



Rtuť v lesních ekosystémech, okolí Neratovic

Tomáš Navrátil

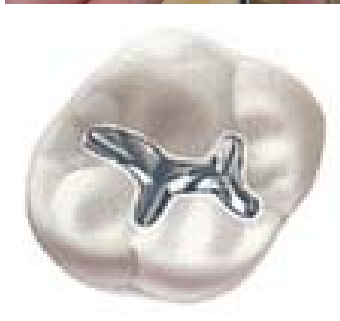
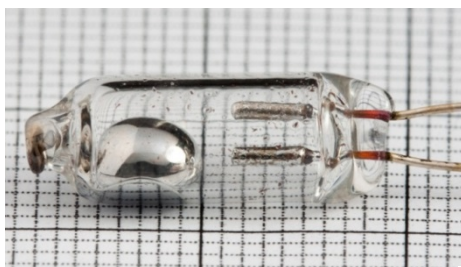




Rtuť - Hg...

- toxický prvek
- formy rtuti
 - elementární Hg (kovová) Hg^0
 - anorganické sloučeniny Hg resp. Hg soli rtuťnaté (HgS , HgO , $HgCl_2$)
 - organické sloučeniny Hg ($MeHg$)

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
III	VIII	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
nekovy alkalické kovy vzácné plyny halogeny metalloidy přechodné kovy jiné kovy vzácné zemní prvky									Helium 2 4,002602(2)
									Neon 10 20,1797(6)
									Argon 18 39,948(1)
									Krypton 36 83,80(1)
									Xenon 54 131,29(2)
									Radon 86 (222,0175)
Bor 5 10,811(7)	Uhlík 6 12,0107(8)	Dusík 7 14,0064(4)	Kyslík 8 15,9994(3)	Fluor 9 18,9984032(5)	Křemík 14 28,0855(3)	Fosfor 15 30,973761(2)	Síra 16 32,06(6)	Chlór 17 35,4527(8)	Neon 10 20,1797(6)
Hliník 13 26,981538(2)	Křemík 14 28,0855(3)	Fosfor 15 30,973761(2)	Síra 16 32,06(6)	Chlór 17 35,4527(8)	Argon 18 39,948(1)	Krypton 36 83,80(1)	Xenon 54 131,29(2)	Radon 86 (222,0175)	
Gallium 31 69,723(1)	Germanium 32 72,61(2)	Arsen 33 74,92159(2)	Selen 34 78,96(3)	Brom 35 79,904(1)	Krypton 36 83,80(1)	Xenon 54 131,29(2)	Radon 86 (222,0175)		
Indium 49 114,818(3)	Cín 50 118,710(7)	Antimon 51 121,760(1)	Tellur 52 127,60(3)	Jod 53 126,90447(3)	Xenon 54 131,29(2)	Radon 86 (222,0175)			
Thallium 81 204,3833(2)	Olovo 82 207,2(1)	Bismut 83 208,98038(2)	Potolium 84 (209,984)	Astat 85 (209,9871)	Radon 86 (222,0175)				
Uranium 92 238,02891(3)	Neptunium 93 237,048173(3)	Plutonium 94 244,06422(2)	Americký 95 243,061389(2)	Kurčák 96 247,067151(3)	Californium 98 251,083288(2)	Einsteinium 99 252,083216(2)	Fermium 100 257,1052854(2)	Mendelevium 101 258,1052858(2)	Nobelium 102 259,1052864(2)
Uun 110 (289)	Uuu 111 (272)	Uub 112 (277)							



