

# Patnáct let od Černobyli - bilance zdravotních následků

Vladislav Klener

## Úvod

Patnáct let od černobylské katastrofy je příležitostí znovu bilancovat zkušenosti, které z této tragické události může lidský rod čerpat. Zvláštní výzvou tohoto časového intervalu je znovu zhodnotit podrobně poznatky o jejich zdravotních důsledcích. V prvním období po nehodě

byla do značné míry zodpovězena řada otázek technologických a posouzena podrobně radiologická situace v zasažených územích. Nikdo však nemohl odpovědět na otázku, jaké budou zdravotní následky havárie, neboť vzhledem k dlouhé době latence zhoubných nádorů indukovaných zářením si odborníci uvědomovali nutnost trpělivého vyčkávání na odpověď po dobu nejspíše desítek let. V současné době jsou o výskytu rakoviny štítné žlázy a osudech lidí postižených akutní nemocí z ozáření k dispozici informace zahrnující období do r. 1998. Pokud jde o leukémii, ostatní zhoubné nádory a účinky na potomstvo pokrývají dostupné zprávy období sběru dat do r. 1993 až 1994. Uváží-li se, že jako minimální doba latence pro vznik leukémie se uvádějí dva roky od expozice a pro ostatní zhoubné nádory zpravidla období pěti let, potom v současné době by se pozdní účinky měly zřetelně projevit, nebo v opačném případě negativní zjištění bude výzvou k přehodnocení některých pohledů na nehodu a její důsledky.

Nejprve bude věnována pozornost osobám vážně postiženým akutní nemocí z ozáření bezprostředně nehodě. Pokračující sledování této nevelké skupiny přežívajících osob poskytuje řadu zajímavých informací.

Těžiště zájmu odborníků i veřejnosti jsou pozdní účinky ozáření. Pro dobré porozumění výsledkům epidemiologických studií a jejich hodnocení je nutné seznámení s metodikou a podmínkami těchto šetření, jejichž základem je sběr původních dat. Podrobně je pojednáno o závěrech epidemiologických studií zaměřených na sledování výskytu nádorů. Vedle toho je věnována pozornost i následkům genetickým.

Informace o následcích Černobyli by nebyla úplná bez zmínky o mimořádně významných důsledcích psychologických a sociálních.

## Poučení ze sledování skupiny osob postižených akutními projevy ozáření

V prvních měsících po nehodě shromáždili biologové a lékaři především nová původní data o bezprostředních následcích ozáření, které se klasifikují jako účinky deterministické, podmíněné překročením dávkového prahu pro ten který účinek. Nejcennějším přínosem byl podrobný rozbor podmínek rozvoje a klinického obrazu akutní nemoci z ozáření. Pro akutní nemoc z ozáření onemocnělo bylo ošetřováno podle předběžného hodnocení celkem 237 osob. Po konečném zhodnocení všech případů se tato diagnóza prokázala u 134 osob, z nichž 28 zemřelo v průběhu prvních čtyř měsíců po expozici. U 13 pacientů ozářených v rozmezí 5,6 - 13 Gy byla provedena transplantace kostní dřeně s nezřetelným efektem. Pouze dva z nich se z akutní nemoci z ozáření zotavili, na neúspěchu u dalších obětí se podílely rozsáhlé popáleniny (n=5), plicní komplikace (n=3) a imunologické reakce (n=2). Celý širší soubor 237 osob je lékařsky sledován, v průběhu let však nebylo možno zajistit úplnost dat. V průběhu let 1987 - 1998 zemřelo z užšího souboru (n=134) celkem jedenáct osob ozářených v rozmezí 1,3 - 5,2 Gy. Gangréna plicní jako příčina smrti u jednoho pacienta v r. 1987 mohla být dozvukem plicních komplikací v akutní fázi. S ozáření kostní dřeně mohou souviset

dva případy myelodysplastického syndromu (1993, 1995) a jeden případ akutní myeloidní leukémie (1998). Jinak se jednalo ve třech případech o koronární chorobu srdce, dvakrát o cirhózu jater, zbývající dva případy přísluší plicní tuberkulóze a tukové embolii. Nejvýznamnější důvody strádání u osob přeživších akutní nemoc z ozáření se týkají poruchy zraku v důsledku zákalu čočky a jizevnatých změn či vředů na kůži jako výsledného stavu po kožních popáleninách. Rozsáhlé kožní léze jsou v souladu s odhadem lokálních dávek, které mohly dosahovat 400 - 500 Gy; na ozáření se významně podílely vysoce energetické částice beta z radionuklidů  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ . Alespoň u patnácti z takto postižených osob byl v průběhu let 1990 - 1996 proveden nápravný chirurgický zákrok. Řada osob přeživších akutní nemoc z ozáření zplodila zdravé potomky.

V prvních pěti letech po havárii bylo mezi nimi zaznamenáno 14 porodů normálních dětí, v jedné z těchto rodin zemřelo první dítě na sepsi, druhé je zdravé. Jsou k dispozici také data o postupné obnově krvetvorby po akutním syndromu, kde k regeneraci dochází v průběhu týdnů a měsíců, zatím co imunologické odchylky - i když nevyvolávají klinické projevy - se udržují někdy i roky po ozáření.

