



Rtuť a *chemické kontaminanty* v rybách a výrobcích

J.Ruprich – I.Řehůřková

CZVP SZÚ, Palackého 3a, 61242, email: jruprich@chpr.szu.cz

Tato práce je podpořena MZ ČR – RVO (Státní zdravotní ústav – SZÚ, 75010330).

Obsah přednášky

1. Spotřeba ryb a plody moře na osobu/rok.
2. Ryby jsou zdrojem polutantů.
3. Možnosti stanovení rtuti.
4. Charakterizace nebezpečí rtuti.
5. Expoziční dávky rtuti pro populaci v ČR.
6. Toxicita rtuti.
7. Poznámky a leták pro rtuť.
8. Další chemické kontaminanty v rybách.
9. Závěry



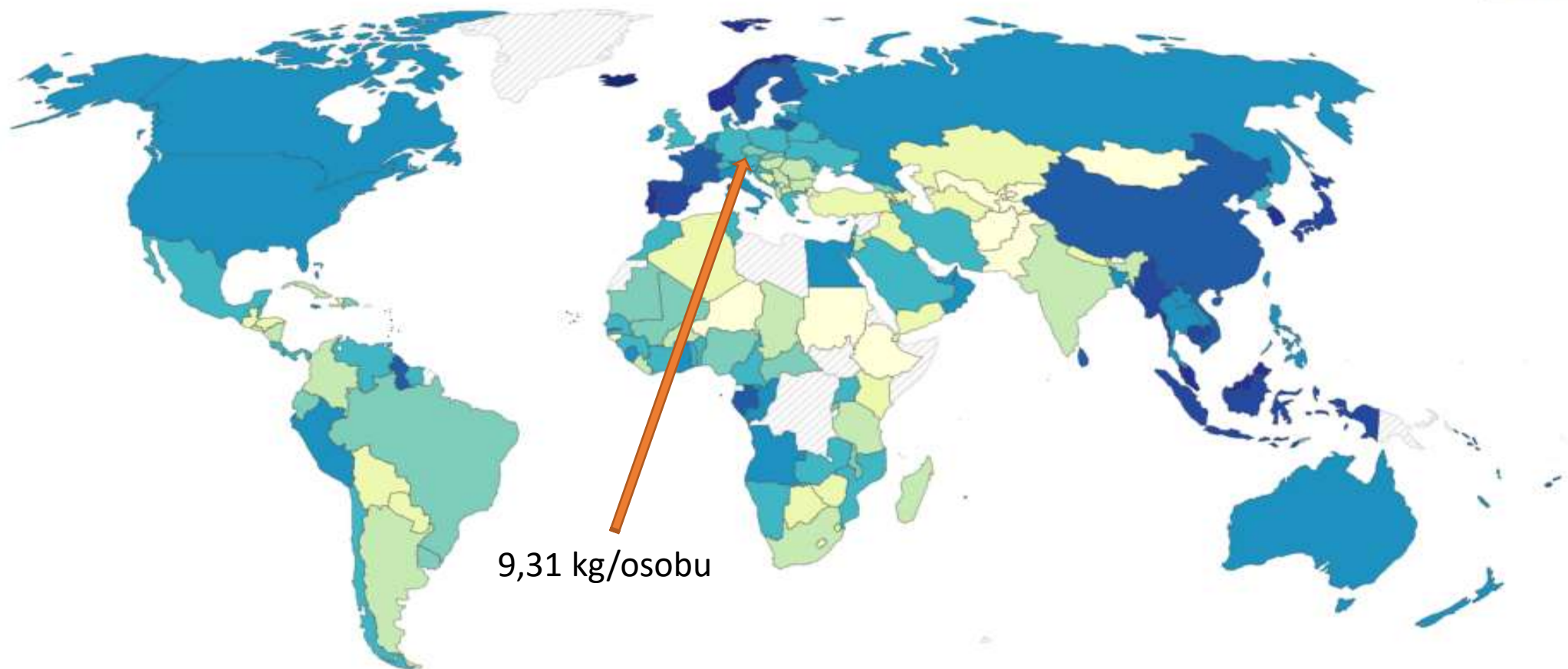
Spotřeba ryb a plody moře na osobu/rok (2017)

Fish and seafood consumption per capita, 2017

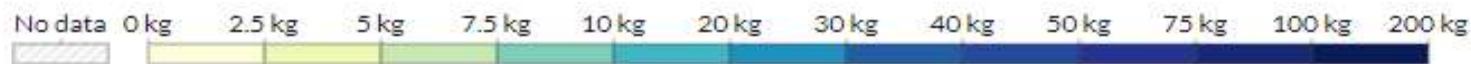
Data is inclusive of all fish species and major seafood commodities, including crustaceans, cephalopods and other mollusc species.

