

NILU
TEKNISK NOTAT NR 10/80
REFERANSE:
DATO: JULI 1980

TØRKEENHET FOR MINDRE LUFT-
PRØVER PÅ CA 1 M³

AV

MICHAEL OEHME

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Bruk av permselektive slanger til tørking av mindre mengder luft ble undersøkt. Luftprøven suges gjennom en slange av Nafion (Dupont) som fjerner luftfuktigheten pga. selektiv diffusjon gjennom slangeveggene. Metoden har flere fordeler fremfor bruk av konvensjonelle tørkemidler:

- ingen tap av organiske forurensninger pga. adsorpsjon
- lite dødvolum og konstant trykkavfall over tørkesystemet.

Følgende parametre ble variert: Slangelengde, luftgjennomstrømningshastighet, tørkekapasitet i avhengighet av molekularsievtype.

Tørkeenheten viste seg meget egnet til tørking av mindre luftprøver på ca 1 m³. Ved bruk av en 2 m lang Nafion-slange ligger den øvre grensen for gjennomstrømningshastigheten på ca 60 l/t. Enheten tørker da luft med 96% rH til ca 15% rH. Ved mindre flow er det mulig å oppnå verdier under 1% rH.

Tap av organiske sporstoffer i tørkeenheten ble ikke undersøkt, men i litteraturen henvises til at hydrokarboner, estere, klorerte forbindelser og aldehyder ikke adsorberes på kopolymerer av tetrafluoroetylen og fluorosulfonylmonomer (Nafion) (4).

TØRKEENHET FOR MINDRE LUFTPRØVER PÅ CA 1 m³

INNLEDNING

Den enkleste metoden å foreta en oppkonsentrering av spor-
komponenter i luft er utfrysing av substansen i en kjølefelle.
Hovedproblemet ved denne enkle teknikken er imidlertid luft-
fuktigheten. Det oppsamlede vannet fortynner prøven eller fører
til og med til tetning av oppkonsentreringskapillaren.
Tilsvarende problemer oppstår når aktivkull brukes til oppkensen-
trering av organiske sporstoffkomponenter i mindre mengder luft.
Aktivkull er forholdsvis hydrofil og den kondenserte luftfuktig-
heten kan føre til problemer når varmedesorpsjon brukes med
etterfølgende oppsamling av komponentene i en kjølefelle (1).
Samtidig påvirker høy vannkonsentrasjon ofte detektorfølsomheten.
Bruk av konvensjonelle tørkemidler (CaCl_2 , MgSO_4 , molekularsiev)
for å forhindre disse problemene kan heller ikke anbefales.
Mange av de interessante komponentene adsorberes delvis eller
fullstendig på slike midler (2).

I juniheftet 1979 til Anal. Chem. (3) beskrives en ny tørkeenhet
basert på et permselektivt materiale for vann: Nafion (tetra-
fluoroetylen- fluorosulfonylkopolymer). Materialet er ennå ikke
i handelen, men det lyktes å få tak i 3 m slange fra et pilot-
anlegg. I motsetning til kommersielle produkter trenger denne
slangen ikke noen "counter current flow" av tørr gass for å
virke. En undersøkelse viser at luftprøvenes sammensetning ikke
påvirkes under tørking med en Nafion slange (4).

Et meget aktuelt område for å anvende systemet er prøvetaking
av lettflyktige hydrokarboner i luft i konsentrasjoner under
10 ppb. Videre innsatsmuligheter er tørking av luftprøver som
inneholder lettere halogenerte hydrokarboner, alifatiske
benzener, terpener m.m.

