáltatja. Ez a fajta fegyver a fenti definíció szerint magában foglalja a különböző nukleáris tölteteket (rakéták, torpedók, a szárnyas rakéták harci feje, légi- és vízi bombák, löszerek stb.), valamint a hordozóeszközöket.

A nukleáris fegyvereket csoportosíthatjuk az robbanás mechanizmusa szerint, a robbanáskor felszabaduló energia szerint, valamint a hordozóeszközök szerint, ezeket most röviden összefoglaljuk.

A robbanás mechanizmusa lehet:

- hasadás (egyfázisú);
- hasadás–szintézis (kétfázisú);
- hasadás–szintézis–hasadás (háromfázisú).

A robbanáskor felszabaduló energia (hatóenergia) szerint megkülönböztetünk:

- nagyon kis (<1 kt);
- kis ($1-10$ kt);
- közepes ($10-100$ kt);
- nagy (100 kt– 1 Mt);
- nagyon nagy (>1 Mt) hatóenergiájú tölteteket.

A hordozóeszközök típusai lehetnek:

- légi-, vízi bombák;
- torpedók;
- tűzérségi gránátok;
- aknák;
- rakéták (interkontinentális ballisztikus, közép- és kis hatótávolságú);
- szárnyas rakéták.

Feljebb, a nukleáris fegyverek hatóenergiájára vonatkozóan általánosan elfogadott mértékegységet említettünk, a tonnákban kifejezett úgynevezett trotil (trinitro-toluol, TNT) egyenértéket mint hasonlósági energetikai mennyiséget. Ez azt jelenti, hogy az adott atomrobbanásban felszabaduló energia

hány tonna TNT robbanási energiájának felel meg. Értéke $1 \text{ kT} = 4,184 \times 10^{12} \text{ J}$, vagyis 4,184 TJ (terajoule).

Az atomtöltetek robbanási mechanizmusa

Az atomfegyverek pusztító hatása alapvetően a hatóenergia és a robbantási mód függvénye és összhangban van a fegyver alkalmazásának céljával. Ennek megfelelően a nagyon kis és kis hatóenergiájú tölteteket harcászati (taktikai) fegyverben, a közepes és nagy hatóenergiájúakat hadműveleti rendeltetésű fegyverben alkalmazták, míg a nagyon nagy hatóenergiájú töltetek hadászati (stratégiai) célok megsemmisítésével érik el az alkalmazó céljait. Attól függően, hogy milyen hatóenergiát akarnak elérni, méretezik a nukleáris töltetet. Ha az alábbiakban kifejtett robbanási mechanizmusokat vizsgáljuk, akkor meg kell jegyeznünk, hogy a gyakorlatban az egyfázisú töltetet már önállóan nem építik be fegyverbe, hanem indító nukleáris töltetként alkalmazzák.

Egyfázisú atomtöltet

Az egyfázisú atomtöltet nem más, mint a hasadáson alapuló atomfegyver. Tipikus megvalósítása kétfajta módszerrel történhet, példa rá a hirosimai (*Little Boy*) és a Nagaszakira ledobott (*Fat Man*) atombomba. A cél itt a hasadási folyamat beindítása a kritikus tömeg létrehozása útján. Két megoldást alakítottak ki, az egyikben a kritikus tömeg alatti hasadóanyagot két részre bontják, és a kisebb tömegű részt kb. 300 m/s sebességgel lövik a nagyobbba (*Little Boy*). A másik megoldás az implóziós robbantási elv alkalmazása (*Fat Man*). Ilyenkor a robbanótöltet gömb alakú uránium-235 vagy plutónium-239. A hagyományos TNT robbanóanyagot úgy helyezik el, és úgy robbantják össze, hogy a lökés-hullám összepréselje az amúgy kritikus tömeg alatti töltetet, és létrehozza a szuperkritikus sűrűséget.

2. táblázat: *A hasadóanyagok kritikus tömege*

A hasadóanyag típusa	Gömbszimmetrikus kritikus tömeg
<i>U-233</i>	16 kg
<i>U-235</i>	52 kg
<i>Pu-239</i>	10 kg

Forrás: a szerző szerkesztése

Normál körülmények között a hasadóanyag kritikus tömege az a mennyiség, amennyi a láncreakció megindításához szükséges. Ez az anyag milyenségétől, tisztaságától, sűrűségétől és geometriájától függ. A hasadóanyagok kritikus tömegeit tartalmazza a 2. táblázat. A kritikus tömeg a neutronok szökését megakadályozó neutrontükrökkel (berillium, kadmium vagy uránium-238), az egybelövési nyomás fokozásával, a sűrűség növelésével erősen csökkenthető. Az összefüggés az egy anyagra vonatkoztatott kritikus tömeg és sűrűség között az alábbi:

$$\frac{\Theta_1}{\Theta_2} = \sqrt{\frac{M_{k2}}{M_{k1}}}, \quad (5)$$

ahol:

- Θ_1 az adott hasadóanyag sűrűsége atmoszferikus nyomáson;
- Θ_2 az adott hasadóanyag sűrűsége komprimált (összenyomott) állapotban;
- M_{k1} az adott hasadóanyag kritikus tömege atmoszferikus nyomáson;
- M_{k2} az adott hasadóanyag kritikus tömege komprimált (összenyomott) állapotban.