Our World
in Data

World

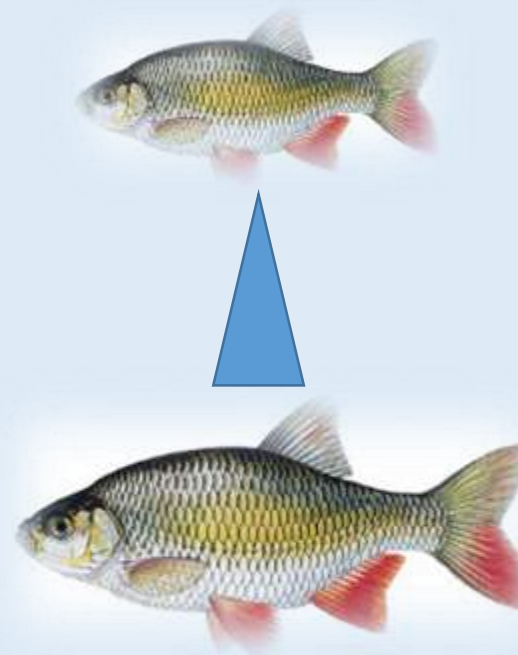


United Nations Food and Agricultural Organization (FAO) <https://ourworldindata.org/grapher/fish-and-seafood-consumption-per-capita>



Spotřeba v zemích střední Evropy (2017)

Země	kg/osobu a rok
Maďarsko	6,30
CZ	9,31
Slovensko	9,70
Polsko	10,69
Německo	12,75
Rakousko	14,09