Data týkající se období bezprostředních zdravotních projevů po ozáření černobylských obětí jsou v podstatě uzavřena a byla shrnuta zejména ve zprávě Vědeckého výboru Spojených národů pro účinky atomového záření (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation - UNSCEAR) z r. 1988. Na odborných konferencích pořádaných v r. 1996 k desátému výročí Černobyli byly tyto informace rekapitulovány a doplněny. Údaje o dalších osudech členů zmíněné malé vysoce exponované skupiny přesahující do posledního pětiletí lze čerpat se souhrnné zprávy UNSCEAR z r. 2000.

### **Průzkum pozdních zdravotních následků ozáření - zkreslující informace medií**

Vedle zájmu poučit se z případů akutního radiačního poškození si kladli zdravotničtí odborníci už v r. 1986 další otázky: *povede ozáření tak velkého počtu lidí k pozorovatelným pozdním zdravotním následkům? O jaké nové poznatky přispívající k upřesnění kvantitativních vztahů mezi dávkou záření a vznikem nádoru se obohatíme? Získáme konečně přímé doklady o vlivu ionizujícího záření na potomstvo člověka, kde zatím spoléháme jen na extrapolaci experimentálních dat ze zvířat na homo sapiens ?* Čtenáři, který měl možnost se seznámit z hlavními pojmy radiobiologie člověka a radiační ochrany je zřejmé, že tato tématická oblast se týká účinků stochastických, pro které je v prvním přiblížení předpokládán lineární bezprahový vztah mezi dávkou a účinkem. Do této skupiny patří zhoubné nádory a účinky genetické. Jejich charakteristickým rysem je spontánní výskyt v běžné populaci. Může být jimi postižen každý jedinec i bez přídatného působení ozáření. Ozáření člověka nebo jeho jednotlivých tkání zvyšuje pravděpodobnost vrozených poruch v následných generacích a výskytu nádorů u ozářených jedinců. Označení stochastický souvisí s náhodným charakterem postižení jednotlivců v ozářené populaci. Nádory ani dědičné následky vyvolané ionizujícím zářením nemají charakteristické rysy, které by umožnily u postiženého jedince s určitostí konstatovat, že jde o následek ozáření a nikoli o onemocnění takřkajíc spontánně vzniklé. Cestou ke zjišťování vyššího výskytu stochastických účinků po ozáření jsou skupinová šetření, kdy se epidemiologickými metodami srovnává a hodnotí výskyt nádorů či genetických změn v populacích lišících se mírou ozáření.

Na otázky položené v úvodu předchozího odstavce lze odpovědět - vzhledem dlouhé době latence vzniku zhoubných nádorů a vzhledem k rozložení realizace potomstva ozářených osob v čase - až po dlouhé řadě let. Zvýšený výskyt rakovin štítné žlázy u dětí, jak o tom bude ještě pojednáno, se začal projevovat už od r. 1990, tj. čtyři roky po havárii. Otázka existence dalších případných pozdních následků černobylské katastrofy však zůstala otevřena. Ani v

době desetiletého výročí události nebyla zveřejněna data potvrzující výskyt jiných pozdních projevů. Převládalo přesvědčení, že ještě je třeba vyčkat. *Zdá se však, že v současné době, tj. patnáct let od expozice, je načase postoupit k dalším závěrům. Je třeba se zabývat tím, zda přece jenom se neobjevují v některých studiích náznaky zvýšeného výskytu stochastických následků a pokud se toto nepotvrdí, zamyslet se nad tím, jak lze vysvětlit negativní nálezy.*

K tomuto cíli je třeba nejen citovat statistická čísla, ale je třeba rekapitulovat, co je známo o dávkách, které jednotlivé kategorie populace v důsledku nehody obdržely a kriticky projít podmínkami jednotlivých studií, tedy jejich metodikou.

