

Prøvetaking og analyse av VOC

Oscar Espeland

Seniorrådgiver/yrkeshygieniker

Miljøringen 22.11.24



Nemko Norlab

- Prøvetaking, analyser, rådgivning og kurs
- 12 laboratorier, 120 ansatte
- Kunder fra sjømatnæringen, næringsmiddelindustri, landbasert industri, offshore, eiendom, offentlig og privat virksomhet i hele Norge
- En del av Nemko Group – 100 % eid fra 1.11.22

Kvalitet som verdi

Kvalitetspolitikk: Kvalitetssikrede tjenester – Bevisste medarbeidere – Fornøyde kunder

Akkreditert

- NS-EN ISO 17025

Sertifisert

- ISO 14001
- ISO 45001



**NORSK
AKKREDITERING**

Akkrediteringsomfang for
TEST 032

Nemko Norlab AS
P.boks 611,
NO- 8607 Mo i Rana
Telefon: +47 404 84 100
E-post: info@nemkonorlab.com
Hjemmeside: http://www.nemkonorlab.com

Laboratoriet tilfredsstiller kravene i
NS-EN ISO/IEC 17025:2017

Akkreditering ble første gang innvilget: **07.03.1995**

Akkrediteringen forutsetter regelmessig oppfølging, og er gyldig til: **01.07.2027**



CERTIFICATE

Nemko AS has issued an IQNet recognized certificate that the organization:

SINTEF Norlab
Halvor Heyerdahls vei 50, 8626 Mo i Rana, Norway

has implemented and maintains a
Environmental Management System

for the following scope:
Vi betjener kunder fra industri, kommune og annen privat og offentlig virksomhet i Norge. Våre virksomhetsområder er miljømåling, kjemisk analyse, mikrobiologi, veterinærmedisin og materialtesting. I tillegg til analysetjenester innenfor våre kjerneområder, tilbyr vi også prøvetaking og rådgivning

which fulfils the requirements of the following standard
ISO 14001:2015

Issued on: 2021-03-19
Validity date: 2024-03-19
This attestation is directly linked to the IQNet Partner's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

Registration Number: NO-901629



IQNet Partners*:
AENOR Spain AFNOR Certification France APCER Portugal CCC Cyprus CISO Italy
CQC China CQM China CQS Czech Republic Cro Cert Croatia DQS Holding GmbH Germany EAGLE Certification Group USA
FCAV Brazil FONDONORMA Venezuela KONTEC Colombia Inspecia Sertifiointi Oy Finland INTECO Costa Rica
IRAM Argentina JQA Japan KQF Korea MIRTEC Greece MSZT Hungary Nemko AS Norway NSAI Ireland
NYCE-SIGE México PCBQ Poland Quality Austria Austria RR Russia SII Israel SIQ Slovakia
SIRIM QAS International Malaysia SQS Switzerland SRAC Romania TEST St Petersburg Russia TSE Turkey YUQS Serbia

* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com



CERTIFICATE

Nemko Scandinavia AS has issued an IQNet recognized certificate that the organization:

SINTEF Norlab
Halvor Heyerdahls vei 50, 8626 Mo i Rana, Norway

has implemented and maintains a
Occupational Health and Safety Management System

for the following scope:
Vi betjener kunder fra industri, kommune og annen privat og offentlig virksomhet i Norge. Våre virksomhetsområder er miljømåling, kjemisk analyse, mikrobiologi og veterinærmedisin. I tillegg til analysetjenester innenfor våre kjerneområder, tilbyr vi også prøvetaking og rådgivning.

which fulfils the requirements of the following standard
ISO 45001:2018

Issued on: 2022-03-01
Validity date: 2025-03-01
This attestation is directly linked to the IQNet Partner's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