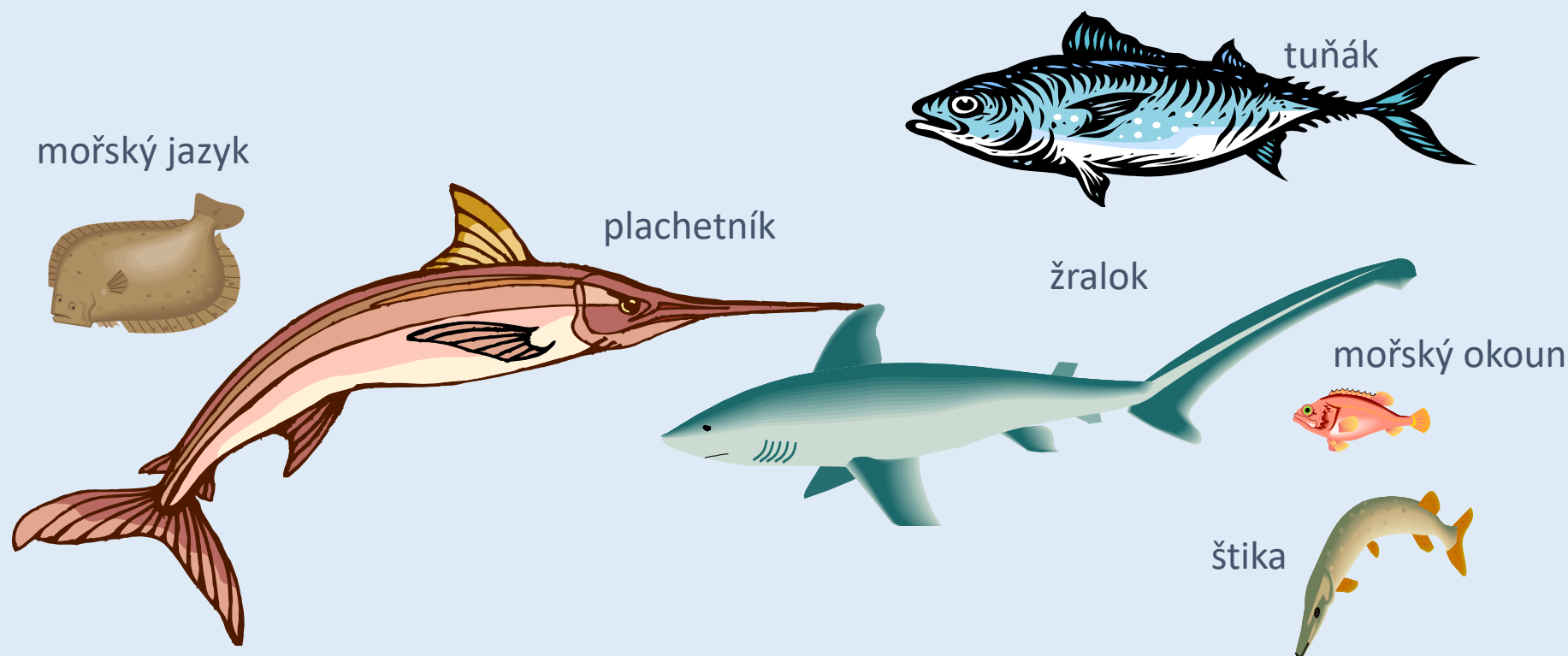
cca 50-60 % je jedlý podíl



Další země: Island (90,71); Portugalsko (56,84); Norsko (51,35); Španělsko (42,47); Francie (34,37); Švédsko (32,81)

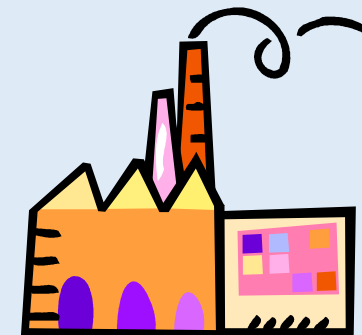
Ryby jsou typickým zdrojem kumulace polutantů

- Persistentní organické polutanty (POPs - PCBs, DDT, PCDD/F)
- Organické-metalo komponenty, těžké kovy (např. organický cín, Hg, As, ...)
- *Pozor na organické přírodní toxiny (řasy)!*



Rtuť (Hg) / methyl-mercury (MeHg)

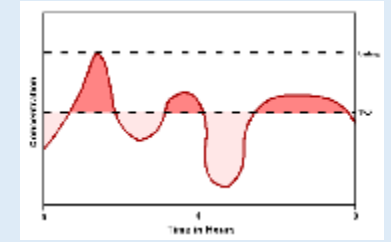
- Hg je široce rozšířená v prostředí
- Průměrná koncentrace je v zemské kůře je asi 0,5 mg/kg
- Zdroje kontaminace:
 - Přírozené odplyňování ze zemské kůry a oceánů - 150000 tun/rok
 - Sopečná činnost
 - Těžební oblasti (např. Středomoří, jižní a východní Asie) - 10000 tun/rok
 - Činnost lidí - 10000 tun/rok spalováním uhlí, fungicidy
- Chemické vlastnosti, tvorba methyl-rtuti
- Elementární rtuť (málo rozpustná ve vodě a lipidech)
- Sloučeniny rtuti (Hg^0 , Hg^{2+})
- Sloučeniny rtuti (Hg_2^{2+}) - méně stabilní
- Mnoho stabilních komplexů s biologickými systémy - zejména se skupinami SH
- Alkyl rtuť + halogeny (Cl) tvoří vysoce toxické, rozpustné sloučeniny
- *Z elementární a rtuťnaté Hg vzniká methyl-rtuť, kterou vytvářejí mikroorganismy - je to účinný způsob detoxikace*



Analytické možnosti pro Hg/MeHg

- **Celková rtuť**
- Neutronová aktivační analýza vyžadující nákladné a vysoce specializované vybavení.
- AAS - vzorek se oxiduje směsí kyseliny sírové a dusičné, čímž se veškerá přítomná rtuť převede na anorganickou formu (možné ztráty odpařováním). Po oxidaci se rtuť převede do kovového stavu a její přítomné množství se odhadne ve formě par uvolněných z roztoku v proudu dusíku pomocí bezplamenové AAS s použitím čáry 253,7 nm.
- **Analyzátor rtuti AMA 254 (široce používaný v ČR)**
 - Jednouúčelová AAS pro přímé stanovení rtuti v pevných a kapalných vzorcích. Není nutná primární chemická předúprava vzorků. Využívá generování rtuti v páře s následným zachycením a zušlechťením na amalgamátoru zlata. **Dosahuje velmi nízké LoQ (0,1 ug/kg) bez závislosti na matrici.** Parametry: AAS s jedním paprskem, výbojka Hg, vlnová délka 253,65 nm, detektor: Si UV dioda.
- **Methyl-rtuť – speciální analýza → HPLC –ICP-MS; HPLC-GC...: MeHg** se extrahuje organickými rozpouštědly (obvykle benzenem), re-extrahuje se do vodného roztoku cysteinu a po okyselení se extrahuje zpět do rozpouštědla. MeHg v tomto rozpouštědle se pak stanoví plynovou chromatografií.

