

NILU: OR 67/99
REFERANSE: O-98113
DATO: NOVEMBER 1999
ISBN: 82-425-1133-0

**Metode for analyse av
nikotin i innemiljø**
**Indikator på tobakksrøyk i
restaurant- og annen næring**

Chris Lunder

Forord

Prosjektet er gjennomført med støtte fra NHO's Arbeidsmiljøfond og hadde som arbeidstittel; "Forenkling av eksisterende metode for analyse av nikotin som indikator på tobakksrøyk i restaurant- og annen næring".

Prosjektarbeidet med utbedring og forenkling av analysemetoden har vært utført ved Norsk institutt for luftforskning (NILU), Kjeller, i perioden juli 1998 til november 1999.

Det rettes en stor takk til Maja-Lisa Løchen, Aina Emaus og Gerd Furumo, Universitetet i Tromsø, som ledet og sto for den praktiske gjennomføringen av den første norske stor-skala undersøkelsen på nikotin og hvor denne metoden ble benyttet.

En spesielt stor takk går til Georg Becher (dengang Folkehelsa, nå NIVA) og May Frøshaug (Folkehelsa) for faglig nyttige samtaler og møter.

Kjeller, november 1999.

Chris Lunder

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag.....	3
1 Innledning.....	5
1.1 Formål.....	5
1.2 Bakgrunn.....	5
1.2.1 Forskriften om røyking på restauranter og andre serveringssteder.....	5
1.2.2 Analyse av nikotin i innemiljø.....	5
1.2.3 Passiv røyking og helseskader	6
2 Utstyr og kjemikalier	6
2.1 Adsorbsjonsrør.....	6
2.2 Prøvetakingspumpe.....	6
2.3 ATD-GCD.....	6
2.3.1 Beskrivelse av instrumentene.....	6
2.3.2 Analysebetingelser	7
2.4 Kjemikalier	7
3 Metoder	8
3.1 Prøvetaking	8
3.1.1 Passiv prøvetaking	8
3.1.2 Aktiv prøvetaking (med pumpe)	8
3.2 Analyse	8
3.3 Standarder	8
3.3.1 Ekstern standard	8
3.3.2 Intern standard.....	8
3.3.3 Tillaging av standarder.....	9
3.4 Prøvetakingsprosedyrer.....	9
3.4.1 Passiv prøvetaking	9
3.4.2 Aktiv prøvetaking	9
4 Resultater og diskusjon	10
4.1 Standarder	10
4.1.1 Repeterbarhet	10
4.1.2 Lineæritet	10
4.2 Glassrør eller stålrør ?.....	11
4.3 Aktiv eller passiv prøvetaking?	12
4.3.1 Passiv prøvetaking	12
4.3.2 Aktiv prøvetaking	13
4.4 Aktive målinger sammenliknet med passive målinger	14
4.5 Prøvetakingstid	15
4.6 Målinger i felt	16
4.7 Sammenlikninger med etablert metode	21
5 Konklusjon.....	24
6 Referanser.....	24
Vedlegg A Diverse analyseresultater.....	26

Sammendrag

Adsorbsjonsrør fylt med en organisk polymer, Tenax TA, ble benyttet som prøvetakingsmetode for analyse av nikotin i innemiljø ved restauranter og andre serveringssteder. Metoden benyttets tradisjonelt til analyse av flyktige organiske forbindelser (VOC) i innemiljø. Metoden kunne benyttes enten i form av aktiv prøvetaking, ved at en pumpe trakk luft gjennom et adsorbsjonsrør, eller passiv prøvetaking ved at nikotin (VOC) diffunderte fra lufta i lokalet og inn på adsorbsjonsrøret. Nikotinanalysen ble utført ved termodesorbsjon (ATD-400) med påfølgende separasjon og deteksjon i en gasskromatograf koplet til ett massespektrometer (GC-MS).

Adsorbsjonsrør med Tenax TA var ikke egnet til passiv prøvetaking av nikotin da repeterbarheten i målingene ikke var tilfredstillende (Rel. STD > 30 %, n=3). Passiv prøvetaking viste lavere nikotinkonsentrasjoner enn ved aktiv prøvetaking. En av årsakene til dette var at opptakraten av nikotin til den passive prøvetakeren var for lav til å registrere raske svingninger i nikotinkonsentrasjonen i lokalet.

Det er vist med dette arbeidet at aktiv prøvetaking med adsorbsjonsrør med Tenax TA var egnet som metode for å bestemme konsentrasjonen av nikotin i innemiljø. Metoden hadde tilfredstillende repeterbarhet (Rel. STD < 10 %). Sammenlikninger med den passive prøvetakingsmetoden som det ble henvisning til i *veiledning til forskrift om røyking på restauranter og andre serveringssteder, internkontroll med virkning fra 1. januar 1998*, viste varierende resultater. De siste sammenlikningene viste at den passive prøvetakingsmetoden, som tok i bruk impregnerte filtre, ga lavere nikotinkonsentrasjoner enn den aktive prøvetakingsmetoden med adsorbsjonsrør.

Ved kvantifisering ble det tatt i bruk deuterert nikotin som intern standard. Bruk av isotopmerket intern standard styrket metoden kvantitativt, sammenliknet med bruk av ekstern standard.

Fire timer ble antatt å være tilfredstillende prøvetakingstid for en representativ prøve. Målingene ble lagt til tidspunkt hvor serveringsstedene var best besøkt. Lang prøvetakingstid var nødvendig da det ble vist at nikotinkonsentrasjonen i et lokale kunne variere så mye at den ble doblet i løpet av få minutter. Ved kontroll på om lokalet tilfredstilte normen på 10 µg nikotin/m³ luft, ble det fra helse- og sosialdepartementet henvisning til en passiv metode med prøvetakingstid på 8 timer.

Bruk av adsorbsjonsrør av rustfritt stål ga lavere nikotinkonsentrasjoner enn adsorbsjonsrør av glass. Glassrør var mindre praktiske enn rustfrie stålrør på grunn av mulighet for knusing, og de måtte pakkes inn for å unngå fotokjemisk nedbrytning av nikotin. Deltakelse i den første norske stor-skala undersøkelse på nikotin, hvor 68 serveringssteder ble undersøkt og 272 glassrør benyttet, viste at glassrør var fullt ut anvendbare.

Erfaringer fra samme stor-skala undersøkelse viste at prøvetakingen (4 timer) ble for tidkrevende og umuliggjorde kontroll av prøvetakingsutstyret under hele prøvetakingen. Dette kan ha åpnet mulighet for "sabbotasje" av målingene.

Oppsummeringer fra undersøkelsen etterlyste raskere og enklere prøvetakingsmetode. Både 4 og 8 timer (anbefalte passive metode i veiledningen) antas å være for lang prøvetakingstid til at metodene er praktisk anvendbare for kontrollerende myndigheter.

Prøvetaking av nikotin kan utføres raskt og enkelt ved små modifikasjoner på metoden for aktive prøvetaking med adsorbsjonsrør. Dyr prøvetakingspumpe kan erstattes med billig plastsprøyte. Prøvetakingen kan utføres i løpet av 5 minutter. Skal det være hensiktsmessig med kortere prøvetakingstid må det innføres takverdier for nikotin, da nikotinkonsentrasjonen varierte svært mye.

Metode for analyse av nikotin i innemiljø

Indikator på tobakksrøyk i restaurant- og annen næring

1 Innledning

1.1 Formål

Formålet med prosjektet var å forenkle en eksisterende metode for analyse av nikotin som benyttes som indikator på tobakksrøyk i restaurant- og annen næring.

1.2 Bakgrunn

1.2.1 Forskriften om røyking på restauranter og andre serveringssteder

Ved ikraftsettelse av bestemmelser i forskrift om røyking på restauranter og andre serveringssteder, internkontroll med virkning fra 1. januar 1998 ble det satt fokus på innemiljøkvalitet med henblikk på tobakksrøyk. Som en indikasjon på om forskriften etterlevdes, ble det satt en veiledende norm for konsentrasjonen av nikotin, som indikator på tobakksrøyk, i omgivelsesluft i røykeforbudsoner.

Veiledende norm for nikotinkonsentrasjonen er at den ikke bør overskride 1 mikrogram pr kubikkmeter luft. Av praktiske hensyn ble det innført en aksjonsgrense på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft. Dette medførte et økende behov for tilgjengelighet av enkle og pålitelige målemetoder som målte nikotinkonsentrasjoner under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft.