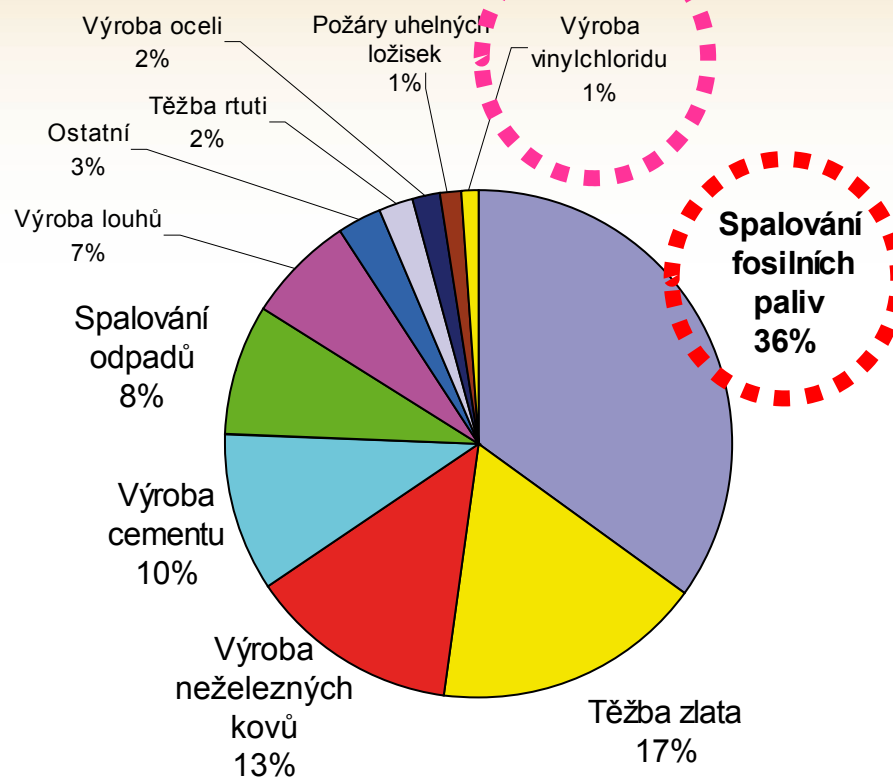
Cinabarit, rumělka





Zdroje atmosferických emisí Hg

Antropogenní světové

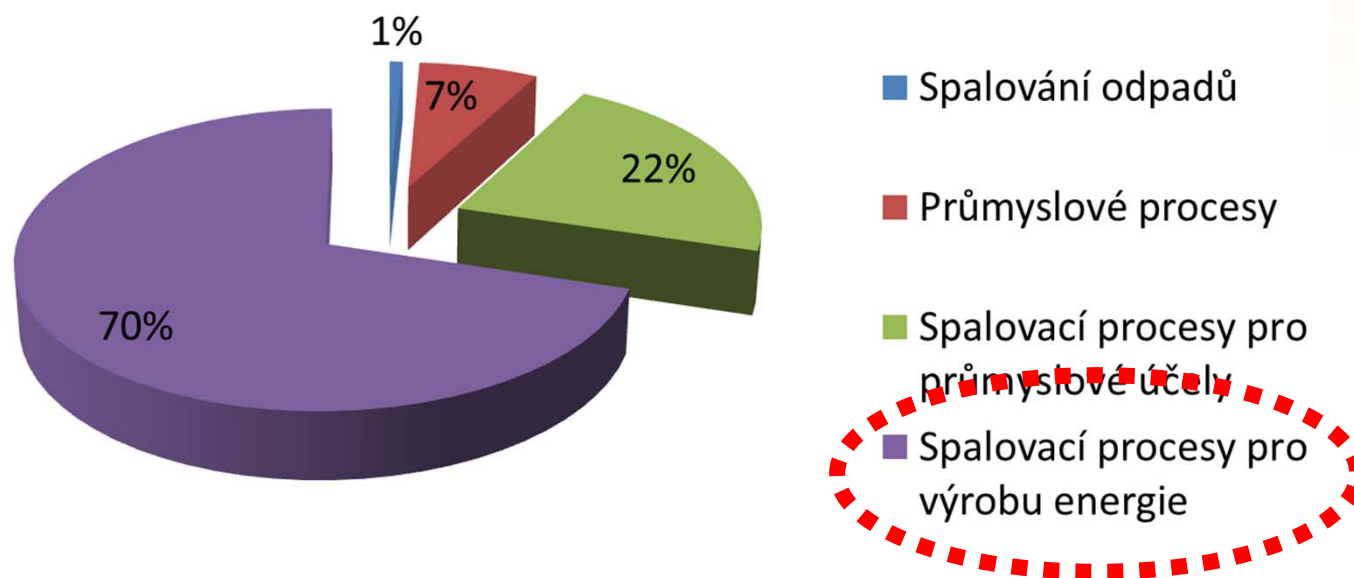


Suma: 2 320 t.rok⁻¹



Zdroje atmosferických emisí Hg

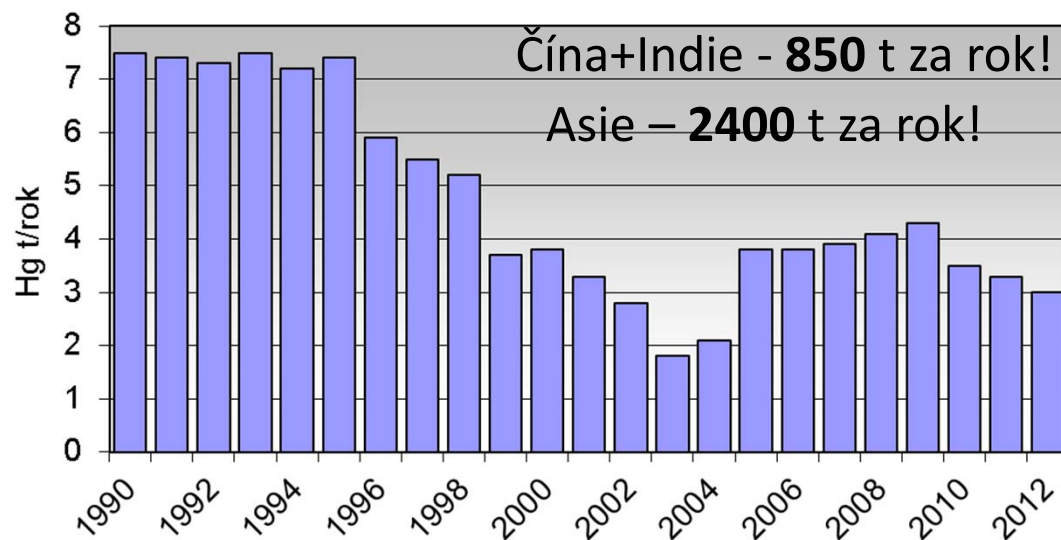
Antropogenní pro ČR v roce 2010



Suma: 3,14 t



Antropogenní emise Hg pro ČR



ZDROJ: <http://www.emep.int/>, Ročenky životního prostředí ČR

- emise Hg za rok 2010

Elektrárna Ledvice	70 kg
Elektrárna Počerady	234 kg
Elektrárna Pruněřov I	44 kg
Elektrárna Pruněřov II	143 kg
Elektrárna Tušimice	22 kg
Elektrárna Tisová	52 kg

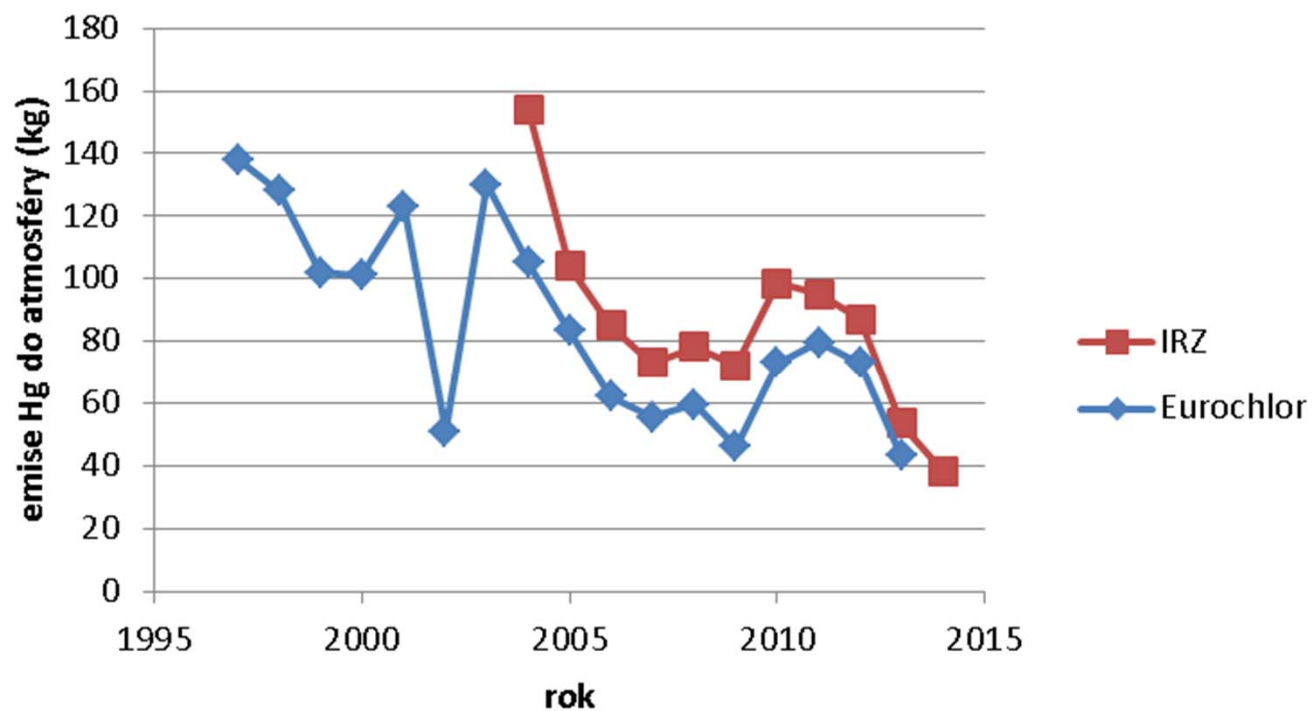
	Emise Hg (tun za rok)	2008
1	Russia	23.0
2	Turkey	22.0
3	Poland	16.0
4	Greece	13.0
5	Romania	12.0
6	Italy	11.0
7	Spain	7.8
8	Ukraine	6.8
9	UK	6.2
10	Serbia	5.4
11	Czech	4.1
12	Slovakia	4.1
13	France	4.0
14	Germany	3.8
...		
	Celkem, t/rok	165