Charakterizace nebezpečí rtuti

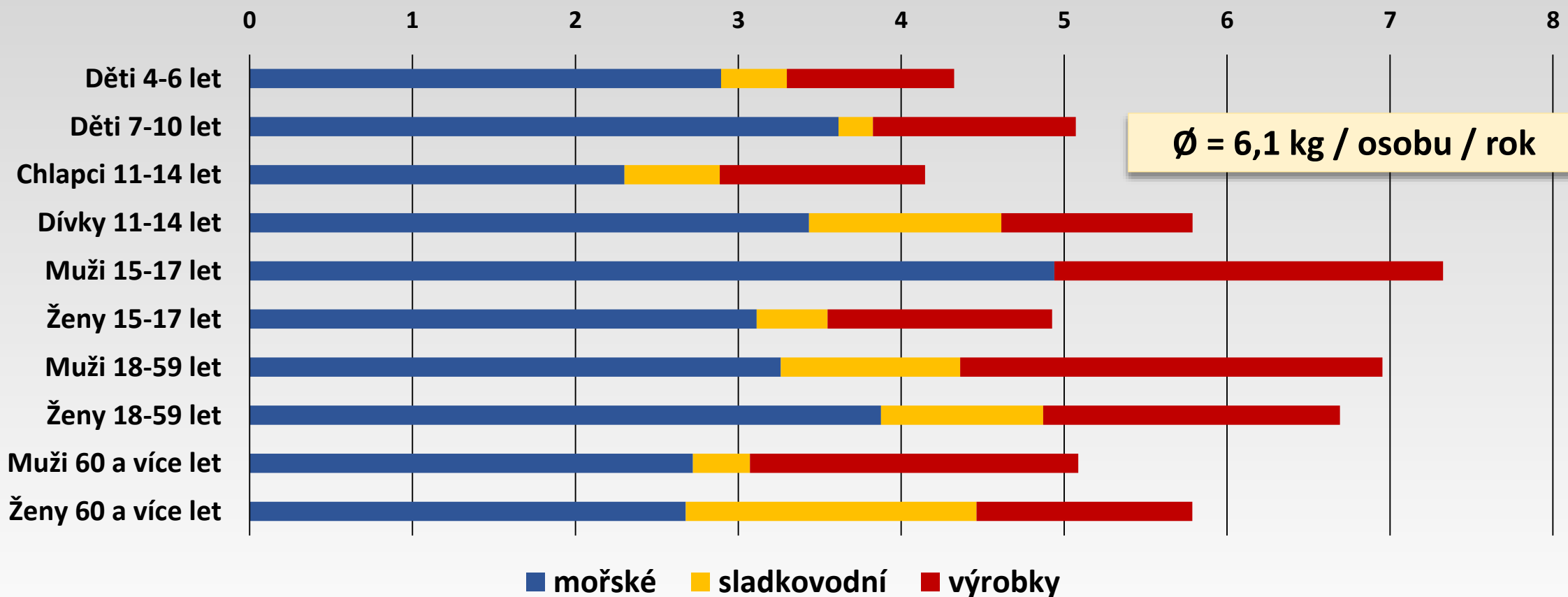


- EFSA stanovila (2012)
 - pro **anorganické formy** rtuti limitní hodnotu (TWI) ve výši **4 ug / kg t.hm. / týden**
 - pro **methyl-rtuť** **1,3 ug / kg t.hm. / týden**
- WHO stanovila expoziční hodnotu (PTWI)
 - pro **celkovou rtuť z potravin**, nezahrnujících ryby/mořské plody, byla stanovena ve výši **0,004 mg / kg t.hm. / týden** (WHO TRS 959, 2011). *Limitní hodnota RfD US EPA pro elementární formy rtuti není stanovena.*
- JECFA FAO/WHO stanovila expoziční hodnotu (PTWI)
 - pro **methyl-rtuť** činí **0,0016 mg / kg t.hm. / týden** (WHO TRS 922, 2003)
 - nebo **RfD 0,0001 mg / kg t.hm. / den** (US EPA; IRIS, 2001).