Registration Number: NO-907210



IQNet Partners*:
AENOR Spain AFNOR Certification France APCER Portugal CCC Cyprus CISO Italy
CQC China CQM China CQS Czech Republic Cro Cert Croatia DQS Holding GmbH Germany EAGLE Certification Group USA
FCAV Brazil FONDONORMA Venezuela KONTEC Colombia Inspecia Sertifiointi Oy Finland INTECO Costa Rica
IRAM Argentina JQA Japan KQF Korea MIRTEC Greece MSZT Hungary Nemko AS Norway NSAI Ireland
NYCE-SIGE México PCBQ Poland Quality Austria Austria RR Russia SII Israel SIQ Slovakia
SIRIM QAS International Malaysia SQS Switzerland SRAC Romania TEST St Petersburg Russia TSE Turkey YUQS Serbia

* The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

Nemko Norlab – Avdeling miljø

- Miljømålinger og miljørådgivning
- Prøvetaking i felt
- Arbeidsmiljø og yrkeshygiene
 - BHT, Offshore, Industri
- Inneklima
- Emisjon til luft
- Diffuse utslipp
- Lukt
- Spredningsmodellering
- Utleie av utstyr til prøvetaking og direktevisende målinger

Analysjetjenester knyttet til grunnforurensning

Organiske forbindelser

- Jordprøver – organisk forurensning (Hydrokarboner, PAH, PCB)
- Luftprøver fra grunn - VOC
- Inneklima - VOC
- Utleie av pumper + annet nødvendig utstyr

Andre analyser/målinger

- Jordprøver – uorganisk forurensning (tungmetaller, annet)
- Annet (SEM, XRD, XRF ++)

VOC

Volatile organic compounds

Flyktig organiske forbindelser

Hva er VOC? Hva kan prøvetas og analyseres?

- Flyktige organiske forbindelser – «volatile organic compounds»
 - VOC – C6-C15
 - VVOC – C2/C3-C5 (very volatile organic compounds)
 - SVOC _C15-C40 (semi-volatile – Tungtflyktige)
- «Hverdagskjemikalier» som kan defineres som VOC eller kan avgi VOC
 - Bensin, diesel, fyringsolje, parafin
 - White spirit, tennvæske, «løsemidler»
 - Oljemaling, løsemiddelbaserte lakker
 - Alkoholer – Etanol, Isopropanol (vindusspylervæske)

Mer spesifikke grupper av VOC? Hva kan prøvetas og analyseres?

- Hydrokarboner – aromatiske (benzen++), alifatiske, cykliske – «alle komponenter»
- Alkoholer inkludert fenoler
- Aldehyder og ketoner (minus formaldehyd og acetaldehyd)
- Estere
- Klorerte (halogenerte) hydrokarboner
- Acrylater
- PAH og PAH-relaterte komponenter, naftalener, indener, bifenyl, → 4/5 cykliske PAH (også mulig med spesifikk PAH-metode)
- Enkelte aminer (sekundære, tertiære)
- Organiske syrer
- Organiske svovelforbindelser (dimetyldisulfid, dimetyltrisulfid, mercaptaner ++)
- KFK (semikvant med spesialrør)

Kilder til VOC i forurenset grunn

- Gammel industri og tilsølte jordmasser
- Lekkasje fra tanker
- Avfallsplasser og nedgravd kjemisk avfall
- «Tilfeldig» nedgravd avfall eller søl
- Biologiske prosesser, forråtnelse
- Annet



- Prinsipper for prøvetaking og analyse av VOC

Prøvetaking for spesifikk analyse

Formål: å finne ut «hva det er» og hva som er potensiell kilde

- Prinsipp for prøvetaking:
 - Fange opp aktivt eller passivt på adsorbent av en eller annen slag
 - Samle gass/luft på gasstett pose (evt canister)
- Analyse i lab: desorbere fra rør, separere og identifisere ulike komponenter i en blanding
 - Væskedesorsjon eller termisk desorpsjon (TD)
 - Gasskromatografi (GC) med massespektrometri (MS) eller FID – GC/MS eller GC/FID
 - Nemko Norlab bruker nesten utelukkende TD-GC/MS
 - Vi gjør alltid en full screeninganalyse der vi identifiserer så mye som mulig eller nødvendig – ikke analysepakker som er vanlig ved for eksempel jordprøver

