

## TOC bør erstatte BOD ved utslippskontroll

Av Bjarne Paulsrud, Håvard Hovind og Ingvar Dahl

Alle tre forfatterne er forskningsledere ved  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

**I samarbeid med Avløpssambandet Nordre Øyeren har NIVA studert sammenhengen mellom totalt organisk karbon (TOC), biokjemisk oksygenforbruk (BOD) og kjemisk oksygenforbruk (COD<sub>C</sub>) i renset og urenset avløpsvann. På grunnlag av undersøkelser — og gode erfaringer med bruk av karbonanalysator — anbefales at TOC erstatter BOD ved kontroll av utslipp fra kommunale rensesanlegg. Det er utarbeidet forslag til maksimalkonsentrasjoner av TOC i ulike typer renset vann, samsvarende med de nåværende utslippskrav for BOD.**

### Utslippskontroll av organisk stoff

I alle utslippstillatelser for kommunale rensesanlegg er krav vedrørende utslipp av organisk stoff knyttet til biokjemisk oksygenforbruk, BOD. Dette bygger på utenlandske tradisjoner, hvor utslipp av biologisk renset avløpsvann til resipienter med oksygenproblemer er vanlig.

Her i landet blir BOD-verdiene sjelden benyttet ved vurdering av oksygenforholdene i resipienten. Dessuten er over halvparten av renskapasiteten ved norske anlegg bygget ut for ren kjemisk felling. Dette betyr at anleggene ikke spesielt

fjerner det lett nedbrytbare organiske materiale som BOD er et indirekte mål for.

Disse forhold gjør at BOD er mindre relevant for utslippskontroll i Norge enn i mange andre land. BOD-bestemmelsen har i tillegg ulemper som

- dårlig presisjon
- lang analysetid (7 døgn)
- høye arbeidsomkostninger.

Den direkte bestemmelsen av totalt organisk karbon, TOC, har inntil nylig vært lite egnet for avløpsvann, da prøvens innhold av partikulært materiale har skapt instrumentelle problemer. Nye karbonanalysatorer på markedet er vesentlig forbedret på dette punktet. Analyseteknikk ligger dermed forholdene til rette for å benytte TOC som mål for organisk stoff ved utslippskontroll av kommunale rensesanlegg.

### Materiale og metoder

Prøvematerialet ble samlet inn av Avløpssambandet Nordre Øyeren i forbindelse med rutinemessig driftsoppfølging av rensesanlegg i ANØ-området. Over en 14 ukers periode høsten 1982 ble det ved hjelp av automatiske prøvetakere tatt i alt

89 døgnblandprøver. Disse fordelte seg med 25 prøver av innløpsvann (råkloakk) samt 15 utløpsprøver fra biologiske anlegg, 23 fra simultanfellingsanlegg og 26 fra kjemiske anlegg. Analysene ble dels utført av ANØ (COD<sub>Cr</sub>), dels av NIVA (BOD, TOC).

Totalt organisk karbon, TOC, er alt karbon bundet til organisk stoff. Bestemmes etter oksydasjon av prøven med peroksodisulfat i UV-reaktor. Instrument: Astro 1850 karbonanalysator med auto-samplere.

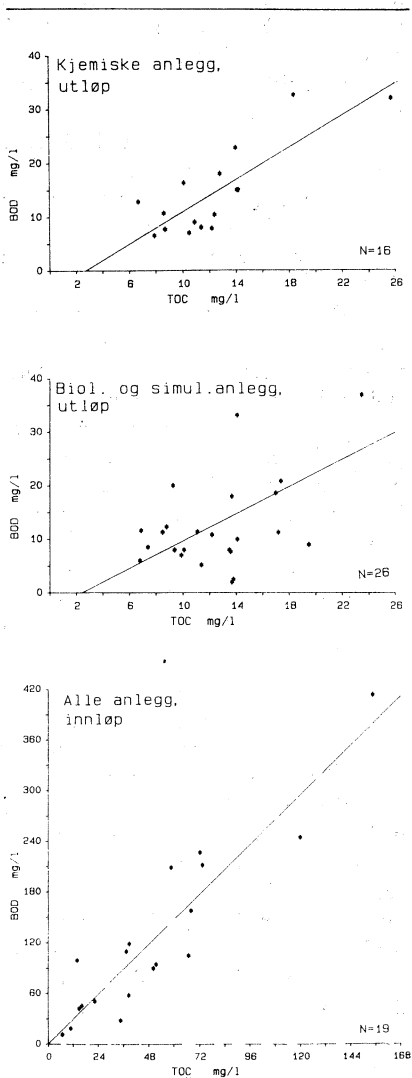
Biokjemisk oksygenforbruk, BOD (tidl. BOF), er et indirekte mål for biologisk nedbrytbart organisk stoff. Bestemmes etter 7 døgn inkubasjon av prøven ved 20°C. Metode: NS 4749 (fortynningsmetoden).

