

## Celkový organický uhlík (TOC) (jako celkové C nebo COD/3)

další názvy	veškerý organický uhlík
číslo CAS*	-
chemický vzorec*	-
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	-
do vody (kg/rok)	50000
do půdy (kg/rok)	-
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	-
rizikové složky životního prostředí	voda
věty R*	
věty S*	

\* - Nejedná se o skupinu látek, ale o analytický skupinový ukazatel. Proto nelze v tomto případě uvést R a S věty, ani číslo CAS nebo chemický vzorec. **Zkratka „COD“ v názvu skupiny** je anglický ekvivalent parametru CHSK (viz „Další informace, zajímavosti“).

### Základní charakteristika

Celkový organický uhlík (TOC – Total Organic Carbon) je parametr uváděný u vod, který ukazuje množství organických látek přítomných v daném vzorku. Do skupiny TOC řadíme obrovskou škálu látek. Tento parametr je udáván v miligramech uhlíku na jeden litr vody. Vzhledem k tomu, že v literatuře je používáno mnoho podobných zkratek, je vhodné je zde zmínit:

TC – Total Carbon – celkový uhlík

TOC – Total Organic Carbon – celkový organický uhlík

TIC – Total Inorganic Carbon – celkový anorganický uhlík

DOC – Dissolved Organic Carbon – rozpuštěný organický uhlík

POC – Particulate Organic Carbon – nerozpuštěný organický uhlík

Mezi těmito hodnotami platí následující vztahy:

$$\text{TOC} + \text{TIC} = \text{TC}$$

$$\text{DOC} + \text{POC} = \text{TOC}$$

Přírozenými složkami TOC jsou huminové kyseliny a fulvokyseliny a další organické látky běžně se vyskytující ve vodách v rámci přírodních cyklů.

### Použití

V případě celkového uhlíku se jedná se o analytický skupinový ukazatel vyjadřující množství organických látek ve vodě, který je možno využít pro stanovení kvality vody a ke sledování emisí vypouštěných do vod. **Nemá proto smysl hovořit o „použití“.**

## Zdroje emisí

Látky spadající pod parametr „celkový uhlík“ (TOC) zahrnují i přirozené složky vod. Mezi tyto přirozené „zdroje emisí“ TOC patří především biologické pochody (zejména rozklad odumřelých organismů a produktů jejich metabolických pochodů). **Mezi antropogenní zdroje emisí TOC řadíme veškeré organické látky unikající do přírodních vod.** Lze zmínit například:

- kejda a další odpadní materiály a kaly z farem a jiných zemědělských podniků;
- odtoky ze silází a výluhy ze zemědělsky využívaných ploch;
- odpadní vody z produkce ryb a z potravinářského průmyslu;
- splaškové odpadní vody;
- vyhazování zbytků jídla;
- výluhy ze špatně zajištěných skládek odpadů;
- výluhy z rozkládajících se zemědělských odpadů.

## Dopady na životní prostředí

TOC je významný ukazatel kvality vod. Zvýšení tohoto parametru nad určité meze má **negativní vlivy na celý vodní ekosystém.** Vysoké hodnoty TOC způsobují **nevhodnost vody pro život vodních organismů, a tak ničí celá vodní společenstva.** Mají za následek snížení obsahu kyslíku ve vodě, což způsobí **nadměrné bujení anaerobních mikroorganismů,** kterým absence rozpuštěného kyslíku vyhovuje. Existují specializované mikroorganismy, které ve svých metabolických procesech spotřebovávají sírany přítomné ve vodních sedimentech a přeměňují je na toxický sirovodík, který má typický zápach zkažených vajec a dává vodě hnilý puch. **Vzniklý sirovodík je velmi toxický pro vyšší organismy,** které ještě přežily nízké koncentrace kyslíku. Tyto **anaerobní zapáchající „mrtvé“ vody** jsou ukazatelem vysokého znečištění TOC. Takovéto vody jsou navíc **škodlivé pro veškeré rostliny a živočichy žijící poblíž** a jsou škodlivé i pro živočichy, kteří by s takovou vodou přišli do styku třeba jen náhodně.

TOC je bohužel problémem i ve větším než jen regionálním měřítku. Příklady výše popsané anaerobizace vod můžeme nalézt i v Baltském, Černém a Jaderském moři. Obrovským problémem se tato skutečnost stává v příbřežních vodách méně rozvinutých států, jako je třeba Thajsko, kde téměř veškeré odpady končí právě v moři.