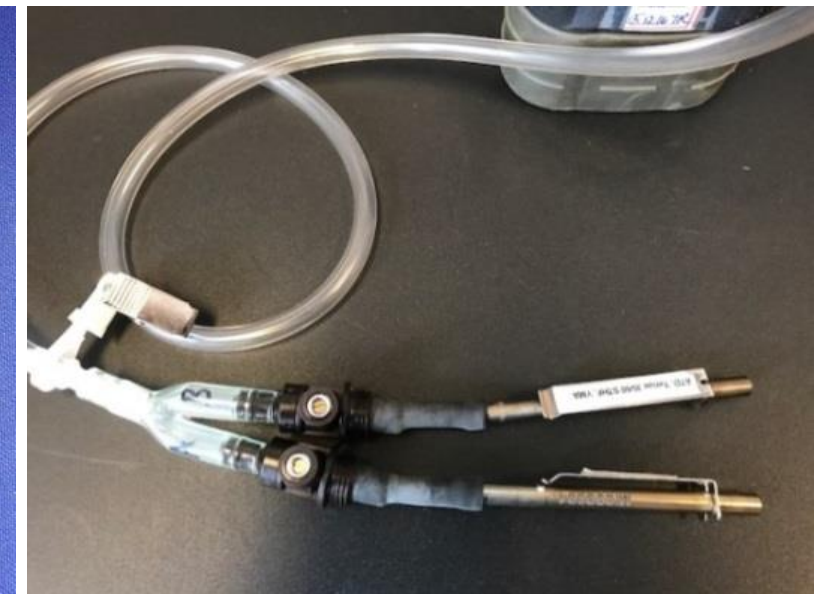
- Prinsipper for direktevisende måling av VOC

Direktevisende måling

- Fotoionisasjonsdetektor – PID, enkel håndholdt metode for total-VOC
 - Vanligste og enkleste metode for direktevisende måling
 - Bra for å konstatere forekomst og nivå
 - Bra ved overvåking over tid når man vet «hva det er»
- Flammeionisasjonsdetektor – FID – «tungt» utstyr og sjelden aktuelt ved grunnforurensning, men kan potensielt brukes
- Portable massespektrometrimetoder
- Portable GC-instrumenter