Kjemisk oksygenforbruk, COD<sub>Cr</sub> (tidl. KOF), er et indirekte mål for kjemisk nedbrytbart organisk stoff. Bestemmes etter oksydasjon av prøven med dikromat og svovelsyre. Metode: NS 4748.

Samvariasjonen mellom BOD og TOC, COD<sub>Cr</sub> og TOC samt BOD og COD<sub>Cr</sub> ble studert ved lineær regresjonsanalyse. Det er stor forskjell mellom konsentrasjonene av organisk stoff i råkloakk og rensset avløpsvann. Ved databehandlingen ble derfor innløpsprøvene behandlet for seg. Hva angår utløpsprøvene ble resultater fra kjemiske anlegg bearbeidet separat, mens resultatene fra biologiske anlegg og simultanfellingsanlegg ble slått sammen.

### BOD-bestemmelsen usikker

Sammenhengen mellom BOD og TOC for ulike former rensset og ubehandlet avløpsvann er fremstilt i figur 1 med tilhørende regresjonslinjer tegnet inn. For-



Figur 1.

Samvariasjon mellom BOD og TOC i utløpsvann fra forskjellige typer renseanlegg og i ubehandlet avløpsvann (råkloakk).

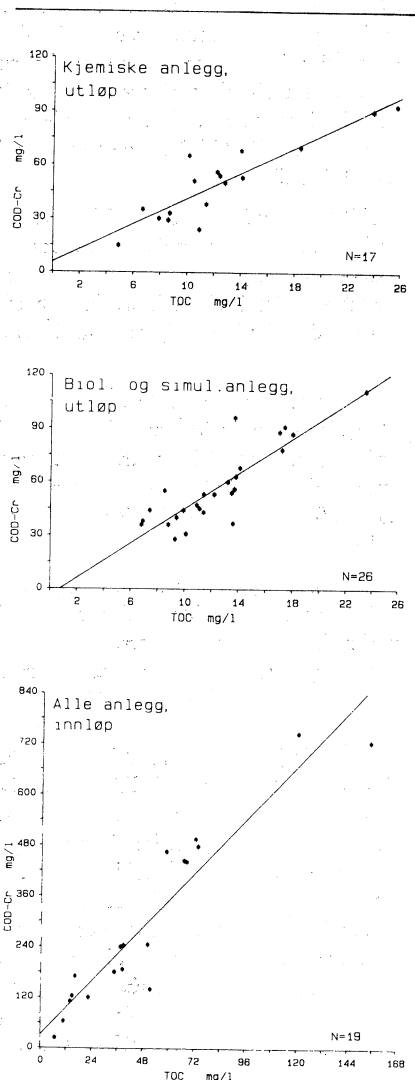
løpet av regresjonslinjene varierer med vanntypen. På grunn av mange avvikende enkeltresultater viser gruppen biologiske anlegg/simultanfellingsanlegg dårligst korrelasjon mellom BOD og TOC. Dette gjenspeiler begrensningene ved BOD-bestemmelsen, blant annet at analyseresultatet avhenger av prøvens natur og innholdet av nedbrytningshemmende stoffer. Analyseusikkerheten ved lave konsentrasjoner av organisk materiale er stor.

BOD-metodens nøyaktighet kan vanskelig bedømmes direkte, da egnet referansemateriale (primærstandarder) mangler. Imidlertid er det mulig å vurdere presisjonen ved gjentatte analyser av samme prøve. Generelt er presisjonen best når prøven inneholder biologisk lett nedbrytbart materiale, fortrinnsvis av naturlig opprinnelse. Slike forbindelser følger sannsynligvis en forholdsvis lett reproduserbar reaksjonsvei under oksydasjonen. Dette gir akseptabel presisjon ved analysen.

Inneholder derimot prøven større mengder stoffer som krever høyere energitilførsel for å brytes ned, tar det tid før oksydasjonen starter. Presisjonen (og nøyaktigheten) blir derved dårligere. Et typisk eksempel er eddiksyre, som gjennomgår en meget variabel forsinkelsesperiode før den hurtige oksydasjonsprosessen kommer i gang. Nærvær av forbindelser som hemmer den biologiske aktiviteten vil bidra ytterligere til å redusere samsvaret mellom BOD og TOC.