Dříve než se budeme takovou racionální analýzou zabývat, připomeňme si nehoráznost informací, jimiž je běžný občan sycen prostřednictvím neodpovědných medií. Uvedeme jen některé z extrémně přehnaných odhadů, provedených naprosto nekvalifikovaně. V září 1995 agentura Reuter vydala zprávu, že v Bělorusku je Černobylem postiženo údajně 800 000 dětí, což lze přirovnat k následkům jaderného útoku. Dne 23. prosince 1995 sdělila agentura UNIAR v Kijevě, že havárií bylo postiženo 3,2 milionů lidí, z toho milion dětí ve 2 294 sídlištích, a že z nich na následky Černobyli zahynulo do té doby 125 000 lidí. Způsob výpočtu tohoto odhadu není znám, pravděpodobně všechna úmrtí na nejrůznější příčiny v uplynulém období na Ukrajině byla připsána ozáření. Jinou perličkou byla zpráva v ukrajinském tisku, že v důsledku poškození mozkových ganglií vznikly deprese vedoucí k sebevraždám. Zvláště je hodno politování, že významné zkreslení reálné situace proniklo i do oficiálních dokumentů agentury Spojených národů, a to nedávno - v r. 2000. Úřad OSN pro koordinaci humanitární pomoci (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs - OCHA) vydal publikaci nazvanou "Chernobyl - a continuing catastrophe" kde se uvádí řada nepodložených tvrzení, např. se hovoří o 11 000 případech rakoviny štítné žlázy, zatímco shrnutí dosavadních informací ve zprávě UNSCEAR ukazuje na necelých 1800. Předseda UNSCEAR Lars-Erik Holm reagoval na tuto neuváženou aktivitu OCHA dopisem generálnímu sekretáři OSN Kofi S. Annanovi ze dne 6.6.2000. Pokud se český novinář opírá o takovéto zahraniční zdroje a nepostřehne potřebu konsultovat se s domácími odborníky, není divu, že i z informací v českém tisku bývá občan více poděšen než poučen. Na druhé straně se nezdá dost uvážené korigovat přehnané hodnocení následků tak silnými slogany jako je "černobylská lež", "plíživá paranoia" aj., které se objevily např. počátkem ledna 2001 na čelném místě populárního polského magazínu WPROST v článku M. Rotkiewiczze a spol. "Černobylský bluf". Takový přístup má snad jen tu funkci, že svou dramatičností připoutá pozornost čtenářů, které by asi nezaujal nadpis sdělující, že i po patnácti letech jsou výsledky epidemiologických studií v mnohém směru skrovné popřípadě negativní. Zdrženlivost k silným slovům je namísto proto, že psychologické a sociální následky, i když patří do jiné kategorie než přímé následky zdravotní, způsobily desetitisícům a snad i stotisícům lidí velké utrpení.

### **Metodické aspekty epidemiologických studií - podmínky sběru dat**

Vrátíme se k otázce kritického posouzení dat a dalších informací o pozdních zdravotních následcích ozáření. I neoborníkovi je jasné, že věrohodné závěry budou záležet na vysokém metodickém standardu skupinových šetření. Ideálem je získat pro jednotlivce co nejpřesnější odhad dávky a její prostorové i časové distribuce v těle. To ve všech studiích není možné - potom je žádoucí znalost alespoň středních dávek *per capita* nebo odhad dávky kolektivní.

Důležitá je úplnost sběru dat o výskytu sledovaných ukazatelů, *morbidity*, pokud se sleduje záhyt onemocnění, nebo *mortality*, pokud se sleduje úmrtnost. Jen vzácně bývá možné získat úplné patologické nálezy včetně histologie. Úplnost dat znamená v případě nádorů

jejich dlouhodobé sledování - nejlépe až do dožití sledované skupiny. Významný je výběr kontrolní populace.

Zkoumáme-li splnění těchto požadavků ve studiích organizovaných v SSSR, a později ve třech následnických státech postižených spadem radioaktivních látek, nabízí se srovnání s výzkumem následků u japonského obyvatelstva ozářeného v r. 1945 v Hirošimě a Nagasaki. V Japonsku byl výzkum pozdních následků velkoryse založen brzy po skončení války a zůstal přes změny organizační struktury badatelského pracoviště prakticky v jedné ruce. Projekt byl příkladem tzv. studie v uzavřené populaci a mezi konečné podmínky pro výběr lidí do Master Sample (asi 100 000 osob) patřila mj. expozice v okruhu 10 km od hypocentra výbuchu. V průběhu let byly v několika průřezových studiích upřesňovány dávky, které obdrželi členové souboru.

Organizace výzkumu pozdních následků Černobyli trpěla v SSSR řadou nedostatků, které se do jisté míry ještě prohloubily převedením registrů do působnosti jednotlivých následnických států. Ztratila se tím jednotnost přístupu, protože míra koordinace studií je nedostatečná z důvodů zřejmě nejen organizačních ale i politických.

V r. 1987 byl založen Všesvazový klinicko-dozimetrický registr, jehož koordinací bylo pověřeno Radiologické výzkumné centrum v Obninsku. Registr byl hierarchicky organizován podle územního principu : republika - oblast - okres. Do roku 1991 registr zahrnul celkem 659 292 osob, které patřily do některé ze čtyř skupin určených k sledování:

- |   |      |
|---|------|
| 1. účastníci záchranných prací ("likvidátoři")  | 43 % |
| 2. evakuovaní z nejvíce kontaminovaných zón (depozice $^{137}\text{Cs} > 1480 \text{ kBq m}^{-2}$ ) | 11 % |
| 3. rezidenti ve významně kontaminovaných zónách ( $> 555 \text{ kBq m}^{-2}$ )                      | 45 % |
| 4. děti rodičů (skupin 1-3) narozené po havárii   | 1 %  |

Registr byl pojat jako otevřený, tzn. během let narůstal počet registrovaných případů, a to velmi podstatně. Tak např. v Ruské federaci stoupl od r. 1987 do r. 1995 počet registrovaných ve všech skupinách asi čtyřnásobně, v Bělorusku v tomtéž období počty registrovaných likvidátorů asi trojnásobně. Zdá se, že obyvatelé mají zájem o registraci v těchto souborech vzhledem k sociálním výhodám. Při zpracování získaných dat se projevuje řada nedostatků, kódování poruch zdravotního stavu je nejednotné, není vždy respektována mezinárodní klasifikace Světové zdravotnické organizace, nejsou uplatňovány standardní postupy verifikace kvality a úplnosti registrace (zajišťování kvality - Quality Assurance) a překážkou je i absence individuální kódované identifikace obyvatel (rodných čísel), neboť identifikace podle jmen způsobuje obtíže např. pro nejednotnost pravopisu, přepis jména do ruštiny z jazyka národnostní menšiny apod.