Adsorpsjonsrør

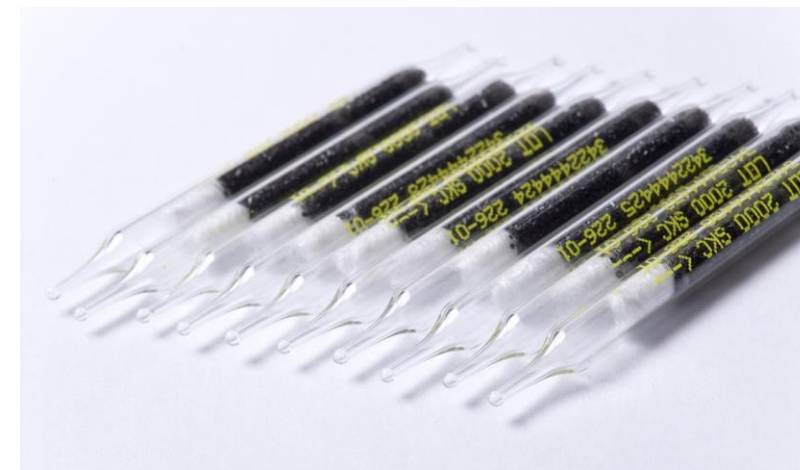
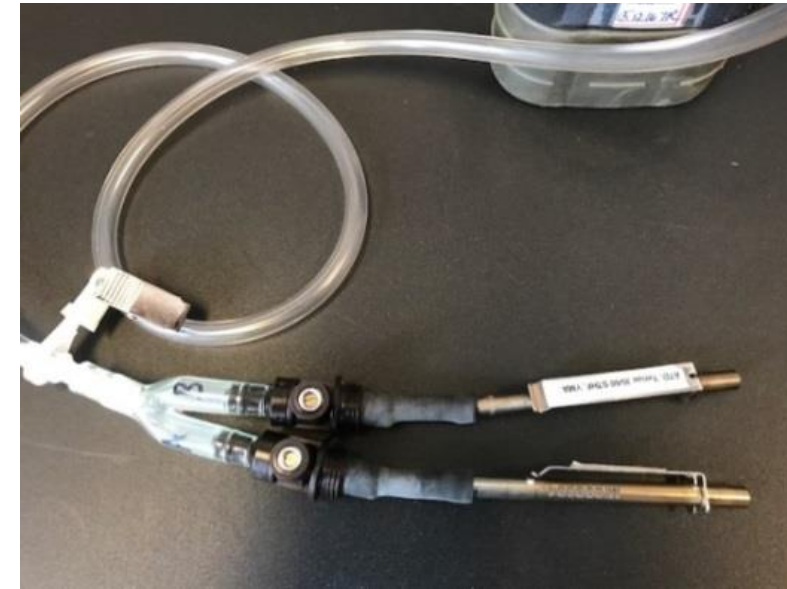
- ATD-rør (basert på ISO-16017-1 og -2)
- Mange ulike adsorbenter til ulike problemstillinger – kan tilpasses og seriekoples
 - Tenax TA (C6/7-C35) -vanligste
 - Carbograph1TD (C5/6-C14)
 - Carbograph4TD (C4/5 – C12)
 - Carbograph5TD (C3/4 – C8)
- Høy følsomhet
- Kort prøvetakingstid (5-30 min)
- Robuste stålrør godt egnet til feltbruk
- Egnet til nesten alt, men ikke reaktive forbindelser
- Kan også brukes til passiv prøvetaking
 - Kullrør (Anasorb) – universelt til typiske VOC, men ikke for tunge forbindelser
 - Andre typer spesialrør finnes til spesifikke problemstillinger



Aktiv prøvetaking (basert på ISO-16017-1)

- Pumpe
- Slange med holder og flowregulering
- Flowmeter
- Adsorpsjonsrør – ATD-rør
- Teflonsonde – hvis ned i et «hull»
- Prøvetakingstid? → 5 – 60 min

- Generell instruksjonsvideo for prøvetaking av VOC - snart på hjemmesidene våre



Prøvetaking - VOC grunnforurensning

– hvor prøvetar man?

- Borede brønner
- Sonder (VOC Mole – Markes Int)
- Rørutganger
- Kummer
- Lukkede rom
- Oppsamlet jordprøve
 - VOC-prøve i felt
 - Sende til lab



Prøvetaking - VOC grunnforurensning

– Inneklima

- Plutselig oppstått lukt – løsemidler, «kjemisk lukt»
- Vanligste problemstilling: Lekkasje av parafin eller fyringsolje
- Ofte inntrengning via gjennomganger fra grunn
 - Rør
 - Elektriske ledninger
- ATD-rør aktiv prøvetaking 30-60 min
- Passiv prøvetaking også mulig – typisk i ca. 7 døgn

