

Atomový věk, jeho nebezpečí i naděje

Ladislav Hejdánek

◆ přednáška | přípravné poznámky, česky, vznik: 22. 6. 1957 ◆ poznámka: pro přednášku v Kdyni 22. června 1957

◆ lecture | preparatory notes, Czech, origin: 22. 6. 1957

Atomový věk, jeho nebezpečí i naděje [1957]

Přednáška v Kdyni dne 22. června 1957

1.

Potřeba všeho živého přijímat energii

a) Vše živé je aktivní, tj. něco vykonává a tedy vynakládá sílu, vydává energii; musí mít zabezpečeno i její přijímání.

b) Způsoby přijímání energie jsou rozmanité; u živočichů hlavní je přijímání potravy – ale je mnoho dalších způsobů (přijímání tepla z okolí, přímé využití slunečního záření a j.).

2. Lidská potřeba energie je daleko větší

a) Člověk jako teplokrevný tvor je náročnější už na potravu (jako všichni savci).

b) Člověk se stal silně závislým na užití ohně jak k přípravě potravy, tak k udržování teplého příbytku.

c) Jak se zvyšovala úroveň lidské civilisované společnosti, zvyšovaly se nároky na využití rozmanitých druhů přírodní energie (vodní a větrné mlýny, parostroj, výbušné motory, různé typy elektráren, nehledě k využívání živé síly domácích zvířat).

d) Moderní společnost postavená na technice je zcela nemyslitelná bez využívání nesmírných množství energie rozmanitého druhu.

3. Slunce jako zdroj energie

a) Ve své potravě je člověk odkázán buď přímo anebo prostřednictvím některých živočichů na rostliny, které dovedou využít slunečního záření k chemické skladbě a stavbě svého těla.

b) Právě tak při užití ohně je člověk závislý na rostlinách a jejich prostřednictvím na slunci; dřevo narostlo jen na slunci, uhlí a nafta jsou prastaré zbytky dávné vegetace.

c) Energie tekoucí vody má svůj původ v slunci, které vodu z nižších poloh vypaří a tak umožní, aby spadla ve formě srážek (deště, sněhu, krup) na vyšších místech; zároveň vypařováním vody anebo zase pouhým ohříváním vzduchu vznikají vzdušné proudy, kterých lze využít jako větru; kromě toho lze slunečního záření přímo využít k ohřívání hmot (třeba vody), zvláště při soustředění paprsků čočkami nebo zrcadly. Aj.

d) Tak veškerá síla, veškerá energie se zdá mít původ v energii sluneční.

4. Zemský zdroj energie – mimořádnost situace

a) Poslední věta však není pravdivá; jsou i jiné zdroje. Kosmické záření, ničící vše živé, které je však pohlcováno nesmírnou vrstvou vzduchu (400 km), takže proniká jen zcela nepatrně.

b) Jiným takovým zdrojem, který je však přímo na zemi resp. v zemi uložen, jsou některé nerosty, přesněji: některé jejich atomy, které také dovedou zářit. Takovým prvkům, jejichž atomy dovedou vyzařovat různé druhy paprsků, říkáme radioaktivní.

c) Jak kosmické záření, tak záření radioaktivních prvků je vzhledem k lidskému zdraví téměř zcela zanedbatelné, pokud nenastanou mimořádné umělé okolnosti (ku př. práce v dolech, kde je nahromaděno větší množství radioaktivních prvků).