1.2.2 Analyse av nikotin i innemiljø

Tobakksrøyk inneholder over 4000 forskjellige stoffer. Av disse var det viktig å plukke ut en forbindelse som er en markør (indikator) på tobakksrøyk. Markøren måtte fylle kriterier som;

1. den fantes bare i tobakksrøyk
2. den måtte være i såpass stor andel av røyken at den kunne måles selv med lite tobakksrøyk tilstede
3. skulle være tilstede og avgis i omtrent samme mengde i alle typer sigaretter.

Nikotin er en av de 4000 stoffene som oppfyller disse kriteriene. Mange metoder er utviklet for å måle konsentrasjonen av nikotin i innemiljø. Filter impregnert på forskjellige måter til både aktiv og passiv prøvetaking, denudere og forskjellige adsorbenter er blitt benyttet, Caka et. al. 1990.

Dette studiet benyttet en metode som tok i bruk en adsorbent, Tenax TA, som tradisjonelt benyttets til analyse av flyktige organiske forbindelser (VOC). I første omgang skulle fokus være rettet mot nikotin, men i og med at tobakksrøyk består av en rekke VOC, var det ønskelig at metoden på sikt kunne analysere nikotin sammen med andre VOC i samme analyse.

1.2.3 Passiv røyking og helseskader

Ved passiv røyking utsettes man for de samme stoffene som ved aktiv røyking. Disse er en kompleks blanding av kjemiske stoffer, hvorav 40 er kjent for å være kreftfremkallende. Spesielt utsatt for passiv røyking er de som jobber på restauranter og andre serveringssteder. Tobakkskaderådet orienterer gjennom informasjonsmateriell at veldokumenterte undersøkelser bekrefter økt risiko for lungekreft og hjerteinfarkt for personer som er utsatt for passiv røyking i hjemmet eller på arbeidsplassen. Gjennomsnittlig økes risikoen med 30 prosent for en som utsettes for passiv røyking. En undersøkelse i USA viste at mannlige servitører som var eksponert for passiv røyking, og som selv ikke røykte, økte sin risiko for å få lungekreft med 60 prosent. Statistikk fra Norge forteller at 300 - 500 ikke-røykere dør hvert år av hjerteinfarkt, og 50 ikke-røykere av lungekreft, forårsaket av passiv røyking, SHD 1997.

2 Utstyr og kjemikalier

2.1 Adsorbsjonsrør

Ved uttesting av metoden er det benyttet adsorbsjonsrør av glass og rustfritt stål som har vært fylt med Tenax TA til prøvetaking av nikotin.

Glassrør: (Hewlett Packard)

3,5 " lengde
1/4 " ytre diameter
0,4 cm indre diameter

Stålrør: (Supelco)

3,5 " lengde
1/4 " ytre diameter
0,5 cm indre diameter

2.2 Prøvetakingspumpe

SKC-pocket pump

Flowområde i konstant flow modus: 20 - 250 ml/min
Nøyaktighet i dette området: $\pm 5\%$
Vekt: 142 g
Størrelse: 11,4 x 5,6 x 3,6 cm

2.3 ATD-GCD

2.3.1 Beskrivelse av instrumentene

Prøvetakingsrørene ble desorbert med en ATD 400 fra Perkin Elmer (ATD = Automatic Thermal Desorption System).

Nikotinprøvene ble separert og analysert på en GCD fra Hewlett Packard. GCD er en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC-MS).

GC: HP 5890 Series II
Elektronisk trykk- / flowkontroll

MS: Elektronmultiplikator (detektor)
Kvadrupol (massefilter)
Masseområde, 10 - 450 amu, enhetsoppløsning
Elektronstøttonisering, 70 eV
Automatisk tune
Scan- og SIM (selected ion monitoring) modus

Bæregass: Helium 4.8
99,998% renhet, Norsk Hydro
Bæregass ble rensset med aktivt kullfilter, molekylarsievefilter og oksygenfilter.

Kolonner: CP-Sil 8 CB low bleed/MS
lengde: 25 m
indre diameter: 0,32 mm
filmtykkelse: 1,2 µm

DB-1701
lengde: 30 m
indre diameter: 0,32 mm
filmtykkelse: 1 µm

2.3.2 Analysebetingelser

ATD:
Desorpsjon av rør i 15 minutter ved 285 °C.
Refokusering av nikotin på kjølefelle (-30 °C) med adsorbent (Tenax TA).
Desorpsjon av kjølefelle i 7,5 minutter ved 285 °C.

GC:
1 ml/min (konstant flow) bæregasshastighet
Temperaturprogram:
Initialtemperatur 40 °C i 1 minutt.
10 °C pr minutt til 250 °C
250 °C i 5 minutter

MS:
SIM-modus med 84, 87, 133, 136, 162 og 165 som utvalgte m/z-verdier

2.4 Kjemikalier

Tabell 1: Kjemikalier som ble benyttet i metoden.

Kjemikalie	Leverandør	Renhet	Konsentrasjon
Nikotin	Dr. Ehrenstorfer GmbH		10 ng/µl
Nikotin	Sigma	98 - 100%	
DL-Nikotin-d ₃	CDN-isotopes	99,9	
Metanol	Merck (Nr. 1.06007)	99,8 %	
Trietylamin	Fluka (Nr. 90335)	99,5 %	

3 Metoder

3.1 Prøvetaking

3.1.1 *Passiv prøvetaking*

Passiv prøvetaking ble utført ved å la luft diffundere (uten bruk av pumpe) inn i et glassrør fylt med en adsorbent (organisk polymer, Tenax TA) hvor nikotin ble adsorbent på overflaten. Nikotin diffunderte inn på røret fordi konsentrasjonen av nikotin var høyere på utsiden av røret enn inni røret. Ved prøvetaking ble røret åpnet i den ene enden og hengt opp på ønsket sted. Prøvetakingstiden var omlag 4 timer.

3.1.2 *Aktiv prøvetaking (med pumpe)*

Aktiv prøvetaking ble utført med samme type adsorbsjonsrør som for passiv prøvetaking, men luft ble trukket gjennom røret ved bruk av en pumpe. Pumpen trakk luft gjennom røret med en hastighet på 20 ml/min. Prøvetakingstiden var omlag 4 timer.

Etter prøvetaking ble rørene pakket inn i aluminiumsfolie for å hindre fotokjemisk nedbrytning av nikotin på røret, Tang et al. 1987.

3.2 Analyse

Mengde nikotin som ble adsorbent på røret ble bestemt ved at nikotin ble termodesorbent (ATD 400), og overført med en inert gass inn i en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC-MS) for analyse. Kvantifiseringen ble i første del av prosjektet basert på en ekstern nikotinstandard, mens i siste del ble det benyttet intern standard (deuterert nikotin) til kvantifiseringen.

3.3 Standarder

3.3.1 *Ekstern standard*

Det ble benyttet en kommersiell tilgjengelig standard fra Dr. Ehrenstorfer som ble tilsatt rørene som væskeløsning. 4 µl av standarden (10ng nikotin/µl metanol) ble tilsatt ved bruk av en 10 µl Hamilton glasssprøyte. Metanol ble desorbent fra røret ved at 40 ml nitrogengass ble ført gjennom røret ved romtemperatur.

3.3.2 *Intern standard*

Det ble benyttet en deuterert nikotin som intern standard. Deuterert nikotin vil tilnærmet ha de samme egenskapene (fysikalske og kjemiske) som nikotin, og var derfor en ideell intern standard. Tap av nikotin under og etter prøvetakingsprosedyren, eller ved analyse, ville også ført til tilsvarende tap av intern standard. I og med at mengdeforholdet mellom disse ble benyttet til kvantifisering, var det mulig å kvantifisere mengde nikotin som opprinnelig hadde vært på røret etter prøvetaking. Den samme kontroll og sikkerhet var ikke mulig ved bruk av ekstern standard. Intern standard ble tilsatt adsorbsjonsrørene før prøvetaking.

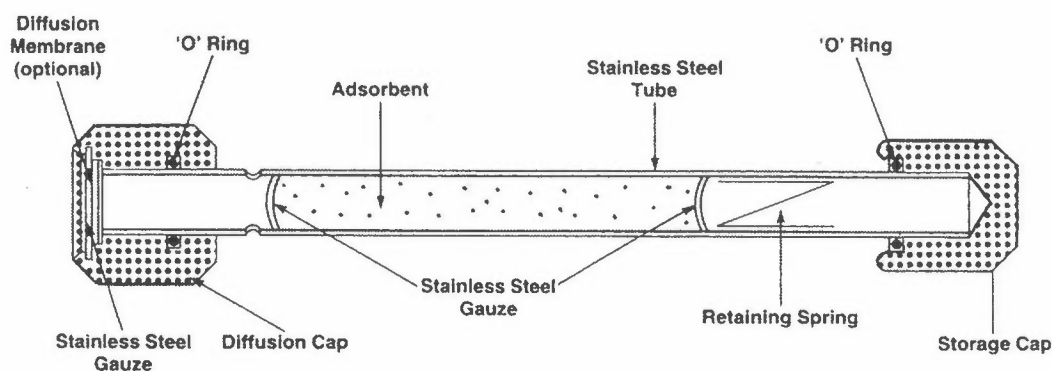
3.3.3 Tillaging av standarder

Det er tidligere vist at tilsetning av en sterk base som f.eks trietylamin (TEA) til nikotinstandardene vil forhindre adsorpsjon av nikotin til glassoverflaten i oppbevaringsflaskene til standarden, Grubner 1980. Tillaging av nikotin- og deuterert nikotinstandardløsninger ble utført ved å fortynne med metanol som inneholdt 0.01 % TEA, Thompson 1989.

