



## Ropné látky

Uhlovodíky a jejich směsi, které jsou tekuté při teplotách  $+40^{\circ}\text{C}$  a nižších

Mezi ropné látky patří benzíny, nafta, petrolej, oleje, ropa a podobné látky

Ropa z různých zdrojů je tvořena třemi hlavními složkami (alkany, cyklohexany a aromáty)

Obsahuje i sírné a dusíkaté složky, různé kovy (olovo, vanad aj.) dále i PAU a PCB

Ve vodě jsou ropné látky rozpuštěné, emulgované nebo jako odloučená volná fáze, často navázána na nerozpuštěné látky

Rozpustnost ropných látek je velmi rozdílná, s rostoucí délkou řetězce uhlovodíků rychle klesá

Nejrozpustnější jsou aromatické uhlovodíky

# Rozpustnost uhlovodíků ve vodě při 25°C (Hyánek a kol. 1991)



uhlovodíky (skupina)	uhlovodík	rozpustnost (mg.l <sup>-1</sup> )
alkany (parafiny)	oktan	0,9
	heptan	3,3
	hexan	10,5
	pentan	45
cyklany a cykleny	cyklooktan	8
	cyklohexan	60
	cyklohexen	213
	cyklopenten	535
alkeny a alkiny	1-okten	2,7
	1-hexen	50
	1-hexin	360
	1-pentin	1570
aromáty	naftalen	32
	o-xylen	165
	toluen	500
	benzen	1730

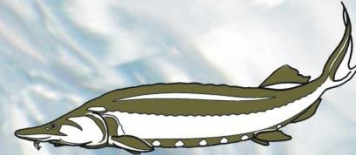
# Množství ropy vypuštěné do mořského prostředí

(Mason 1991)



zdroj	množství (kilotuny)
vymývání tankerů	158
čištění tankerů v docích	4
únik v přístavech během manipulace	30
voda v podpalubí a pohonný olej	252
havárie tankerů	121
ostatní nehody při transportu	20
<b>Transport ropy CELKEM</b>	<b>585</b>
těžební plošiny	50
pobřežní rafinérie	100
atmosféra (včetně úniků pohonných hmot)	300
městské a průmyslové odpady (povrchový odtok)	1060
uložení vytěžené zeminy do oceánu	20
přírodní výrony (eroze)	250
<b>CELKEM</b>	<b>2365</b>

# Poškození a otravy ryb ropnými produkty



Důsledky kontaminace vod ropnými látkami jsou dlouhodobé a odstraňování následků je značně problematické a nákladné.

Nehody tankerů mají pouze minoritní podíl na znečištění mořských ekosystémů (6%).

Řekami se do moře dostane cca 28% ropných látek z celosvětového přísunu.

Odstranění ropy závisí na množství a na podmínkách prostředí. Ropná skvrna se rychle šíří (gravitační síly) a výsledkem je pokrytí velké rozlohy tenkou vrstvou oleje.

Rychlost šíření ovlivňuje viskozita, teplota vody.

Volatilní uhlovodíky evaporují, některé se rozpouštějí » zvyšuje se viskozita » snižuje se rychlost šíření » ropa se stává těžší než voda » klesání do hloubky » emulzifikační procesy » dlouhá perzistence ve vodě » kontaminace sedimentů a pobřeží.

# Poškození a otravy ryb ropnými produkty



Část látek ropu absorbuje a ta se může později desorbovat a znovu vytvořit novou ropnou skvrnu.

Výsledkem těchto procesů společně s oxidací ropy může být vznik ropných kuliček „tar balls“.

Životnost kuliček je 1 a více let, nejvyšší koncentrace v Sagassovém moři ( $2-40 \text{ mg.m}^{-2}$ ), v severozápadním Atlantiku min. 86 tisíc tun.

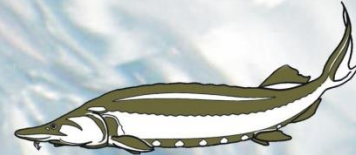
Za vhodných podmínek probíhá biologický rozklad ropy pomocí mikroorganismů (bakterie, kvasinky, vláknité houby).

Rozklad probíhá za aerobních i anaerobních podmínek.

Společenstvo mikroorganismů může degradovat až 97% ropy.

Emulgátory a disperzanty používané k odstranění ropy jsou často vysoce toxické a jejich směs s ropou je toxičtější než ropa samotná.

# Poškození a otravy ryb ropnými produkty



Ropa působí na vodní organizmy přímou toxicitou nebo fyzikálně omezením přístupu kyslíku.

Ropa brání respiraci, omezuje fotosyntézu, způsobuje ztrátu izolace a vznášivosti obratlovců, ničí trdliště ryb, požití je toxické.

Nejméně citlivými organizmy na působení ropy jsou řasy.

Ryby přijímají uhlovodíky rychle, ale zároveň jsou schopny rychlého odbourávání a vylučování uhlovodíků z ropy.

Toxicita pro ryby velmi rozdílná,  $LC_{50}$  v rozmezí 0,5-200  $mg.l^{-1}$ , lehčí frakce (petrolej, benzin) toxičtější než těžké frakce (oleje).

Některé rozpustné frakce ropy jsou pro ryby vysoce toxické (K. nafténová) a působí letálně již v koncentracích 0,03-0,1  $mg.l^{-1}$  jako nervové jedy.

# Poškození a otravy ryb ropnými produkty



Již  $0,02-0,1 \text{ mg.l}^{-1}$  ropných látek dává masu ryb specifický zápach neodstranitelný při jakémkoli dalším zpracování. Poločas vylučování těchto látek z těla ryb několik týdnů až 700 dnů.

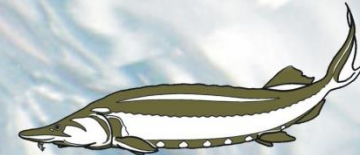
Nejvyšší přípustné koncentrace u různých ropných produktů se dle zákona č. 61/2003 Sb. pohybují v rozmezí  $0,001-0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ . Např. naftalen  $0,0024 \text{ mg.l}^{-1}$ , toluen  $0,005 \text{ mg.l}^{-1}$ , uhlovodíky  $C_{10}-C_{40}$   $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Dle zákona č. 71/2003 Sb. je přítomnost ropných látek ve vodách kaprových a lososových charakterizována takto:

- Nesmí tvořit na povrchu vody viditelný film
- Nepříznivě ovlivňovat chuť a vůni ryb
- Mít nepříznivý vliv na ryby

# Hodnoty LC<sub>50</sub> ropných produktů pro ryby

(Svobodová a kol. 1987)



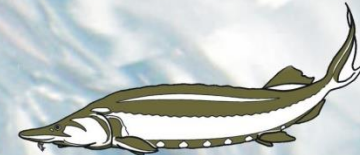
ropný produkt	druh ryby	LC <sub>50</sub> 48 h. mg.l <sup>-1</sup>
Benzín normal	jelec jesen	40
Benzín super	jelec jesen	2
Benzín 61/135	jelec jesen	127
Benzín 40/71	jelec jesen	159
Kerosin 158/246	jelec jesen	120-175
Ropa	slunka obecná	92,5
Plynový olej	slunka obecná	78,8
Petrolej	slunka obecná	12,0
Benzín	slunka obecná	2,5 (24 h.)
Nafta	pstruh duhový	0,1 (ml.l <sup>-1</sup> )



© EPA



# FENOLY



Do vod z průmyslových OV, tepelné zpracování uhlí, rafinérie ropy, výroba syntetických tkanin aj.

Typické nervové jedy zasahující centrální nervovou soustavu.

*Jednosytné fenoly* (fenol 2-20 mg.l<sup>-1</sup>, kresol 2-20 mg.l<sup>-1</sup>, naftol 2-4 mg.l<sup>-1</sup>, xylenol 2-20 mg.l<sup>-1</sup>)

*Vícesytné* (pyrokatechol 2-20 mg.l<sup>-1</sup>, resorcin 10-50 mg.l<sup>-1</sup>, hydrochinon 0,2 mg.l<sup>-1</sup>, pyrogalol 10-50 mg.l<sup>-1</sup>, floroglucin 400-600 mg.l<sup>-1</sup>) **číselné údaje - akutní toxicita pro ryby**

*Chlorfenoly* – vznikající chlorací fenolů, silně zapáchají.

Koncentrace 0,1 mg.l<sup>-1</sup> fenolů a 0,02 mg.l<sup>-1</sup> chlorfenolů ve vodě již vyvolávají organoleptické změny rybího masa.

Dle zákona č. 61/2003 je průměrná hodnota NEK povrchových vod fenoly 3 μg.l<sup>-1</sup>.

# Pesticidy



Chemické biocidní látky k ochraně užitkových rostlin a živočichů proti plevelům, houbám a živočišným škůdcům.

Ve vodním hospodářství slouží k likvidaci vodních rostlin, redukci zooplanktonu, k antiparazitárnímu ošetření ryb.