Láthatjuk, hogy a sűrűség és a kritikus tömeg között fordított négyzetes arányosság áll fenn, ami azt jelenti, hogy például ha a TNT-vel összerobbantott hasadóanyag sűrűsége kétszeresre nő, a hozzá tartozó kritikus tömeg az eredeti nyomáshoz tartozónak a negyedére csökken. Ezt a megoldást alkalmazzák főleg a kis hatóenergiák esetén, valamint a többfázisú töltetek magjában is kis hatóenergiájú implóziós típusú töltetet találunk.

Kétfázisú atomtöltet

A kétfázisú atomtöltetet klasszikus megnevezéssel hidrogénbombának szokták nevezni, amely olyan fúziós bomba, ahol az energia legnagyobb részét termonukleáris reakció szolgáltatja. Az ilyen bombával lényegesen nagyobb energiák érhetők el, mivel a fűtőanyag tömegét nem korlátozza az a követelmény, hogy a bomba a gyújtás előtt szubkritikus legyen. A fúziós bombában a fúziós nyersanyag kis hasadási bombát vesz körül.

A reakció időbeni lefolyását röviden összefoglalva a kémiai robbanószerkezet gyújtása után először a hasadási bomba robban fel, amelynek energiája a fúziós nyersanyag egy részét a termonukleáris reakció által megkívánt hőmérsékletre hevíti. A nagy nyomás következtében az anyagon lökéshullám terjed szét, amely további részeket melegít fel a fúziós hőmérsékletre. A hasadási bomba felhevített térfogatának olyan nagyra kell lennie, hogy a benne keletkezett teljesítmény elegendő legyen arra, hogy a lökéshullám által elért anyag a fúziós hőmérsékletet elérje.

A fúziós bomba működése az alábbi magreakciókra vezethető vissza:

1. ${}^6\text{Li} + n \rightarrow \text{T} + {}^4\text{He} + 4,78 \text{ MeV}$
2. $\text{D} + \text{T} \rightarrow {}^4\text{He} + n + 17,588 \text{ MeV}$,

ahol a D a deutériumot jelöli, amely a hidrogén 2-es tömegszámú izotópja (${}^2\text{H}$), valamint a T a tríciumot jelöli, amely pedig a hidrogén 3-as tömegszámú izotópja (${}^3\text{H}$).

Az úgynevezett hidrogénbombában és neutronbombában termonukleáris üzemanyagként lítium-hidridet (pontosabb megfogalmazásban lítium-deuteridet – ${}^6\text{LiD}$) alkalmaznak, ahol a hasadási töltet robbanásának gyors neutronjai az 1. egyenlet szerint reakcióba lépnek a Li-atomokkal, energiafelszabadulás és T keletkezése mellett, majd a 2. egyenlet szerint a D–T reakció biztosítja a nagy mennyiségű energia felszabadulását. Így viszonylag olcsón, a drága T előállításával nélkül nyerhetnek fúziós fegyvert.

A kétfázisú atomfegyverek rendeltetése széles spektrumú. A legkisebb hatóenergiájú töltetektől a közepes (és részben a nagy) hatóenergiáig terjed

a méretezésük, a 10 kt alatti tölteteket általában fokozott sugárhatású, úgynevezett neutronfegyvereknek nevezik, mivel alaprendeltetésük az ellenséges élőerő pusztítása, a harci technikában, a műszaki berendezésekben, építményekben, infrastruktúrában történő minimális károkozás mellett. Ezeket taktikai atomfegyvereknek hívják, hordozó, célba juttató eszközük lehet az önjáró csöves tüzérség, a kis hatótávolságú (harcászati) rakéták, a szárnyas rakéták, a vadászbombázó repülőek. A közepes hatóenergiájú kétfázisú töltetek jellemző hordozóeszközei a közepes hatótávolságú rakéták.

Háromfázisú atomtöltet

Az igazán nagy, általában véve stratégiai rendeltetésű nukleáris töltetek nem is kétfázisú atomfegyverek, hanem háromfázisú, úgynevezett nehéz hidrogénbombának nevezett töltetek.

A nagyon nagy hidrogénbombákban a fúziós nyersanyagok körül még egy vastag uránköpeny is van, amelyet vagy természetes (dúsítatlan) vagy a dúsítás folyamatában melléktermékként visszamaradó szegényített uránból hoznak létre. Az ^{238}U szintén hasadóanyag, amelyben a fúzió során termelődött gyors neutronok hasadást keltenek, és ezzel még több energia szabadul fel. Eközben minden neutron hozzávetőleg 200 MeV energiát szabadít fel, ami azt jelenti, hogy ezeknél a bombáknál tehát az energia legnagyobb része ismét hasadás útján termelődik.