3.4 Prøvetakingsprosedyrer

3.4.1 Passiv prøvetaking

Adsorpsjonsrøret var forseglet med to teflonhetter. Den ene teflonhetten ble erstattet med en diffusjonshette. Røret ble plassert på ønsket sted, ca 110 cm over gulv (pustehøyde for sittende person) og minimum 10 cm fra vegg, med røret enten liggende eller opphengt med diffusjonshetten pekende nedover. Prøvetakingstid var minimum 4 timer ved forventede lave verdier (rundt $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Etter prøvetaking ble røret pakket inn i aluminiumsfolie for å hindre fotokjemisk nedbrytning av nikotin før prøven ble analysert på laboratoriet.



Figur 1: Figuren viser en skisse over et adsorpsjonsrør av rustfritt stål med diffusjonshette i den ene enden, slik den ble benyttet som passiv prøvetaker.

Figuren viser at diffusjonshetten hadde en diffusjonsmembran. Diffusjonshettene som ble benyttet til passiv prøvetaking av nikotin hadde ikke diffusjonsmembran, men bare et gitter av rustfritt stål.

3.4.2 Aktiv prøvetaking

Begge teflonhettene på adsorpsjonsrøret ble fjernet, og røret ble festet til pumpa med en ca 3 cm lang silikonslange. Pumpe og rør ble plassert på ønsket sted, ca 110 cm over gulv (pustehøyde for sittende person) og minimum 10 cm fra vegg. Prøvetakingstid var normalt 4 timer, men kunne reduseres til 5 - 10 minutter ved behov. Etter prøvetaking ble røret pakket inn i aluminiumsfolie for å hindre fotokjemisk nedbrytning av nikotin før prøven ble analysert på laboratoriet.

4 Resultater og diskusjon

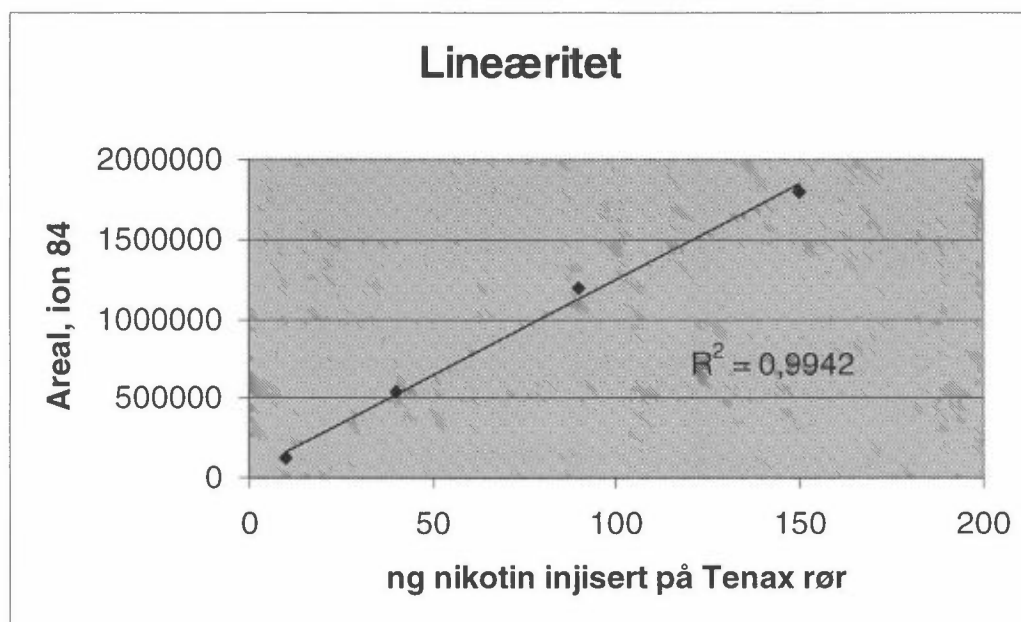
4.1 Standarder

4.1.1 Repeterbarhet

Analyse av ekstern standard viste god repeterbarhet med mindre enn 10 % relativ standardavvik ved 3 - 5 standarder analysert etterhverandre. Dette var tilfelle både for glass- og rustfrie stålrør. Resultater vises i vedlegg A.

4.1.2 Lineæritet

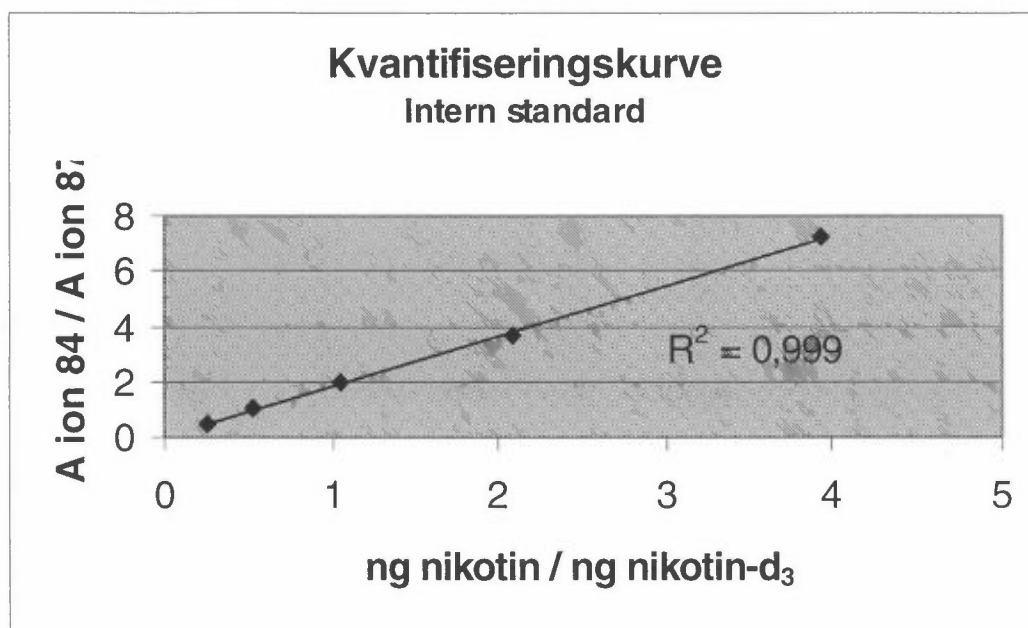
Metoden viste god lineæritet innenfor det aktuelle måleområde.



Figur 2: Figuren viser lineæriteten til nikotin (m/z=84) innenfor vanlig konsentrasjonsområde.

Metoden viste god lineæritet i det aktuelle arbeidsområdet. 150 ng nikotin adsorbent på røret tilsvarte en konsentrasjon på over 30 µg/m³ ved 4 timer med aktiv prøvetaking på 20 ml/min. Tidligere arbeid har vist god lineæritet i områdene 0,5 - 50 ng og 50 - 1000 ng injisert med tilsvarende metode, Rothberg 1998.