Široká skupina látek různého chemického složení.

Ovlivňují i široké spektrum necílových organismů včetně člověka.

Podle typu působení se dělí na kontaktní (dotykové) a systémové.

Aplikují se v relativně malých koncentracích s rychlým počátečním účinkem a dlouhou reziduální účinností.

Formy aplikace: pevná, kapalná, plynná, aerosol.

# Pesticidy



Do vodního prostředí se pesticidy dostávají hlavně z atmosféry (dešťové srážky), splachy ze zemědělských ploch, odpadními vodami (průmyslové a splaškové) a přímou aplikací.

Naprostá většina pesticidů patří mezi látky škodící životu ve vodním prostředí.

Převážná část přípravků je ve vodě nerozpustná nebo špatně rozpustná.

Jen nepatrná část pesticidů pak zůstává ve vodní fázi, výrazně vyšší koncentrace se ukládají v sedimentech v závislosti na množství organických látek.

Toxicita pesticidů kolísá v širokém řádu,  $LC_{50}$  pro vodní organizmy je u málo jedovatých vyšší než  $1000 \text{ mg.l}^{-1}$ ,  $LC_{50}$  u extrémně jedovatých je nižší než  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ .

# Insekticidy



Obecně určeny k regulaci určitého druhu škodlivého hmyzu.

Užití problematické, toxické i pro necílové organizmy.

Podle vývojového stadia hmyzu na něž působí rozlišujeme:

- *ovicidy* (látky hubící vajíčka hmyzu)
- *larvicidy* (látky působící na larvy a nymfy hmyzu)
- *imagocidy* (látky působící na dospělý hmyz)

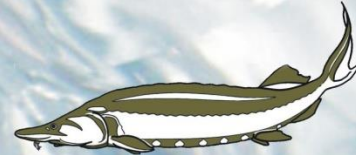
## **Insekticidy na bázi chlorovaných uhlovodíků**

Patří mezi perzistentní organické polutanty (POPs)

Kontaktní jedy ovlivňující přenos nervových impulzů.

Zasahují i do energetického metabolismu buňky a vyvolávají poruchy v reprodukci.

# Insekticidy



Ve vodě prakticky nerozpustné, váží se na tuky (lipofilní látky).

Vysoce toxické pro vodní organizmy, v důsledku vysoké bioakumulace nebezpečné pro populace nejvyšších predátorů.

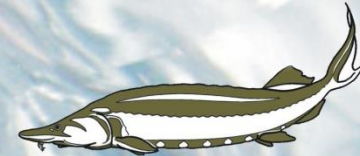
Z chemického hlediska je lze rozdělit:

## *Dichlordifenylethany (DDT a jeho analogy)*

*DDT* (dichlordifenyltrichlorethan) první masově vyráběný insekticid, v současnosti ještě používán v některých afrických zemích k potírání malárie. Ve většině států je zakázán v ČR od roku 1974 (používán do roku 1984).

V současnosti kontaminace ze starých ekologických zátěží (sklad pesticidů v Lubech u Klatov).

# Insekticidy



V přírodě postupně metabolizuje na DDD a DDE.

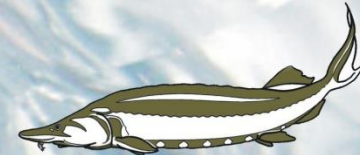
- narušení převodu nervových vzruchů periferních nervů
- inhibice produkce hormonů nadledvin
- estrogenní působení (hl. DDE)

Nálezy ve vodách a v sedimentech i dalších složkách hydrosféry. V ČR nejvíce kontaminované oblasti – severozápadní Čechy a Jižní Morava.

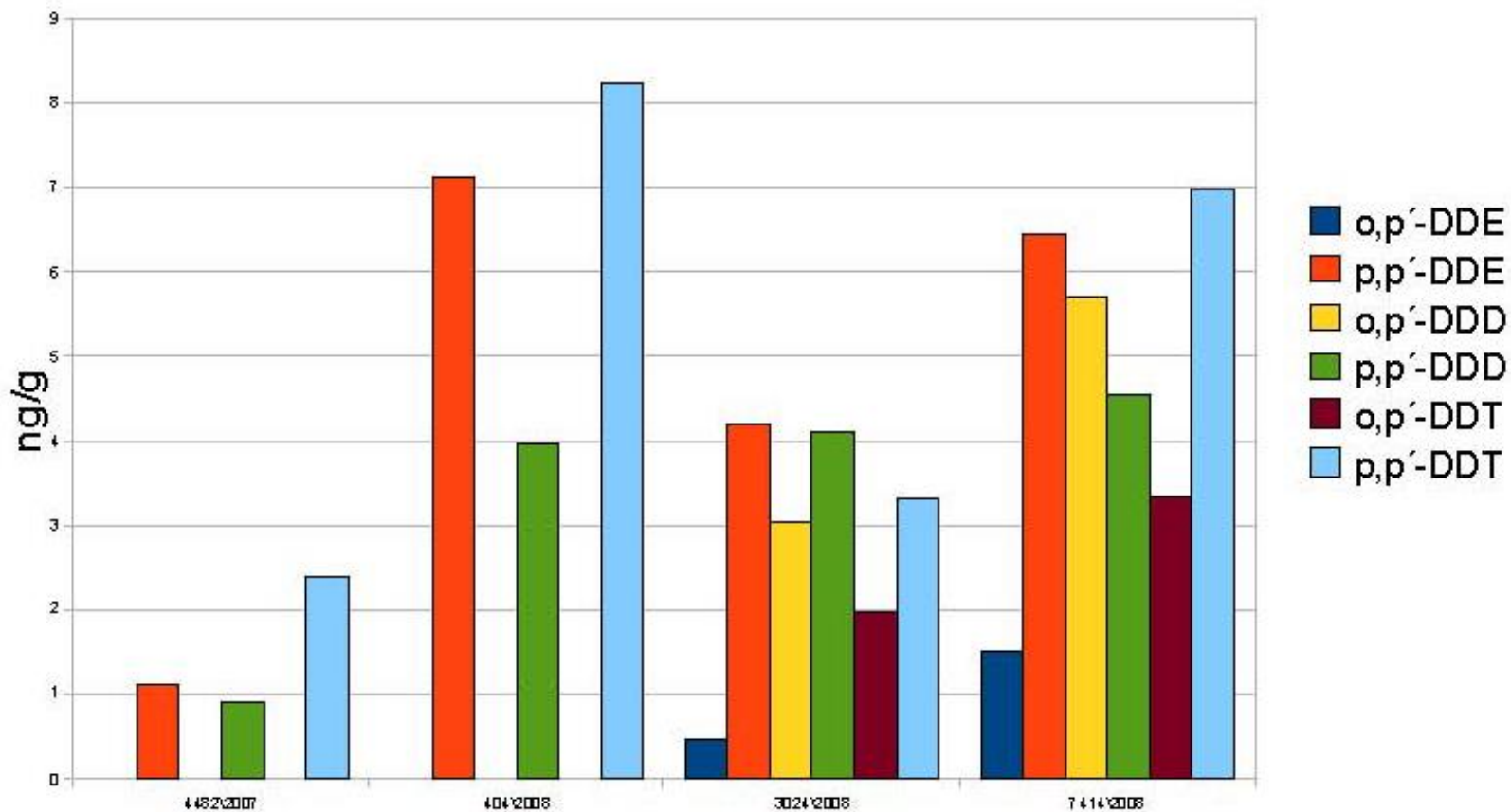
Labe – Děčín – max. průměr z let 1997-2001 v povrchové vodě

- DDT - 35,8 ng/l (1999)
- DDE - 1 ng/l (2001)
- DDD – 14,4 ng/l (1999)