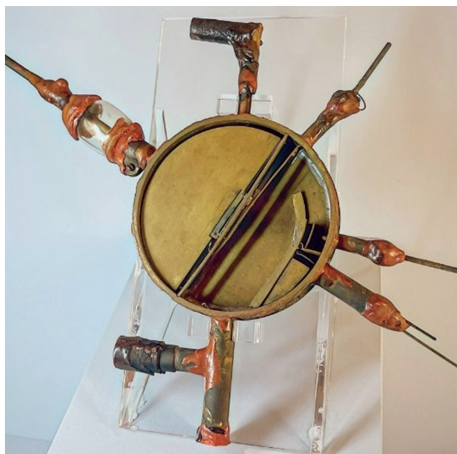
A stratégiai rendeltetésű atoműtőerő esetében a 100 kt hatóenergia feletti háromfázisú tölteteket általában interkontinentális ballisztikus rakétákkal vagy stratégiai bombázókkal mint hordozóeszközzel tervezik célba juttatni.

A KERESZTÉNY VALLÁS VISZONYA A KORAI ATOM- ÉS MAGFIZIKAI KUTATÁSOKHOZ

Korábban foglalkoztunk az atomenergia hasznosításának fizikai alapjaival, az atomfegyverek jellemzőivel, működésével, a továbbiakban megvizsgáljuk,

hogy az atomenergia felhasználása érdekében folytatott kutatások milyen fogadtatásra leltek a keresztény gondolkodásban, valamint hogyan viszonyult az egyház ezekhez a korántsem csak békés célokat szolgáló tudományos-műszaki fejlesztésekhez. A 20. századra a keresztény egyházak viszonya a természet- és műszaki tudományokhoz gyakorlatilag megegyezett a tudományt művelő nagy gondolkodókéval, hiszen a tudomány művelése, ha az békés célokat szolgál, egyáltalán nincs ellentmondásban a vallás tanításaival. A 20. század 30-as éveiben már olyan magreakciókat vizsgáltak nagy energiájú gyorsításnak köszönhetően, amelyek mesterséges, a természetes környezetünkben nem megtalálható elem izotópjait eredményezték. Ekkor (1937) fedezték fel a természetben nem megtalálható, de már régóta keresett elemet, a technéciumot, amelynek magjában a proton- és neutronhéjaknak nincs stabil kvantumállapota, így csak radioaktív izotópokkal rendelkezik.

Azonban a történelem során a tudomány sokszor szolgálta a háborús erőfeszítéseket. A technológiai fejlődés, beleértve a fegyverkezést és a katonai stratégiákat, szoros kapcsolatban állt a háborúkkal. Például a II. világháború idején a fizikusok hozzájárultak a fentiekben már vizsgált atomfegyverek kifejlesztéséhez, ami óriási hatással volt a világra.



2. ábra: Az Ernest Orlando Lawrence által 1931-ben épített első ciklotron
Forrás: The Editors of Encyclopaedia Britannica [é. n.]

A keresztény gondolkodás számos kérdést felvet a tudomány háborús célú alkalmazásával kapcsolatban. Keresztény nézőpontból a háború gyakran ellentétes az emberi élet és a béke védelmével kapcsolatos alapelvekkel. A kereszténység tanításai, mint például a „szeressétek ellenségeiteket” elv, kihívást jelenthetnek a tudomány hadi zsákmányolásával szemben.

A keresztény vallás, különösen a katolikus egyház a 20. század első felében a tudományos fejlődéshez és az atomfizikai, magfizikai kutatásokhoz vegyesen viszonyult. Soroljunk fel néhány szempontot, amely körvonalazza ezt a viszonyulást:

- *A tudomány elfogadása:* a keresztény egyházak általában elismerték a tudományos kutatások fontosságát és hozzájárulását az emberi tudás gyarapításához. Úgy vélték, hogy a tudomány és a vallás nem feltétlenül zárja ki egymást, sőt, a tudományos felfedezések gazdagíthatják a vallási értelemben vett teremtés megértését.
- *Morális aggályok:* a 20. század első felében, különösen a II. világháborúhoz közeledve a keresztény egyház aggodalmát fejezte ki a tudományos kutatások gyakorlati alkalmazása miatt, különös tekintettel a nukleáris fegyverek kifejlesztésére. Az atomenergia militarizálása és a potenciális pusztító következmények súlyos morális dilemmákat vetettek fel.
- *Etikai kérdések:* különleges figyelmet kaptak az etikai kérdések, amelyek az atomfizikai kutatásokkal jártak, például az atomenergia békés felhasználása, a környezetszennyezés és az emberi élet védelme. Az egyház törekedett arra, hogy hangsúlyozza az emberi méltóságot és a közös értékeit a tudományos fejlődés keretein belül.
- *A pápa állásfoglalásai:* az egyház vezetői, például XVI. Benedek pápa (akkor még bíboros) és más vallási vezetők gyakran kiadtak nyilatkozatokat, amelyekben a háborúk és a fegyverkezési verseny ellen érveltek, ösztönözve a békés kutatások és technológiák alkalmazását.

A 20. század első felében a keresztény vallás a tudományos fejlődéshez elsősorban a felelősség, az etika és az emberi méltóság védelme szempontjából viszonyult, miközben elismerte a tudományos eredmények fontosságát a világ megértésében.