### TOC det beste alternativ

Figur 2 viser sammenhengen mellom  $COD_{Cr}$  og TOC i utløpsvann fra forskjellige anleggstyper og i råkloakk. I overensstemmelse med alminnelig erfaring er korrelasjonen gjennomgående god. Det er



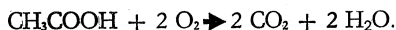
Figur 2.

Samvariasjon mellom  $COD_{Cr}$  og TOC i utløpsvann fra forskjellige typer renseanlegg og i ubehandlet avløpsvann (råkloakk).

likevel grunn til å fremheve at bestemmelsen av  $COD_{Cr}$  er metodeavhengig. Resultatet beror blant annet på hvilke forbindelser prøven inneholder. For eksempel er oksygenforbruket pr. karbonatom dobbelt så stort for metan:



som for eddiksyre:



I likhet med BOD gir  $COD_{Cr}$  bare et bilde av den organiske belastningen. Ulemper ved analysen er manglende oksydasjon av visse grupper organiske forbindelser, interferens fra uorganiske reduksjonsmidler og høyt forbruk av kjemikalier som er lite ønskelig av arbeidshygieniske årsaker.

TOC gir et direkte mål for prøvens innhold av organisk materiale. En vesentlig praktisk fordel er den korte analysesiden; 6 minutter ved bruk av Astro 1850 karbonanalysator. Prøvevolumet er bare 100  $\mu$ l ved bestemmelse av karbonkonsentrasjoner over 50 mg/l. Effektiv homogenisering av prøven er derfor helt nødvendig.

Innholdet av organisk stoff i rensset avløpsvann er ofte nær nedre bestemmelsesgrense for BOD og  $COD_{Cr}$ . De tilfeldige analysefeil blir dermed relativt store. Usikkerheten ved lave BOD- og  $COD_{Cr}$ -verdier kommer til uttrykk ved vesentlig dårligere korrelasjoner for utløpsprøvene enn for innløpsprøvene. TOC-verdiene ligger derimot i et meto-

disk sett gunstig konsentrasjonsområde. Den direkte bestemmelsen av organisk karbon er følsom, nøyaktig og presis, dessuten langt raskere enn de tradisjonelle, indirekte analysemetodene for biokjemisk og kjemisk oksygenforbruk.

Det er viktig å være klar over at de tre variable BOD,  $COD_{Cr}$  og TOC representerer ulike sider ved organisk belastning. Analyseresultatene er derfor ikke uten videre jevnførbare.

### Grenseverdier for TOC bør etableres

Dersom TOC skal avløse BOD i kontrollsammenheng, er det nødvendig at eksisterende utslippskrav for BOD blir erstattet med tilhørende TOC-verdier. Likeledes må nye utslippstillatelser gis med grenseverdier uttrykt i TOC i stedet for BOD.

Statens forurensningstilsyn har nylig nedsatt en arbeidsgruppe til å vurdere kontrollordninger for kommunale rensanlegg. I den forbindelse vil også de eksisterende standardkrav for utslipp av rensset avløpsvann fra ulike typer anlegg bli revurdert. Det er naturlig å innarbeide grenseverdier for TOC i de nye retningslinjene.

På grunnlag av data fra den foreliggende undersøkelsen er det i tabell 1 satt opp forslag til TOC-verdier som samsvarer med nåværende utslippskrav for BOD.

Tabell 1. Forslag til grenseverdier for TOC tilsvarende eksisterende utslippskrav for BOD\*

Renseprosess	Maksimalkonsentrasjoner i utløpsvannet	
	BOD, mg/l	TOC, mg/l
Mekanisk rensing m/kjemikalietilsetning	80	55
Primær- og sekundærfelling	60	45
Biologisk rensing	30	20
Simultanfelling	30	20
Etterfelling	20	15

\* Rundskriv T-24/74 fra Miljøverndepartementet til fylkesmennene.

#### Henvisninger

NIVA-rapport O-8101201, 6. juni 1983:  
Sammenligning og tilpasning av metoder.  
TOC ved utslippskontroll av organisk  
stoff fra kommunale rensesanlegg.

Organisk stoff. Ingvar Dahl og Håvard  
Hovind: — Gjennombrudd for TOC?  
Refbla' nr. 2, NIVA, desember 1982.