PRØVETAKINGSSENHET

En tørkeenhet som tillater en gjennomstrømningshastighet av minst 100 ml/min, ble laget etter (3) (se figur 1). Beholderen for tørkemiddelet består av Perspex. Diameteren er 5 cm og lengden 30 cm. 2 m Nafionslange (kopolymer tetrafluoroetylen/fluorosulfonyl monomer; E.I. Dupont de Nemours, Plastics Division, Wilmington, Cal. USA) ble presset inn i to koniske hull i lokket for å unngå kontakt av prøver med metalloverflater (f.e. Swagelok-kopling). Som tørkemiddel brukes enten 5Å eller 3Å molekularsiev (E. Merck), som ble aktivert i 4 timer ved 250°C. Enheten ble fylt med 750 g molekularsiev. Til overføring av luftprøven ble teflonslange benyttet, som ble festet til tørkeenheten med hjelp av Carlo Erba rørkoplinger (2 mm i.d.).

MÅLING AV TØRKEEFFEKTIVITETEN

Tørkeeffektiviteten ble undersøkt på følgende måte: Luft ble suget gjennom to bobleflasker fylt med vann ved hjelp av en akvariumpumpe (Rena, Super) eller en Neubergerpumpe. Den vannmettede luften ble etterpå overført til tørkeenheten og luftfuktigheten ved utgang av tørkesystemet ble målt med en HMI 11 luftfuktighetsmåler (Vaisala OY, Finland). Deteksjonssystemet består av et HMP 11 halvlederelement som ble bygget inn i en liten perspexgjennomstrømningscelle (se figur 2). Systemet ble kalibrert med forskjellige saltløsninger som gir konstant luftfuktighet over væsken i avhengighet av salttype og konsentrasjon.

RESULTATER

Første forsøk viste at det var mulig å oppnå en bedre tørkeeffektivitet med en slangelengde av 2 m istedenfor 1 m. Samtidig ble molekularsiev mengden økt til 750 g, slik at også tørkekapasiteten ble større. Med en 1 m slange var det ikke mulig å komme under 2.5% rH (inntak 96% rH, 100 ml luft/min). Med 2 m

slangelengde var det mulig å oppnå verdier under 1% rH. 3Å molekularsiev viste betydelig mindre tørkekapasitet enn 5Å molekularsiev. Figur 3 viser tørkeeffektiviteten for 1 m og 2 m slangelengde ved 150 ml/min (9 l/t) gjennomstrømningshastighet.

Tørkeeffektiviteten er avhengig av forskjellige faktorer:

- diffusjonshastighet av luftfuktigheten gjennom slangeveggen; påvirkes av flowhastigheten
- slangelengde
- diffusjon og fordeling av vann i molekularsieven. Det ytre laget som er i kontakt med slangen mettes forholdsvis fort, slik at transporthastigheten av vannet til resten av molekularsieven påvirker tørkeeffektiviteten. Denne transporten er forholdsvis langsom og blir derfor limiterende for tørkeeffektiviteten. Dessuten er transporten av vannet i molekularsieven avhengig av en viss konsentrasjonsgradient. Ved mindre gjennomstrømningshastigheter (< 10 l/t) har man derfor to faser:

fase 1: luftfuktigheten oppkonsentreres i det ytre lag av molekularsieven, men transport av vann til resten av molekularsieven er liten pga. for liten konsentrasjonsgradient. Tørkeeffektiviteten blir derfor dårligere med tiden.

Fase 2: Vanntransporten i molekularsieven begynner og vannkonsentrasjon i det ytre molekularsievlaget stabiliserer seg. Tørkeeffektiviteten blir konstant til molekularsievfilteret er mettet (se figur 3).

Ved høyere gjennomstrømningshastigheter blir fase 1 forkortet, mens man oppnår omtrent samme tørkeeffektivitet under fase 2 som ved mindre flowmengde, (se figur 4). Øker man flowen ytterligere (> 60 l/t) så blir diffusjonshastigheten gjennom slangeveggen limiterende og tørkeeffektiviteten avtar med økende flow.