5. Dvojitá energie, vyzařovaná atomem

a) Když silně zahřejeme železný drát, zbarví se hnědočerveně, pak červeně až žlutě a nakonec září téměř bíle (chráníme-li jej před shořením). Toto záření má také původ v atomech, ale neříkáme mu radioaktivní.

b) Složení atomu: jádro a elektrony. Při 10-miliard-násobném zvětšení by nějaký atom představoval kouli asi o 1 metru v průměru. Samo jádro by však bylo menší než 0,1 mm, i když představuje prakticky všechnu hmotu atomu. Kolem krouží v několika vrstvách elektrony, jejichž normální počet je stálý pro každý druh atomů (prvek); elektrony jsou nesrovnatelně lehčí než jádro. (Z celkové váhy atomu železa připadá na 82 elektronů pouhá 1/222ina.) Jinak je v atomu „prázdná“. Z celkového prostoru sluneční soustavy připadá daleko větší část na Slunce a planety než u atomu na všechny částice.

c) Elektrony, které tvoří jakýsi obal (slupky) atomu, lze poměrně snadno od atomu oddělit: stačí silné zahřátí nebo ozáření ultrafialovými paprsky. Naproti tomu samo jádro atomu je neobyčejně pevné a soudržné.

d) Elektrony jsou uspořádány po skupinách (pevných číselně) do jakýchsi základních slupek, které se však samy dělí ještě na několik podslupek. Elektron velmi snadno přeskakuje při svém nesmírně rychlém kroužení (kolem jádra) z jedné podslupky do druhé. Při takovém přeskoku vždycky buď pohltí nebo při opačném uvolní malé kvantum energie ve formě záření převážně viditelného.

e) Obal atomů může být tedy zdrojem dvojího záření: buď vyzařuje světelná kvanta při přeskocích elektronů z jedné dráhy na druhou, nebo se uvolňují samotné elektrony a jsou vystřelovány ve formě záření, kterému se říká záření (beta).

f) Obojí toto záření nemůže být svou mohutností srovnáno s energií, která se uvolňuje ze samotného atomového jádra. Řekli jsme však, že atomové jádro je daleko soudržnější a stálější než celý atom i s elektronovým obalem. Jak tomu máme rozumět?

6. Přirozená a umělá radioaktivita

a) V posledních letech minulého století byly objeveny první prvky, z nichž vychází zvláštní záření (1898 izolováno z uranu radium Marií Sklodowskou-Curie). Zjev byl průběhu dalších let zkoumán a byl nazván radioaktivitou (radiuspaprsek) podle prvního prvku, u něhož byly radioaktivní vlastnosti nalezeny.

b) Když ztratí atom některý ze svých vnějších elektronů, nemění se tím podstatně a trvale jeho vlastnosti; jakmile se mu podaří zadržet nový elektron z okolí, ihned jej zařadí do svého obalu a chová se docela stejně (chemicky) jako dříve. Naproti tomu se však radioaktivní atomy podstatně mění. Můžeme tu mluvit o rozpadu atomů: někdy se „ulomí“ z atomu větší či menší částice, jindy se atom „rozlomí“ na dva nebo více velkých i menších kusů.

c) Atomy některých prvků se samovolně rozpadají tak, že se při rozpadu z jádra vymrští obrovskou rychlostí nějaká částice (často hned několik částic) a při tomto ochuzení se původní atom změní v atom docela jiný, lehčí.

d) Rozpad atomů určitého radioaktivního prvku se děje zákonitě tak, že za určitou dobu, která je pro daný prvek stálá, se rozpadne vždycky polovina atomů. Této době se říká poločas. Jsou prvky, u nichž se polovina atomů rozpadne za několik vteřin, u jiných to trvá miliony let.

e) V přírodě najdeme prvky, jejichž atomy nejsou docela stejné; chemicky se sice chovají (téměř) docela stejně, ale liší se svou vahou. Těmto blížencům se říká isotopy. Velmi často se stává, že některé isotopy jsou radioaktivní a jiné isotopy téhož prvku nikoliv. Tak např. uran má tři přírodní isotopy: na každý atom uranu 234 (to je atomové číslo) připadá 117 atomů uranu 235 a 16. 550 atomů uranu 238. Přitom různé radioaktivní isotopy téhož prvku mají různé poločasy rozpadu.

f) Důležitým poznatkem, který vyplýval z objevu přirozené radioaktivity, bylo, že atomová jádra nejsou jednoduchými částicemi, ale že i ona jsou složitými útvary.