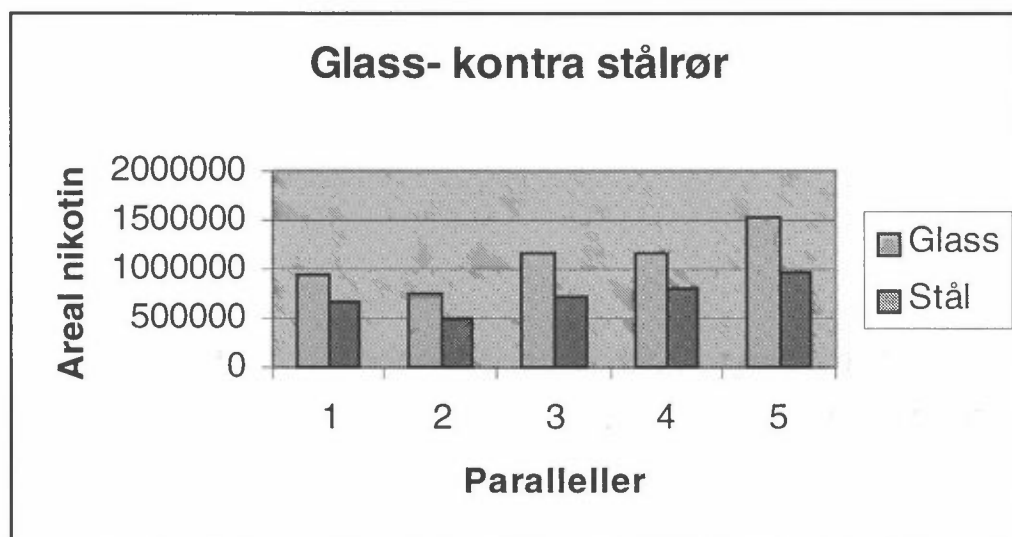
Figur 3 viser eksempel på kvantifiseringskurve som ble benyttet når deuterert nikotin var tilsatt rørene. Også denne viste tilfredsstillende lineæritet.



Figur 3: Eksempel på kvantifiseringskurve for ionene 84 (nikotin) og 87 (nikotin-d₃) som ble benyttet til kvantifisering etter intern standard metoden

4.2 Glassrør eller stålrør ?

I tradisjonell bruk av adsorbsjonsrør med analyse på flyktige organiske forbindelser (VOC) er det vanlig å benytte rør av rustfritt stål. Glassrør er mindre praktiske i bruk, men har også vært benyttet da de har vært billigere. Forsøk viste at det var tap av nikotin ved bruk av rustfrie stålrør sammenliknet med glassrør. Både analyser av standarder og reelle prøver viste tap av nikotin når stålrør ble benyttet. Rapporteringer fra interkalibreringer har også vist at bruk av rustfrie stålrør ga for lave verdier, Caka 1990.



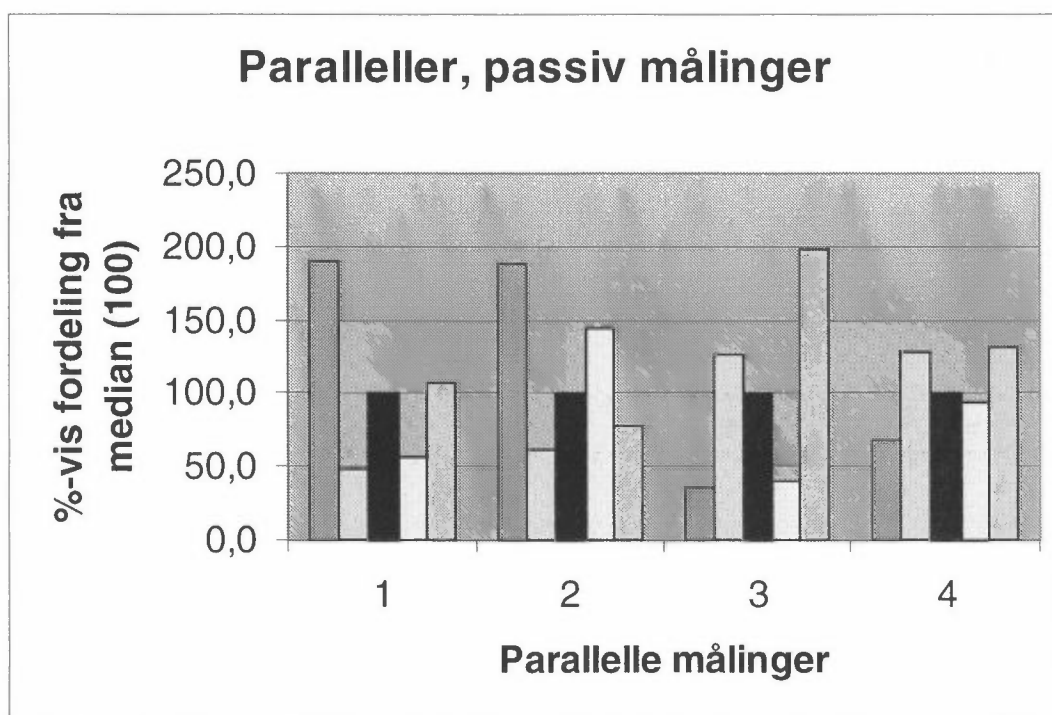
Figur 4: Figuren viser parallellmålinger med glass- og rustfrie stålrør, og forskjeller i nikotinareal avhengig av om glass- eller rustfrie stålrør benyttes.

Av praktiske hensyn var det ønskelig å benytte stålrør da glassrør lett kan knuse. Med bruk av rustfrie stålrør ville fotokjemisk nedbrytning av nikotin på røret etter prøvetaking ikke vært noe problem da lys ikke kan trenge gjennom. På grunn av tap med stålrør, var det av analysemessige hensyn ønskelig å benytte glassrør. Glassrørene måtte pakkes inn i aluminiumsfolie eller en lystett beholder etter prøvetaking for å unngå fotokjemisk nedbrytning av nikotin. I et større måleprosjekt på nikotin ved 68 forskjellige serveringssteder, og hvor totalt 272 glassrør ble benyttet, ble kun 7 glassrør knust. Dette viste at glassrør kan benyttes i felt selv om det ikke var det ideelle.

4.3 Aktiv eller passiv prøvetaking?

4.3.1 Passiv prøvetaking

Det ble utført en rekke parallelle forsøk med passiv prøvetaking. Målinger i røykerom på NILU og ute i felt viste at passive målinger ga for dårlig repeterbarhet. Tidligere arbeid har også vist at passive målinger i felt var mindre troverdige enn aktive målinger, Rothberg 1998. Figur 5 viser eksempler på parallelle målinger (n=5) med passiv prøvetaking. Mer utfyllende resultater finnes i vedlegg A

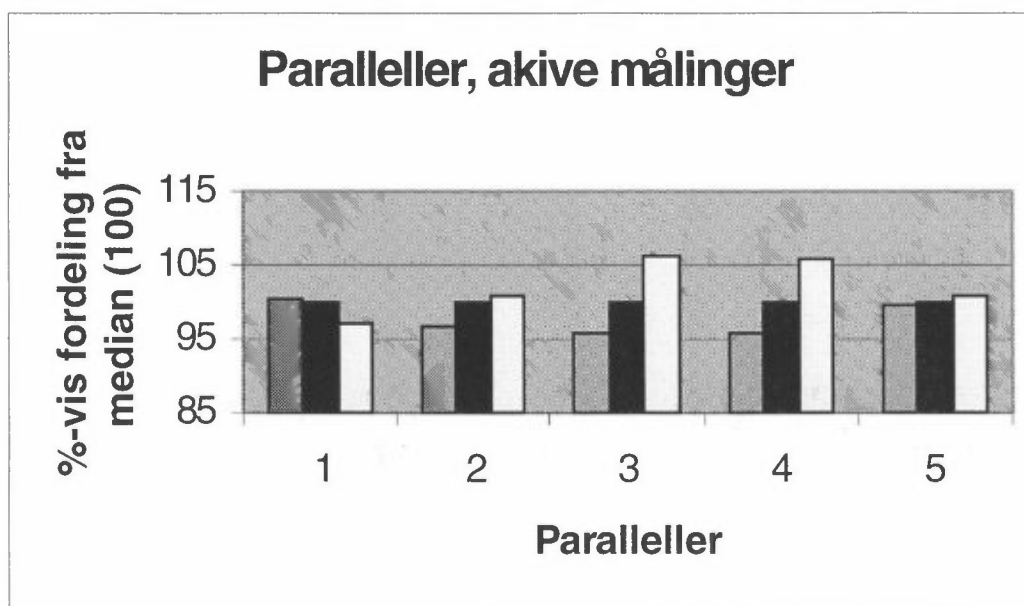


Figur 5: Figuren viser 5 parallelle passive målinger av nikotin ved 4 separate forsøk. Prosentvis variasjon i forhold til median (sort) i hvert enkelt forsøk vises.