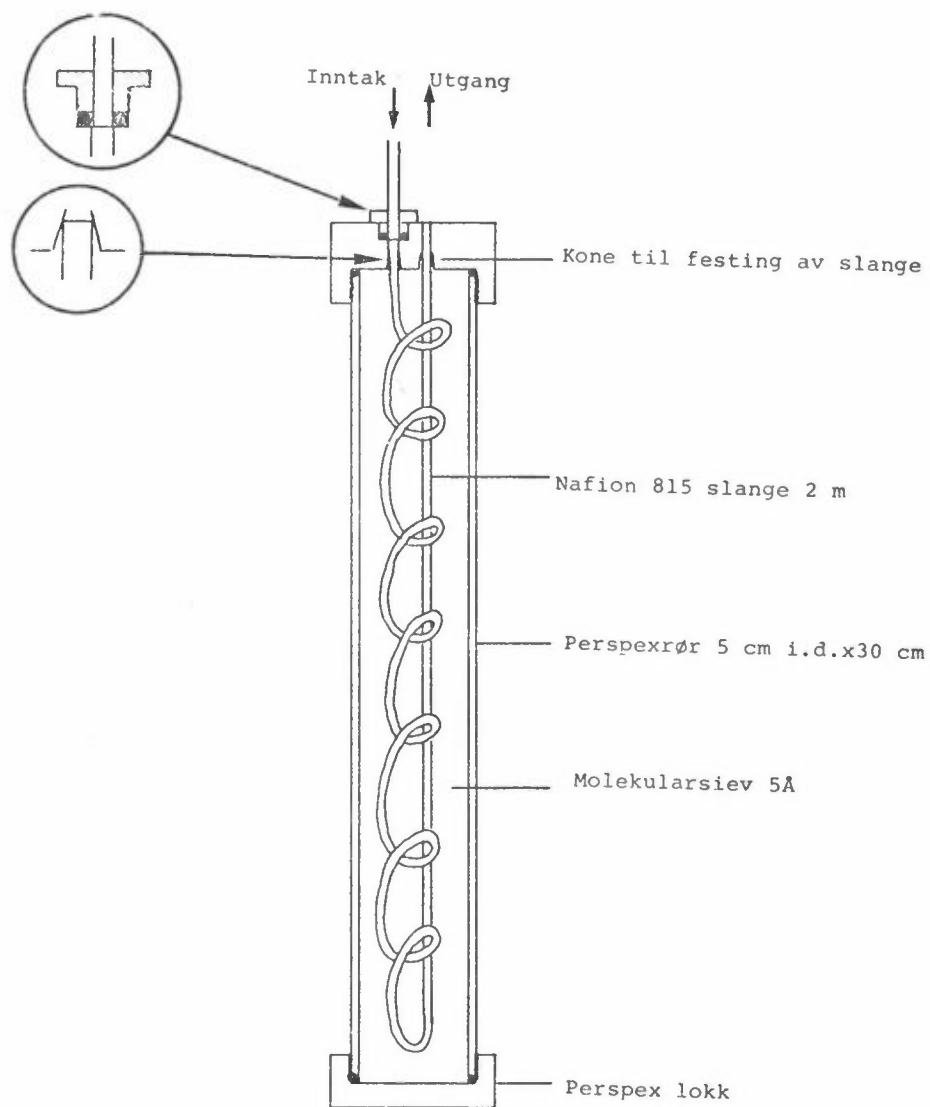
Ved 60 l/t var tørkeeffektiviteten ca 85% av luftfuktigheten på inntakssiden. Effektiviteten var omtrent det samme for 96% rH og 60% rH (luft med fuktighetsinnhold < 96% rH ble laget ved hjelp av en falskluftventil etter bobleflaskene). Denne flowen ble satt som en øvre grense. Ved 80 l/t synker effektiviteten til 60% noe som ikke lengre er brukbart for luftprøver med høyt fuktighetsinnhold. Som det fremgår av figur 4 ligger gjennombruddsvolumet ved ca 1200 l. Molekularsieven er da fullstendig mettet.