AZ ATOMFEGYVER ALKALMAZÁSA
AZ II. VILÁGHÁBORÚBAN ÉS AZ EGYHÁZ REAKCIÓJA
AZ AMERIKAI ATOMTÁMADÁSRA JAPÁN ELLEN

A keresztény gondolkodás alapvetően elutasítja az emberölést. Az V. parancsolat szerint: „Ne ölj! Minden ember élete szent. Az egészség is Isten ajándéka. Így kell őriznünk magunk és mások életét.” Ezt a Katolikus Egyház Katekizmusa 2307. §-a a következőképpen fogalmazza meg:

„Az ötödik parancsolat tiltja az emberi élet szándékos elpusztítását. A minden háború által okozott bajok és igazságtalanságok következtében az Egyház nagyon kér mindenkit, hogy imádkozzon és tegyen megmindent azért, hogy az isteni Jóság szabadítson meg bennünket a háború ősi rabszolgaságából.”

Az „igazságos háború” teóriája

Ezt azonban árnyalja az úgynevezett „igazságos háború” teóriája (*Just War Theory*), az a filozófiai és etikai keretrendszer, amely a háború jogosságának és igazságosságának kérdéseit tárgyalja a keresztény tanítások fényében, a Katolikus Egyház Katekizmusa 2309. §-a szerint:

„A haderővel történő törvényes önvédelem szigorú feltételeit nagyon komolyan mérlegelni kell. Az ilyen döntés súlyossága az önvédelmet az erkölcsi törvényesség nagyon szigorú feltételeihez köti. Egyidejűleg kell együtt lennie a következő feltételeknek:

- a támadó fél által egy nemzetnek vagy a nemzetek közösségének okozott kár tartós, súlyos és kétséget kizáró;
- a megfélemezésre bevetett minden egyéb eszköz használhatatlan vagy hatástalan;
- a kedvező kimenetelnek komoly esélyei vannak;
- a fegyverek alkalmazása nem okoz súlyosabb kárt és zavart, mint maga a megszüntendő rossz. A modern pusztító eszközök hatékonysága nagyon súlyosan esik latba e feltétel mérlegelésében.”

Az elmélet lényege, hogy a háborúk akkor tekinthetők elfogadhatónak, ha bizonyos kritériumok teljesülnek. Az igazságos háború elmélete a következő főbb elemekből áll:

1. *Jus ad bellum* (a háború megkezdésének jogossága)

Ez a szakasz azokat a feltételeket határozza meg, amelyeknek teljesülniük kell ahhoz, hogy a háború igazságosnak tekinthető legyen. Ezek közé tartozik:

- igazságos ok: a háborúnak komoly és jogosan felmerült okból kell kiindulnia, például önvédelem, mások védelme vagy súlyos igazságtalanságok megszüntetése érdekében;
- jó szándék: a háborút folytató fél szándéka ne legyen más, mint a béke helyreállítása vagy a jogorvoslat keresése;
- legitim autoritás: a háborút csak olyan, hivatalos hatalom indíthatja el, amely képes a közjó érdekében dönteni;
- arányosság: a háború várható hasznának meg kell haladnia a háborúval járó károkat.

2. *Jus in bello* (a háború alatti jogosság)

Ez a rész a háborúk lebonyolításának szabályait és etikai vonatkozásait tárgyalja:

- arányosság: az alkalmazott erőszaknak arányban kell állnia a konfliktus céljaival; az indokolt célokért nem lehet aránytalan mértékű kárt okozni;
- diszkrét kiválasztás: a fegyveres konfliktus során különbséget kell tenni a harcolók és a civil lakosság között, elkerülve a civilek szándékos támadását.

3. *Jus post bellum* (a háború utáni jogosság)

Ez a szakasz a háború utáni helyreállítást, békét és igazságosságot célozza meg:

- a béke helyreállítása: a háború után a békét meg kell erősíteni, és a társadalom figyelmét a rehabilitációra kell fordítani;
- igazság: az elkövetett igazságtalanságokat ki kell javítani, és biztosítani kell, hogy azok, akik felelősek a háborús bűncselekményekért, felelősségre vonhatók legyenek.

A keresztény igazságos háború elmélete a középkor óta folyamatosan fejlődik, Szent Ágoston és Aquinói Szent Tamás írásai adták meg az alapokat, amelyeket később más teológusok és filozófusok is továbbfejlesztettek. Az elmélet segít a keresztényeknek abban, hogy a háborúval kapcsolatos morális kérdésekre reflektáljanak, és felelősségteljes döntéseket hozzanak. Figyelembe véve a modern világ sajátosságait az igazságos háborúról Ferenc pápa a következőképpen vélekedik:

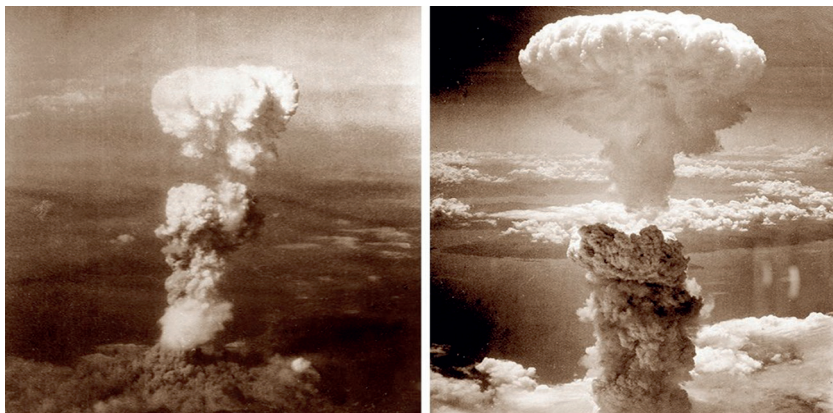
„Soha többé nem tekinthetünk egy háborúra megoldásként, mivel annak veszélyei mindig nagyobbak lesznek, mint feltételezett előzményei. Ilyen szempontból, manapság meglehetősen nehéz évszázadokkal ezelőtt kidolgozott racionális kritériumokra hivatkozva beszélni az »igazságos háború« lehetőségéről.”³

Az atomfegyver alkalmazása és hatása a keresztény világra

Az atomfegyver alkalmazása az II. világháborúban (különösen az Egyesült Államok által Japán ellen végrehajtott bombázások során) jelentős hatással volt a háború kimenetelére és a későbbi nemzetközi politikai viszonyokra. 1945 augusztusában az Egyesült Államok Hirosimára és Nagaszakira dobott atombombát, amelyek hatalmas pusztítást okoztak, és hozzájárultak Japán kapitulációjához.

Az atomtámadásokra a keresztény egyházak (különösen a katolikus egyház) vegyes reakcióval válaszoltak. A pápai hivatal, XII. Piusz pápa aggodalmát fejezte ki a bombázások következményei miatt, és hangsúlyozta az emberi élet védelmét. A háború végén a pápa nyilatkozatot tett, amelyben elítélte a háború borzalmait és a civil lakosság elleni támadásokat, beleértve az atomfegyverek használatát is.

³ VERTSE-PIRO 2020.



3. ábra: *Hiroshima és Nagaszaki nukleáris gombája*

Forrás: Hiroshima and Nagasaki: 75th anniversary of atomic bombings 2020

Az egyház vezetői és teológusai is foglalkoztak az atomfegyverek morális aspektusaival. Sokan úgy vélték, hogy az atomfegyverek használata ellentétes a keresztény tanításokkal, amelyek az élet védelmét és a békét hirdetik. A háború utáni időszakban a katolikus egyház aktívan részt vett a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozására irányuló mozgalmakban, és hangsúlyozta a béke és a párbeszéd fontosságát a nemzetek között.

Az atomfegyverek alkalmazása és az egyház reakciója komplex kérdés, amely a háború utáni etikai és morális diskurzusok középpontjába került, és amely a mai napig releváns a globális biztonság és a fegyverzet-ellenőrzés terén.

A II. VILÁGHÁBORÚ UTÁNI ESEMÉNYEK: HIDEGHÁBORÚS VISZONYOK ÉS AZ ENYHÜLÉS

A Vatikán mint a katolikus egyház központja hagyományosan hangsúlyozza a békés együttélést, a háborúk elkerülését és az emberek közötti szeretetet. A nukleáris fegyverekkel kapcsolatos álláspontja a következő néhány főbb alapelvre épül.

Béke és diszkréció

A Vatikán erőteljesen ellenzi a nukleáris fegyverek használatát és elterjedését. A katolikus tanítás hangsúlyozza a békés megoldásokat a konfliktusok kezelésében.

A nukleáris fegyverek megjelenése, az atomhatalmak színre lépése a világpolitikában és a Vatikán állásfoglalása szoros összefüggésben áll a katolikus egyház békére és az emberi élet védelmére vonatkozó tanításaival. A Vatikán, különösen a II. vatikáni zsinat óta, hangsúlyozza a nukleáris fegyverek használatának morális és etikai kérdéseit.

A II. vatikáni zsinat (1962–1965) jelentős hatással volt a katolikus egyház tanításaira és a világpolitikai eseményekre, beleértve az atomfegyverekkel kapcsolatos kérdéseket is. A zsinat során a katolikus egyház hangsúlyozta a béke fontosságát és a háborúval kapcsolatos morális felelősséget.

Az atomfegyverek bevezetése és elterjedése új kihívásokat jelentett a nemzetközi közösség számára, és a zsinat résztvevői is foglalkoztak ezekkel a kérdésekkel. A zsinat dokumentumaiban, például a *Gaudium et Spes*⁴ [A modern világ öröme és reményei] kezdetű konstitúcióban a katolikus egyház kifejezte aggodalmát az atomfegyverek használatával és a nukleáris háborúval kapcsolatosan.

A zsinat hangsúlyozta a fegyverkezési verseny megállításának szükségességét, valamint a béke és az igazságosság előmozdítását. A katolikus egyház arra ösztönözte a kormányokat, hogy keressenek békés megoldásokat a konfliktusokra, és támogassák a nemzetközi együttműködést a globális biztonság érdekében.