Prøvetakingstid for de passive målingene var ca 4 timer. Variasjon i prøvetakingstid bedret ikke repeterbarheten. Mulige årsaker kan ha vært at opptaksraten var for lav, da rørene hadde lite opptaksarealet ($0,04 \text{ cm}^2$) og kort diffusjonslengde (1,5 cm). En følge av dette kan ha vært at de ikke registrerte store svingninger i nikotinkonsentrasjonene i et lokale. Alle adsorbsjonsrørene hadde samme konstruksjon. Dette skulle igjen tilsi at opptaksraten var den samme for alle rør og ga den samme diskriminering av konsentrasjonstoppene. Det ble tatt målinger i rom hvor det ikke hadde vært aktiv røyking i måleperioden. Selv ved disse forsøkene var det for stor variasjon på parallellene. Adsorbsjon av nikotin til stål gitteret som satt i front av diffusjonshetten (se fig 1) kan ha påvirket prøvetakingen. Diffusjonshettene ble tatt av før analyse av rørene. Ujevne adsorbsjon til gitteret kan ha medført til varierende resultater. Opptak av partikkelbundet nikotin var trolig et problem ved passiv prøvetaking. Største andel av nikotin i innemiljø er i gassfase og ikke partikkelbundet, Caka 1990, så diskriminering av partikkelbundet nikotin kan ikke ha vært hovedårsaken til dårlig repeterbarhet.

4.3.2 Aktiv prøvetaking

Aktiv prøvetaking viste god repeterbarhet med relativ standard avvik under 10 %. Figur 6 viser eksempler på parallelle målinger med aktiv prøvetaking. Mer utfyllende resultater finnes i vedlegg A.



Figur 6: Figuren viser 3 parallelle aktive nikotinmålinger ved 5 separate forsøk. %-vis variasjon i forhold til median (100%) i hvert enkelt forsøk vises.

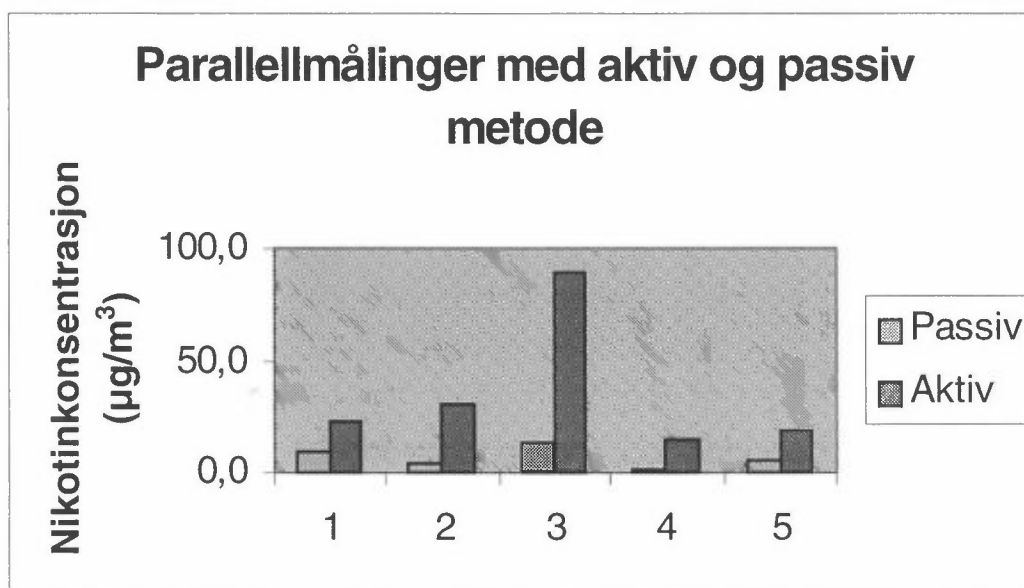
Prøvetakingstid for de aktive nikotinmålingene som er vist i figuren var omtrent 4 timer. Det ble utført forsøk med variasjoner i prøvetakingstid. Metoden kunne uten problemer måle kvantifiserbare mengder i løpet av 5 - 10 minutter i lokaler hvor nikotinkonsentrasjonen lå rundt normen på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette ga kun en øyeblikksverdi for måleperioden og ikke nødvendigvis representativ for lokalet, da nikotinkonsentrasjonen kunne mangedobles i løpet av kort tid. Se resultater og diskusjon under pkt. 4.5 "Prøvetakingstid".

Slik loven er utformet i dag kommer det ikke klart fram om $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ skal være en absoluttverdi/takverdi som til enhver tid ikke skal overstiges eller om den skal være en gjennomsnittsverdi over et visst tidsrom. Det ble lagt opp til i veiledningen fra Sosial- og helsedepartementet, SHD 1997 at nikotinkonsentrasjonen skulle måles som gjennomsnitt over en lengre periode (8 timer). Av den grunn var det nødvendig å tilpasse metoden slik at den målte over en lengre periode (4 timer) enn opprinnelig planlagt mål med prosjektet (5 min). Dette krevde dyrere utstyr (pålitelig pumpe), metoden ble mer tidkrevende og ikke minst, lite praktisk gjennomførbare for kontrollerende myndigheter.

Dersom normen for nikotin hadde vært en fastsatt takverdi, hadde små modifikasjoner på denne metoden gitt en billig, enkel og rask prøvetakingsmetode som var praktisk gjennomførbare for kontrollerende myndighet. Pumpa kunne erstattes med en enkel plastsprøyte, og prøvetakingen hadde vært utført i løpet av 5 minutter.

4.4 Aktive målinger sammenliknet med passive målinger

I de fleste tilfeller hvor prøvetakingsmetodene ble utført parallelt, ble det målt høyere konsentrasjoner med aktiv prøvetaking enn med passiv prøvetaking.

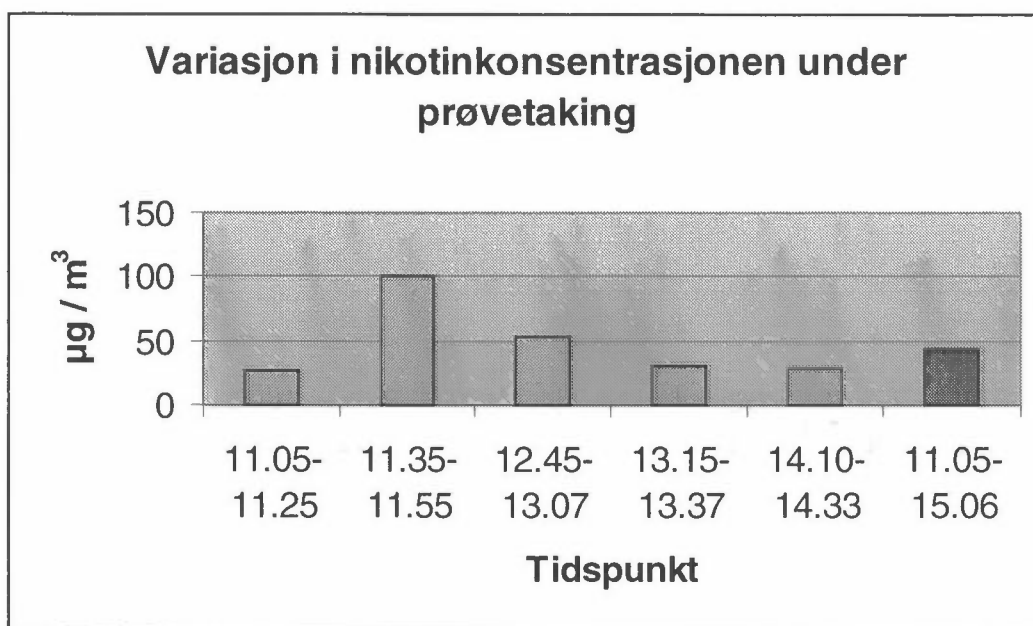


Figur 7: Figuren viser sammenlikninger mellom aktive og passive målinger av nikotin.

Prøvetakingstiden for nikotinmålingene som vises i figur 5 var omlag 4 timer. Hovedårsaken til den store forskjellen mellom aktiv og passiv prøvetaking, var trolig at opptakshastigheten (opptaksraten) til adsorbsjonsrørene var for lav. Dette kan ha ført til at den passive prøvetakingsmetoden ikke registrerte de raske forandringer i nikotinkonsentrasjonene i lokalet. Ved passiv prøvetaking vil det også være en viss diskriminering av partikkelbundet nikotin, som ikke vil være tilfelle ved aktiv prøvetaking. Som nevnt i 4.2 var nok ikke partikkelbundet nikotin av størst betydning, da svært liten andel av målt nikotin var partikkelbundet.

4.5 Prøvetakingstid

Forsøk viste at nikotinkonsentrasjonen kunne variere mye i løpet av kort tid. Parallelt med en aktiv prøvetaking over 4 timer, ble det målt 20 minutters perioder (aktiv prøvetaking) i denne 4 timers perioden. Figur 8 viser eksempel på dette.