DISKUSJON

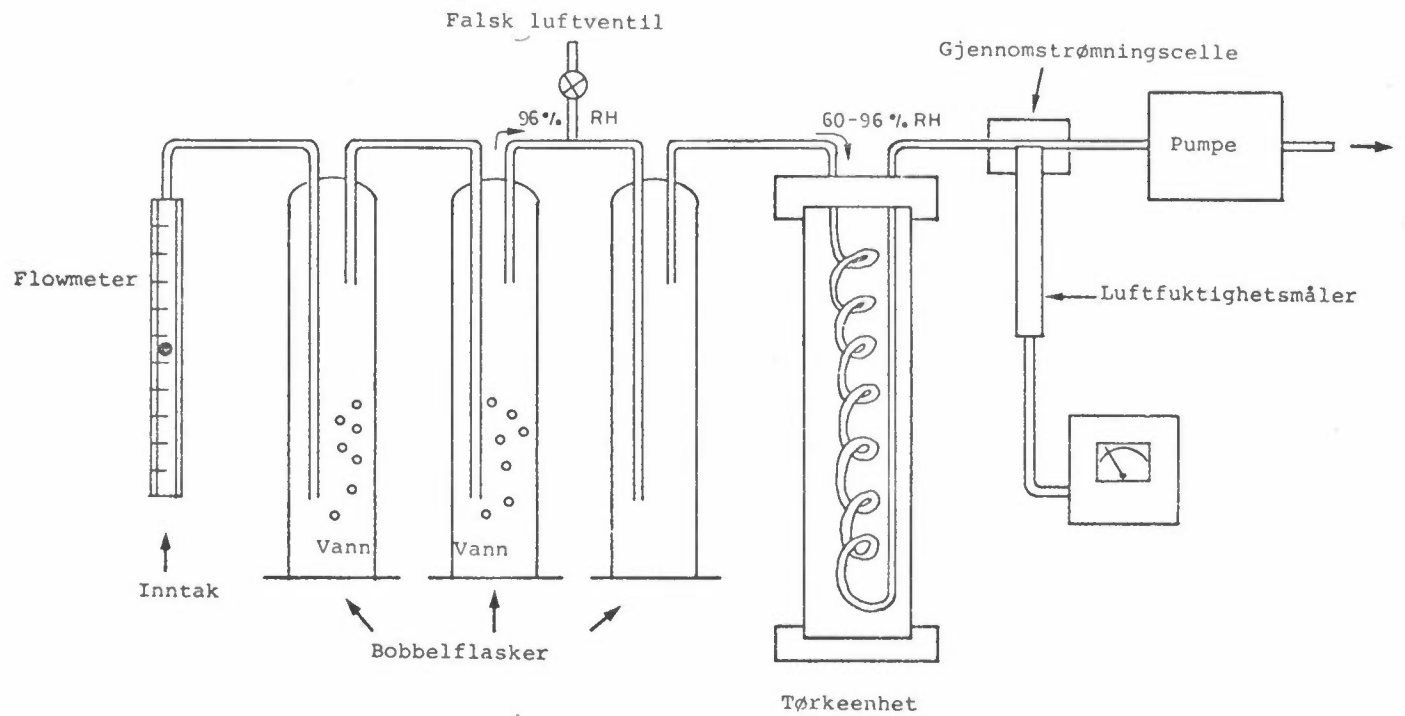
Resultatene viser at tørkesystemer basert på permselektive Nafionslanger er godt egnet til fjerning av fuktighet i luft. Slike tørkeenheter virker også ved betydelig høyere gjennomstrømningshastigheter enn tidligere rapportert (3). Dette gjør tørkeenheten attraktiv for prøvetaking av større luftmengder (opp til 60 l/t). Tørkesystemet er dermed et utmerket alternativ til mer klassiske tørkemidler som $MgSO_4$, som ofte viser substanstap pga. adsorpsjon. Optimering av forskjellige parametre som slangelengde, molekularsievkapasitet og molekularsievtype er adskillig mer kritisk for store gjennomstrømningshastigheter.