Výzkum pozdních účinků Černobyli se neopírá jen o popsany základní registr. Řada dat, o nichž bude zmínka, je výsledkem sledování v jiných užších skupinách populace. Specializované registry se týkají především nádorových onemocnění, samostatně se sledují např. leukémie a nádory štítné žlázy. Registr profesionálních pracovníků se zdroji ionizujícího záření - účastníků záchranných prací - je zřízen v Ruské federaci a zahrnuje nyní 18 600 osob, z nichž asi u poloviny jsou stanoveny osobní dávky. Vojenská akademie v Petrohradu spravuje registr likvidátorů z řad armády, sleduje zdravotní stav asi 15 000 osob, dalších 40 000 je sledováno v civilní zdravotnické síti. Institut leteckého zdravotnictví organizuje výzkum pilotů a posádek helikoptér nasazených v době radioaktivních úniků při havárii.

Vedle informace o vzniku pozdních nádorů se od dlouhodobých studií očekávají i závěry o vlivu ozáření rodičů na potomstvo. Tato šetření jsou ztížena tím, že registrace vrozených poruch a malformací byla v bývalém SSSR na nízké úrovni.

K doplnění představy o organizaci a rozsahu zdravotnických šetření je třeba se zmínit o řadě bilaterálních projektů převážně se státy západní Evropy, z nichž u mnohých byla významnou složkou nabídka zdravotnických služeb v rámci humanitární pomoci. Proběhly také dva větší mezinárodní projekty, v letech 1990 - 1991 International Chernobyl Project sponsorovaný Mezinárodní agenturou pro atomovou energii, a v r. 1992 - 1995 International Programme on the Health Effects of Chernobyl Accident - IPHECA - který byl koordinován Světovou zdravotnickou organizací. Žádný z nich není možno pokládat za reprezentativní a souhrnné zpracování problematiky zdravotních následků.

### Přehled o dávkách v exponovaných skupinách

V další části věnujeme pozornost přehledu o počtu osob v jednotlivých skupinách, tříděných podle různých hledisek, a posouzení dávek, jimž byly vystaveny. Pro čtenáře méně obeznámeného s významem dávek záření je třeba uvést, že dávky uváděné v Gy a efektivní dávky uváděné v Sv jsou pro naše úvahy vzájemně zaměnitelné (převodní faktor 1). Dávky v úrovni 3-5 mSv odpovídají ozáření každého běžného občana z okolního prostředí za rok, dávka 20 mSv je ročním limitem pro pracovníka ze zářením, akutní deterministické účinky se projevují po dávkách v úrovni jednotek Gy.

V tab. 1 jsou uvedeny počty postižených či ohrožených osob, je poznamenán i nárůst v kategorii likvidátorů do r. 1990.

Tab. 1.. Počty postižených či ohrožených osob - r. 1986 a 1987

30 úmrtí bezprostředně (28 na nemoc z ozáření)
116 000 evakuovaných osob v časném období z okolí elektrárny
220 000 později relokovaných osob z kontaminovaných oblastí Běloruska, Ukrajiny, Ruské federace
240 000 likvidátorů - pracovníků záchranných a asanačních čet z r. 1986 a 1987; do r. 1990 získalo tento status 600 000 pracovníků

Zvláštního pozoru zasluhuje skupina likvidátorů. Patří s nim lidé, kteří pracovali v rámci nápravných opatření na elektrárně během prvních dnů, ale také ti, kteří vystřídali v následujících dnech první směny, a dále i ti, kteří později pracovali na vzdálených místech při dekontaminaci techniky, území apod. Přehled o jejich počtech a průměrných dávkách uvádí tab. č. 2.

Tab. 2.. Odhad efektivních dávek ze zevního ozáření při likvidačních pracích v zóně 30 km za r. 1986 a 1987

Skupina	Počet pracovníků		Průměrná dávka (mSv)	
	1986	1987	1986	1987
Pracovníci závodu	2 358	4 498	210	70
Stavebníci	21 500	5 376	82	25

Doprava, ostraha	31 021	32 518	6.5	27
Vojáci	61 762	63 751	110	63
Pomoc z jiných elektráren	-	3 458	-	9.3
Celkem/Průměr	116 641	109 601	77	47

Jsou k dispozici i distribuce dávek v jednotlivých kategoriích. Významně exponovanou skupinou jsou vedle pracovníků elektrárny a prisunutých pracovníků sesterských pracovišť také vojáci. V r. 1986 byla zjištěna u nich tato distribuce dávek: 62 % < 200 mSv; 19% 200-250 mSv; 19% 250-500 mSv.