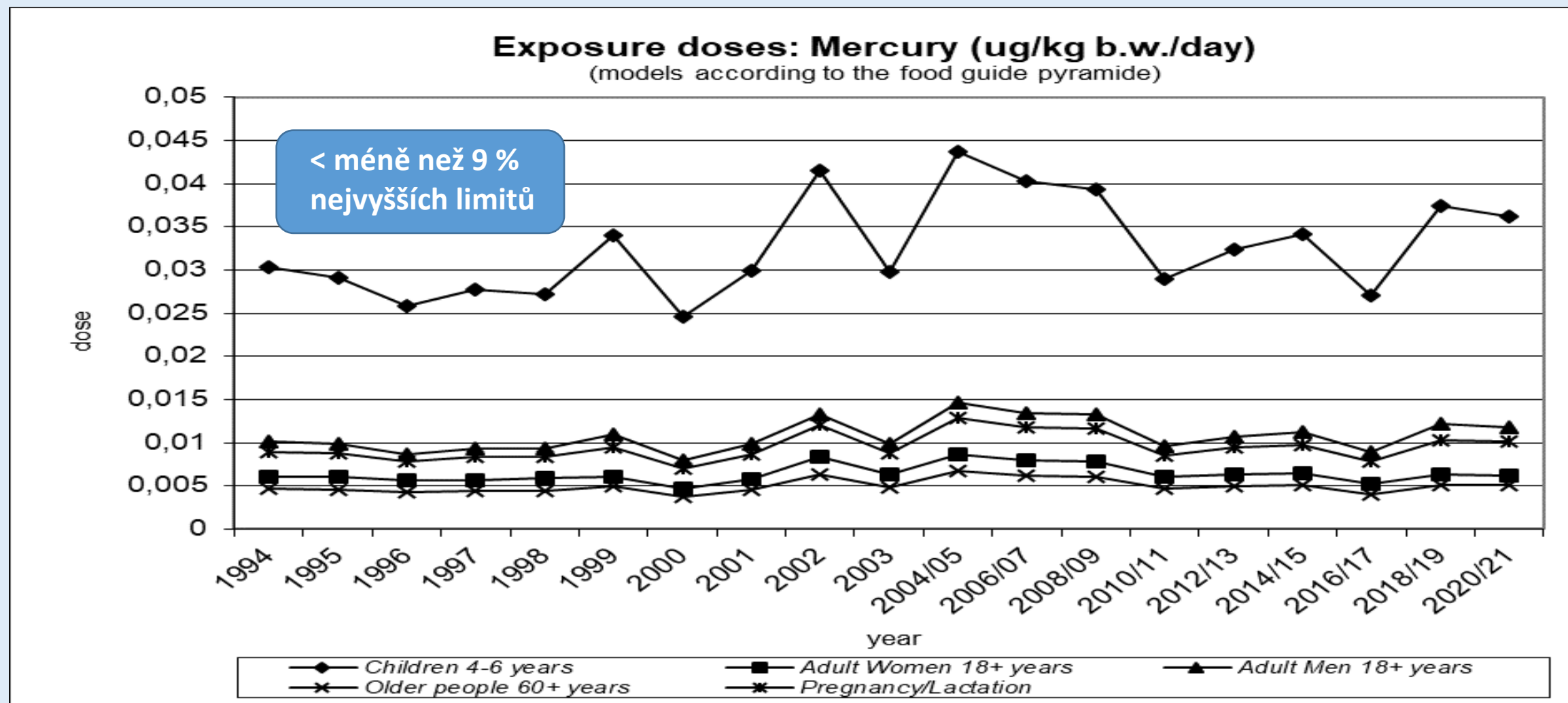
Spotřeba ryb a rybích výrobků v ČR (2004)

Spotřeba ryb a rybích výrobků v ČR – SISP04 (jak nakoupeno)

kg / osobu / rok



Expoziční hodnoty podle „potravinové pyramidy“



Expozice celkové rtuti z potravin činila 2,2 % TWI (EU).

Průměrná expoziční dávka MeHg z ryb/mořských plodů dosáhla 4,3 % TWI nebo 3,6 % PTWI nebo 8,2 % RfD.