g) To vedlo v dalších letech k pokusům uměle ovlivnit rozpad atomů. K úspěchu však nevedl žádný způsob, který byl dosud k dispozici. Nakonec se ukázala schůdnou jediná cesta: použít rozpadajících se radioaktivních atomů samých a ostřelovat odštěpenými částicemi jiné atomy. Z vědeckého hlediska vedla tato cesta k pozoruhodným výsledkům, ale pro praxi byly tyto výsledky bez přímého významu. Je to pochopitelné, uvážíme-li, že se nutně střílelo na slepo na jádro nepatrných rozměrů, takže zásah byl velmi málo pravděpodobný.

7. Řetězová reakce

a) Předpokladem využití atomové energie, která se tak mohutně uvolňuje při rozpadu atomu, je najít způsob, jak tuto energii získat ve větších dávkách. Toho bylo dosaženo až po ostřelování uranu 235 částicemi, zvanými neutrony. Nastala neobvyklá reakce: nevznikl některý z umělých prvků, zvaných transurany, nýbrž uran 235 nejprve velmi snadno pohlcoval pomalé neutronové střely (takřka je nasával) a pak se rozpadl na dvě téměř stejné poloviny, na dva atomy o daleko lehčí váze, totiž na baryum a na krypton. Co však bylo nejdůležitější: rozpad atomu uranu 235 je provázen vystřelením 2–3 neutronů.

b) Co znamená tato skutečnost? Představme si to názorně: jeden neutron je vystřelen do houfů atomů uranu 235, nárazy se zpomalí, jedním z nich je pohlcen, což má okamžitě za následek, že tento atom se rozpade a přitom vystřelí další 2–3 neutrony do okolního houfu svých bratří. Každý takový neutron je opět pohlcen dalšími atomy a nese s sebou vzápětí uvolnění nových neutronů, jejichž množství se tak lavinovitě zvyšuje. Výsledkem je samovolný lavinovitý rozpad, kterému se říká řetězová reakce (řetězový jaderný proces) a který je provázen uvolněním nesmírného množství energie. Jediným předpokladem rozvinutí takového procesu je určité minimální množství atomů uranu 235 pohromadě. V malém shluku nebo v shluku příliš roztroušeném takový proces nemůže vzniknout, protože uvolněné neutrony unikají do okolí, aniž by mohly být pohlceny příslušnými atomy. Minimální shluk se odborně nazývá kritickou masou; v našem případě je představován několika kilogramy uranu 235.

8. Následky řetězové reakce

a) Při řetězovém rozpadu stoupne fantasticky teplota uranu na více než 20 milionů stupňů. Zároveň jsou z oněch několika kilogramů hmoty v nepředstavitelném množství vysílány proudy světelného, tepelného i roentgenového záření, obrovské spršky neutronů, protonů, elektronů i positronů do rozmanitých vzdáleností, kde je působeno tolik věcí, že se naprosto vymykají lidské kontrole. Všechny věci v okolí jsou rozrušovány a proměňovány v radioaktivní látky, které jsou zároveň prudkým výbuchem (jak je tomu při pokusech s atomovými bombami) rozptylovány za pomoci větru do obrovských dálek, jako prach resp. jako atomové mraky. Rozličné aktivisované prvky mají rozmanitou dobu rozpadu. Některé přestávají existovat, jak jsme už řekli, po několika vteřinách po výbuchu, jiné září týdny a měsíce, ještě jiné léta a desetiletí, a některé dokonce miliony let. (Např. jod 129 potřebuje 200 milionů let, zatím co třeba jod 131 vydrží 16 dní.)

b) Původně se soudilo, že hlavní nebezpečí atomové bomby se omezuje na okamžik výbuchu a krátkou dobu bezprostředně následující. Proto se často ozývaly hlasy, které radily, aby následky výbuchu nebyly přeceňovány. Avšak dnes se ukazuje, že následky výbuchu ani nelze přecenit.