LITTERATUR

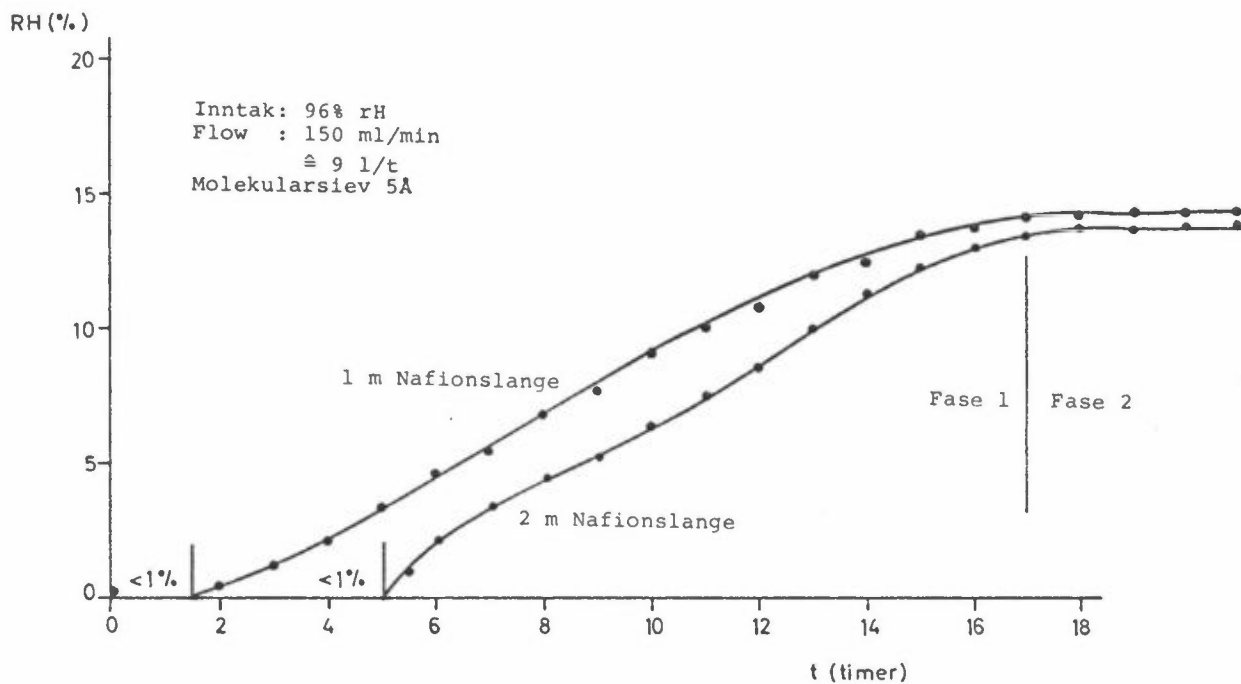
- (1) Oehme, M. Utvikling av varmedesorpsjonsenhet for glasskapillargasskromatografi, NILU-notat, Lillestrøm 1980.
- (2) Russel, J.W.
Shadoff, L.A. The sampling and determination of halocarbons in ambient air using concentration on porous polymer. *J. Chromatogr.* 134, 375-384 (1977).
- (3) Foulger, B.E.
Simmonds, D.G. Drier for field use in the determination of trace atmospheric gases. *Anal. Chem.* 51, 1089-1090 (1979).
- (4) Baker, B.B. Measuring trace impurity in air by intraced spectroscopy at 20 meters path and 10 atmospheres pressure. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 35, 735-740 (1974).