Důležitou skupinou sledovaných osob je populace kontaminovaných oblastí. Počty obyvatel podle pásem významnosti kontaminace jsou uvedeny v tab.3 spolu s vyznačením průměrných dávek pro jednotlivé země a celé postižené území dohromady. Jak známo, byla pásma významnosti kontaminace hodnocena podle plošné aktivity deponovaného  $^{137}\text{Cs}$ , od hodnoty  $37 \text{ kBq m}^{-2}$  ( $1 \text{ Ci km}^{-2}$ ) výše se území obvykle pokládá za kontaminované..

Tab. 3. Populace pobývající v r. 1995 v oblastech kontaminovaných při černobylské havárii

Pásma depozice $^{137}\text{Cs}$ ( $\text{kBq m}^{-2}$ )	Populace			
	Bělorusko	Ruská federace	Ukrajina	Celkem
37 - 185	1 543 514	1 654 175	1 188 800	4 386 389
185 - 555	239 505	233 626	106 700	579 831
555 - 1 480	97 593	95 474	300	193 367
Celkem	1 880 612	1 983 275	1 195 600	5 159 487
Průměrná zevní dávka (per caput)	8 mSv	7 mSv	7 mSv	města: 7 mSv venkov: 12 mSv

Pozn.: S přihlédnutím k sociálním a ekonomickým aspektům byly zahrnuty i některé oblasti s kontaminací nižší než  $37 \text{ kBq m}^{-2}$ .

Přehled o dávkách na štítnou žlázu u dětí i u celkové populace v kontaminovaných oblastech Běloruska je prezentován v tabulce 4.

Tab.4. Dávky na štítnou žlázu u dětí do 7 let a u celkové populace v kontaminovaných oblastech Běloruska.

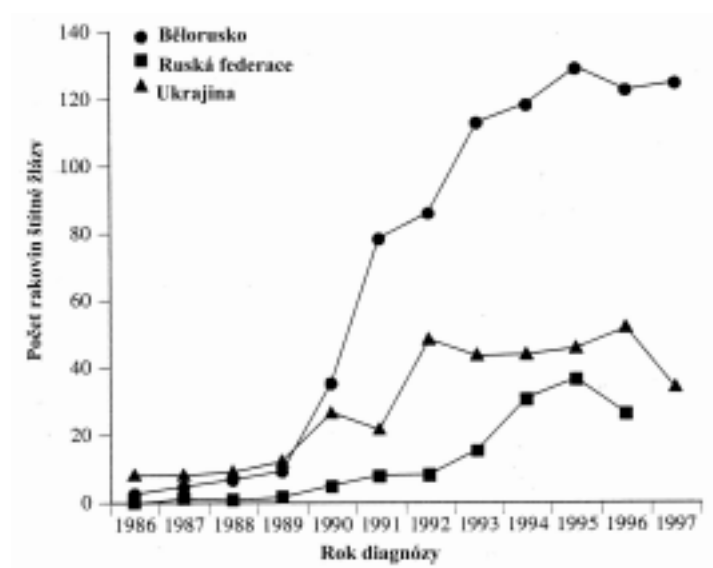
Oblast	Počty osob		Průměrná absorbovaná dávka (Gy)	
	Děti	Celkem	Děti	Celkem
Gomel - venkov	23 900	238 600	1.1	0.4
- města	8 600	85 600	0.4	0.2
Mogilev - venkov	9 300	93 700	0.4	0.2
- města	4900	48 700	0.2	0.08
Celkem/Průměr	46 700	466 600	0.7	0.3

Uvedená data o počtech osob v jednotlivých skupinách a o odhadnutých dávkách mají poskytnout orientaci o základních charakteristikách populací, které jsou objektem analýzy zdravotního stavu. Pro epidemiologické studie je často výhodné vycházet z kolektivní dávky ve skupině. Při znalosti počtu členů jednotlivých skupin a jejich průměrných dávek lze prostým násobením získat dávky kolektivní, takže je zde není třeba explicitně uvádět. Hodnocení biologických účinků, o nichž je dále pojednáno, není vždy vztaženo právě k těm skupinám, jejichž charakteristiky byly popsány. Souvisí to s nejednotnou a nedostatečně integrovanou organizací sledování zdravotního stavu, na což bylo už výše poukázáno.