9. Špatný začátek

a) Většina vynálezů a objevů, na nichž stojí moderní technická společnost, byla od počátku svého využití provázena utrpením mnoha lidí. Stroje vyřadily z práce statisíce dělníků, zotročovaly zbývajících i 18 hodin denně, rozvoj průmyslu a plavby např. v Anglii doslova ožebračovaly, ano fysicky ničily desetitisíce rolníků i s jejich rodinami atd. Vynález střelného prachu umožnil vzájemné zabíjení lidí v nebývalém rozsahu.

b) Přece však si nelze představit horší počátek využití nového vynálezu než okamžité zahubení asi 100. 000 lidí, zranění dalšího asi 100. 000 lidí z celkového počtu 240. 000 obyvatel Hirošimy. I střelný prach byl původně zamýšlen k jiným cílům než k zabíjení

lidí. První atomové bomby však jiného cíle neměly. Atomový věk začal 6. srpna 1945, kdy byla shozena z amerického letadla první atomová bomba na japonské město Hirošimu. Po třech dnech, 9. srpna, byla shozena druhá bomba na jiné japonské město, Nagasaki. Nemůže být sporu o tom, že atomový věk začal špatně, velice špatně.

10. Politické šílenství

a) Ihned po použití první atomové bomby v Hirošimě vysílaly rozhlasové stanice Spojených států prohlášení presidentovo, v němž se světová veřejnost „informovala, že jde o bombu, která má větší účinnost než 20. 000 tun trinitrotoluenu“ (mocné třaskaviny), a „která má dvoutisíckrát větší výbušnost než britský Velký Slam, jenž byl až dosud největší bombou, jaké kdy bylo použito v historii válečnictví“. Americký tisk ihned spěchal dodat, že žádná jiná země kromě Spojených států nemůže podobně vyvinout atomickou sílu. Jediné Spojené státy mají dost výrobních možností a dost ochoty vsadit dva miliony zlatých dolarů do důležité válečné hry. (Podle Johna Herseye, Hirošima, Praha 1947 v překl. Růž. Matějovské.)

b) Vedoucím politikům nejen americkým se počalo zdát, že bez atomové bomby v záloze už nelze mluvit do světové politiky. Nastaly závody velmocí ve vyzbrojování armád touto novou zbraní. Netrvalo dlouho a atomová bomba přestala být tajemstvím. Sovětský svaz vyrobil své první atomové zbraně. Další velmoci usilovaly o samostatnost v atomové vyzbrojenosti. Dnes dokonce už i v Západním Německu usilují o vyzbrojení alespoň tzv. taktickými atomovými zbraněmi (za takové jsou dnes prakticky považovány bomby menšího formátu, asi jakých bylo použito v Hirošimě a v Nagasaki).

c) Už nezůstalo u bomb uranových a přikročilo se k výrobě nových, ještě ničivějších, tzv. vodíkových (a dnes ještě supervodíkových). Nezůstalo také při výrobě, muselo se přikročit k použití. Alespoň pokusnému. Od března 1954 se počalo s pokusnými výbuchy vodíkových pum.

d) Nějaký čas byla atomová bomba politickým argumentem ve studené válce. Tehdejší přední státník sovětský, Stalin, prohlásil, že atomové pumy jsou určeny k zastrašování lidí se slabými nervy, že však nemohou rozhodnout osud války, poněvadž k tomu naprosto nestačí. Tato formulace je však z větší části mylná. Je právě tak mylná jako ujišťování úředních míst na Západě, že zvýšená radioaktivita v ovzduší po atomovém výbuchu nepřesahuje stupeň, která může lidský organismus beze škod snést. Lze mít za to, že státníci, kteří mluví proti přeceňování škodlivosti účinků atomových výbuchů, jako kdyby tu šlo jenom o nějakou masovou hysterii a zbytečný panický strach, nerozumí dobře věci, o níž mluví. Rozhodně jejich argumenty nejdou k jádru věci.