ZDROJ: <http://www.emep.int/>



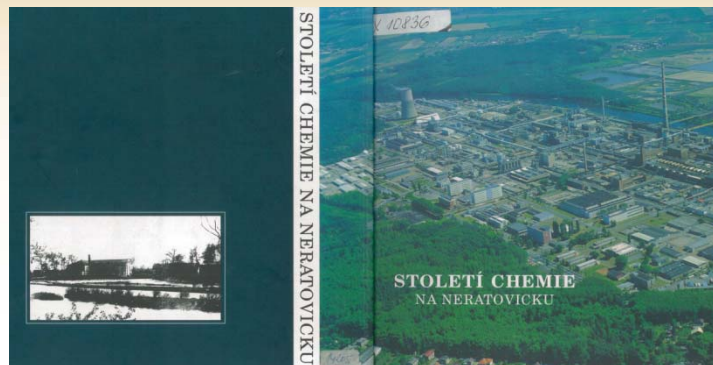
Emise rtuti Spolana

- průměrné atmosférické emise Hg v období 1997-2014 ~83 kg



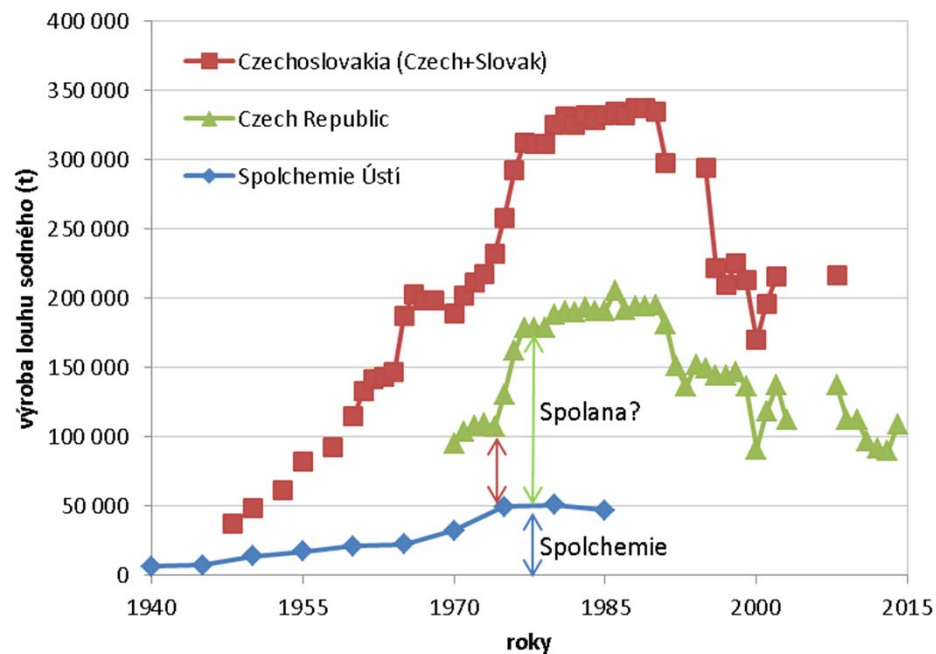


Spolana



- viskózová stříž
- kaprolaktam
- polyvinylchloridy
- alfa olefiny

- kyselina sírová
- hnojiva
- pesticidy
- petrochemické produkty



ZDROJ: (11/2016): Statistická ročenka chemického průmyslu za rok 1968-1980; United Nations data a World of Information, <http://data.un.org/>

NAVRÁTIL et al.

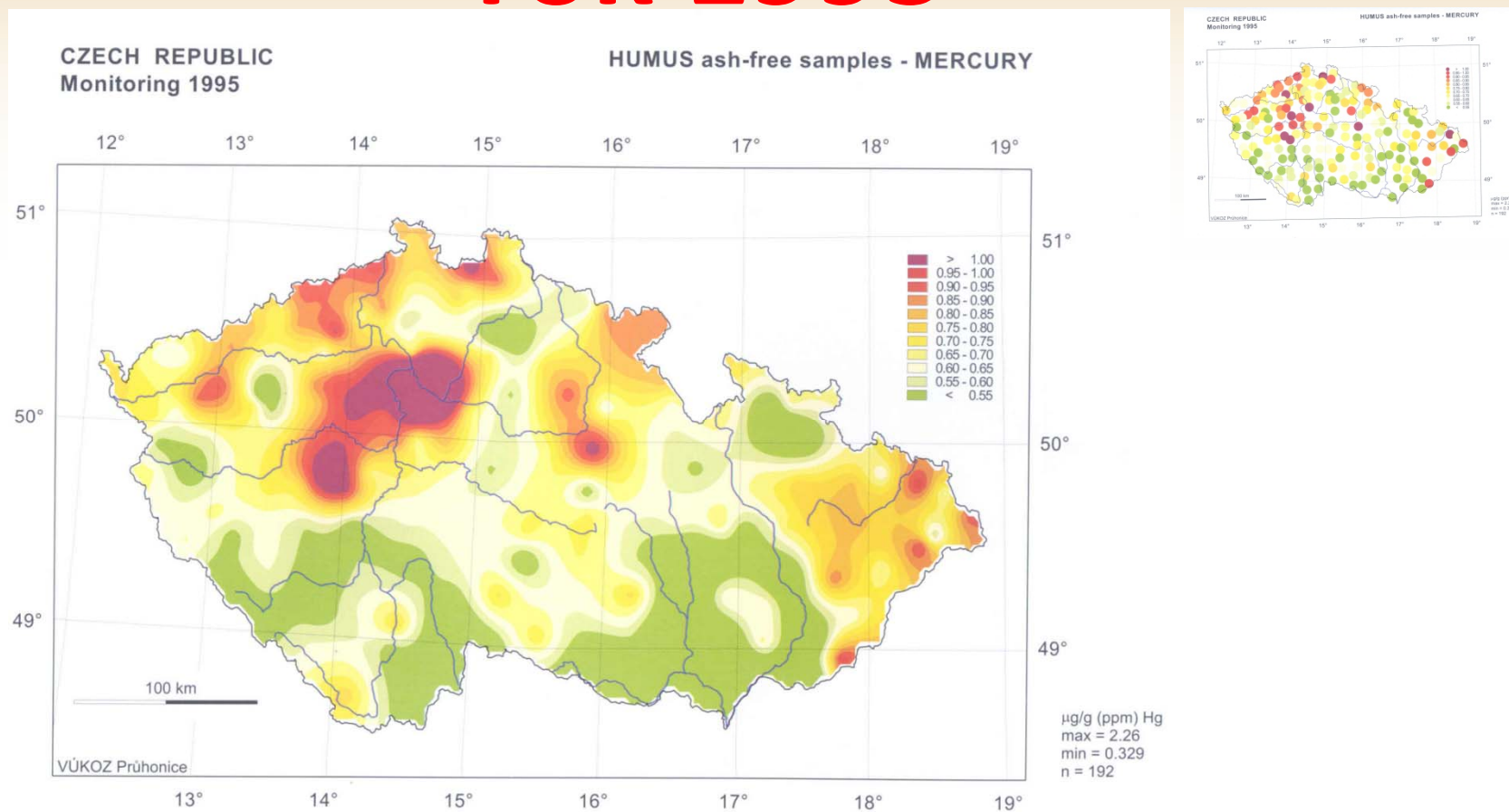
The history of mercury pollution near the Spolana chlor-alkali plant (Neratovice) as recorded by Scots pine tree rings and other bioindicators.