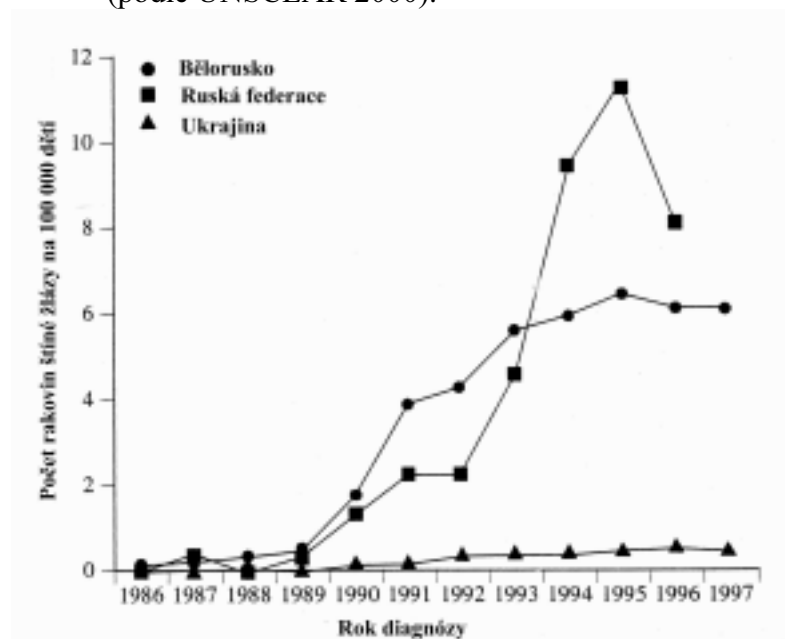
### Vyhodnocení šetření o výskytu nádorových onemocnění

Už v r. 1990 se objevily první zprávy o zvýšeném výskytu rakoviny štítné žlázy u dětí v územích Běloruska postižených vysokou kontaminací. Tyto informace způsobovaly zprvu určité rozpaky, neboť od expozice uplynuly v té době pouhé čtyři roky a tak krátká doba latence se na základě zkušeností z dřívějších studií nepředpokládala. Později byl zvýšený výskyt hlášen i z Ukrajiny a postižených oblastí v Ruské federaci a vzestupný trend pokračoval i v dalších letech. V té době byla formální asociace vyšší incidence rakoviny štítné žlázy u dětí s ozářením štítné žlázy statisticky pevně prokázána a epidemiologové přistoupili k další fázi zkoumání, totiž ke kritickému posouzení vlivu možných rušivých faktorů (confounders) neradiační povahy, které by mohly být důvodem zvýšené incidence. Především byl zkoumán možný vliv cíleného vyhledávání zhoubných nádorů v rámci depistážních akcí. Tento vliv jistě mohl přispět k úplnějšímu zachytu onemocnění, avšak nebyl podstatný a řada dalších okolností, např. dynamika výskytu v čase, průkaz nejvyšší vnímavosti v nejnižších věkových skupinách v době ozáření aj. umožnily závěr, že rozhodující příčinou vzniku těchto nádorů je skutečně ozáření štítné žlázy zejména v důsledku kontaminace radioaktivním jódem. Na obr. 1 je znázorněn počet diagnostikovaných rakovin štítné žlázy v jednotlivých letech po nehodě ve třech následnických státech u dětí ozářených před dosažením 14 let věku. Na obr. 2 jsou vyjádřena tato data v relativním ukazateli, jako počet případů na 100 000 dětí příslušné věkové skupiny.

Obr. 1 Počet diagnostikovaných rakovin štítné žlázy v jednotlivých letech po nehodě (podle UNSCEAR 2000).

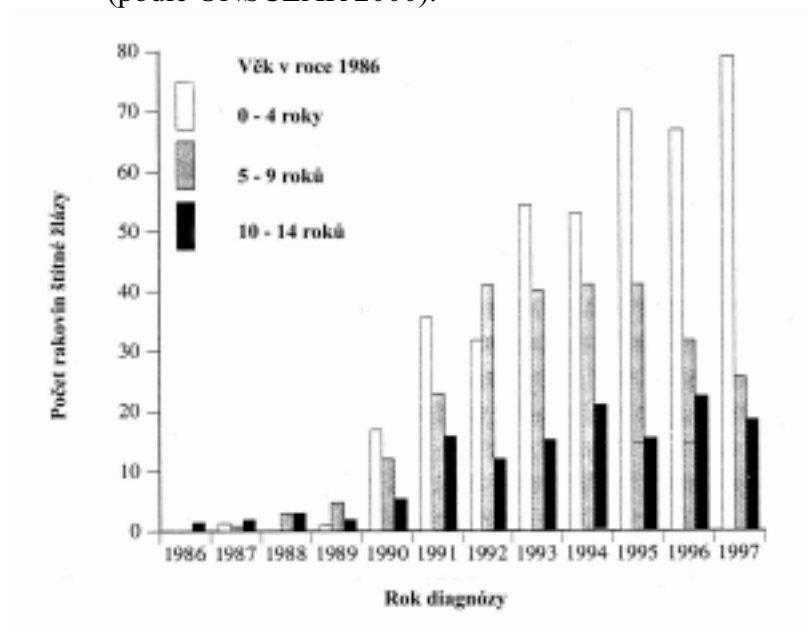


Obr. 2 Počet případů rakoviny štítné žlázy na 100 000 dětí příslušné věkové skupiny (podle UNSCEAR 2000).



Obr. 3 ukazuje na příkladě situace v Bělorusku závislost vzestupu incidence na věku dítěte v době expozice, tj. prakticky v r. 1986. Je přesvědčivě doložena mimořádně vysoká vnímavost u dětí ozářených ve věku do 4 let. Pokud je o celkové počty zjištěných nádorů, uvádí jich zpráva UNSCEAR 2000 celkem 1791. Zahrnuty jsou případy diagnostikované v období 1990 - 1998 u dětí a mladistvých, kteří v r. 1986 nepřesáhli 18 rok věku. Přitom se poznamenává, že údaje u Ruské federace mohou být neúplné. Pro zvýšený výskyt rakovin štítné žlázy u dospělých nejsou zatím přesvědčivé důkazy. Studie zaměřené tímto směrem ukazují jen v některých případech na zvýšenou incidenci.