## Dopady na zdraví člověka, rizika

Jedná se o ukazatel kvality vody. Zmiňovat negativní vlivy jednotlivých látek této skupiny na zdraví člověka je u takto širokého souboru nemožné a snad i neúčelné. **Z pohledu skupinového ukazatele TOC je nutné říci, že jeho vysoká koncentrace ve vodách je pro člověka velmi negativní jev, neboť takto znečištěné vody nejen že absolutně nejsou vhodné k použití jako zdroje pitné vody, ale dochází i k úhynu vodních organismů (ryby) a problémům s tím souvisejícím.** Popsané vody samozřejmě nelze využívat ani pro rekreační účely.

## Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Znečištěná voda je obecně velmi negativním jevem pro celý ekosystém. Vznik takto znečištěných a postupně „mrtvých“ vod, které jsou nevhodné prakticky k jakémukoli účelu,

je logicky velmi negativní z mnoha důvodů (**vyměření rybí populace, nevhodnost vodních zdrojů k pitným i jiným účelům, narušení celých ekosystémů**).

### Důvody zařazení do registru

- nařízení o E-PRTR
- rozhodnutí o EPER

### Způsoby zjišťování a měření

Pro stanovení organického znečištění vod existuje mimo TOC ještě několik dalších parametrů jako například CHSK či BSK. Podrobněji je o nich pojednáno v kapitole „další informace, zajímavosti“. Metody stanovní parametru TOC jsou založeny na oxidaci organických látek na oxid uhličitý. Toho lze dosáhnout buď termickou oxidací (při teplotách 900°C až 1000°C za přítomnosti katalyzátoru), nebo oxidací na mokré cestě (chemickou nebo fotochemickou). Převažují analyzátory s termickou oxidací. CO<sub>2</sub> vzniklý při oxidaci lze stanovit různými metodami, nejčastěji analýzou v infračervené oblasti spektra. Po konverzi vodíkem na methan lze použít plamenový ionizační detektor.

**Vezměme v úvahu, že z průmyslového procesu bude unikat voda s obsahem TOC 1000 mg.l<sup>-1</sup>. Ohlašovací práh 50 000 kg do vody pak představuje 50 000 m<sup>3</sup> takto kontaminované vody.**

### Další informace, zajímavosti

Obsah organického uhlíku není jediným používaným ukazatelem organického znečištění vod. Velmi často je také používán ukazatel CHSK (chemická spotřeba kyslíku). Obě stanovení (CHSK a TOC) mají svůj specifický význam. V některých případech může mít dominující význam stanovení CHSK vyjadřující kvantitu organických látek v kyslíkových ekvivalentech potřebných na jejich oxidaci (zejména tam, kde je potřeba posuzovat kyslíkovou bilanci, jako je tomu při hodnocení jakosti povrchových vod a při biologickém čištění odpadních vod), jindy naopak stanovení TOC (zejména tam, kde kyslíková bilance nemá dominující roli, například při analýze pitných, užitkových a podzemních vod). Teprve jejich porovnáním si lze učinit lepší představu o kvantitativním a do určité míry i kvalitativním znečištění vod organickými látkami. Stanovení organického uhlíku je jednou z progresivních metod, která bude nacházet stále větší uplatnění při posuzování znečištění různých druhů vod. Proto by jak stanovování organického uhlíku, tak i stanovování CHSK měly být prováděny vždy souběžně, aby byl k dispozici dostatek údajů pro zhodnocení jejich vzájemných vztahů. Dále se používá i parametr BSK (biologická spotřeba kyslíku), což je kyslíkový ekvivalent potřebný pro oxidaci organických látek ve vodě biologickou cestou. BSK samozřejmě zachytí jen látky biologicky snadno odbouratelné. Proto poměr BSK/CHSK vypovídá o biologické rozložitelnosti organického znečištění. Příklady poměrů mezi různými parametry ukazuje Tab. týkající se konkrétní odpadní vody.

Příklad hodnot CHSK, TOC, BSK a jejich poměru při biologickém čištění odpadních vod.

	TOC mg.l <sup>-1</sup>	CHSK mg.l <sup>-1</sup>	BSK mg.l <sup>-1</sup>	BSK/CHSK
surová voda	158	512	267	0,52
vyčištěná voda	34	94	20	0,21
účinek čištění %	78,5	81,6	92,5	

### **Informační zdroje**

- Pitter P.: Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, 1999
- Encyklopedie Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Total\\_organic\\_carbon](http://en.wikipedia.org/wiki/Total_organic_carbon)
- Environmental Agency, <http://www.environment-agency.gov.uk/>