Submitted... 2016



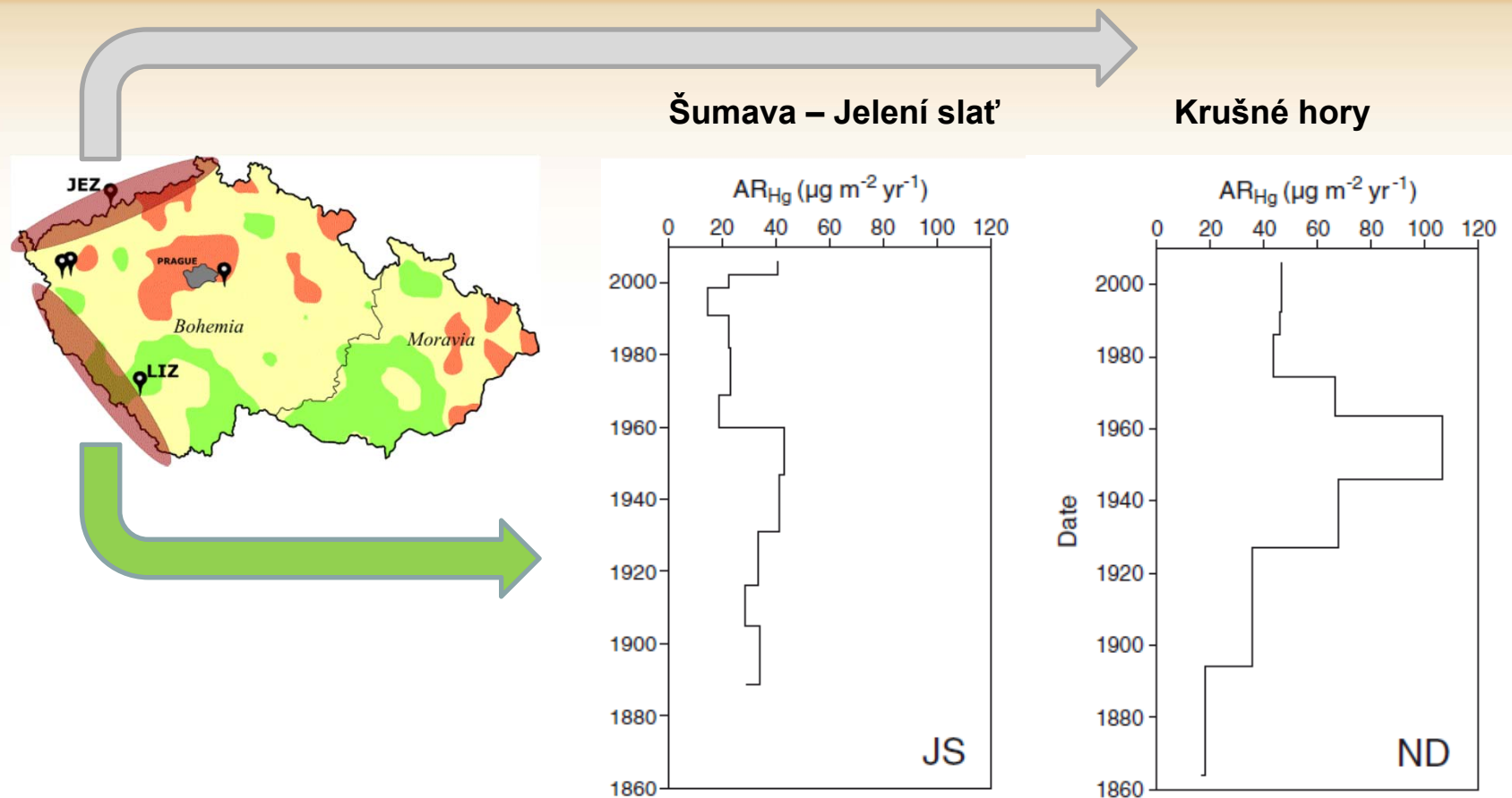
Kontaminace na území ČR

- Hg v lesním humusu **rok 1995**



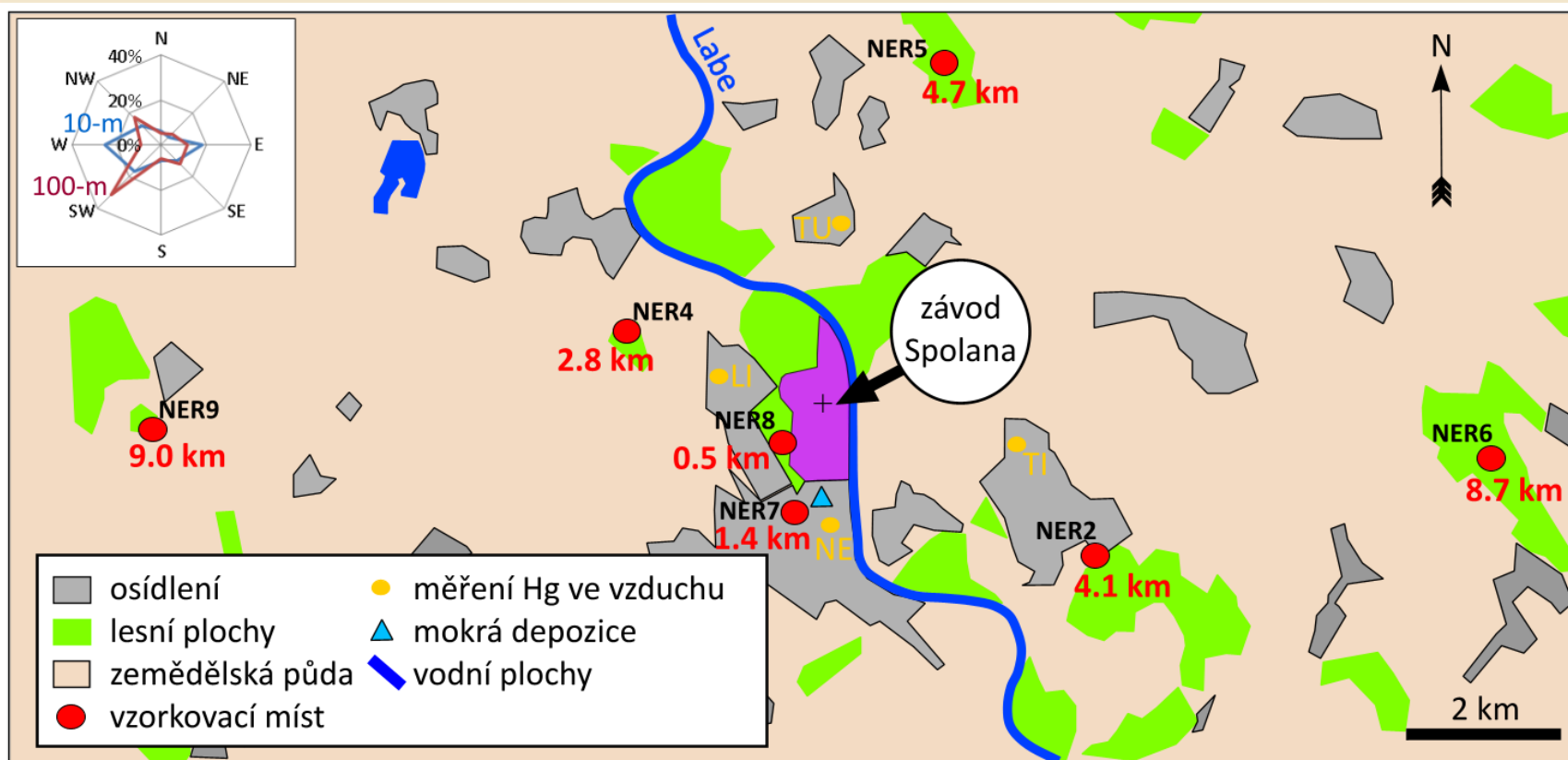


Změny v depozici - depoziční historie





Vzorkovací body – okolí Neratovic



- referenční lokalita – povodí Lesní Potok, 37 km jihovýchodně



Lesy v okolí Neratovic





Vzorkování

VZORKOVACÍ PROTOKOL

- jehličí borovice – 1 a 2 leté
- kůra
- 3 x vývrt z borovice lesní
- 3 x hrabankový horizont
- pedologická sonda
- hornina