Obr. 3 Závislost vzestupu incidence rakoviny štítné žlázy na věku dítěte v době expozice (podle UNSCEAR 2000).





Vzhledem k tomu, že štítná žláza mohla být u jednotlivců ozářena dávkami, které by případně překročily práh pro vyvolání deterministických účinků, zaměřují se šetření zdravotního stavu i na posouzení funkčních odchylek, které by mohly být tímto mechanismem vyvolány. Likvidace buněčných struktur štítné žlázy vlivem ozáření by způsobila především pokles její funkce, hypothyreózu, která bývá provázena zřetelnými klinickými projevy a laboratorními odchylkami. Zvýšený výskyt těchto onemocnění nebyl v ozářených populacích prokázán. Častěji se nevyskytují ani případy hyperthyreózy, tedy zvýšené funkce, asi nálezy strumy.

Pozorně je v dlouhodobých studiích sledován také výskyt ostatních zhoubných onemocnění. Mezi nimi má zvláštní postavení leukémie, neboť krvetvorné orgány jsou na vznik zhoubného bujení po ozáření velmi vnímavé a doba latence mezi ozářením a vznikem leukémie je krátká. Předpokládá se, že první případy by se mohly projevit už dva roky po ozáření. Bývá citován odhad Cardisové z r. 1996, že mezi 100 000 likvidátory, ozářenými dávkou 100 mSv by se mělo do deseti let projevit 150 případů tohoto onemocnění. Dosavadní výsledky takové očekávání nepotvrzují. V Ruské federaci zpracoval Ivanov data z registru čítajícího 142 000 likvidátorů za období 1986-1993. Výskyt leukémií u exponovaných byl statisticky významně vyšší v porovnání s celoruskou statistikou. Mezi pozitivní případy počítal však i chronické lymfatické leukémie, u nichž není prokázán vztah k předchozímu ozáření. Námítky se týkají i vlivu aktivní depistáže a možného podcenění incidence v celonárodní statistice. Týž autor provedl i retrospektivní studii typu "case-control study". Porovnával 34 dobře klasifikovaných leukémií s čtyřnásobným počtem párových kontrol. V této studii však žádná asociace statisticky prokázána nebyla. Pokud jde o leukémie, zůstává tedy otázka nadále otevřena. Očekávání přínosu z dalšího sledování není však příliš slibné, neboť jak vyplývá z epidemiologických šetření v jiných kolektivech po patnácti letech od expozice začíná význam ionizujícího záření jako faktoru indukce leukémií klesat.

Šetření v exponovaných kolektivech se zaměřila i na sledování výskytu nádorů dalších orgánových lokalizací, označovaných také jako solidní tumory. Zpráva UNSCEAR 2000 shrnuje údaje v části týkající se ostatních nádorů v tom smyslu, že mimo zvýšený výskyt rakoviny štítné žlázy nebyla dosud vyšší incidence ostatních nádorů v důsledku ozáření z černobylské nehody prokázána. Důvodem tohoto negativního zjištění mohou být odborné slabiny dílčích vědeckých studií, neurčitosti v odhadu dávek, dlouhá doba latence a rozložení dávek v dlouhém časovém období. Byla už zmínka o možnosti nedostatečné registrace nádorů v kontrolních skupinách a o vlivu aktivní depistáže. Určitý vzestup incidence solidních nádorů by bylo možno očekávat v budoucnu ve skupině nejvíce ozářených likvidátorů.

## **Vyhodnocení šetření o vlivu na potomstvo**

Studium vlivu ionizujícího záření na potomstvo se týká v podstatě tří mechanismů, které mají rozdílnou patogenezu. Z nich lze ponechat stranou vliv na fertilitu, ten by se v případě Černobylu mohl týkat jen osob postižených akutní nemocí z ozáření. Statistické vyhodnocení ztráty fertility po Černobylu není k dispozici a bylo by z povahy věci obtížné. Byla však výše uvedena informace o 14 případech rodičovství v prvních pěti letech po nehodě u lidí, kteří přežili akutní nemoc z ozáření a kteří se zřejmě dočkali úspěšné regenerace fertility.

Jiným vlivem ionizujícího záření je působení na vyvíjející se zárodek či plod (po 3. měsíci těhotenství) v těle matky. Základ budoucího jedince vznikne spojením neporušené spermie a vajíčka a jeho vývoj až do doby ozáření proběhne přirozeným způsobem. Ozáření může zasáhnout nepříznivě do tohoto vývoje. Ve skupině běloruských dětí narozených matkám s dávkami na dělohu v rozpětí 8 - 21 mSv nebyl prokázán vztah mezi defekty zjištěnými při

porodu a pobytem v kontaminovaných oblastech. Nebyla prokázána ani korelace mezi zjištěním chromosomových a chromatidových aberací u plodu a úrovní kontaminace prostředí.