Výběr 10 nejvyšších analytických záchytů v období 2020/2021

Rok	C	C(sd)	Jednotka	Název
2020	41,7	0,54	ug/kg	KONZERVY RYBI
2021	40,8	0,03	ug/kg	KONZERVY RYBI
2021	38,6	1,22	ug/kg	RYBY MORSKE
2020	37,1	0,43	ug/kg	RYBY UZENE
2020	33,4	0,21	ug/kg	RYBY MORSKE
2021	31,6	0,41	ug/kg	RYBY UZENE
2020	29,5	0,88	ug/kg	RYBY MARINOVANE
2021	26,9	1,00	ug/kg	RYBY MARINOVANE
2020	18,7	0,23	ug/kg	RYBY SLADKOVODNI
2020	14,9	0,11	ug/kg	SALATY LAHUDKOVE

Po přepočtu na hodnotu „jak nakoupeno“ **n = 220 (67 pozitivních)**

Toxicita methyl-rtuti (MeHg)

Absorpce, distribuce a eliminace

- MeHg se po perorální expozici **snadno vstřebává** (až 95 %).
- MeHg lehce **prochází hematoencefalickou bariérou i placentou** >>> což vede k vyšším hladinám rtuti v mozku plodu než v mozku matky.
- Hlavní cesta je eliminace žluč a stolice.

Symptomy

- Vyvíjející se **nervový systém** je pro MeHg velmi citlivým cílem.
- Neurotoxické účinky pozorované u lidí otrávených MeHg jsou také známy jako **Minamatská nemoc**.

Otrava rtutí může mít za následek

- mentální retardaci
- mozkovou paralýzu
- hluchota a slepota
- kardiotoxicita (vysoký krevní tlak).



Rtuť a sloučeniny v potravinách



MeHg v potravinách

- Potraviny mohou obsahovat různé sloučeniny Hg
- Organické sloučeniny rtuti (alkyl a aryl rtuť, např. CH_3Hg).
- Anorganické sloučeniny rtuti (sloučeniny rtuti Hg^{2+} , např. HgCl_2).
- Kovová rtuť (elementární Hg^0)
- Chemická forma Hg v potravinách ovlivňuje absorpci, distribuci a vylučování z těla
- Chemická forma MeHg v rybách je >85 % ve svalovině a < 80-90 % v ostatních tkáních.

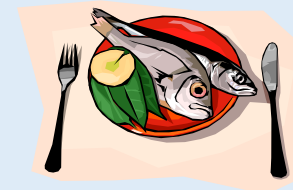
Zákonné limity pro potraviny

Maximální přípustné hodnoty pro potraviny jsou obvykle **stanoveny pro celkovou rtuť**.

- nařízení EU č. 2022/617 - v současné době je maximální hladina **0,5 mg/kg pro maso ryb a produkty rybolovu,**
- s výjimkou některých **vyjmenovaných druhů ryb, hlavonožců --- 1 mg/kg a 0,3mg/kg**

Některé poznámky k expozici rtuti

1. Hlavní podíl Hg/MeHg pochází z ryb a mořských plodů, ostatní potraviny přispívají méně než 10 % dávky.



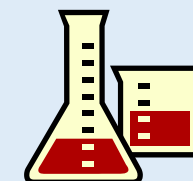
2. Rozložení spotřeby ryb/mořských plodů není normální, některé skupiny obyvatel mohou být vystaveny většímu množství Hg/MeHg.



3. Mezi populačními skupinami jsou nejvíce ohroženy těhotné ženy kvůli velmi vysoké citlivosti mozku plodu.



4. Pro odhad expozice Hg/MeHg lze použít celkový obsah rtuti v rybách.



Leták (SZÚ, 2006)



Tato informace byla připravena
v souladu s doporučením
Evropské komise ze dne 12.5.2004
pro obyvatele České republiky.

Další informace jsou dostupné na adrese:
VVP při SZÚ, Palackého 3a, 612 42 Brno
tel. fax: 541 211 764,
e-mail: sekrutaria@chpr.szucz



Autor Doc. MVDr. Jiří Ruprich, CSc.
Recenze MUDr. Dana Müllerová, Ph.D.
Grafická úprava Pavel Nepsáček
Odpovědná redaktorka Renata Benková
Vytiskl Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, Praha 10
Vytiskl Geoprint, Kraginská 1110, 460 01 Liberec
1. vydání, Praha 2006
© Státní zdravotní ústav
Nepronájem