A Vatikán álláspontja szerint a nukleáris fegyverek elterjedése súlyos fenyegetést jelent a globális békére és biztonságra. A katolikus egyház vezetői, beleértve a pápákat is, többször kifejezték aggodalmukat a nukleáris fegyverek potenciális használatá miatt, és elítélték a fegyverkezési versenyt. A Vatikán hangsúlyozza, hogy a nukleáris fegyverek nemcsak az emberi életet veszélyeztetik, hanem a jövő generációinak is nagy kockázatokat jelentenek.

⁴ A II. Vatikáni Zsinat GAUDIUM ET SPES kezdetű lelkipásztori konstitúciója az Egyházzól a mai világban 1965.

A katolikus egyház aktívan részt vesz a nukleáris leszerelés és a fegyverzet-ellenőrzés előmozdításában. A pápák, például II. János Pál és XVI. Benedek, valamint Ferenc pápa is, nyilvánosan szólaltak fel a nukleáris fegyverek ellen, és a béke, a párbeszéd és a diplomácia fontosságát hangsúlyozták a nemzetek közötti kapcsolatokban.

A Vatikán állásfoglalása a nukleáris fegyverek elterjedésével kapcsolatban a keresztény tanításokból fakadó etikai és morális elveken alapul, amelyek a béke, az emberi méltóság és az élet védelmét helyezik a középpontba.

Nukleáris leszerelés

A Vatikán támogatja a nukleáris leszerelés politikáját, és arra ösztönzi a nemzetközi közösséget, hogy foglalkozzon a nukleáris fegyverek eltüntetésével és a biztonságosabb világ kialakításával. A pápák, mint például II. János Pál, XVI. Benedek és Ferenc pápa, nyilvánosan szólaltak fel a nukleáris fegyverek ellen. A Szentszék hangsúlyozza a béke, a párbeszéd és a diplomácia fontosságát a nemzetek közötti kapcsolatokban, és arra ösztönzi a világ vezetőit, hogy dolgozzanak a nukleáris fegyverek leszerelése érdekében.

Az atomenergia békés felhasználása

Az atomenergia békés alkalmazása, például az energiatermelés terén, a Vatikán számára is fontos. Ugyanakkor hangsúlyozza, hogy ezt környezetbarát és fenntartható módon kell végezni, figyelembe véve az emberi méltóságot és a közjavakat. Mindazonáltal az atomenergia békés felhasználása keresztény szemszögből számos etikai és morális kérdést vet fel, amelyek a tudomány és a technológia felelősségteljes alkalmazására összpontosítanak. A katolikus egyház tanítása szerint az atomenergia használata, ha az a közjó szolgálatában áll, és nem veszélyezteti az emberi életet vagy a környezetet, elfogadható lehet, ezt néhány pontban összefoglalhatjuk:

1. *Közjó és felelősség*

A keresztény tanítás hangsúlyozza, hogy a tudományos és technológiai fejlődés célja a közjó előmozdítása. Az atomenergia békés felhasználása, például az elektromos energia termelésében, hozzájárulhat a fenntartható fejlődéshez és a globális energiaigények kielégítéséhez.

2. *Környezetvédelem*

Az atomenergia mint alternatív energiaforrás segíthet csökkenteni a fosszilis tüzelőanyagok használatát, ezáltal mérsékelve a légszennyezést és a klímaváltozást. A katolikus egyház, különösen Ferenc pápa enciklikáiban hangsúlyozza a teremtett világ védelmét és a környezeti felelősséget, amely filozófiába nagyszerűen beleillik az atomenergia mint tisztán műszaki, „technokrata” megközelítéssel a jelenlegi legzöldebb energia.



4. ábra: Paksi látkép, az atomerőművel és Paks II. fantáziaképével

Forrás: a szerző szerkesztése

3. *Etikai megfontolások*

A keresztény etika szerint fontos, hogy az atomenergia felhasználása során figyelembe vegyük az emberi élet védelmét és a jövő generációk érdekeit. A biztonságos technológiák alkalmazása és a potenciális kockázatok minimalizálása elengedhetetlen. A Vatikán álláspontja szerint az atomenergia és a nukleáris technológia felhasználásának etikai dimenziói is vannak, amelyek tekintetében fontos a társadalmi felelősségvállalás. A Vatikán aktívan részt vesz a nukleáris leszerelési és békeépítési kérdésekben, és a katolikus egyház tanításában az élet védelmét és a békét helyezi középpontba.

4. *Párbeszéd és együttműködés*

A katolikus egyház támogatja a nemzetközi együttműködést és a párbeszédet az atomenergia békés felhasználásának előmozdítása érdekében. A tudományos közösségek, a kormányok és a vallási vezetők közötti együttműködés segíthet a legjobb gyakorlatok kidolgozásában és a felelősségteljes politikák kialakításában.

AZ EGYHÁZ VÁLASZA AZ OROSZORSZÁGTÓL EREDŐ NUKLEÁRIS FENYEGETÉSRE

Az orosz ortodox egyház és a katolikus egyház viszonya történelmi viszonylatban alapvetően vagy ellenséges, vagy negatívan semleges volt. Mindazonáltal a jelen, 21. században pozitív gesztusként a katolikus egyház megtette az első lépéseket a közeledés és a már évezredes szembenállás rendezése érdekében.