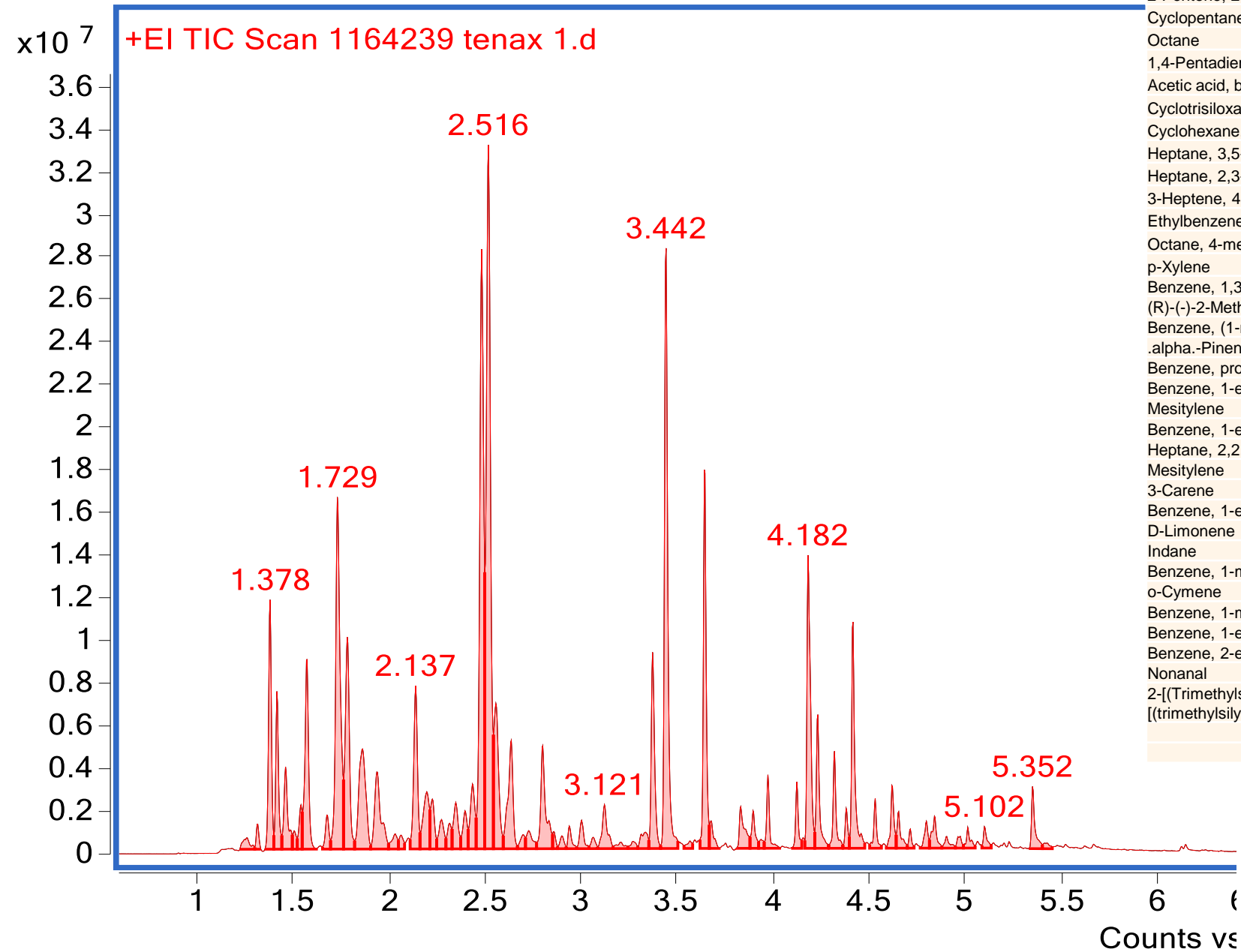


VIKTIG å tenke på ved VOC-prøvetaking ved grunnforurensning

- Værforhold
 - Høytrykk og lavtrykk – kan påvirke flux av gasser
 - Påvirkning av vind ved prøvetakingspunktet
 - Temperatur – påvirker avdampning
 - Nedbør – vann kan påvirke mobiliteten til forurensningene
- Grunnforhold- massene der det prøvetas: løsmasser, leire, fjell?
- Vannsig og høydeforskjeller
- Forventet konsentrasjon? – hvis man vet det? Målt med en PID? Luktvurdering?
 - Høy konsentrasjon → kortere prøvetakingstid og evt. flere påfølgende prøver
 - Lav konsentrasjon → lengre prøvetakingstid
 - Prøvetakingstid må vurderes
 - Flow må vurderes – mellom ca 50 og 250 mL/min
 - Langtids prøvetaking → lav flow