11. Nesmyslnost atomové války

a) Válka sama o sobě je cosi zlého; přece však za určitých okolností může mít smysl, který lze historicky zkoumat. Válka je vždycky „posledním prostředkem“, když už všechny jiné cesty se ukázaly marnými. Ale vztahuje se vždy k budoucnosti: válkou má

být připravena situace, kdy je možno začít znovu a lépe žít. To však znamená, že tu musí být možnost žít, že válka tuto možnost nesmí základně narušit nebo dokonce škrtnout.

b) Atomová válka však přestává být válkou v tomto smyslu. V atomové válce není vítězů ani poražených. Ne že by atomové pumy nemohly rozhodnout osud války – naopak: atomové zbraně rozhodly již svou existencí o osudu každé příští války, v níž by došlo k jejich použití. Taková válka pak okamžitě přestane být válkou. Nikdo, žádná z velmocí ani vůbec žádný národ na světě nemůže mít prospěch z takové války. Proč tomu tak je?

c) Jak v atomové válce, tak již při samotných pokusných výbuších nejde ani tolik o okamžité účinky výbuchů (které ovšem i samy jsou hrozné a vskutku přesahují svou ničivostí všechny dosud užívané zbraně), jako spíše o jejich dlouhodobé účinky. Atomová válka, která by jistě nebyla vyřešena shoením jedné pumy at' tou či onou stranou, ale kde by spíše bylo použito desítek takových pum, – ale právě tak i dlouhé období opakovaných pokusů by měly za výsledek zamoření ovzduší a celého zemského povrchu radioaktivními látkami, jejichž nebezpečí není přímé (neboť jejich záření je příliš slabé, aby mohlo člověka přímo ohrozit, a v tom mají ona úřední prohlášení onu poloviční pravdu). Ale zato nepřímé.

12. Zkoušky jaderných zbraní nelze ničím ospravedlnit

a) Za těchto okolností se zkoušky s atomovými zbraněmi liší jen nepatrně od atomové války. Okamžité nebezpečí výbuchu je tu sice odstraněno, ale to je právě jen ta daleko menší část nebezpečí. Počet pokusných pum, které již vybuchly, s těmi, které v příštích letech ještě vybuchnou, nepodaří-li se tomu zabránit, vyrovná se a možná i předčí onen počet, jehož by bylo použito v případě atomové války.

b) Jde tu totiž o to, že žádné množství radioaktivních látek, rozptýlených v ovzduší a na povrchu země, není tak malé, aby se nemohlo stát osudným pro člověka. Jak jsme řekli, nejde o přímé ohrožení zářením z vnějška, které je příliš slabé. Je tu však zvláštní skutečnost, že všechny živé organismy shromažďují ve svém těle většinu radioaktivních látek, které se dostanou do jejich těla s potravou nebo jinak, ba přímo s nimi lichvaří (jak říká Albert Schweitzer). Příklad: radioaktivita vody v řece Columbia v Severní Americe, způsobená odpadovými vodami z atomových závodů v Hanfordu, stoupla nepatrně, takže neměla významu. Naproti tomu však radioaktivita planktonu byla 20.000krát větší, kachen 40.000x, ryb v řece 150.000x, mladých vlaštovek 500.000x, žloutků vajec vodních ptáků 1.000.000krát větší než radioaktivita samotné vody.

c) Člověk tedy není ohrožován radioaktivitou předmětů kolem sebe, ale je silně ohrožen radioaktivními látkami, které přijímá v aktivní vodě a hlavně v rostlinné a masité stravě, kde jsou tyto látky uskladněny ve vysokých koncentracích.

d) V lidském těle nejsou pak radioaktivní látky rozděleny rovnoměrně, ale ukládají se na zvláštních místech, především v kostech, ve slezině a v játrech. Nejcitlivějšími orgány

jsou krvetvorné tkáně červené kostní dřeně a tkáně zárodečné. Buňky těchto tkání jsou ochromeny ve své činnosti a degenerují, často i hynou. Důsledkem jsou choroby krve a po zasažení zárodečných tkání je ohroženo zdraví potomstva. (Abnormálně mnoho mrtvě narozených a abnormálně mnoho znetvořených.)

e) Všechny tyto důsledky jsou zcela stejné, jde-li o atomovou válku nebo o mnohokrát opakované tzv. pokusné výbuchy. Dokud budou velmoci pokračovat v těchto pokusech, budeme žít v situaci, která se v převážné většině důsledků rovná atomové válce.

13. Politické pověry a moc veřejného mínění

a) V minulosti byla velmi rozšířena pověra, že za vším zlým ve společnosti stojí buď židé nebo zednáři. I když se vyskytují i dnes ještě jednotlivci, kteří na to dají, podléhají lidé na celém světě modernějším pověrám. Jedni říkají, že dnešní těžkou mezinárodní i společenskou situaci mají na svědomí komunisté, jiní opět všechno svádí na několik velkokapitalistických rodin, které ovládají nejmocnější (hlavně zbrojní) koncerny. Jsou i jiné takové pověry. Nebezpečí těchto pověr spočívá v přesvědčení, že obyčejný člověk je proti takovému spiknutí bezmocný a musí vyřešení konfliktu přenechat mocnějším.

b) I u nás je mnoho lidí přesvědčeno, že všechny projevy a akce, které nějak veřejně vyhláší vůli prostých lidí zachránit mír a nedopustit válku, jsou zbytečným povídáním, které nemá vlivu na skutečný vývoj událostí. Proto se mnozí s nedůvěrou dívají na současné úsilí a prosazení mezinárodního zákazu výroby a použití atomových zbraní, tedy i zákazu pokusů s nimi.

c) Skutečnou příčinou však, proč v této otázce dosud nedošlo k dohodě mezi velmocemi – a v tom má plnou pravdu Albert Schweitzer – je nedostatečný tlak veřejného mínění v jednotlivých zemích, které by zákaz atomových zbraní vyžadovalo.

14. Jak se může uplatnit veřejné mínění

a) Tlak veřejného mínění může nabýt opravdové síly, bude-li nám všem jasno v několika základních otázkách.

b) Všem nám musí být jasno, že tu nejde o otázku politickou (jen politickou), ani o otázku jen mravní, že tu nejde dokonce ani o otázku vítězství socialismu nad kapitalismem, nýbrž že jde o otázku života nebo smrti, bytí nebo nebytí všeho lidstva. Proto není důvodu, není argumentu ani politického a hospodářského, ani mravního a ideového, který by mohl ospravedlnit nejen otevřenou atomovou válku, ale i samotné pokusy s atomovými výbuchy.

c) To je také hlavní důvod naší naděje. V otázce života a smrti všeho lidstva se mohou dohodnout i političtí protivníci, mohou se dohodnout lidé nejrozličnějších názorů náboženských, tu se mohou dohodnout i představitelé států kapitalistických s představiteli států socialistických.

d) Je třeba vynaložit veškeré úsilí k tomu, aby dohody mezi velmocemi bylo dosaženo; podaří-li se světovému mínění, a to znamená mínění všech lidí, i našemu mínění, uskutečnit tuto věc, pak bude ukončena první, neblahá etapa atomového věku, a před námi se otevře cesta do budoucnosti, která pak může splnit naše naděje. Jinak budou příští generace ubožejší než kterákoli generace v minulosti.

Další body nerozvedeny:

15. Potřebujeme atomovou energii? Omezenost zásob uhlí a nafty na světě.

16. Využití radioaktivity

17. Problém využití řetězových reakcí

18. Význam radioaktivních izotopů v jiných oborech (hlavně biologii a lékařství):
značkování atomů

19. Nezbytnost spolupráce vědců z nejrůznějších oborů; významný úkol lékařů

20. Pro prostředky nesmí být zapomenuto na nejhlavnější: na člověka, jemuž všechny věci mají sloužit.