Co byste měli vědět o rtuti v rybách a rybích výrobcích



**Rady
určené ženám,
které chtějí otěhotnět,
těhotným a kojícím ženám
a dětem do tří roků.**



Ryby a mořští živočichové jsou důležitou součástí zdravé výživy. Obsahují mastné kyseliny ze skupiny omega-3 (EPA, DHA), které jsou pro člověka nezbytné, protože si je sám nedokáže vytvářet v dostatečném množství. Obsahují také vysoce biologicky hodnotné bílkoviny a další nezbytné živiny (např. selen, jód, vápník, vitamíny A, D, B₁₂). Vyvážená dieta se zastoupením ryb a mořských živočichů přispívá k prevenci onemocnění srdce a cév, u dětí podporuje zdravý růst a vývoj tělesných tkání. Proto zejména ženy a děti by měly dbát na zahrnutí ryb a mořských živočichů do jídelníčku.

Všechny ryby a mořští živočichové však mohou obsahovat malé množství rtuti. Pro většinu osob tato rtuť nepředstavuje prakticky žádné zdravotní riziko. Pro vyvíjející se plod během těhotenství a malé děti však zdravotní riziko nelze zcela vyloučit. Proto Vědecký výbor pro potraviny při Státním zdravotním ústavu v Brně doporučuje ženám, které chtějí otěhotnět, těhotným a kojícím ženám a dětem do tří roků, jak vybírat ryby a mořské živočichy s nízkým obsahem rtuti a zachovat přitom vhodný přísun nezbytných omega-3 mastných kyselin, bílkovin, mikroprvků a vitamínů.



**Základní rady týkající se zdravotní bezpečnosti ryb
a rybích výrobků z hlediska obsahu rtuti pro zmiňované
skupiny populace:**

1. Konzumujte alespoň jednou až dvakrát týdně ryby a rybí výrobky (celkem asi 340g), které obsahují málo rtuti. Patří mezi ně např. rybi filé (treska, mořská štika, hejlk, losos, sardinky, herinky, kapr, krevety, šproti, ančovičky, pstruzi aj).
2. Některé oblíbené ryby mohou mít zvýšený obsah rtuti, např. "bílý" tuňák, makrela. Měly by se konzumovat nejvýše jednou týdně (170g porce).
3. Nekonzumujte raději následující potraviny: maso žraloka, maso mečouna, maso velkých sladkovodních dravých ryb (např. štika, candát, bolen). Tyto ryby obsahují obvykle velké množství rtuti, a nejsou proto pro výše uvedené rizikové skupiny vhodné, i když vyhovují stanovenému hygienickému limitu.
4. Zajímejte se o kvalitu ryb lovených rekreačně v řekách, rybnících, přehradách. Pokud konzumujete tyto ryby pravidelně, informujte se o kontaminaci vod rtutí u orgánů Zemědělské vodohospodářské správy (<http://www.zvhs.cz>) nebo Českého hydrometeorologického ústavu (<http://www.chmu.cz>). Jestliže není dostupná žádná informace, nekonzumujte takové ryby častěji než 1x týdně (170g) a v uvedeném týdnu již nejzte žádné další ryby.
5. Uvedené rady platí pro dospělé osoby. U malých dětí dodržujte doporučený počet porcí týdně, při přiměřeně menší porci ryb/mořských živočichů.

Nejčastější dotazy

Co je to rtuť?

Rtuť je kov, který se vyskytuje přirozeně v prostředí, ale je také uvolňován do prostředí při řadě průmyslových činností. Páry rtuti se šíří vzduchem a mohou se hromadit v řekách a mořích. Ve vodě se činnosti mikroorganismů mění v metylrtuť, která je velmi nebezpečná pro lidský plod a malé děti. Ryby a mořští živočichové mohou metylrtuť z vody hromadit. Některé druhy ryb více než jiné, v závislosti na jejich zdroji výživy.

Jsem žena, která plánuje těhotenství. Mám se obávat obsahu rtuti (methylrtuti) v potravinách?

Jestliže pravidelně konzumujete ty druhy ryb, které obsahují vysoké množství rtuti, může se metylrtuť hromadit ve Vaší krvi. Tato rtuť se z těla vylučuje pomalu, až několik týdnů. Proto je vhodné chovat se podle výše uvedených rad několik týdnů před otěhotněním.

Je rtuť (methylrtuť) ve všech rybách a rybích výrobcích?