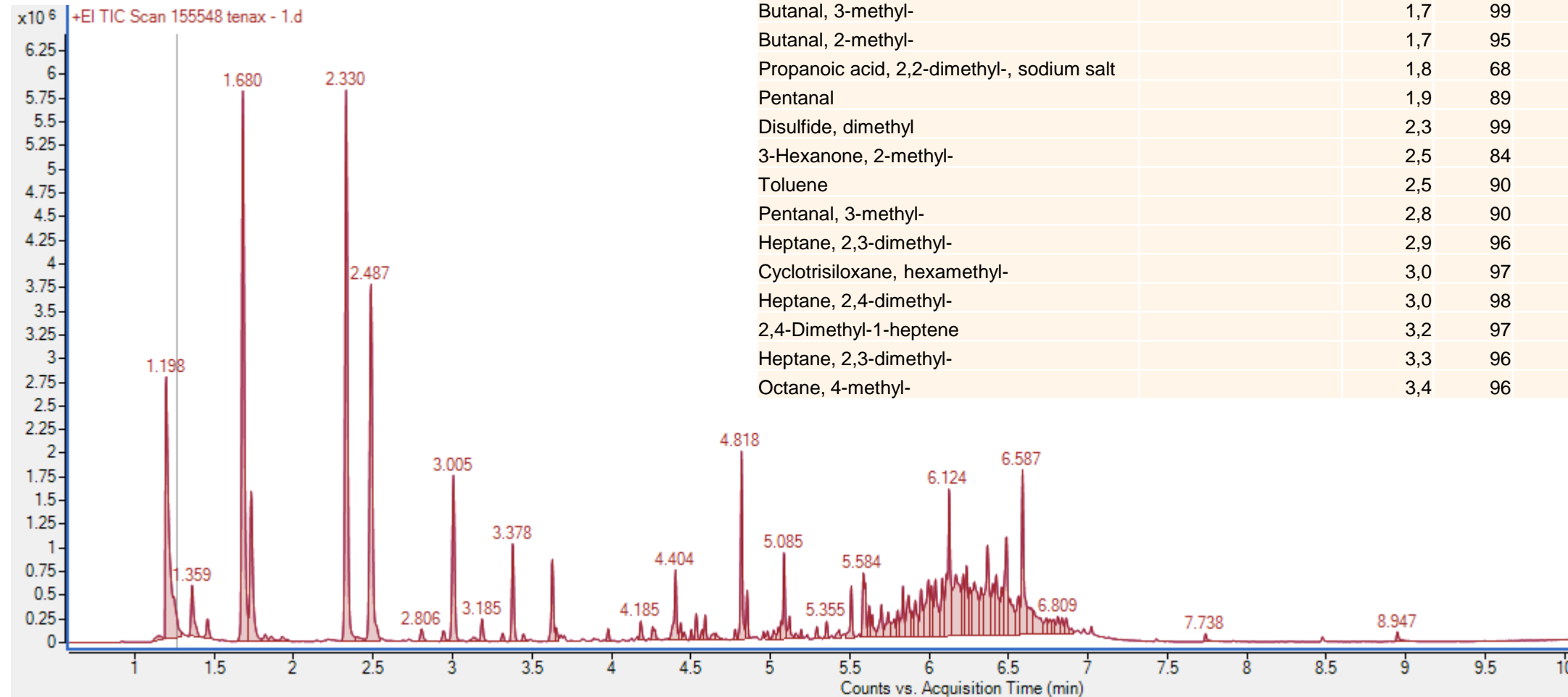
Eksempler på analyser

Eksempel: Kromatogram oljeforurensning



4,4-Dimethyl-1-hexene	Usikker identifikasjon	2,49	63	11	
Toluene		2,52	99	119	
Heptane, 3-methyl-		2,56	94	23	
2-Pentene, 2,4,4-trimethyl-		2,63	97	21	
Cyclopentane, 1-ethyl-3-methyl-		2,73	92	4,6	
Octane		2,80	91	17	
1,4-Pentadiene, 2,3,3-trimethyl-		2,90	79	2,3	
Acetic acid, butyl ester		2,94	90	3,5	
Cyclotrisiloxane, hexamethyl-		3,00	84	3,8	
Cyclohexane, ethyl-		3,12	91	4,9	
Heptane, 3,5-dimethyl-		3,12	90	4,9	
Heptane, 2,3-dimethyl-		3,31	89	3,7	
3-Heptene, 4-ethyl-		3,34	82	3,2	
Ethylbenzene		3,37	99	22	
Octane, 4-methyl-		3,38	92	6,3	
p-Xylene		3,44	98	90	
Benzene, 1,3-dimethyl-		3,64	100	47	
(R)-(-)-2-Methyl-2,4-pentanediol		3,83	97	8,7	
Benzene, (1-methylethyl)-		3,90	97	3,5	
.alpha.-Pinene		3,97	98	7,6	
Benzene, propyl-		4,12	98	7,2	
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-		4,18	99	46	
Mesitylene		4,23	99	16	
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-		4,32	99	11	
Heptane, 2,2,4,6,6-pentamethyl-		4,38	92	3,7	
Mesitylene		4,42	99	29	
3-Carene		4,53	96	4,5	
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-		4,62	97	6,8	
D-Limonene		4,65	95	3,4	
Indane		4,72	96	2,0	
Benzene, 1-methyl-3-propyl-		4,80	93	3,8	
o-Cymene		4,84	94	3,4	
Benzene, 1-methyl-4-propyl-		4,90	83	1,4	
Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-		4,98	94	2,1	
Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl-		5,02	96	2,2	
Nonanal		5,10	96	3,0	
2-[(Trimethylsilyl)oxy]-2-[4-[(trimethylsilyl)oxy]phenyl]ethanamine	Usikker identifikasjon	5,35	86	9,7	
				Totalt karakterisert VOC	948
				Total VOC - TVOC	1185

Eksempel: Kromatogram bioprosess



Forbindelse (identifisert vha massespektrometri)	Tr	RSI MS-match	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Toluenekv.
Methylamine, N,N-dimethyl-	1,2	100	711
Propanedioic acid, oxo-, bis(1-methylethyl) ester	1,2	72	49
Propanal, 2-methyl-	1,4	99	130
1,3-Butanediol	1,5	87	49
Butanal, 3-methyl-	1,7	99	1223
Butanal, 2-methyl-	1,7	95	350
Propanoic acid, 2,2-dimethyl-, sodium salt	1,8	68	15
Pentanal	1,9	89	11
Disulfide, dimethyl	2,3	99	1148
3-Hexanone, 2-methyl-	2,5	84	17
Toluene	2,5	90	20
Pentanal, 3-methyl-	2,8	90	25
Heptane, 2,3-dimethyl-	2,9	96	20
Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	3,0	97	67
Heptane, 2,4-dimethyl-	3,0	98	279
2,4-Dimethyl-1-heptene	3,2	97	40
Heptane, 2,3-dimethyl-	3,3	96	14
Octane, 4-methyl-	3,4	96	166

Eksempel: Prøve fra gammelt deponi

VOC-screening	Prøve nr (ID):	7	Prøvetaking:	Aktiv
	Prøvested:	S6	Prøvetid (min):	15
			Flow (mL/min):	100
	Dato:	02.07.2021	Volum (L):	1,5
Forbindelse (identifisert vha massespektrometri)	Tr	RSI MS-match	µg/m ³	Toluenekv.
1-Hexanol, 2-ethyl-	3,2	83	387	
Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl-	3,2	96	338	
Octane, 4-methyl-	3,5	96	335	
Octane, 3-methyl-	3,5	89	379	
1-Ethyl-3-methylcyclohexane (c,t)	3,7	95	452	
1-Ethyl-3-methylcyclohexane (c,t)	3,8	89	539	
Decane, 5-methyl-	3,9	92	553	
Octane, 2,5-dimethyl-	4,0	92	637	
Octane, 3,6-dimethyl-	4,0	87	1249	
Cyclobutane, 1,2:3,4-di-O-ethylboranediyl-	4,0	71	769	
Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	4,1	86	1978	
4-Amino-1,6-dihydro-1-methyl-6-oxopyrimidine	4,1	61	701	
Octane, 4-ethyl-	4,2	93	724	
Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	4,2	90	1434	
2-Isopropyl-5-methyl-1-heptanol	4,2	89	2339	
1,3,2-Dioxaborolane-4-methanol, 2-ethyl-, acetate	4,2	60	758	
Nonane, 2-methyl-	4,3	85	311	
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	4,3	80	381	
Nonane, 3-methyl-	4,3	90	557	
Cyclopentane, 1,2-dimethyl-3-(1-methylethyl)-	4,3	89	993	
Cyclooctane, 1,2-dimethyl-	4,4	92	1066	
Cyclohexane, 1-bromo-4-methyl-	4,4	60	367	
Oxalic acid, butyl 1-menthyl ester	4,4	89	845	
Cyclohexane, 1,5-diethyl-2,3-dimethyl-	4,4	89	935	
Butyric acid, p-fluorophenyl ester	4,5	55	823	
Decane	4,5	90	1060	