A katolikus egyházfő, Ferenc pápa és az orosz ortodox egyházfő, Kirill orosz pátriárka 2016. február 12-én találkozott először hivatalosan a kubai Havannában. Ez a találkozó történelmi jelentőségű volt, mivel az első ilyen jellegű találkozó volt a katolikus és az ortodox egyházfő között az 1054-es egyházszakadás óta.⁵

⁵ GEDŐ – DE CAROLIS 2022.



5. ábra: Ferenc pápa és Kirill pátriárka történelmi találkozója
Forrás: News.va

A találkozót kétévi előkészítés után a havannai José Martí nemzetközi repülőtérén tartották 2016. február 12-én, a pápa mexikói útjához és a pátriárka latin-amerikai látogatásához igazítva, mintegy két óra időtartamban, zárt ajtók mögött. A megbeszélést követően a két egyházfő 30 pontból álló közös nyilatkozatot írt alá. A sajtótájékoztatón Ferenc pápa kijelentette, hogy megismerhették egymás álláspontját, és számos, később megvalósítandó kezdeményezést vitattak meg. Kirill moszkvai pátriárka hitet tett amellett, „hogy a két egyház képes együttműködni a kereszténység védelmében, a háború elkerüléséért és azért, hogy az emberi életet megbecsüljék az egész világon”. Ez akkor azt sugallta, hogy az orosz ortodox egyház elkötelezett a béke mellett, többek között fel kíván lépni az ukrajnai helyzet eskalációja ellen.

Sajnos az orosz–ukrán háború kitörése teljesen más megvilágításba helyezte az orosz ortodox egyház tevékenységét, hiszen az nyíltan az agresszió mellett foglalt állást, valójában az orosz diktatúra szakrális támaszaként teljes mértékben kiszolgálja azt. Ennek ellenére a katolikus egyház számos alkalmat ragadott meg, hogy fenntartsa a kapcsolatot, és javítsa a háború miatt megromlott viszonyt:

- 2022. március 17-én Ferenc pápa és Kurt Koch bíboros, a Keresztény Egységtörekvés Pápai Tanácsának elnöke a Szentszék részéről, valamint Moszkvából Kirill pátriárka és Hilarion külügyi kapcsolatokért felelős volokolamszki metropolita videóbeszélgetésen vett részt, ahol a pápa hangsúlyozta, hogy együttes erővel kell megállítani az ukrajnai háborút, mert az emberek fizetik meg az árát: az orosz katonák, akiket a halálba küldenek, és azok is meghalnak, akiket lebombáznak. A pápa halás volt az orosz pátriárkának a találkozójért, és egyetértene abban, hogy az egyháznak nem a politika nyelvén kell szólnia, hanem Jézus nyelvén.
- 2022. április 24-én, az ortodox húsvét vasárnapján Ferenc pápa húsvéti üdvözlését küldte Kirill orosz ortodox pátriárkának: „Kedves testvérem! A Szentlélek alakítsa át szívünket, és tegyen minket igazi béketeremtővé, különösen a háború sújtotta Ukrajnában, hogy a nagy húsvéti átmenet a halálból a Krisztusban való új életbe valósággá váljon az ukrán nép számára, amely új hajnalra vágyik, amely véget vet a háború sötétségének.”⁶
- 2023. május 5-én Ferenc pápa az apostoli nunciatúrán „szívélyes” légkörben találkozott Hilarion metropolitával, Budapest és Magyarország orosz ortodox metropolita érsekével, aki korábban a Moszkvai Patriarkátus Külkapcsolati Osztályának vezetője volt.
- Ferenc pápa 2024. július 12-én a Vatikánban fogadta Antonij orosz ortodox volokolamszki metropolitát. Ez volt Antonij metropolita, a Moszkvai Patriarkátus Külkapcsolatok Osztálya vezetőjének második látogatása a Vatikánban (az első 2022. augusztus 5-én történt), amelyre a pápa és a Moszkvai Patriarkátus közötti ökumenikus kapcsolatok része volt. Az a találkozó Ferenc pápa és Kirill moszkvai orosz ortodox pátriárka 2022. március 16-i videókonferenciáját követte, amely alkalmával a pápa minden keresztényt és keresztény pásztorra hívott, hogy munkálkodjanak a békéért. Ferenc pápa és Antonij metropolita is részt vett a világ és a hagyományos vallások vezetőinek hetedik kongresszusán 2022 szeptemberében Kazahsztánban.

⁶ CERNUZIO–SOMOGYI 2022.

Amikor Ferenc pápa videókonferencián beszélt a moszkvai pátriárkával, megerősítette, hogy a háborút elítéli, és megkérdőjelezte, hogy manapság lehetséges-e egy háborút „igazságosnak” nevezni, a következő szavakkal: „Voltak olyan időszakok, még a mi egyházainkban is, amikor az emberek szent háborúról vagy igazságos háborúról beszéltek. Ma nem beszélhetünk így. Megerősödött a béke jelentőségének keresztényi tudatossága.”

A katolikus egyház válasza az Oroszországtól eredő nukleáris fenyegetésre a béke és a párbeszéd hangsúlyozására épül. A Vatikán vezetői, beleértve a pápát, többször is kifejezték aggodalmukat a nukleáris fegyverek használatának lehetősége miatt, és elítélték a fegyverkezési versenyt.