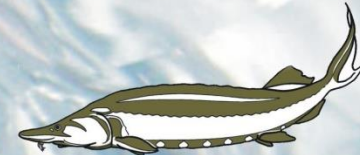
# DDT a jeho metabolity



## Dřevnice - Otrokovice

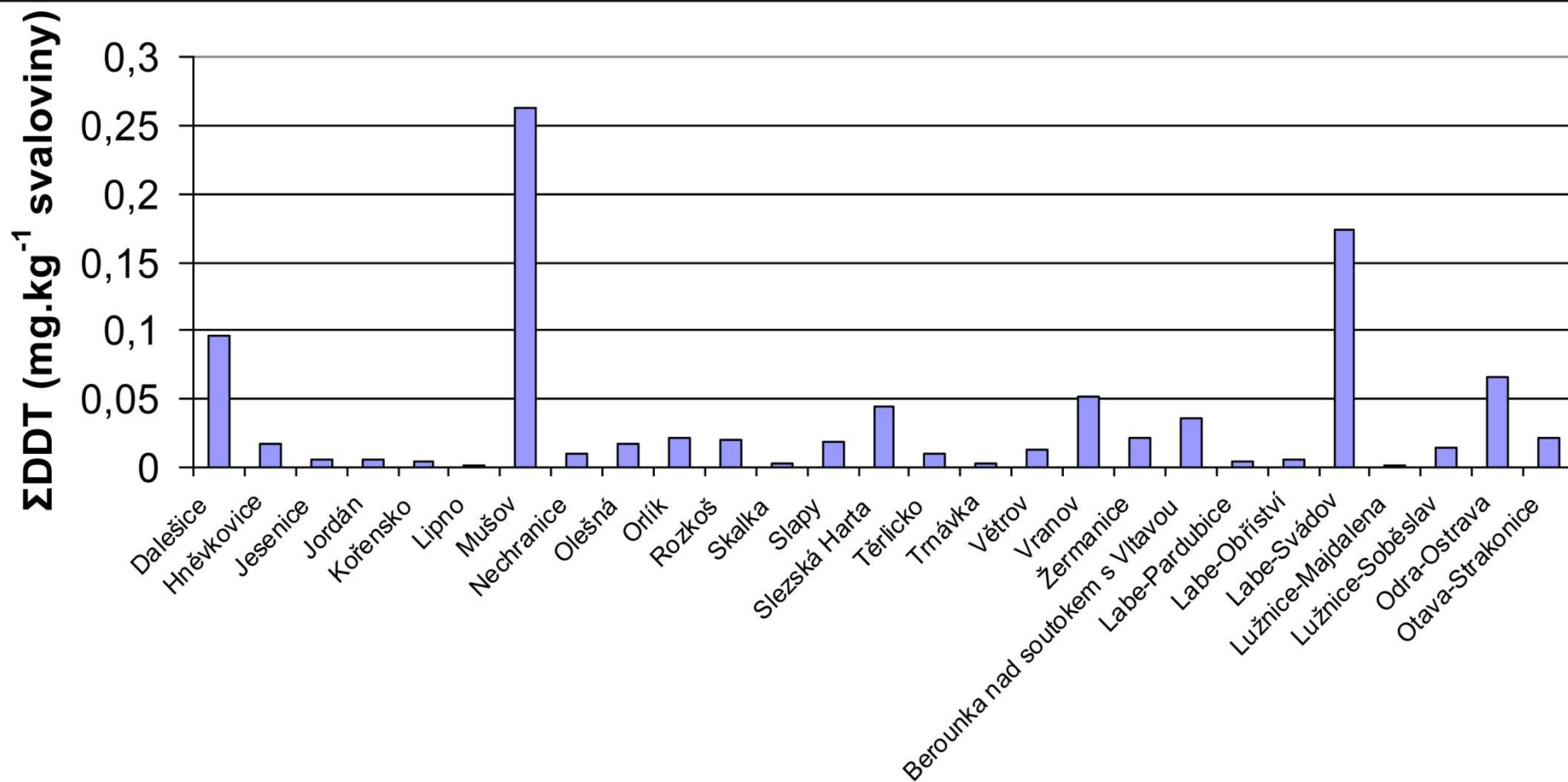


# DDT a jeho metabolity

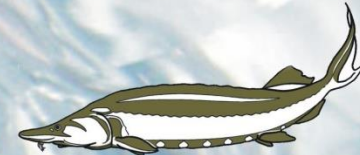


## DDT ve svalovině cejna velkého

Hygienický limit pro ryby 0,5 mg.kg<sup>-1</sup>

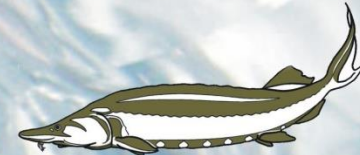


# Ekotoxikologické hodnoty pro DDT



Organismus	expozice	dávka
<i>Artemia salina</i> (žábbronožka solná)	LC <sub>50</sub> (5 hod.)	24 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Daphnia magna</i> (hrotnatka velká)	LC <sub>50</sub> (26 hod.)	4,4 µg.l <sup>-1</sup>
	NOEC (21 dní)	1,0 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (pstruh duhový)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	3,4-4,3 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Carassius auratus</i> (karas zlatý)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	9,8 µg.l <sup>-1</sup>

# Insekticidy

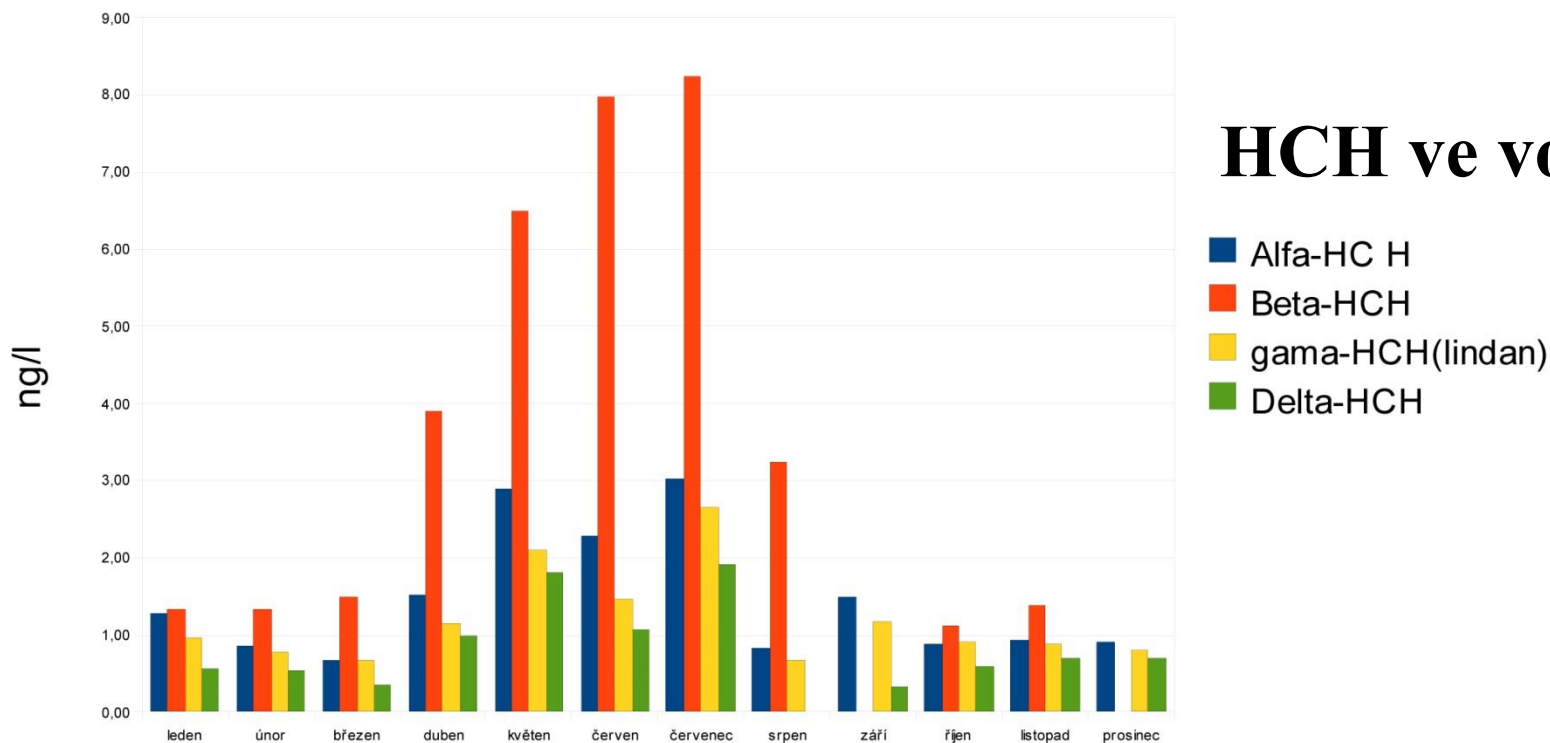


## *Hexachlorcyklohexany (HCH, chlordan, mirex, toxafen)*

V praxi používaný především izomer lindan. V EU zakázaný.

Plošná kontaminace v ČR, splachy z půdy, nálezy ve vodách v jednotkách až desítkách ng/l, klesající trend.

Labe - Obříství



## HCH ve vodách

# Insekticidy



*Chlorované cyklodieny (aldrin, dieldrin, endrin, chlordan...)*

V ČR zakázány od 80. let

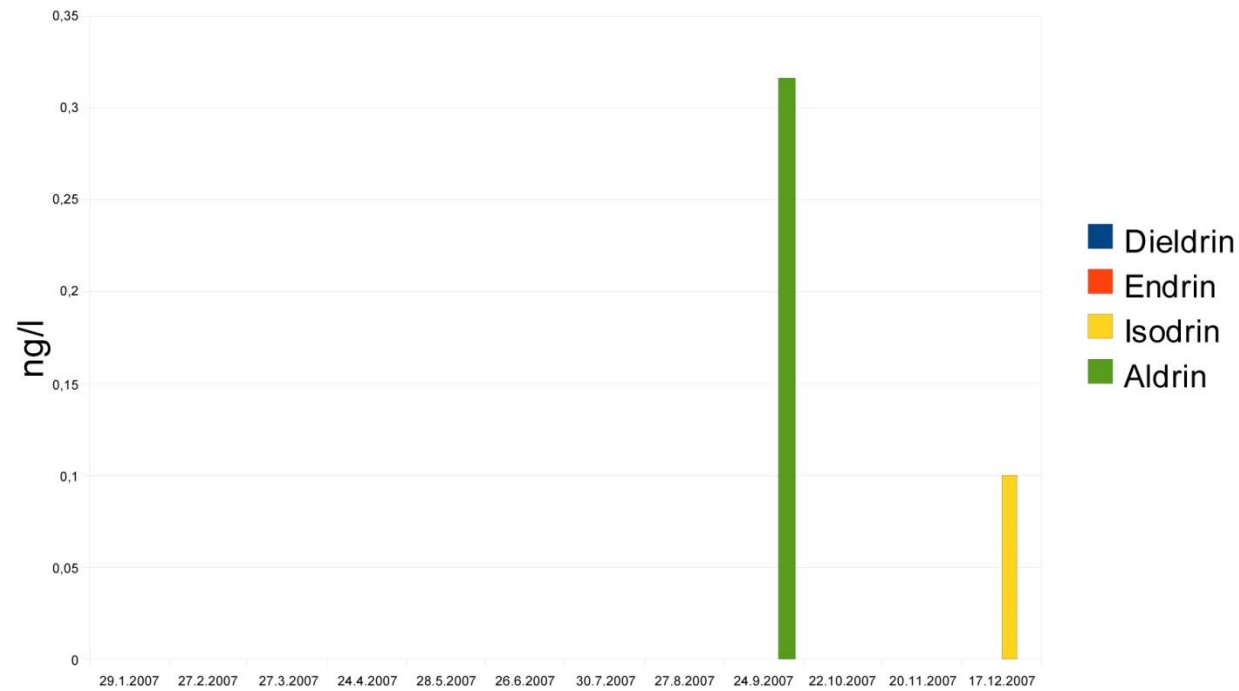
Vysoce toxické pro vodní organizmy, vstupují do potravního řetězce, kumulují se v organizmech.

Vážou se na půdní částice, výskyt především v sedimentech.

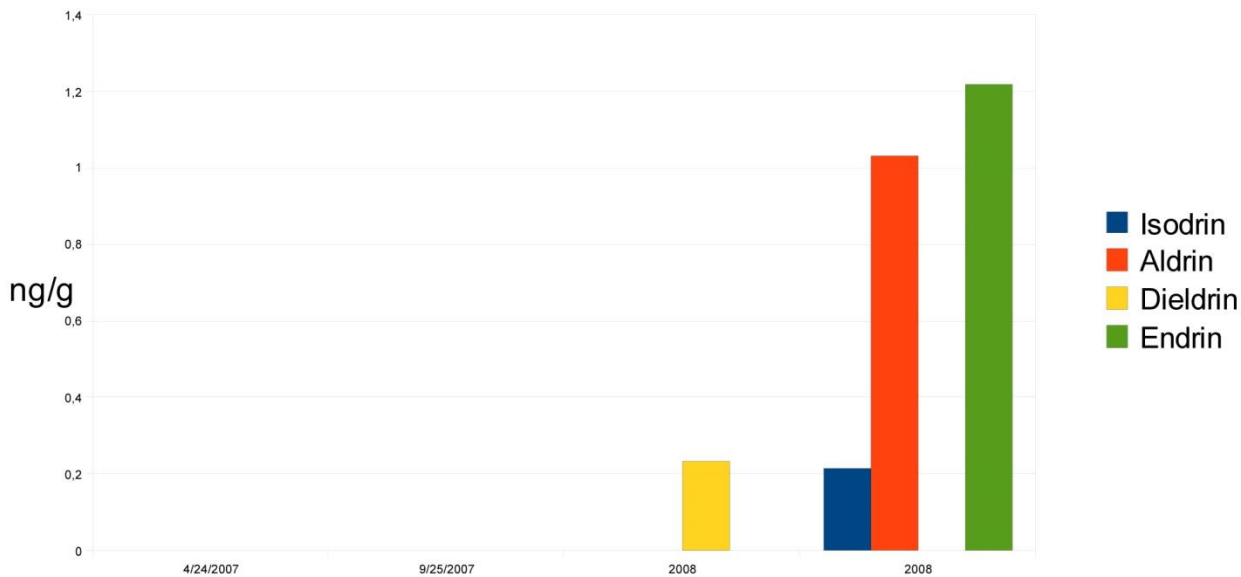
Nálezy ve vodách v jednotkách až desítkách ng/l, klesající trend

Nálezy v sedimentech v jednotkách až desítkách ng/g

# Labe - Obříství



# Jihlava - Ivančice



**Chlorované  
cyklodieny ve vodě  
a sedimentech**

# Insekticidy



## Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Normy environmentální kvality

Ukazatel	Jednotka	Průměrná hodnota	Nejvyšší přípustná hodnota
DDT	μg/l	0,025	
p,p' - DDT	μg/l	0,01	
endosulfan	μg/l	0,005	0,01
HCH	μg/l	0,02	0,04
Aldrin, eldrin, dieldrin, isodrin	μg/l	Σ=0,01	
Lindan	μg/l	0,01	

# Insekticidy



## Toxicita pesticidů na bázi chlorovaných uhlovodíků

(Svobodová a kol. 1987)

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (μg.l <sup>-1</sup> )
Thiodan (endosulfan)	kapr obecný	11,0
	pstruh duhový	0,12
endosulfan	kapr obecný	1,99-4,67
	<i>Danio rerio</i>	1,3-2,1 (24 h.)
	pstruh duhový	0,54-1,18 (96 h.)
Endrin 20 (endrin)	kapr obecný	0,9 (72 h.)
	pstruh duhový	0,25 (72 h.)
	<i>Poecilia reticulata</i>	0,12 (72 h.)
Lindan	kapr obecný	280,0
	pstruh duhový	18,0

# Insekticidy



*Pesticidy na bázi organických sloučenin fosforu (parathion, malathion, dimethoat, disulfoton, trichlorfon, dichlorvos . . .)*

Organofosfáty jsou deriváty kyseliny fosforečné, fosfonové, thiofosforečné nebo pyrofosforečné.

V současnosti je používáno kolem 200 účinných látek organofosfátů.

Patří mezi nervové jedy a většinou jsou rozpustné ve vodě.

Toxický účinek spočívá v blokování aktivity enzymu cholinesterázy.

Většinou vysoce toxické látky, které se ale nekumulují a obecně jsou méně trvanlivé ve vodním prostředí.

U některých jsou pro ryby toxičtější jejich vznikající metabolity (parathion → paraoxon, trichlorfon → dichlorvos).

# Pesticidy



- **Soldep** – hnědá tekutina (účinná látka - 25% trichlorfon)
- **Využití v rybářství:**
  - *k redukci hrubého dafniového zooplanktonu* (50 – 200 ml.ha<sup>-1</sup>) k zabránění kyslíkových deficitů, k převedení na drobné formy zooplanktonu (vířníci)
  - **k redukci nadměrného rozvoje drobných perlooček** (200 – 500 ml.ha<sup>-1</sup>) k zabránění kyslíkových deficitů, především rod *Bosmina*
  - **k likvidaci dravých korýšů** (10 l.ha<sup>-1</sup>) 10-14 dnů před vysazením váčkového plůdku kaprovitých ryb, buchanky, dravý hmyz a jeho larvy
  - **k převedení hrubších forem zooplanktonu na vířníkový zooplankton** (10 l.ha<sup>-1</sup>) 5 – 10 dnů před vysazením plůdku
  - **k antiparazitárnímu ošetření** (10 l.ha<sup>-1</sup>) v zimě až (20 l.ha<sup>-1</sup>) min. 48 h., likviduje i meziphostitele parazitů
- nesmí se aplikovat do vodárenských a rekreačních rybníků
- rychlost rozkladu určují teplota, pH a biologické oživení vody, rezidua ve vodě v letním období 4 – 14 dní, v zimním až 3 měsíce

# Pesticidy

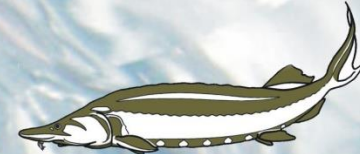


## Akutní toxicita přípravku Soldep (48 h)

Organismus	Věk	LC <sub>50</sub> (ml.l <sup>-1</sup> )	LC <sub>5</sub> (ml.l <sup>-1</sup> )
kapr obecný	3-5 dnů	0,050	0,032
kapr obecný	5 měsíců	0,545	0,385
pstruh duhový	12 měsíců	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
<i>Poecilia reticulata</i>	více než 6 měsíců	0,102	0,042
<i>Daphnia magna</i>	-	$0,2 \cdot 10^{-6} - 1,5 \cdot 10^{-6}$	
Tubificidae	-	0,081	0,019
<i>Cyclops strenuus</i>	-	$1 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-4}$	

Účinná látka Soldepu - trichlorfon je uvedena v seznamu zakázaných látek a používání Soldepu tak je v současnosti zakázáno.

# Pesticidy



- **Diazinon 60 EC** - emulgovaný koncentrát na bázi organofosfátů s účinnou látkou diazinon /(*O,O*-diethyl-*O*-(2-isopropyl-4-methylpyrimidin-6-yl)-thiofosfát/ o koncentraci  $600 \text{ g.l}^{-1}$

## Akutní toxicita Diazinonu 60 EC pro vodní organizmy

Test	Testovací organismus	Výsledek testu
Test akutní toxicity na rybách	<i>Poecilia reticulata</i>	96hLC50 = $3,0 \text{ mg.l}^{-1}$
Test akutní toxicity na rybách	<i>Cyprinus carpio</i>	96hLC50 = $10\text{-}25 \text{ mg.l}^{-1}$
Akutní imobilizační test na perloočkách	<i>Daphnia magna</i>	48hEC50 = $2,9 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$
Test inhibice růstu sladkovodních řas	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	72hIC50 > $5,0 \text{ mg.l}^{-1}$

# Pesticidy



Dávka  $10 \mu\text{g.l}^{-1}$  Diazinonu 60 EC ukazuje příznivý vliv na redukci hrubého dafniového zooplanktonu a následně na nasycení vody kyslíkem.

Současně lze při této dávce konstatovat, že nedochází k poškození jiných (necílových) vodních organismů včetně ryb.

Do deseti dnů po provedené aplikaci Diazinonu 60 EC dochází ke snížení obsahu účinné látky ve vodě pod  $0,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ , což je koncentrace, která již nepoškozuje nejcitlivější organismus (*D.m.*).

Ke snížení reziduí v mase ryb pod stanovený limit dochází do 14 dnů po provedené aplikaci Diazinonu 60 EC.

V současnosti se do ČR přípravek Diazinonu 60 EC nedováží.

# Insekticidy



## Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Normy environmentální kvality

Ukazatel	Jednotka	Průměrná hodnota	Nejvyšší přípustná hodnota
chlorfenvinfos	μg/l	0,1	0,3
chlorpyrifos	μg/l	0,03	0,1

## Toxicita pesticidů na bázi organických sloučenin fosforu

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Actellic 50 EC (methyldirimifos 50 %)	kapr obecný	5,0
	pstruh duhový	1,0
Brevinyl E 50 (dichlorvos 50 %)	kapr obecný	0,051 ml.l <sup>-1</sup>
	pstruh duhový	5,6 .10 <sup>-4</sup> ml.l <sup>-1</sup>
Parathion	kapr obecný	3,5
Nurelle D (cypermethrin, chlorpyrifos)	pstruh duhový	7,5 .10 <sup>-3</sup>
	<i>Daphnia magna</i>	3,4 .10 <sup>-4</sup>
	zelená řasa	1,1

# Insekticidy



*Pesticidy na bázi karbamátů (aldikarb, karbofuran, furadan, fenoxycarb, karbaryl, ethionokarb a fenobukarb. . .)*

Organické sloučeniny odvozené od kyseliny karbamové.

V současnosti je používáno kolem 50 účinných látek karbamátů.

Karbamáty vyvolávají inhibici acetylcholinesterázy podobně jako pesticidy na bázi organofosfátů.

Toxicita pesticidů na bázi karbamátů je pro ryby rozdílná.

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Furadan G 5 (karbofuran 5%)	kapr obecný	11,0
	pstruh duhový	8,5
	<i>Poecilia reticulata</i>	3,4

# Pesticidy



*Pesticidy na bázi pyrethroidů (deltamethrin, cypermethrin, bifenthrin, permethrin . . .)*

Skupina syntetických látek vycházející svojí strukturou z přírodních látek získaných z květů kopretiny starčkolisté (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) a příbuzných druhů.

Vyvinuto přes 1000 účinných látek - používány od roku 1968 – cismethrin

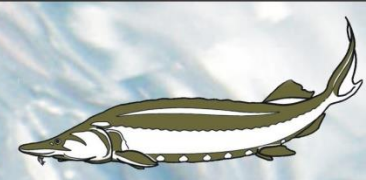
Pyrethriody se používají proti škůdcům v domácnosti, průmyslu, zdravotnictví, potravinářství a zemědělství.

Nízká toxicita pro savce, ale vysoká toxicita pro hmyz a ryby.

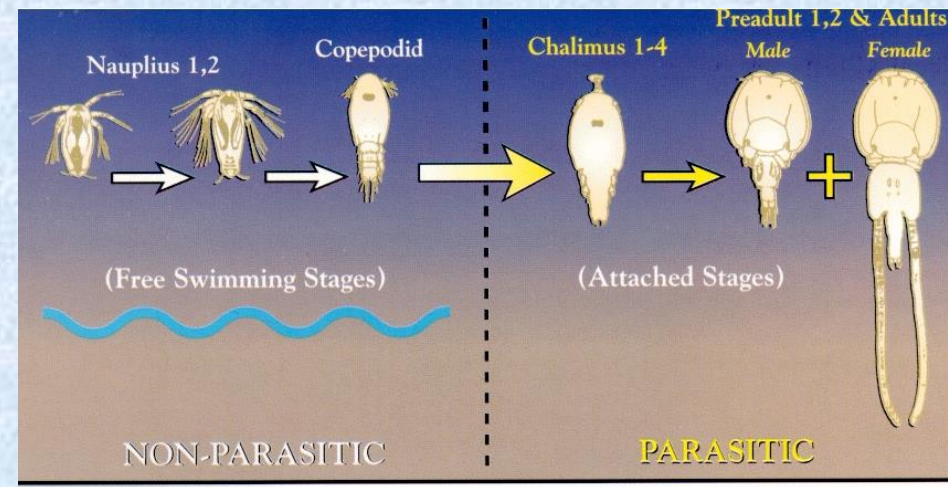
Nervové jedy, blokují sodíkové kanály.

V České republice se zatím tyto látky k léčení ryb nepoužívají.

# Pesticidy



V chovech ryb jsou pyrethroidy (především na bázi deltamethrinu a cypermethrinu) používány ve skandinávských zemích proti parazitárním onemocněním vyvolaných parazitickým korýšem *Lepeophtheirus salmonis* ve farmových chovech lososovitých druhů ryb.



# Pesticidy



Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Ambush EC 25 (permethrin 25 %)	kapr obecný	0,96
	pstruh duhový	1,12
	<i>Poecilia reticulata</i>	1,95
Deltamethrin	kapr obecný	3,25 .10 <sup>-3</sup>
	pstruh duhový	1,0 .10 <sup>-3</sup>
Cypermethrin	kapr obecný	2,91 .10 <sup>-3</sup>
	pstruh duhový	3,14 .10 <sup>-3</sup>
Bifenthrin	kapr obecný	5,75 .10 <sup>-3</sup>
	pstruh duhový	1,47 .10 <sup>-3</sup>

V povrchových vodách byla detekována nejvyšší koncentrace:

deltamethrin – 1,3 μg.l<sup>-1</sup> (Čína)

cypermethrinu - 58 ng.l<sup>-1</sup>

bifenthrin - 73 ng.l<sup>-1</sup>

# Pesticidy



## *Pesticidy na bázi derivátů fenolu (nitrofenoly)*

Látky se širokým spektrem toxicity. Zasahují rostliny, houby, hmyz, savce.

Primárně působí na odpojení oxidativní fosforylace.

Nejznámější pesticid této skupiny je DNOC (dinitro-o-kresol).

Použití pesticidů na bázi nitrofenolů jev EU zakázáno.

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
DNOC	pstruh duhový	0,21
	<i>Poecilia reticulata</i>	4,0

# Herbicity



Obecně určeny k ničení nežádoucí vegetace.

Podle účelu použití rozeznáváme herbicity *selektivní* a *neselektivní*.

Selektivní herbicity poškozují nežádoucí rostliny a neškodí rostlinám kulturním.

Neselektivní herbicity ničí veškerou vegetaci.

## *Pesticidy na bázi derivátů karboxylových kyselin*

Většina preparátů je založena na bázi kyseliny fenoxycetové.

Hlavním představitelem této skupiny je kyselina 2-methyl-4chlorfenoxycetová (MCPA). Preparáty jsou pro ryby slabě jedovaté.

# Herbicity

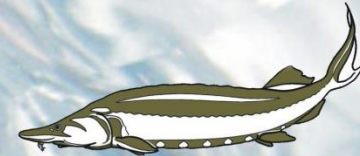


Pesticidy na bázi 2,4,5-trichlorfenoxyoctové naopak mají silně toxické účinky a proto se již nevyrábějí.

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Aminex (MCPA 50%)	kapr obecný	1,44 ml.l <sup>-1</sup>
	pstruh duhový	0,53 ml.l <sup>-1</sup>
	<i>Poecilia reticulata</i>	0,10 ml.l <sup>-1</sup>
MCPA tech.	kapr obecný	284
	pstruh duhový	331
	<i>Poecilia reticulata</i>	140
Dual EK 70 (dichlobenil 50 %)	kapr obecný	0,028 ml.l <sup>-1</sup>
	<i>Poecilia reticulata</i>	0,019 ml.l <sup>-1</sup>
Lasso 50 EC (alachlor 48 %)	kapr obecný	18,5

Ukazatel	Jednotka	Průměrná hodnota
MCPA, MCPP	μg/l	0,1
Alachlor	μg/l	0,3

# Herbicity



*Pesticidy na bázi substituované močoviny (linuron, fenuron, monuron, limaon tebuthiuron, diuron . . .)*

Deriváty močoviny především fenylmočoviny.

Jedná se o neselektivní herbicidy, které svým působením inhibují fotosyntézu.

Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Diuron	pstruh duhový	190
Afalon 50 WP (linuron 47,5 %)	kapr obecný	40,8
	pstruh duhový	30,7
Isoproturon	kapr obecný	110
Chlorotoluron	pstruh duhový	35 (96 hod.)

Ukazatel	Jednotka	Průměrná hodnota	Nejvyšší přípustná hodnota
diuron	μg/l	0,2	1,8
isoproturon	μg/l	0,3	1,0
chlorotoluron	μg/l	0,4	

# Herbicity



*Pesticidy na bázi diazinů a triazinů (atrazin, simazin, terbutryn, chloridazon, metribuzin . . .)*

Herbicidní vlastnosti triazinů byly objeveny až v roce 1952.

Triaziny jsou inhibitory fotosyntézy. Primárním místem účinku je inhibice fotosyntetického elektronového přenosu v chloroplastech.

Mají velmi nízkou biologickou rozložitelnost a tím dlouhé přetrvávání reziduí ve vodním prostředí.

V současné době je komerčně používáno 14 pesticidů na bázi triazinů.

Otrava ryb pesticidy na bázi triazinů je doprovázena poklesem koncentrace hemoglobinu, výrazným snížením koncentrace plazmatických bílkovin a tvorbě transudátu v dutině tělní.

# Herbicity



**Atrazin**, 2-chloro-4-(ethylamin)-6-(isopropylamin)-striazin, je syntetický herbicid.- perzistentní (poločas rozpadu 2 roky). Používal se jako herbicid proti dvouděložným plevelům při pěstování kukuřice, cukrové třtiny, sóji, ale také v lesnictví.

V EU zakázán od 1. srpna 2005.

V podlimitní, ale relativně vysoké koncentraci ( $25,2 \text{ ng.l}^{-1}$ ) byl atrazin zjištěn i v pitné vodě v úpravně vody pro Prahu ze zdrojů Želivka a Káraný.

Atrazin může působit jako endokrinní disruptor, ovlivnění reprodukce a vývoje – především u obojživelníků.

Pro člověka karcinogenní, neurotoxický. Způsobuje podráždění kůže a očí, alergii.

U zvířat působí toxicky na nervový systém, játra a ledviny.

# Herbicidy



**Simazin** (6-chloro-N,N'-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine) byl vyvinut v roce 1956

Je používán pro kontrolu plevelů v porostech vojtěšky, vinic, chmelnic, okrasných dřevin a rostlin, dále je využíván jako algicid pro kontrolu řas ve vodním prostředí.

Simazin je ve vodním prostředí degradován během 542–963 dní.

**Terbutryn** (N2-tert-butyl-N4-ethyl-6-methylthio-1,3,5-triazine-2,4-diamine)

Je používán pro kontrolu plevelů v porostech kukuřice, brambor, slunečnice, ozimého ječmene a pšenice a dále jako algicid pro kontrolu řas ve vodním prostředí.

Terbutryn je ve vodním prostředí degradován během 380-540 dní.

# Herbicity



Pesticid	Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
Aktikon (atrazin 90 %)	kapr obecný	13,1
Zeazin DP 50 (atrazin 50 %)	kapr obecný	45,0
	pstruh duhový	24,0
	<i>Poecilia reticulata</i>	125,0
simazin	kapr obecný	40,0
	<i>Poecilia reticulata</i>	3,5
terbutryn	kapr obecný	4,0 (96 hod.)

Ukazatel	Jednotka	Průměrná hodnota	Nejvyšší přípustná hodnota
Atrazin a jeho metabolity	µg/l	0,6	2,0
Simazin	µg/l	1,0	4,0
terbutryn	µg/l	0,1	



# Herbicity



## *Pesticidy na bázi kovů (měď, rtuť, hliník . . .)*

Jsou využívány především jako fungicidy, algicidy a rodenticidy.

V rybářských provozech je nejvíc využíván přípravek **Kuprikol 50** - (účinná látka 47,5% oxychloridu mědi), dávkování:

- 0,12 mg.l<sup>-1</sup> k likvidaci vodního květu sinic
- 0,2 mg.l<sup>-1</sup> k likvidaci vegetačních zákalů
- 30-50 mg.l<sup>-1</sup> k antiparazitárnímu ošetření

Účinnost a toxicita Kuprikolu 50 je ovlivněna řadou fyzikálně-chemických parametrů.

Ve vodě s vyšším obsahem organických látek vytváří Cu nerozpustné komplexní sloučeniny, ve vodě s vyšším pH málo rozpustné sloučeniny zásaditého charakteru a ve vodě s vyšší KNK se Cu vysráží ve formě uhličitanu mědnatého.

# Herbicity



Nelze jednoznačně stanovit optimální dávky přípravku, nutný test účinnosti v daném prostředí.

## Akutní toxicita přípravku Kuprikol 50 (48 h)

Organismus	LC <sub>50</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	LC <sub>5</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )
kapr obecný	74	19
pstruh duhový	0,78	0,27
<i>Poecilia reticulata</i>	129	29
<i>Daphnia magna</i>	1,4.10 <sup>-2</sup>	3,4.10 <sup>-3</sup>
Tubificidae	0,58	0,36
<i>Cyclops strenuus</i>	okolo 500	

# Herbicity



## *Pesticidy na bázi bipyridilinu (paraquat, diquat)*

Kontaktní pesticidy širokého působení, ničí buněčné membrány.

**Gramoxone S** - (účinná látka 20% paraquat), akutní toxicita pro kapra  $0,25 \text{ ml.l}^{-1}$ , pro okouna říčního  $0,5 \text{ ml.l}^{-1}$ .

K hubení pobřežních a vodních plevelů, dávkování:

- $5 \text{ l.ha}^{-1}$  - likvidace pobřežních porostů
- $3-6 \text{ l.ha}^{-1}$  - likvidace plovoucích rostlin
- $11-15 \text{ l.ha}^{-1}$  - likvidace ponořených rostlin a řas

Likvidace plovoucích a ponořených rostlin max. na 1 třetině plochy rybníka (kyslíkový deficit).

Rezidua ve vodě neprokazatelná po 14 dnech, ochranná lhůta 7 dnů, ryby ke konzumu po uplynutí 21 dnů od aplikace.

V EU od roku 2007 zakázán (nepovolen).

# Herbicidy



**Reglone** - (účinná látka 20% diquat), akutní toxicita pro plůdek kapra  $1,0 \text{ ml.l}^{-1}$ , pro okouna říčního  $0,32 \text{ ml.l}^{-1}$ .

K likvidaci vodních rostlin, dávkování:

- $3-6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  – likvidace plovoucích rostlin (rdesty, okřehek)
- $11-15 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  – likvidace ponořených rostlin a řas

Ochranné lhůty stejné jako u Gramoxonu.

**Mildstream** - (účinná látka 10% diquat + gelatinózní výtažek mořských řas), působí lokálně, dávky  $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Akutní toxicita ( $\text{LC}_{50}$ ) pro kapra obecného  $4,6 \text{ ml.l}^{-1}$ , pro pstruha duhového  $0,08 \text{ ml.l}^{-1}$ .

V sedimentech přetrvávají rezidua až 11 měsíců, ve vodě do 8 dnů

# Herbicidy



**Roundup** - (účinná látka glyfosát), blokuje tvorbu bílkovin.

Nejpoužívanější totální herbicid na světě. Glyfosát je pokládán za zdraví neškodný.

V přípravku jsou i přídavky tenzidů, které jsou pravděpodobně toxické pro obojživelníky.

Studie publikovaná v roce 2012 zjistila výskyt nerozložitelných reziduí roundupu ve spodních vodách, kde se rezidua akumulují, navzdory dřívějším tvrzením společnosti, která produkt na trh první uvedla, že po několika týdnech se produkt beze stop rozloží na biologicky neaktivní látky. Stopová množství této látky se tedy dostávají i do pitné vody a celého přírodního cyklu.

V ČR je normou environmentální kvality pro glyfosát průměrná hodnota 36  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

# Herbicidy



Další studie publikovaná v roce 2012 ukázala dříve netušenou toxicitu těchto reziduí glyfosátu na lidské zdraví, kterými by bylo možné částečně vysvětlit řadu zdravotních problémů sužující vyspělé země, kde se herbicid masivně používá. Masivní úmrtnost buněk nastává už při koncentraci o několik řádů nižší, než je koncentrace aplikovaná v zemědělství, a tedy i rezidua ve stopovém množství mohou mít v dlouhodobém horizontu signifikantní dopad na zdraví populace.

Další vědecká studie pocházející z MIT (Massachusettský technologický institut) a zveřejněná v květnu 2013 spojuje nadměrné používání prostředku Roundup s celou řadou zdravotních problémů a nemocí, mj. Parkinsonovou chorobou, neplodností a různými druhy rakoviny.

# Polychlorované bifenyly PCB



Bifenyl je aromatický uhlovodík, v němž jsou dvě benzenové jádra přímo spojena jednoduchou vazbou. Pokud je jeden nebo více atomů vodíku nahrazeno chlorem jedná se o *polychlorované bifenyly*.

Existuje 209 různým způsobem chlorovaných bifenylyů.

Obsah chloru se pohybuje od 21 do 68 %.

Výborné technické vlastnosti, stálost, odolnost teplotám, malá rozpustnost ve vodě, nízká vodivost → široké rozšíření (elektrotechnika, plastické a nátěrové hmoty, protipožární stabilizátory, přísady do olejů, nábytkářství apod.).

Celková produkce PCB se od počátku výroby odhaduje na 2 milióny tun a z toho přibližně 20% uniklo do prostředí, především vod a jejich sedimentů.

# Polychlorované bifenyly PCB



První známky o výskytu PCB v přírodě (1966), první akutní toxicita u lidí Japonsko (1968) aféra Kanemi-yusho.

Výroba PCB v ČR zastavena v roce 1984, prodej v roce 1989.

Lze předpokládat postupné uvolňování PCB s rezervoárů ještě po desetiletí díky kontaminaci v minulosti a vysoké biologické stabilitě.

V ČR několik ekologických havárií např. (únik Deloru 103 do Divoké Orlice, únik topného oleje Delotherm DH do řeky Skalice).

PCB pro ryby silně jedovaté, významné ale i z hlediska hygienické kvality rybího masa.

Snižují reprodukci vodních živočichů, karcinogeny.

Karcinogenní především č. 77, 126 a 169.

# Polychlorované bifenyly PCB



PCB obsahují všechny složky vodního ekosystému, dochází k bioakumulaci v potravním řetězci, především v tukové tkáni.

Akumulační koeficient PCB ve svalovině ryb je  $10^3$ - $10^5$ .

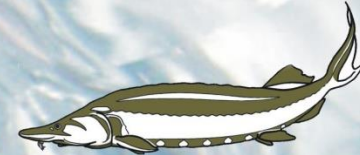
7 nejběžnějších kongenerů bylo vybráno jako indikátorové (č. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180).

Ryby jsou významné indikátory zatížení ekosystému PCB, především úhoř, tolstolobik, parma.

Dle zákona č. 61/2003 je průměrná hodnota znečištění povrchových vod polychlorovanými bifenyly  $0,007 \mu\text{g.l}^{-1}$ . (suma indikátorových kongenerů).

Maximální přípustný limit ve svalovině ryb je  $75 \text{ ng.g}^{-1}$  (125 u volně žijících) hmotnosti v syrovém stavu (dříve  $2 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

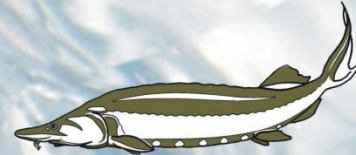
# Polychlorované bifenyly PCB



Akutní toxicita PCB pro různé druhy ryb (Mattheis a kol. 1984).

PCB	Organismus	LC <sub>50</sub> (µg.l <sup>-1</sup> ) 96 hod.
Aroclor 1016	pstruh duhový	1,0 – 135
	karas zlatý	13,0
Aroclor 1242	pstruh duhový	1,0
	karas zlatý	0,264
Capacitor 21	pstruh duhový	1,6
	karas zlatý	14,9
Kancelor KC 300	<i>Poecilia reticulata</i>	900 - 3200
	kapr obecný	1450

# Dioxiny



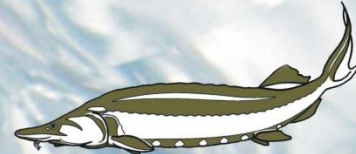
Jako dioxiny je souhrnně označováno 210 chemických látek ze dvou skupin odborně nazývaných polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDDs) a polychlorované dibenzofurany (PCDFs).

Protože tyto látky mají rozličnou toxicitu, přepočítává se na tzv. *toxický ekvivalent* (TEQ), který vyjadřuje míru jedovatosti toho kterého dioxinu ve vztahu k tomu nejtoxičtějšímu z nich (2,3,7,8 tetrachlordibenzo-p-dioxin, **TCDD**) pomocí faktoru ekvivalentní toxicity (TEF).

*Dioxiny* se nikdy cíleně nevyráběly a průmyslově neužívaly, ale vnikaly a stále vznikají jako nežádoucí vedlejší produkty zvláště v chemických průmyslových výroбах, v hutnictví a zejména při spalovacích procesech.

Dioxiny jsou látky nebezpečné i ve stopovém množství.

# Dioxiny



Dioxiny a jim podobné látky se nerozpouštějí ve vodě a po dlouhou dobu přetrvávají v prostředí. Ukládají se v tucích.

U lidí poškozují imunitní a hormonální systém, způsobují poruchy metabolismu.

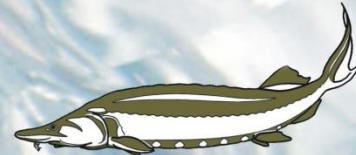
U mužů mohou dioxiny poškozovat strukturu varlat či způsobovat zmenšení pohlavních orgánů.

Ženy mohou trpět poruchami funkce vaječníků a vážnými onemocněními dělohy.

Dioxiny se dostávají placentou i do organismu nenarozených dětí, kojenci je pijí s mateřským mlékem. U dětí dioxiny vedou například k vývojovým vadám a poškozují nervový systém.

Každý organismus reaguje na tyto látky různě.

# Dioxiny



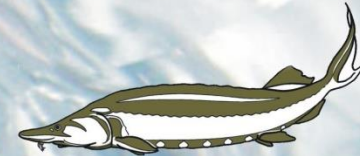
Do lidské potravy se dioxiny dostávají prostřednictvím potravních řetězců, přičemž nejvýznačnější cesta vede přes vodní ekosystémy do *rybího masa a tuku*.

Nejvíce kontaminovanými potravinami a krmivy jsou rybí maso, tuk a moučka pocházející z Baltského moře, a dále pak ze Severního moře. Obsah dioxinů je v těchto oblastech až 10 x vyšší než u ryb z jižní polokoule a Tichomoří.

Dioxiny podléhají *fotolýze*, která se jeví jako nejvýznamnější degradační proces.

*Dioxin* je rovněž spojován s negativními trvalými zdravotními následky mezi veterány vietnamské války a vietnamským obyvatelstvem v oblastech kde byl aplikována směs herbicidů známá jako *Agent Orange*.

# Dioxiny



Na výrobě tohoto herbicidu se podílela rovněž *Spolana Neratovice*, v jejímž areálu se dodnes nachází skupina objektů zamořená dioxiny. Tyto objekty představují jisté riziko i do budoucna, zejména kvůli nebezpečí povodní.

Právě dioxiny jsou spojovány s vysokou *úmrtností zaměstnanců* Spolany na rakovinu koncem 60. a začátkem 70. let.

V listopadu 2002 zveřejnila organizace Greenpeace výsledky analýz vzorků půdy a zemědělských produktů z obce Libiš, které prokázaly vysoké koncentrace dioxinů, kdy v kachních a slepičích vejcích bylo až *15krát více než je limit EU*.

V roce 2004 zveřejnil SZU výsledky rozborů krve šedesáti obyvatel obcí kolem Spolany - (Neratovice, Libiš a Tišice) a zjistil zhruba dvakrát *vyšší hladinu dioxinů* než u lidí žijících na Benešovsku.

# Dioxiny



V roce 2004 byl dioxin patrně použit k otrávení ukrajinského prezidentského kandidáta Viktora Juščenka, jehož tvář byla znetvořena tzv. chlorakné. Vysoké koncentrace dioxinů prokázali v jeho těle rakouští lékaři.

Na konci roku 2010 propukla v Německu dioxinová aféra. Bylo zjištěno, že do krmiv pro zvířata byla přidána technická směs mastných kyselin, která byla kontaminovaná dioxiny.

Tyto kontaminované krmné směsi pak byly podávány drůbeži, prasatům a jak se ukázalo později, i skotu.

Protože v roce 2010 činil dovoz z Německa již téměř 100 tisíc tun, což je téměř 1/4 české spotřeby vepřového, dotknul se tento skandál významně i Česka.

Nadlimitní množství dioxinů nebylo v ČR zjištěno.

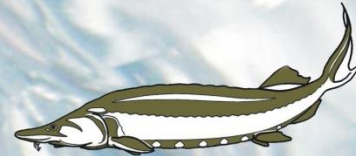
# Dioxiny



## Ekotoxikologické hodnoty pro TCDD

Organismus	Hodnota		Doba expozice
pstruh duhový	LOEC	90 ng.kg <sup>-1</sup> potravy	není uvedeno
	NOEC	0,01 µg.kg <sup>-1</sup>	7 dní
<i>Oryzias latipes</i>	LOEC	0,1 µg.kg <sup>-1</sup>	9 dní

## Tenzidy (dříve saponáty)



Povrchově aktivní látky ve vodách mohou být původu přírodního nebo antropogenního.

Přírodního původu jsou např. saponiny z cukrovarnického průmyslu, způsobují pěnivost.

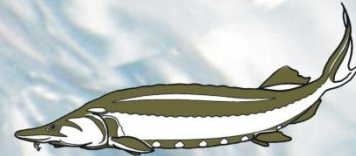
Biotenzidy produkují některé druhy bakterií, hub a kvasinek.

Hlavním zdrojem tenzidů ve vodách jsou prací a čisticí prostředky vzniklé lidskou činností.

**Tenzidy** jsou hlavní aktivní látkou přípravků na praní a čištění *detergentů*, které mimo tenzid obsahují další přísady.

**Detergence** je proces odstraňující z tuhého povrchu tuhé i kapalné částičky hmoty kombinovaným využitím mechanické práce a účinku tenzidu.

# Tenzidy (dříve saponáty)



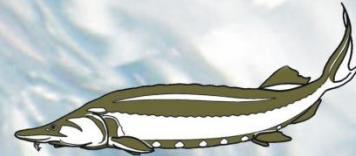
Z chemického hlediska se tenzidy dělí na **ionické** (podléhají elektrolytické disociaci) a **neionické** (ve vodě nedisociují).

**Ionické** se dále dělí na *anionické* (disociují na povrchově aktivní aniont a neaktivní kationt), *kationické* (disociují na povrchově aktivní kationt a neaktivní aniont) a *amfolytické* (nabývají buď anionový nebo kationový charakter v závislosti na podmínkách prostředí).

Další přísady detergentů se dělí na *aktivační*, *pomocné* a *plnící*.

Mezi aktivační přísady patří komplexotvorné látky (polyfosforečnany, zeolity - hlinitokřemičitany se schopností vyměňovat ionty Ca a Mg za Na), uhličitany, křemičitany, bělicí látky (peroxoboritan sodný), enzymy (proteolytické a amylolytické) a antiredepoziční látky (zabraňují zpětnému usazení nečistot v tkanině) např. kaboxymethyl-celulosa.

# Tenzidy (dříve saponáty)



Mezi pomocné přísady patří optické zjasňovací prostředky, inhibitory koroze, antistatické látky, parfémové kompozice, barviva apod.

Pomocné přísady mají minoritní zastoupení.

Plnicí přísadu tvoří nejčastěji síran sodný.

## **Anionické tenzidy**

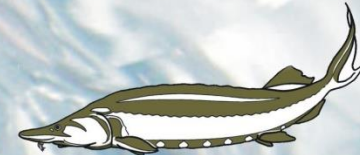
Většinou dobře rozpustné a akutně netoxické.

Nejstarším tenzidem je mýdlo (sodná sůl vyšších karboxylových kyselin).

Nejrozšířenější je lineární natrium-dodecylbenzensulfonát (LAS)

Dalšími jsou sekundární alkansulfonáty (SAS), natrium-alkylsulfonáty (AS) a natrium-alkylpolyglykosulfonáty (AES).

# Tenzidy (dříve saponáty)



Složení bezfosfátových a fosfátových pracích prostředků  
(Pitter 2009).

Komponent	Bezfosfátový (%)	Fosfátový (%)
tenzidy	15 – 20	10 – 20
zeolity	10 – 20	–
polyfosforečnany	–	15 – 30
uhličitany	15 – 25	0 – 20
křemičitany	2 – 10	–
polykarboxyláty	1 – 4	–
sírany	20 – 30	20 – 30
bělící prostředky	0 – 5	0 – 10
ostatní	1 – 5	1 – 5

# Tenzidy (dříve saponáty)



## **Kationické tenzidy**

Jsou tvořeny kvartérními amoniovými solemi, nejčastěji chloridy nebo methylsulfáty.

Obecně mají horší rozpustnost a vykazují mikrobicidní efekty.

Typickým zástupcem je dimethylstearylamonium-chlorid.

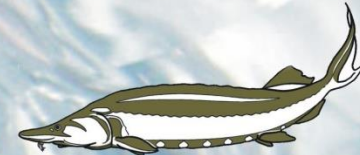
Anionické a kationické tenzidy nelze kombinovat, neboť se vzájemně srážejí na nerozpustný konglomerát.

## **Amfoterní (amfolytické) tenzidy**

1-(3-lauroylaminopropyl)-1,1-dimethylacetobetain je součástí v podstatě všech kosmetických mycích prostředků většinou v kombinaci s alkylnpolyglykosulfátem.

Působí i jako regulátory viskozity.

# Tenzidy (dříve saponáty)



## Neionické tenzidy

Mezi nejperspektivnější se řadí alkylnpolyglykosidy (APG), které jsou tvořeny z obnovitelných rostlinných surovin. Jsou rychle a dokonale biologicky odbouratelné.

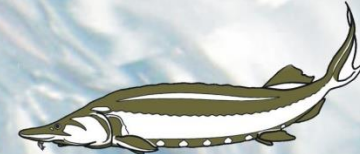
Spotřeba tenzidů celosvětově stále stoupá. Důležitá je tak jejich snadná a rychlá odbouratelnost.

Snižují povrchové napětí vody, můžou snížit nasycení vody kyslíkem.

Negativně ovlivňují samočisticí pochody, detergenty s obsahem polyfosfátů přispívají k zvyšování **eutrofizace**.

Poškozují především respirační epitel žaber, dochází k hydrataci a zvětšování buněk, snižují odolnost ryb k infekcím poškozováním ochranné slizové vrstvy.

# Tenzidy (dříve saponáty)



Subletální množství tenzidů vede k poškození jiker a mlíčí.

Některé tenzidy (např. nonylfenol) mají **xenoestrogenní účinky** (vyvolávají feminizace samců).

Toxicita tenzidů je značně rozdílná. Ve vodě s vyšším obsahem Ca a Mg toxicita tenzidů klesá.

## **Akutní toxicita pracích prostředků pro *Poecilia reticulata*** (Švec 1981)

<b>Prostředek</b>	<b>LC<sub>50</sub>/120 h, mg.l<sup>-1</sup></b>
Omo	96
Biomar	55
Azur speciál	52
Radion	129
Persil	144

# Toxicita detergentu 4-nonylfenol



Organismus	expoziční	dávka
<i>Crangon septemspinosa</i> (garnát)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	300 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Homarus americanus</i> (humr americký)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	200 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Daphnia magna</i> (hrotnatka velká)	LC <sub>50</sub> (7 dnů)	120 µg.l <sup>-1</sup>
	LOEC (21 dní)	25 µg.l <sup>-1</sup>
	NOEC (20 dní)	25 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (pstruh duhový)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	221 µg.l <sup>-1</sup>
	NOEC (91 hod.)	6 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Salmo salar</i> (losos obecný)	LC <sub>50</sub> (96 hod.)	130-160 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Oryzias latipes</i> (medeka japonská)	LC <sub>50</sub> (48 hod.)	1400 µg.l <sup>-1</sup>
<i>Selenastrum capricornutum</i>	LC <sub>50</sub> (72 hod.)	530 µg.l <sup>-1</sup>

# Endokrinní disruptory (EDC)



Látky negativně ovlivňující zdraví organismu nebo jeho potomstva v důsledku nefunkčnosti endokrinního systému.

Mezi EDC patří celá řada herbicidů, fungicidů, insekticidů, dioxiny, ftaláty, těžké kovy a další.

Termín endokrinní disruptor jako takový byl vytvořen na konferenci ve Wingspreadu (Wisconsin) v roce 1991.

Příklady vlivu EDC z vodního prostředí:

**ryby** – dioxiny a další EDCs uvolněné z čistíren odpadních vod způsobily narušení reprodukčních endokrinních funkcí.

**mořští plži** – biocid v protiplísňových nátěrech (TBT) způsobil maskulinizaci celých kolonií. Pravděpodobným mechanismem byla zvýšená tvorba androgenů vlivem poruchy aromatázy. Jde o nejjasnější efekt EDCs.