Acetonitrile, ethoxy-	4,5	74	449
Cyclohexane, 1-methyl-3-propyl-	4,5	84	1486
2-Pyrazoline, 1-isobutyl-3-methyl-	4,5	68	350
Cyclopentane, 1-pentyl-2-propyl-	4,6	80	397
3-Heptene, 2,2,3,5,5,6,6-heptamethyl-	4,6	82	874
1-Octanol, 2-butyl-	4,6	82	1009
Decane, 4-methyl-	4,7	93	2139
2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, isobutyrate, (Z)-	4,7	73	872
1-Decanol, 2-methyl-	4,7	89	724
1,5-Heptadiene-3,4-diol	4,8	83	482
Nonane, 3,7-dimethyl-	4,8	86	513
Cyclohexane, 1,1-dimethyl-2-propyl-	4,8	91	1132
2-Decen-1-ol, (E)-	4,9	77	332
3-Heptene, 2,2,3,5,5,6,6-heptamethyl-	5,0	73	561
2-Isopropyl-4-methylhex-2-enal	5,0	74	560
Cyclohexane, 1,2-diethyl-3-methyl-	5,0	83	666
Bicyclo[3.1.0]hexane-6-methanol, 2-hydroxy-1,4,4-trimethyl-	5,3	82	493
0	0,0	0	0,0
	Totalt karakterisert VOC		33948
	Total VOC - TVOC		42435

Kvantifisering?

- Fullstendig kvantifisering av alle komponenter er sjelden praktisk mulig eller nødvendig
- Husk at det man til enhver tid prøvetar på et gitt punkt fra en grunnforurensning, kun er representativt for prøvetakingstidspunktet!!
- Det vil alltid variere over tid!
- Viktigst å finne ut «hva det er» og om det er høyt eller lavt – litt forenkla sagt!
- Finne «hot-spots»

- Ved standard screeningmetode kvantifiserer vi som toluenekvivalenter i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mg/m^3
- Mer spesifikk kvantifisering av enkeltkomponenter eller grupper av komponenter gjøres ved behov
- Alltid analyserapport med vurdering av resultatene

Kvantifisering – PID-målinger vs VOC-analyser?

- Ikke direkte sammenliknbare!
- Benytter ulike kvantifiseringsmetoder
 - PID gir verdier i ppm kalibrert mot isobutylene
 - TD-GC/MS (eller andre GC-metoder) – normalt kvantifisert i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller mg/m^3
- Mer spesifikk kvantifisering av enkeltkomponenter eller grupper av komponenter gjøres ved behov

Oppsummering

- Håndholdt PID er et bra verktøy for overvåking og for konstatere forekomst av VOC
- Prøvetaking og analyse av VOC for å finne hvilke komponenter og hva som er mulig kilde
- Representative prøver kan være en utfordring
- Metoden basert på ATD-rør og TD-GC/MS
 - Mest universelle metoden som dekker flest potensielle stoffer
 - Relativt enkel og rask prøvetaking med pumpe
 - Passiv prøvetaking mulig i spesielle tilfeller
 - Krever labanalyse som kan ta litt tid, men hasteanalyser er mulig å få til

Takk for oppmerksomheten