Figur 8: Figuren viser nikotinkonsentrasjonen i 20-minutters måleperioder av en 4-timers måleperiode. Den mørkeste stolpen angir middelverdien for 4-timers perioden, mens de lyse stolpene angir middelkonsentrasjonen i 20-minutters periodene.

Snittkonsentrasjonen for hele måleperioden (4 timer) ble målt til $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens enkeltmålingene i samme perioden varierte fra $27 - 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette viste problemet ved å bestemme en representativ nikotinkonsentrasjon for et lokale ved en korttidsmåling, dersom normen skal baseres på gjennomsnitt av en langtidsmåling. Avhengig av antall røykende i et lokalet, kan nikotinkonsentrasjonen mangedobles i løpet av minutter. Spesielt vil variasjonene være store i rom med godt luftskifte (nikotinkonsentrasjonen vil avta raskere, jo bedre luftskifte et rom har, når antall røykende avtar).

4.6 Målinger i felt

For uttesting av metodene ble det foretatt en rekke målinger i forskjellige lokaler hvor røyking var tillatt. Det ble målt i både røykesoner og i røykfrie soner. Spesielt var gjennomføringen av et større måleprosjekt i Tromsø, ledet av Maja-Lisa Løchen ved Universitetet i Tromsø, en god gjennomkjøring av metoden i praksis. Det ble utført nikotinmålinger ved 68 forskjellige serveringssteder i Tromsø. Aktiv og passiv prøvetakingsmetode ble benyttet parallelt. På hvert sted ble det tatt 3 passive og 1 aktiv måling. Utstyret ble festet på en brakett (120 cm høy) slik at rørene lå tettest mulig inntil hverandre for å måle på omtrent den samme lufta. Braketten ble plassert i den røykfrie sonen, og i et område den stod relativt trygt og ikke ble skubbet på. Prøvetakingstiden var ca 4 timer. Det ble valgt ut dag (fredager og lørdager), og tid på døgnet som det var forventet mest trafikk. Resultatene er vist i tabell 2.

Resultatene viste stor variasjon i de passive målingene. De passive målingene lå lavere enn de aktive målingene i de lokalene hvor det ble målt høye

nikotinkonsentrasjoner. Forskjellen i målt nikotinkonsentrasjon ved bruk av passiv og aktiv prøvetaking var mindre i de lokalene hvor det ble målt lave nikotinkonsentrasjoner. Dette kan forklares med lave opptaksrater for de passive prøvetakerene (4.4) som ikke registrerte fullt ut de antatt store konsentrasjonsforandringene i lokalene med mange røykende.

Målingene med den aktive prøvetakingsmetoden viste at 63 % av de serveringsstedene som ble målt hadde nikotinkonsentrasjoner som var lavere enn aksjonsgrensen på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mens målingene med den passive prøvetakingsmetoden viste at 69 % av serveringsstedene hadde lavere nikotinkonsentrasjoner enn $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 18 % av serveringsstedene ble målt til lavere nikotinkonsentrasjoner enn den anbefalte normen på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse ble kun målt med den aktive metoden, da 4 timer prøvetakingstid var for lite til å måle konsentrasjoner under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med den passive prøvetakingsmetoden.

Den praktiske gjennomføringen av målingene gikk langt bedre enn fryktet, tatt i betraktning at det skulle måles i lokaler som var tettpakket med berusede personer. Av de 68 stedene det ble målt, var det ytterst få tilfeller hvor utstyret ikke hadde stått urørt. På grunn av fire timers prøvetakingstid, var det ikke gjennomførbart at personell "holdt vakt" over utstyret under prøvetakingen. En kan derfor ikke utelukke sabotasje i form av at det ble blåst tobakksrøyk direkte på prøvetaker i prøvetakingstiden og dermed gitt for høye verdier. Det kan heller ikke utelukkes at en prøvetaker kan ha vært flyttet til et mindre røykfyllt sted i perioder av prøvetakingstiden og dermed ga for lave verdier. Dette siste er lite trolig da det var lite tegn til at utstyret var flyttet på. Det ble kun 7 glassrør knust av de 272 som ble tatt i bruk. Årsaken til de knuste rørene var stort sett at braketten, som utstyret var festet til, hadde veltet.

Tabell 2: Resultater fra nikotinmålinger ved 68 serveringssteder i Tromsø, april - mai 1999. Nikotinkonsentrasjonene ble målt som gjennomsnitt over en periode på ca 4 timer både ved bruk av aktiv og passiv prøvetaking. Konsentrasjoner i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

navn	Dato	fra	til	aktiv	Snitt, passiv	passiv	passiv	passiv
KV-cafen	23.4.	1220	1555	3,7	3,5	4	3,1	3,4
Cafe Plaza	23.4.	1235	1545	0,2	n.d	n.d	n.d	n.d
Anne´s Panorama	23.4.	1315	1610	3,8	3,1	4	1,9	3,5
Sagatun cafe	23.4.	1335	1625	13,2	n.d	n.d	n.d	n.d
Konditoriet Veita 2 et.	23.4.	1410	1735	7,1	1,6	1,2	Knust	2
Fram mathus	23.4	1425	1740	2,5	1,7	1,7	2,1	1,2
Sub Sirkus	23.4	2145	0130	19,5	26,6	16,4	29,2	34,2
Amtmannens datter	23.4	2155	0145	27,3	27,1	28,1	26,7	26,5
Viktoria Fun pub	23.4.	2200	0155	181,8	60,7	71,1	67,3	43,6
Brænderiet	23.4.	2215	0140	49,3	16,4	o.l	27,1	5,7
Rogers	23.4.	2220	0215	97,4	16,6	21,3	9,7	18,8
Hawk	23.4.	2230	0220	Pumpefeil	31,1	19,2	32,8	41,2
Kafe & Lars	24.4.	1145	1715	9,7	10,6	11,2	9,9	o.l
Dolly Dimples	24.4.	1155	1555	1,5		kont.	kont.	kont.
Carolines restaurant	24.4.	1200	1605	0,6	1,5	kont.	n.d	1,5
Kaffekosen	24.4.	1215	1545	4,9	6,5	10,1	4,4	5
Baker Hansen Polarsenteret	24.4.	1230	1645	Knust	2,4	2,9	1,8	2,4
Cafe paletten	24.4.	1255	1710	2,3	3,3	4,6	1,9	o.l
Rudys bar	24.4.	2135	0130	47,3	11,2	o.l	14,4	8
Grandbaren	24.4.	2145	0140	20,5	5,3	5,7	6,8	3,4
Papagena	24.4.	2155	0150	32,3	6,8	9	4,8	6,6
Carl Johan pub	24.4.	2210	0200	8,6	7,5	6,9	8,5	7,2
Strøket diskotek, kjelleren	24.4.	2230	0240	40,4	11,2	14	9	10,5
Strøket bar 1 et	24.4.	2240	0245	62,6	14,4	9,9	20,7	12,6

Tabell 2 forts.:

Rorbua	30.4.	2130	0450	Knust	49,5	49,5	Knust	Knust
Charly bar	30.4.	2145	0145	8,2	14,7	11,9	12	20,2
Companiet	30.4.	2210	0210	66,5	40,9	37,8	66,3	18,7
Mackjelleren	30.4.	2200	0215	9,7	13,6	5,7	19,1	15,9
Jernbanestasjonen	1.5.	2135	0135	142	72,2	101,7	51,3	63,6
Meieriet	1.5.	2145	0145	18,3	8,0	4,7	12,4	6,9
La Mirage	1.5.	2205	0155	101		Knust	Knust	Knust
Peacock	1.5.	2215	0205	22,6	12,3	Knust	9,3	15,2
Venteromskafen	2.5.	1355	1755	1,1		kont.	kont.	
Jonas	2.5.	1405	1805	5		kont.	kont.	
Tangs restaurant	2.5.	1420	1813	3,4		kont.	kont.	
Cousine Orientale	2.5.	1430	1820	0,7		kont.	kont.	
Emmas	6.5.	1800	2200	2,3	3,7	4	0,1	3,3
Brankos	6.5.	1815	2210	2,8	3,2	0,1	4,5	1,9
G-punkt	6.5.	1825	2220	14,1	14,2	18,8	8,5	15,4
Kinesisk takeaway	6.5.	1850	2230	5,3	5,0	5,5	4,7	4,8
Steakers	7.5.	1810	2220	1,8	3,9	2,9	4,2	4,6
Skarven Kro	7.5.	1830	2230	168,7	10,8	5,7	15,9	10,8
Biffhuset	7.5.	1835	2240	0,4	3,4	4,8	2,7	2,8
Arctandria	7.5.	1845	2245	6,2	5,3	9,1	3,7	3,1
Skansen brygge	8.5.	2140	0135	ikke mottatt	5,2	0,1	6	4,4
Sabine	8.5.	2155	0150	91,4	15,6	14,3	21,4	11,2
Rica galleriet	8.5.	2215	0130	3,1	5,3	0,1	5,1	5,5
Rica skipsbroenbar	8.5.	2225	0205	2,7		kont.	kont.	kont.
Indigo	9.5.	1710	2125	2,3		kont.	kont.	kont.
Markens grøde	9.5.	1725	2135	0,5		kont.	kont.	kont.
Chopsticks	9.5.	1745	2115	3,8	4,2	kont.	kont.	4,2