ÖSSZEGZÉS

Mai világunk nukleáris problémakörével kapcsolatban a katolikus egyház álláspontja egyértelmű, amelyet néhány gondolatban össze lehet foglalni:

- *Béke és párbeszéd:* a katolikus egyház arra ösztönzi a nemzetközi közösséget, hogy a diplomácia és a párbeszéd eszközeivel oldja meg a konfliktusokat, és kerülje el a katonai megoldásokat. A pápák hangsúlyozták, hogy a nukleáris fegyverek fenyegetése nemcsak a közvetlen érintettek, hanem az egész világ biztonságát veszélyezteti.
- *Etikai és morális elvek:* a katolikus tanítás szerint a nukleáris fegyverek használata ellentétes az emberi méltósággal és az élet védelmével. A Vatikán álláspontja szerint a nukleáris fegyverek elterjedése és használata nemcsak a jelenlegi generációkra, hanem a jövő generációkra nézve is súlyos következményekkel jár.
- *Nemzetközi együttműködés:* a katolikus egyház támogatja a nemzetközi együttműködést a nukleáris leszerelés érdekében, és arra ösztönzi a világ vezetőit, hogy dolgozzanak a béke megteremtésén. A Vatikán aktívan részt vesz a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozására irányuló mozgalmakban.

- *Környezetvédelmi és humanitárius szempontok*: a nukleáris fenyegetés nemcsak a közvetlen katonai konfliktusokban, hanem a környezeti és humanitárius következményekben is megnyilvánul. A katolikus egyház hangsúlyozza, hogy a béke megőrzése érdekében figyelembe kell venni a környezetvédelmi, környezetbiztonsági és humanitárius szempontokat.

A nukleáris éra több szempontból is megosztó: míg a nukleáris energia békés célú alkalmazásai sok esetben környezetbarát alternatívát kínálnak a fosszilis tüzelőanyagokkal szemben, addig az atombombák révén kialakult fegyverkezési verseny és a nukleáris fegyverek elterjedése nagy globális biztonsági kihívásokat teremtett. A nukleáris fegyverkezés megfékezésére és a nukleáris energiaprogramok biztonságos fejlesztésére irányuló nemzetközi erőfeszítések azóta is folytatódnak. Ezzel együtt a Magyar Honvédségnek továbbra is fenn kell tartania azt a felkészültségi szintet, amely biztosítja a hatékony beavatkozást az ilyen esetekre is.⁷

FELHASZNÁLT IRODALOM

- A II. Vatikáni Zsinat GAUDIUM ET SPES kezdetű lelkipásztori konstitúciója az Egyházzól a mai világban (1965). *Vatican*. Online: www.vatican.va/archive/hist_councils/ii_vatican_council/documents/vat-ii_const_19651207_gaudium-et-spes_hu.html
- CERNUZIO, Salvatore – SOMOGYI Viktória (2022): A pápa húsvéti jókívánságait küldte Kirill pátriárkának: Legyünk a béke megteremtői Ukrajna számára. *Vatican News*, 2022. április 27. Online: www.vaticannews.va/hu/vilag/news/2022-04/ferenc-papa-husveti-jokivan-sagok-kirill-patriarkanak-ukrajna.html

⁷ PADÁNYI–FÖLDI 2015. és KOVÁCS et al. 2012: 87.

- GEDŐ Ágnes – DE CAROLIS, Alessandro (2022): Ferenc pápa beszélt Kirill pátriárkával: az egyház Jézus nyelvét használja, ne a politikáét. *Vatican News*, 2022. március 17. Online: www.vaticannews.va/hu/papa/news/2022-03/ferenc-papa-videobeszelgetes-kirill-moszkvai-patriarkaval.html
- Hiroshima and Nagasaki: 75th Anniversary of Atomic Bombings* (2020). *BBC*, 2020. augusztus 9. Online: www.bbc.com/news/in-pictures-53648572
- KOVÁCS Tibor et al. (2012): *Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től napjainkig*. Budapest: Zrínyi.
- News.va (2016): Ferenc pápa és Kirill pátriárka történelmi találkozója és nyilatkozata Kubában. *Magyar Kurír*, 2016. február 13. Online: <https://magyarkurir.hu/ferenc-papa/ferenc-pa-es-kirill-patriarka-tortenelmi-talalkozoja-kubaban-67590>
- PADÁNYI József – FÖLDI László (2015): Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. *Sodobni vojaški izzivi/Contemporary Military Challenges*, 17(1), 29–46. Online: <http://dx.doi.org/10.33179/BSV.99.SVL.11.CMC.17.1.2>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica [é. n.]: Ernest Orlando Lawrence. *Encyclopedia Britannica*. Online: www.britannica.com/biography/Ernest-Lawrence
- VERTSE Márta – PIRO, Isabella (2020): „Mindnyájan testvérek” – Ferenc pápa szociális enciklikája. *Vatican News*, 2020. október 4. Online: <https://vaticannews.va/hu/papa/news/2020-10/papa-enciklika-mindnyajan-testverek-szocialis-globalis.html>