Většina ryb obsahuje nízké množství rtuti. Některé druhy ryb a především ryby větší a starší jsou schopné kumulovat více rtuti. Proto se doporučuje některé druhy ryb konzumovat jen v omezené míře.

Jak se vyznat v doporučeních týkajících se tuňáka?

Steaky z tuňáka pocházejí z větších ryb a obsahují tak více rtuti. Konzervovaný tuňák je obvykle vyráběn z menších druhů tuňáka, a proto obsahuje rtuti méně. Vždy ale toto tvrzení, bohužel, neplatí, protože některé konzervy obsahují i maso více kontaminovaných tuňáků. Z etikety konzervy většinou nelze poznat, z jakého druhu tuňáka maso pochází. Proto doporučujeme omezit konzumaci těchto druhů rybích konzerv na maximálně jednu porci (asi 170g) týdně. To je jedna malá konzerva masa z tuňáka. Mezi menší druhy tuňáků patří tuňák malý, Bonito, (*Katsuwonus pelamis*), označovaný jako "skipjack" nebo jako "light", který má tmavší maso. Střední velikosti je pak tuňák křídlatý (*Thunnus alalunga*), označovaný jako "albacore" nebo "white", který má velmi bílé, ceněné maso s jemnou chutí.



Co když konzumuji více porcí ryb týdně?

Jestliže jde o výjimečnou situaci, hladina methylrtuti se v těle příliš nezvýší. Pokud jde o pravidelnou konzumaci více než dvou porcí týdně, pak je vhodné pečlivě kontrolovat, o jaké ryby jde. V každém případě je jednodušší omezit se na konzumaci průměrné dvou porcí týdně.

Kde lze získat více informací o kontaminaci ryb z tuzemských vod chycených při rekreačním rybaření?

Tyto údaje nejlépe získáte od místních orgánů SVS (Státní veterinární správy) nebo ČIŽP (České inspekce životního prostředí), které by měly mít přehled o kontaminaci vodních zdrojů v oblasti, kde ryby rekreačně lovíte. Obecné pravidlo týkající se kontaminace ryb rtutí zní: starší (větší) a zejména masožravé ryby (štika, candát, bolen) mají vyšší obsah methylrtuti.

Další chemické kontaminanty v rybách – mg/kg

Potravina	PCB	Kadmium	Olovo	Rtuť	Arsen	Histamin
Legislativní limity	40 - 300 ug/kg (mono-ortho)	0,05 - 1,0 mg/kg	0,03 - 1,5 mg/kg	0,3 - 1,0 mg/kg	nejsou limity pro ryby - pouze anorganický	100 - 400 mg/kg
rybí konzervy	2,00	0,02	0,03	0,04	0,94	3,5
kapr	0,60	0,004	0,01	0,02	0,04	
sumec				0,03		
treska				0,008		
rybí maso	0,20	0,11	0,16	0,19	3,26	3,5
rybí vnitřnosti	5,00	0,46		0,02		
rybí produkty	0,70	0,03	0,03	0,04	1,18	3,5
sladkovodní ryby	0,30	0,002		0,002		
sleď		0,02	0,03	0,04		
makrela	0,30	0,025	0,011	0,051	1,976	3,5
marinované ryby	0,40	0,003		0,033	0,657	3,5
mořské ryby	0,15	0,126	0,011	0,29	0,818	
losos a pstruh	0,20	0,005	0,012	0,02	0,35	
sardinky	0,30	0,06		0,017		3,5
uzené ryby	0,50	0,026	0,008	0,053	1,41	
šproty		0,02		0,016		3,5
tuňák		0,01	0,05			2,75

Průměrné hodnoty pro chronické hodnoty; n = 5192 vzorků, 2012 – 2021 (10 let)

Závěry

1. Spotřeba ryb a výrobků je asi 10 kg/osobu/rok. Jedlý podíl je asi 50%
2. Sladkovodní ryby se konzumují asi 2 kg/osobu/rok; mořské ryby asi 3 kg/osobu/rok.
3. Distribuce je v populaci velice rozdílná (asi 8x)
4. Kontaminace rtutí a dalších kontaminantů je ve spotřebě populace v průměru minoritní.
5. Osoby, které konzumují více ryb, si musí vybírat příslušné druhy ryb.
6. Ryby a mořské plody jsou zásadní pro výživu.
7. Pouze 25% osob má dostatek omega-3 MK (EPA+DHA+DPA), včetně těhotných i kojících maminek...