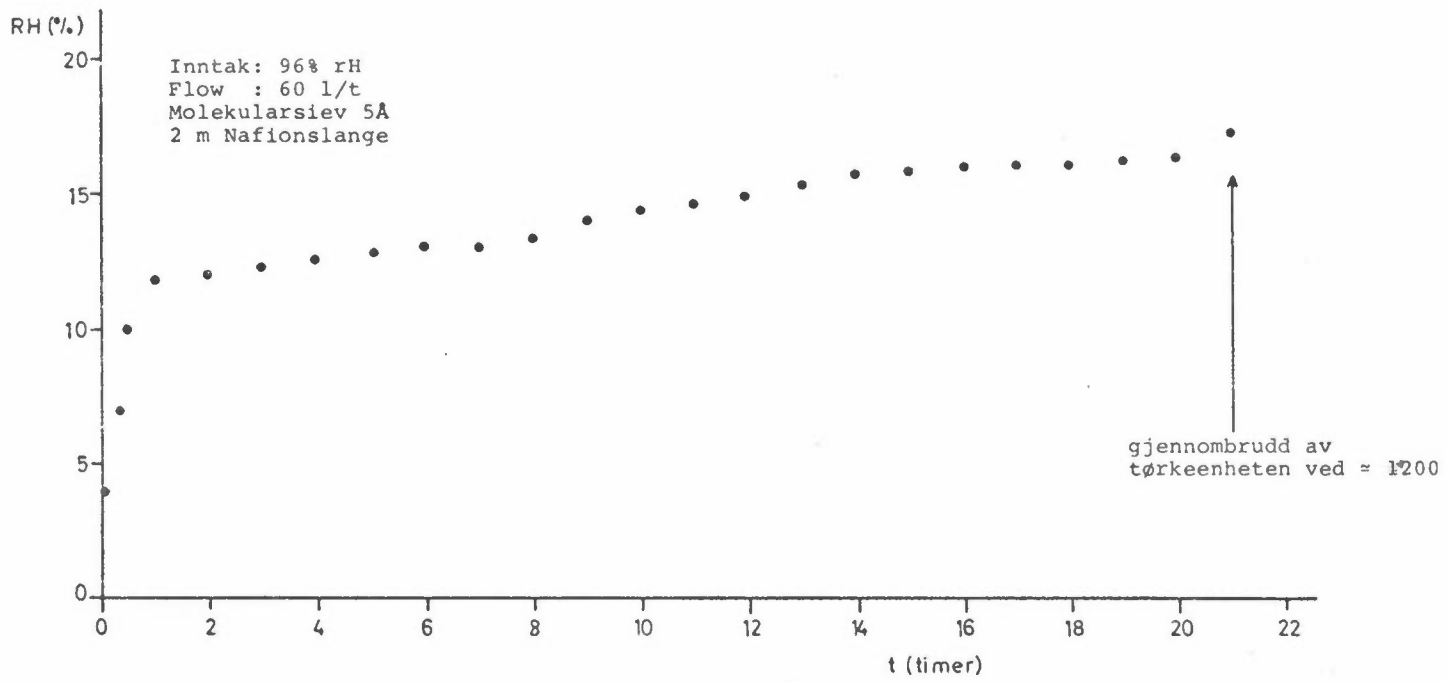
Figur 1: Skjematisk tegning av tørkeenheten.



Figur 2: Anordning til bestemmelse av tørkeeffektiviteten.



Figur 3: Tørkeeffektivitet ved 9 l/t gjennomstrømningshastighet, forklaringer se tekst.



Figur 4: Tørkeeffektivitet ved 60 l/t, forklaringer se tekst.

**NILU**

TLF. (02) 71 41 70

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Teknisk notat	RAPPORTNR. TN 10/80	ISBN--82-7247-182-5
DATO AUGUST 1980	ANSV.SIGN. OFS	ANT.SIDER 11
TITTEL Tørkeenheter for mindre luftprøver på ca 1 m ³		PROSJEKTLEDER M.Oehme
		NILU PROSJEKT NR 02779
FORFATTER(E) M. Oehme		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER NILU		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Tørking		Luftprøver Permeabel slange
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Bruk av permselektive slanger, som fjerner luftfuktighet p.g.a. selektiv diffusjon gjennom slangevegger ble undersøkt til tørking av mindre mengder luft. Luftmengder på ca 1 m ³ kan tørkes til 1-15% rH (9-60 l/t luft, 2m slangelengde).		
TITLE		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) The use of permselective tubes to remove humidity from air samples of ~ 1 m ³ has been examined. The system is very suitable for flows between 9-60 l/t. The drying efficiency for 96% rH air is between 85 and 99% for a 2 m tube depending on the flow through the system.		

**Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
Kan ikke utleveres C