Tabell 2 forts.:

Peppes Pizza	9.5.	1755	2150	0,2	2,6	0,8	3,1	3,9
Fergekroa	13.5.	1720	2050	0,9	n.d	n.d	n.d	n.d
Allegro	13.5.	1730	2125	13	2,6	3,8	1,7	2,3
Pizzahuset	13.5.	1740	2135	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Midnatsrestaurant	13.5.	1755	2145	0,2	n.d	n.d	n.d	n.d
Mexico restaurant	14.5.	1810	2220	11,4	1,0	2,2	0,6	0,3
Companiet Brasseri	14.5.	1825	2230	0,9	n.d	n.d	n.d	n.d
Store Norske fiskekompani	14.5.	1835	2240	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
O.L. Aune	14.5.	1845	2245	0,1	n.d	n.d	n.d	n.d
Cantina pub	15.5.	2140	0130	9,5	1,9	1,3	2,7	1,6
Markens grøde	15.5.	2145	0055	42,2	15,0	13	16,7	15,2
Blå rock	15.5.	2155	0140	4,6	0,8	1	0,9	0,4
Bak mål	15.5.	2205	0145	33	17,4	14,8	12,7	24,6
Bowlinghallen	16.5.	1710	2100	4,1	2,6	4	n.d	1,2
Ritø plan 6	19.5.	0830	1445	7	6,6	5,8	4,4	9,6
Ritø plan 4	19.5.	1445	2030	1,1	n.d	n.d	n.d	n.d
Ølhallen	20.5.	1025	1600	1,4	n.d	n.d	n.d	n.d

o.l = outlier, dvs ikke reell verdi

Kont. = forurenset analyse

n.d. = not detected, dvs konsentrasjonen var lavere enn det metoden kunne måle ved gitt prøvetakingstid.

4.7 Sammenlikninger med etablert metode

Metoden som ble benyttet i dette prosjektet ble sammenliknet med metoden som ble anbefalt i veiledningen, SHD 1997. Metoden var basert på passiv prøvetaking og utviklet av Finnish Institute for Occupational Health (FIOH) i Helsinki, Finland. Både den passive og aktive prøvetakingsmetoden ble sammenliknet med den finske passive metoden. I metoden til FIOH ble det benyttet et impregnert filter til å samle opp nikotin. Resultater fra forskjellige sammenlikninger vises i de følgende tabeller.

Tabell 3 og 4 viser nikotinmålinger utført på serveringssteder i Oslo i november 1998 ved bruk av NILU's aktive og passive metode, og FIOH's passive metode. 15 minutter var prøvetakingstiden for de aktive prøvetakingene, mens de passive varierte fra 11 - 14,5 timer.

Tabell 3: Sammenlikninger av passiv prøvetaking på serveringssteder i Oslo i november 1998. Konsentrasjonene i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Prøvested	Tidspunkt	Dato	FIOH Passiv måling	NILU Passiv måling
A	1130-0130	26.11.98	2,4	10
B	"	"	10	21
C	"	"	4,2	13
D	1120-0020	27.11.98	20	36
E	"	"	22	19
F	"	"	4,8	41
G	1210-0230	28.11.98	0,8	2
H	"	"	1,3	3
I	"	"	23	64
J	1600-0330	"	10	43
K	"	"	4,1	35
L	"	"	18	43
M	"	"	35	42

Resultatene i tabell 3 viste svært lite samsvarighet og hvor NILU's målinger stort sett lå over FIOH's i konsentrasjon. Det var ingen fast differanse (faktor) mellom de målte verdiene til de forskjellige metodene. Forskjellige opptakrater til de passive metodene kan ha ført til bedre opptak ved raske konsentrasjonsvariasjoner for metoden med størst opptaksrate (trolig FIOH's p.g.a. større opptaksareal). Dette var trolig en av årsakene til de store variasjonene. Det første sammenlikningsforsøket viste også problemet med at passiv prøvetaking ikke "henger med" når nikotinkonsentrasjonene varierer mye over kort tid ved å sammenlikne med de aktive målingene (tabell 4).

Tabell 4: Nikotinmålinger på serveringssteder i Oslo i november 1998 med aktiv prøvetaker. Konsentrasjoner i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Prøvested	Dato	Tidspunkt	NILU Aktiv måling
A	26.11.98	1910-1920	14
A	"	0015-0030	14
B	"	1930-1945	52
B	"	2130-2145	140
B	"	0035-0050	90
C	"	1945-2000	240
C	"	2145-2200	196
C	"	0100-0115	177
G	28.11.98	0215-0230	26
I	"	0230-0245	85
K	"	0345-0400	71
M	"	0330-0345	211

Tabell 5 viser resultater fra sammenlikninger av passiv prøvetaking som ble utført i NILU's røykerom.

Tabell : 5 Sammenlikninger av passiv prøvetaking i NILU's røykerom ved bruk av en 6-armet prøvetakingskarusell.

Dato Tid	Arm	FIOH Passiv	NILU Passiv, stål
17.11.98 09.45 - 18.00	3 & 4	21	17
17.11.98 09.45 - 18.00	5 & 6	24	27
19.11.98 09.25 - 17.30	3 & 4	17	18
19.11.98 09.25 - 17.30	5 & 6	16	22
24-25.11.1998 09.25 - 17.30	3 & 4	57	48
24-25.11.1998 09.25 - 17.30	5 & 6	60	55

Prøvetakerene ble plassert parallelt ytterst på hver sin arm i en 6-armet prøvetakingskarusell. Karusellen roterte med en hastighet på 2 omdr/min og hadde 0,5 m lange armer (avstand fra senter av karusell og ut til målepunktet). 4 prøvetakere fra hver metode ble benyttet og gjennomsnittsverdien av to målinger (f.eks arm 3 & 4) ble rapportert. Ideelt sett skulle alle 8 målingene vist samme konsentrasjon. Tabell 5 viser målinger utført på 3 forskjellige dager i november 1998.

Tabell 6: Sammenlikninger mellom aktiv og passiv prøvetaking i NILU's røykerom ved bruk av en 6-armet prøvetakingskarusell.

Dato Tid	Arm	FIOH Passiv	NILU Aktiv	NILU Passiv, glass	NILU Passiv, stål
13.04.99 10.34 - 16.00	1	38	29	5	2
13.04.99 10.34 - 16.00	2	38	37	12	5
13.04.99 10.34 - 16.00	4	30	30	14	1
13.04.99 10.34 - 16.00	5	22	27	5	4

Tabell 6 viser sammenlikninger utført i mars 1999 hvor det ble benyttet både NILU's aktive og passive prøvetaker og FIOH's passive. NILU's passive prøvetaker ble testet med glass- og rustfrie stålrør. Det ble benyttet rustfrie stålrør i NILU's aktive prøvetaker. Det ble rapportert målte verdier for hver prøvetaker. Det var stort sprik i målte konsentrasjoner mellom NILU's passive og FIOH's passive prøvetaker, mens NILU's aktive prøvetaker var mer sammenfallende med FIOH's passive.

De siste sammenlikningene med metoden til FIOH ble utført i oktober 1999. Det ble på 4 forskjellige dager målt i ett punkt på NILU's røykerom hvor det ble benyttet 1 passiv prøvetaker fra FIOH og 3 aktive prøvetakere fra NILU. Det ble også utført nikotinmåling på et serveringssted. Her ble det målt i ett punkt, og to prøvetakere fra FIOH (som beskrevet i veiledningen) og tre aktive prøvetakere fra NILU tatt i bruk. Resultatene fra sammenlikningene vises i tabell 7.

Tabell 7: Sammenlikninger mellom FIOH's passive og NILU's aktive prøvetaker.