kambizem arenická



<http://www.keyword-suggestions.com/dHJlZSBjb3Jl/>

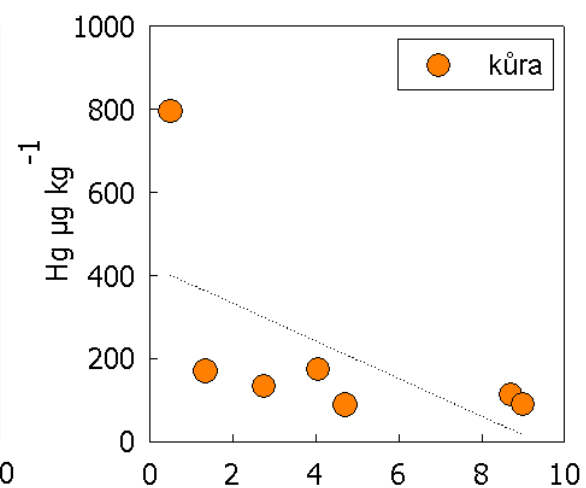
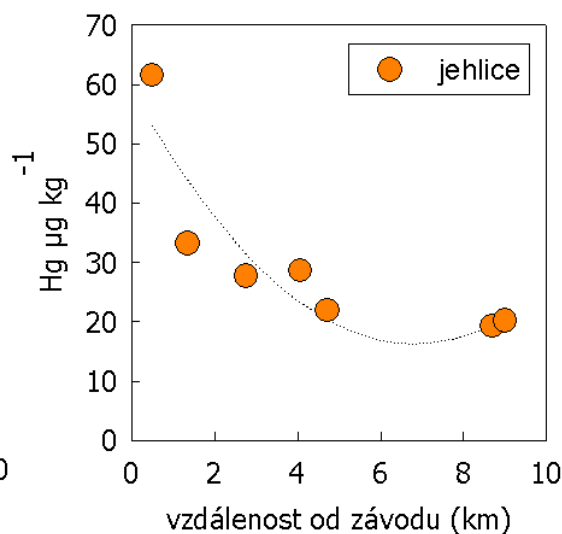
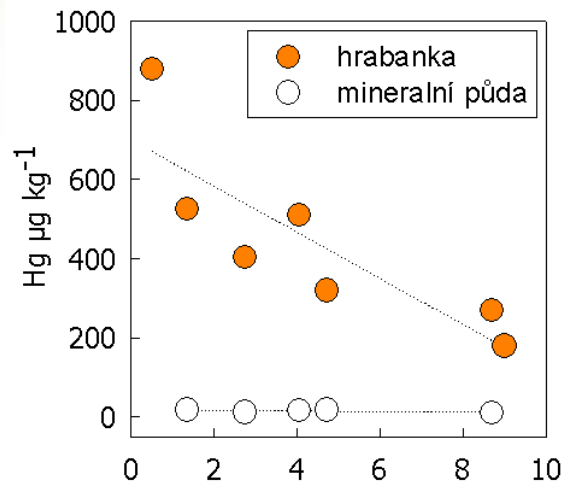


<https://uanews.arizona.edu/story/laboratory-of-tree-ring-research-to-debut-new-home-to-community>



Hg v bioindikátorech

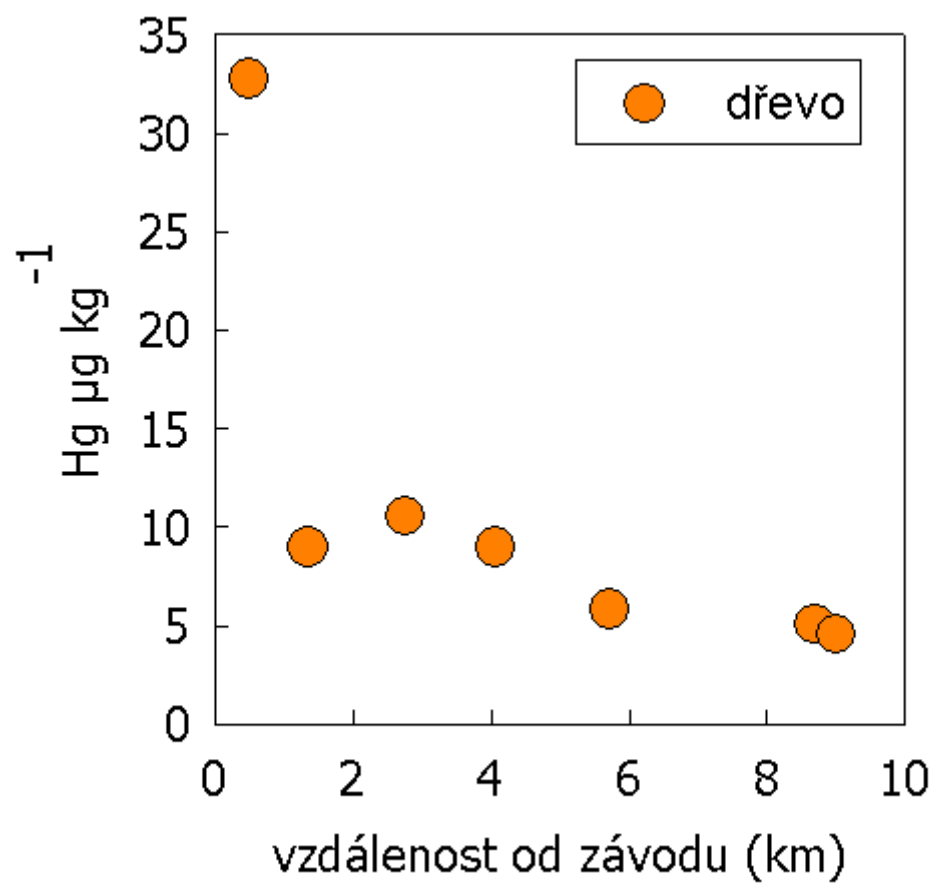
- Borovice lesní – Pinus Sylvestris



- se vzdáleností výrazný pokles koncentrace Hg ve všech bioindikátorech

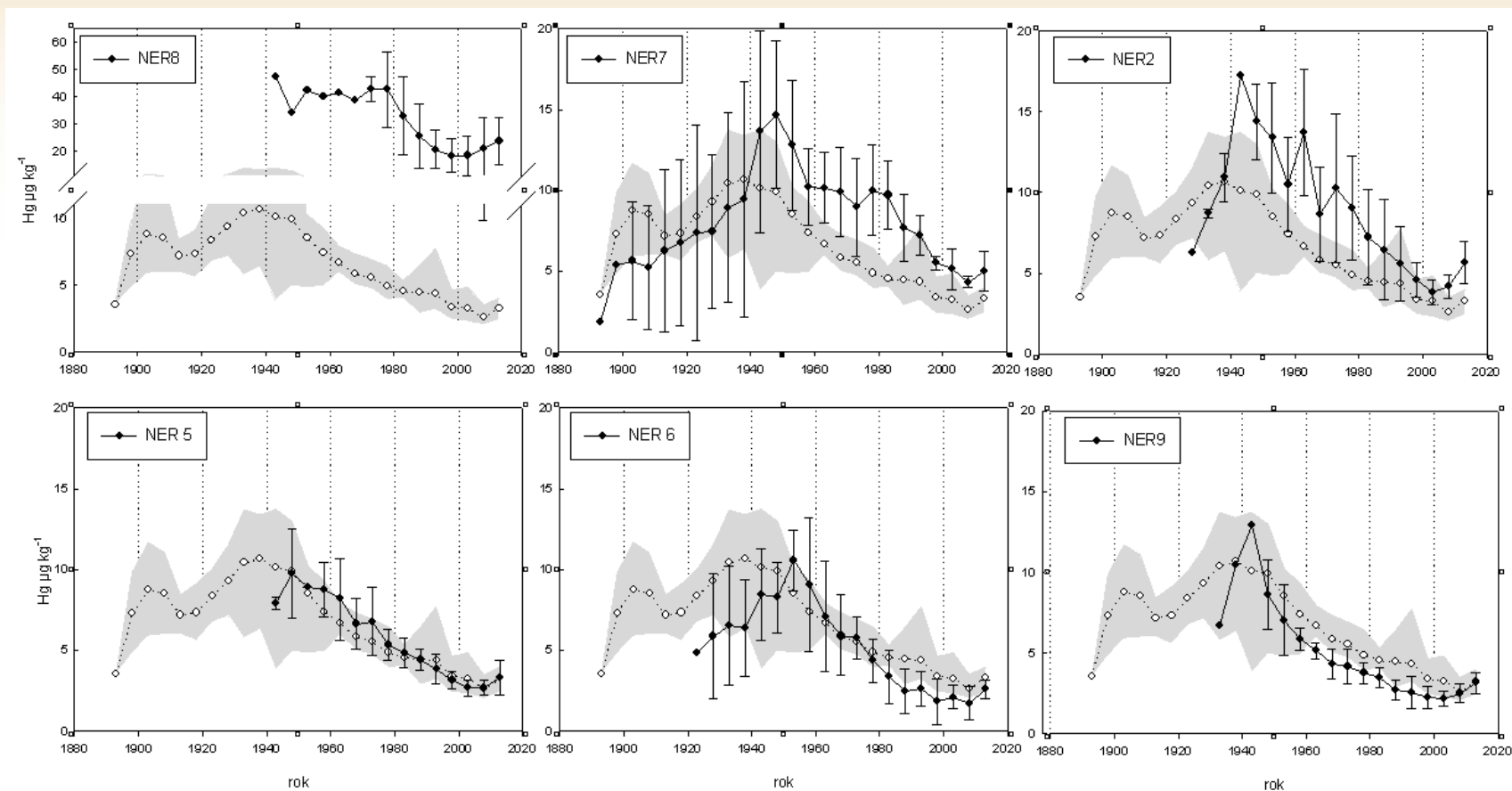


Koncentrace Hg ve dřevní hmotě





Záznam změn koncentrace Hg v letokruzích



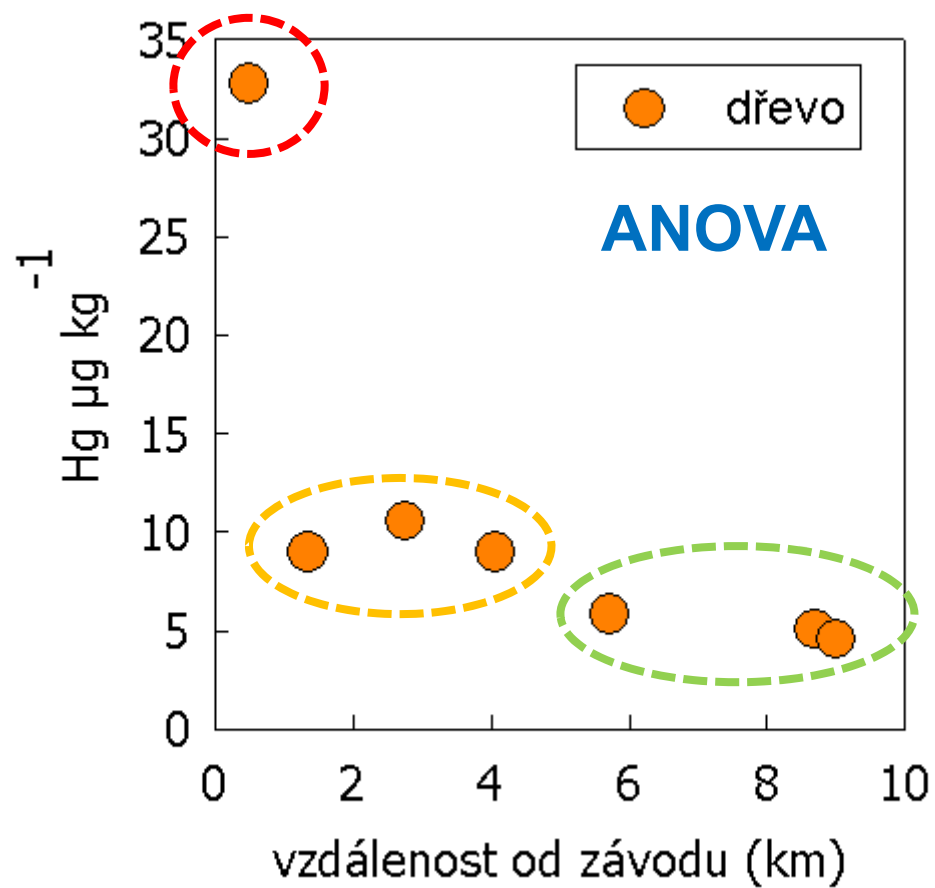
NAVRÁTIL et al.

The history of mercury pollution near the Spolana chlor-alkali plant (Neratovice) as recorded by Scots pine tree rings and other bioindicators.

Submitted... 2016



Koncentrace Hg ve dřevní hmotě

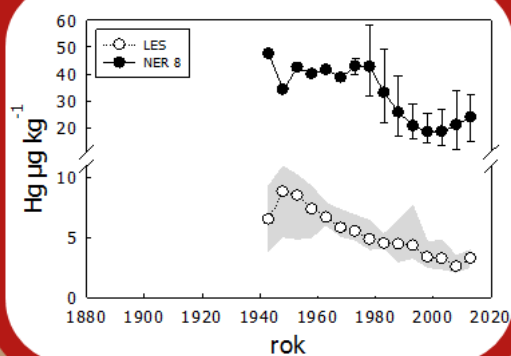




Koncentrace Hg ve dřevní hmotě

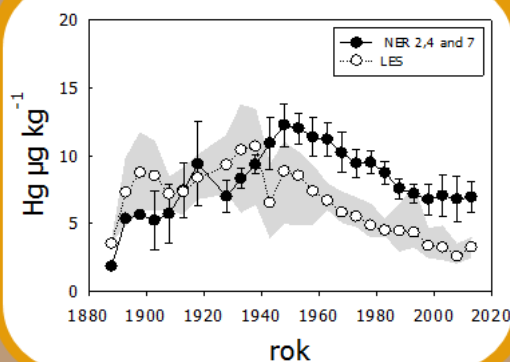
Lokalita NER8

Vysoce postižené kontaminací
Vzdálenost od závodu 0.5 km
Konc. Hg ve dřevě 32.7 $\mu\text{g kg}^{-1}$



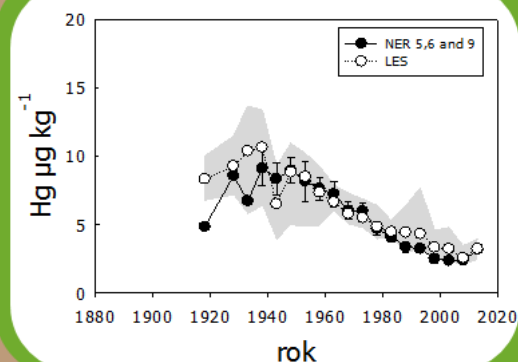
Lokality NER4, NER7 a NER2

Postižené kontaminací
Vzdálenost od závodu 1.4-4.1 km
Konc. Hg ve dřevě 9.0-10.5 $\mu\text{g kg}^{-1}$



Lokality NER5, NER6 a NER9

Málo postižené kontaminací
Vzdálenost od závodu 4.7-9.0 km
Konc. Hg ve dřevě 4.1-5.8 $\mu\text{g kg}^{-1}$





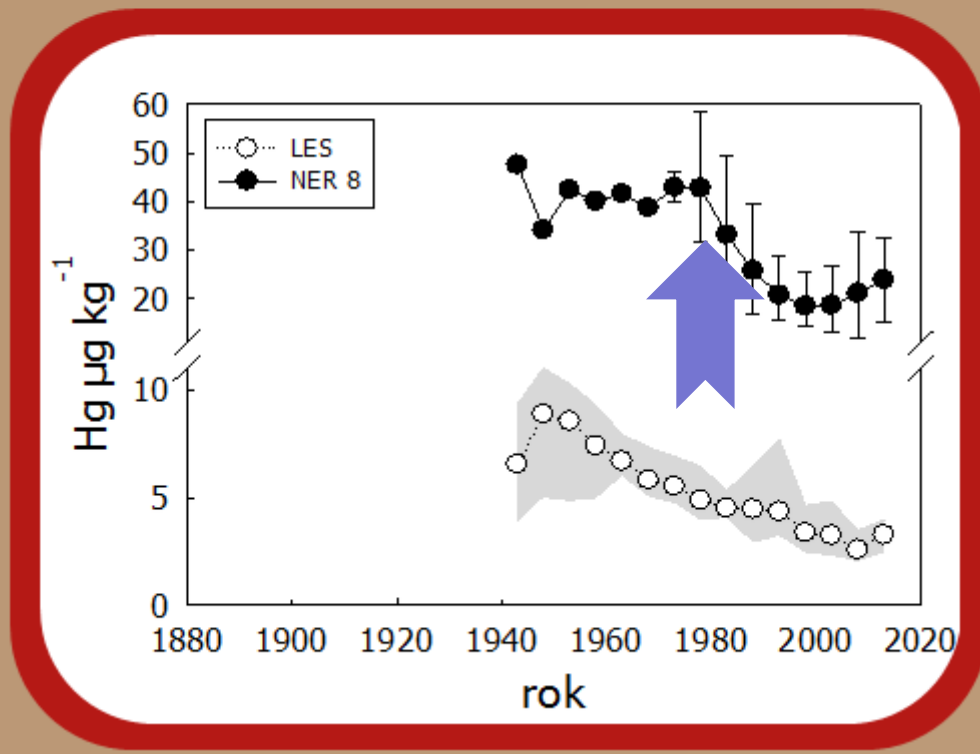
Koncentrace Hg ve dřevní hmotě

Lokalita NER8

Vysoce postižené kontaminací

Vzdálenost od závodu 0.5 km

Konc. Hg ve dřevě $32.7 \mu\text{g kg}^{-1}$





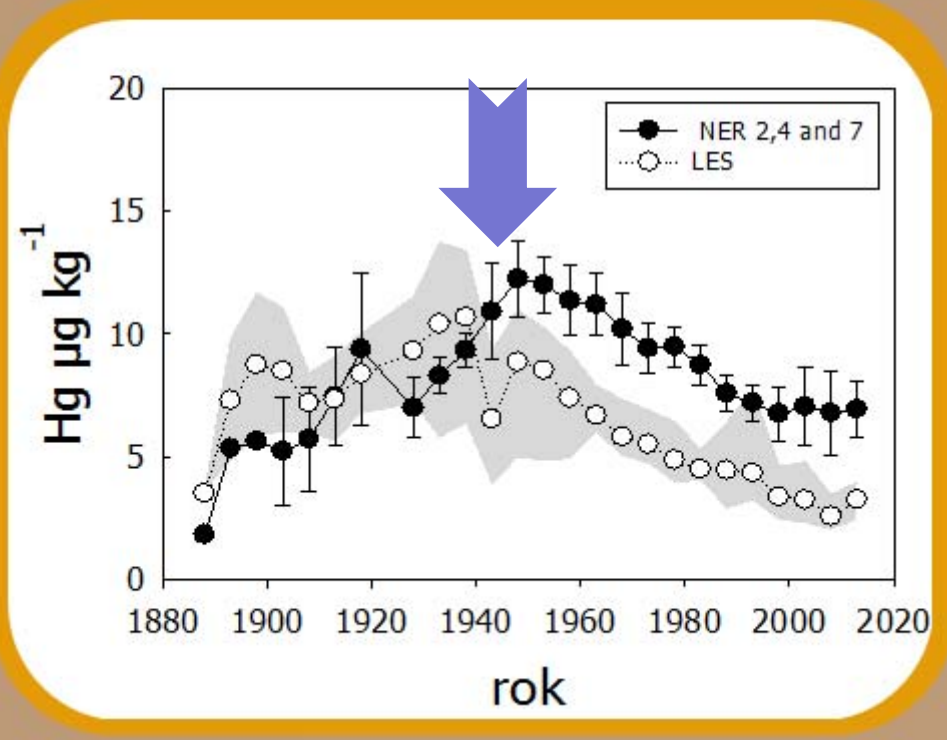
Koncentrace Hg ve dřevní hmotě

Lokality NER4, NER7 a NER2

Postižené kontaminací

Vzdálenost od závodu 1.4-4.1 km

Konc. Hg ve dřevě 9.0-10.5 $\mu\text{g kg}^{-1}$





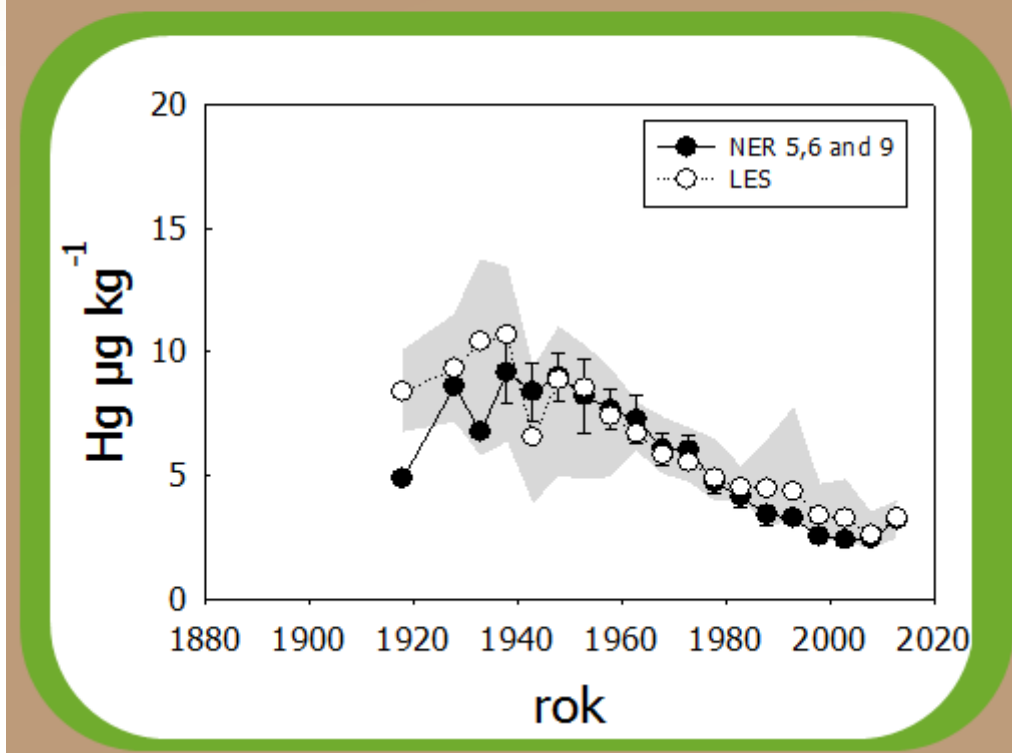
Koncentrace Hg ve dřevní hmotě

Lokality NER5, NER6 a NER9

Málo postižené kontaminací

Vzdálenost od závodu 4.7-9.0 km

Konc. Hg ve dřevě 4.1-5.8 $\mu\text{g kg}^{-1}$



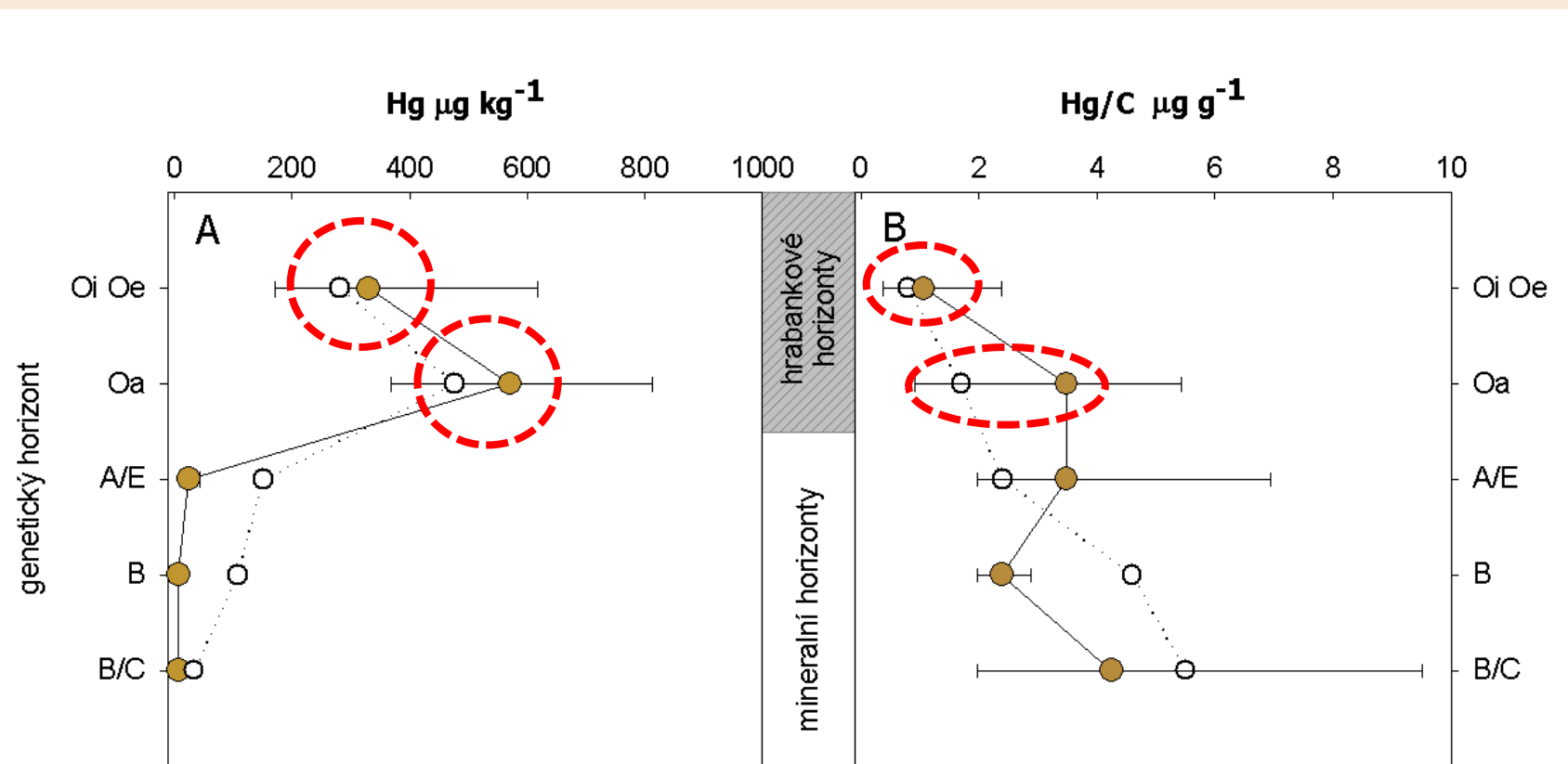
NAVRÁTIL et al.

The history of mercury pollution near the Spolana chlor-alkali plant (Neratovice) as recorded by Scots pine tree rings and other bioindicators.

Submitted... 2016



Koncentrace Hg v půdě



NAVRÁTIL et al.
The history of mercury pollution near the Spolana chlor-alkali plant...
Submitted... 2016

NAVRÁTIL et al. (2014)
Distribution and pools of mercury in Czech forest soils
Water, Air and Soil Pollution 225



Závěry

- záznam změn koncentrací Hg v letokruzích borovic vypovídá o změnách koncentrací Hg ve vzduchu v okolí
- některé změny odpovídaly známým začátku práce se rtutí v Neratovicích a změnám ve výrobě
- koncentrace Hg v letokruzích klesají od 40.tých let 20.století na všech lokalitách včetně referenční lokality ve vzdálenosti 37 km
- poměr Hg/C je citlivým indikátorem znečištění
- za 80.let zvýšených depozic se rtuť nedostala skrz hrabankové horizonty do minerální půdy