Třetí kategorie poruch s důsledky u potomstva se týká vlastních dědičných změn podmíněných mutacemi, jejichž nositelem je spermie nebo vajíčko angažované v procesu početí. Vliv ionizujícího záření na geneticky podmíněné poruchy zdraví se předpokládá i u člověka, a to na podkladě výsledků pokusů na zvířatech, zejména na malých hlodavcích. Je k dispozici několik modelů pro přenos kvantitativních vztahů z experimentálních zvířat na člověka. Je zde namísto výslovně uvést, že v žádném ozářeném lidském kolektivu či populaci nebyl zvýšený výskyt geneticky podmíněných poruch prokázán (týká se i obětí atomového útoku v Japonsku). Pokud jde o následky Černobylu, je pozornost badatelů celosvětově zaměřena na možný přínos probíhajících studií k této problematice. Jsou sice k dispozici výsledky několika dílčích studií, ale na jejich podkladě nelze dospět k žádnému průkazu zvýšeného výskytu dědičně podmíněných poruch.

### **Psychologické a sociální následky havárie**

Problematika psychologických a sociálních následků černobylské havárie přesahuje rámec zdravotních následků. Bylo ukázáno, co je známo o zdravotních účincích deterministického a stochastického typu. Oba tyto typy účinků přímo souvisejí s reálným ozářením, bez ohledu na to, zda si to lidé uvědomují a jak subjektivně vnímají riziko. Těmto účinkům lze předejít nebo je omezit racionálními protipatřeními k minimalizaci ozáření obyvatel. Zkušenost však ukázala, že psychosociální důsledky havárie mohou daleko převyšovat všechny přímé účinky. Rozruch mezi obyvatelstvem je realitou s přímým dosahem na jejich celkovou pohodu. Ukazuje se, že míra strachu veřejnosti a pesimismu kolem černobylské havárie byly naprosto neúměrné zdravotním účinkům v důsledku ozáření.

Důvody zjištěných emotivních postojů byly v různých dokumentech mnohokrát diskutovány a nelze je jednoznačně vymezit. Pro úplnost lze připomenout tradičně uváděné důvody: nepostihnutelnost záření lidskými smysly, podvědomé propojení účinků s následky výbuchu jaderné zbraně, nedostatečné chápání fyzikálních aspektů a biologických mechanismů poškození, zkrácené a rozporné informace o aktuální situaci.

Psychosociálními důsledky byly postiženy desetitisíce až statisíce lidí a určité strádání může pokračovat v závažné míře po mnoho let. Tyto následky nejsou korelovány s reálným ozářením, ke kterému třeba ani nedošlo, ale se subjektivním vnímáním rizika. Protipatření směřující k omezení ozáření mohou být dokonce ve vztahu k psychosociálním účinkům kontraproduktivní. Problém jak se nejlépe vypořádat s těmito účinky a jak je minimalizovat není vyřešen, významným preventivním krokem je včasná a přesná informace o aktuální radiační situaci a věrohodné doporučení, jak se chovat.

V rámci tohoto pojednání není prostor pro popis a statistickou analýzu psychosociálních následků černobylské katastrofy. Postiženo je zejména přesídlené obyvatelstvo, zvláště bylo-li přesunuto nedobrovolně. Lidé trpí steskem po domově, rozvratem sociálního a kulturního prostředí a často i nepřátelskými projevy ze strany původních obyvatel nové sídelní oblasti. Zejména starší lidé špatně snášejí důsledky přesídlení,

## **Závěry**

Akutní nemoc z ozáření se projevila u poměrně malé skupiny osob, nepřesahující 200 - 300 jedinců; 28 z nich na toto onemocnění zemřelo. Sledování přežívající skupiny ukázalo, že mezi příčinami smrti 11 osob zemřelých do r.1998 se vyskytují různorodé diagnózy, z nichž většina nesouvisí s ozářením. Několik přežívajících osob se stalo rodiči.

Za jednoznačně prokázaný pozdní účinek černobylské havárie je třeba pokládat výrazně zvýšený výskyt rakovin štítné žlázy u jedinců ozářených v dětském věku. Do r. 1998 bylo evidováno 1791 těchto případů, z nichž převažující většina byla úspěšně vyléčena. Pozornost byl zaměřena i na sledování výskytu leukémií a ostatních nádorů. V některých dílčích zprávách se prokázala formální asociace výskytu těchto zhoubných nádorů s ozářením lidí. Další kritická šetření dosud nepotvrdila obecnou platnost těchto zjištění ani nemohla doložit jejich kausální asociaci s ozářením.

U člověka nebyl prokázán žádný vliv černobylské havárie na výskyt vrozených vad či jiných geneticky podmíněných odchylek.

Vzhledem ke krátkému období sledování zůstává otázka možné budoucí manifestace pozdních stochastických účinků nadále otevřená.

Populace na rozsáhlých kontaminovaných územích a přesídlené obyvatelstvo bylo postiženo závažnou psychologickou sociální újmou, která dalekosáhle přesahovala přímé zdravotní účinky ozáření.