Dato Tid	Sted	FIOH	NILU	NILU % Rel STD
20.10.99 9.35 - 13.56	NILU Røykerom	22 (n=1)	57 (n=2)	7,6
21.10.99 11.20 - 15.44	NILU Røykerom	9 (n=1)	76 (n=3)	5,3
22.10.99 12.40 - 16.15	NILU Røykerom	16 (n=1)	45 (n=3)	5,0
25.10.99 17.45 - 21.41	NILU Røykerom	2 (n=1)	5 (n=3)	0,7
26.10.99 11.45 - 15.49	Serveringssted 1. parallell	12 (n=1)	55 (n=3)	5,5
26.10.99 11.45 - 15.49	Serveringssted 2. parallell	30 (n=1)		

Resultatene viste at NILU's aktive prøvetaker ga høyere konsentrasjoner enn FIOH's passive. Også ved disse sammenlikningene var ikke differansen konstant. Den aktive metoden viste god repeterbarhet. Målingene som ble utført på serveringsstedet 26.10.99 viste stor spredning på de to parallelle passive målingene. Spredningen var større enn det metoden har vist i tidligere

sammenlikninger. De aktive prøvetakerene ble plassert slik at de skulle måle på den samme luft som de passive. Det ble ikke registrert tilsvarende spredning med de aktive målingene. I vedlegg A vises data for enkeltmålingene som ble utført i hvert målepunkt.

5 Konklusjon

Forsøkene har vist at adsorbsjonsrør fylt med Tenax TA ikke var egnet til passiv prøvetaking av nikotin i luft.

Metoden viste seg velegnet til prøvetaking av nikotin når adsorbsjonsrørene med Tenax TA ble benyttet til aktiv prøvetaking av nikotin.

Variierende resultater ved sammenlikningene med den passive prøvetakeren som var utviklet av FIOH, viste behov for ytterligere sammenlikninger med flere metoder (deltagelse i ringtest), og som baseres på både aktiv og passiv prøvetaking.

Aktiv prøvetaking av nikotin med Tenax TA kunne utføres i løpet av 5 - 10 minutter, men for store variasjoner i nikotinkonsentrasjonen i løpet av kort tid krevde midling over lengre prøvetakingsstid (4 timer).

Deuterert nikotin var velegnet som intern standard og medførte en klar styrking av metoden kvantitativt.

6 Referanser

- Caka, F. M., Eatough, D. J., Lewis, E. A., Tang, H. (1990) An intercomparison of sampling techniques for nicotine in indoor environments. *Environ. Sci. Technol.*, 24, 1196 - 1203.
- Grubner, O., First, M. W., Huber, G. L., (1980) Gas chromatographic determination of nicotine in gases and liquids with sSuppression of adsorption effects. *Anal. Chem.*, 52, 1755-1758.
- Rothberg, M., Heloma, A., Svinhufvud, J., Kähkönen, E., Reijula, K. (1998) Measurements and analysis of nicotine and other VOCs in indoor air as an indicator of passive smoking. *Ann. Occup. Hyg.*, 42, 129 - 134.
- Sosial- og helsedepartement (1997) Veiledning til forskrift om røyking på restauranter og andre serveringssteder, internkontroll m.v fra 1. januar 1998. Oslo (Rundskriv I-42/97).
- Tang, H., Brenner, C. L., Richards, G. H., Lee M. L., Lewis, E. A., Hansen, L. D., Eatough, D. J. (1988) Monitoring of environmental tobacco smoke nicotine with a sorbent bed-capillary gas chromatograph system. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 33, 197 - 208.

Thompson, C. V., Jenkins, R. A., Higgins, C. E. (1989) A Thermal desorption method for the determination of nicotine in indoor environments. *Environ. Sci. Technol.*, 23, 429 - 435.

Vedlegg A

Diverse analyseresultater

Repeterbarhet av standard:

ng inj	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal	Areal
40	1033000	362838	346091	311061	303105	478604	813852
40	1112000	395465	350193	316337	314888	570091	870525
40	1129000	425230	355678	319726	328133	581678	895700
40	1233000	393706	338123	325750	287133	575448	980753
Snitt	1126750	394310	347521	318219	308315	575739	915659
STD	82261	25484	7395	6158	17433	5799	57761
%Rel STD	7,30	6,46	2,13	1,94	5,65	1,01	6,31

Repeterbarhet passiv prøvetaking med glass- og stålrør fylt med Tenax TA. Det ble foretatt 5 - 6 parallelle målinger pr forsøk, og relativ standardavvik er vist i prosent for hvert forsøk.

	passiv, glassrør	passiv, glassrør	passiv, glassrør	passiv, glassrør
	8,5	13,9		4
	10,5	10	0,9	1,1
	9,2	12,3	0,5	2
	8,4	10,2	1	3,9
	13,1	3,4 (instr.err)	1,4	3,4
	9,1	7,8	0,2	4,6
Snitt	9,8	10,84	0,8	3,2
STD	1,8	2,3	0,5	1,3
%Rel STD	18,2	21,6	58,0	42,3

	passiv, stålrør	passiv, stålrør	passiv, stålrør	passiv, stålrør
	7			5,8
	6,4	13,5	1,6	5,1
	6,4	24,2	1,5	4,9
	5,8	11,8	1,5	5,9
	18,5	9,2	2,1	3,3
	9,1	9,7	0,6	5,8
Snitt	8,9	13,7	1,5	5,1
STD	4,9	6,1	0,5	1,0
%Rel STD	54,8	44,8	37,1	19,3

Repeterbarheten til aktiv prøvetaking med glassrør. 3 paralleller ble tatt i hvert forsøk.

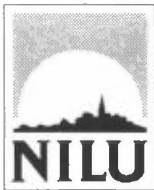
Forsøk	1	2	3	4	5	6
1. Parallell	10586000	2389666	3043733	1357037	4190419	370146
2. Parallell	10526000	2472599	3181633	1414340	4426232	371595
3. Parallell	10224000	2488170	3379257	1498431	3968161	375440
Snitt	10445333	2450145	3201541	1423269	4193947	372394
STD	194014	52952	168646	71119	229069	2736
%Rel STD	1,86	2,16	5,27	5,00	5,46	0,73

Sammenlikninger mellom NILU's aktive prøvetaker og FIOH's passive prøvetaker i NILU's røykerom ved 4 forskjellige dager.

	20.10.99	21.10.99	22.10.99	25.10.99
Parallell 1	57	72	43	5
Parallell 2	53	80	45	5
Parallell 3		76	47	6
Snitt, NILU	57	76	45	5
%Rel STD	7,6	5,3	5,0	0,7
FIOH	22	9	16	2

Sammenlikning (parallellprøvetaking) mellom NILU's aktive prøvetaker og FIOH's passive prøvetaker i røykfri sone ved et serveringssted.

	NILU	FIOH
Dato	26.10.99	26.10.99
Parallell 1	55	12
Parallell 2	58	30
Parallell 3	52	
Snitt, NILU	55	21
%Rel STD	5,5	60,5



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 67/99	ISBN 82-425-1133-0 ISSN 0807-7207	
DATO 14.12.99	ANSV. SIGN. Chris Lunder	ANT. SIDER 28	PRIS NOK 45,-
TITTEL Metode for analyse av nikotin i innemiljø Indikator på tobakksrøyk i restaurant- og annen næring		PROSJEKTLEDER Chris Lunder	NILU PROSJEKT NR. O-98113
		TILGJENGELIGHET * A	OPPDRAGSGIVERS REF. 1435
FORFATTER(E) Chris Lunder			
OPPDRAGSGIVER NHO's Arbeidsmiljøfond Middelthuns gate 27 Postboks 5250, Majorstua 0303 Oslo			
STIKKORD Nikotinanalyse	Tobakksrøyk	Prøvetaking	
REFERAT Arbeidet har bestått i å vidreutvikle en eksisterende metode for analyse av nikotin i innemiljø, med fokus på restauranter og andre serveringsteder. Metoden som er utviklet ble basert på prøvetaking med adsorbsjonsrør fylt med Tenax TA og analysen ble utført med termodesorbsjon og gasskromatograf koplet til et massespektrometer (GC-MS). Arbeidet viste at metoden var egnet til å bestemme mengde nikotin i innemiljø når prøvetakingen ble utført ved bruk av pumpe til å trekke luft gjennom adsorbsjonsrøret (aktiv prøvetaking). Det ble vist at adsorbsjonsrørene ikke var egnet til passiv prøvetaking av nikotin da disse ga for stor spredning (standard avvik) i målingene. Bruk av adsorbsjonsrør av glass viste bedre resultater enn ved bruk av rustfritt stål. Deltakelse i den første norske stor-skala undersøkelse på nikotin viste at glassrør kan benyttes i felt. Metoden tok i bruk isotopmerket intern standard (deuterert nikotin) som styrket metoden på det kvantitative sammenliknet kvantifisering ved bruk av ekstern standard.			
TITLE Method for analysis of nicotine in indoor environment. A tracer of tobacco smoke in restaurants and other trade.			
ABSTRACT			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres