

ORIENTERING FRA MILJØSTYRELSENS REFERENCELABORATORIUM FOR STØJMÅLINGER

UDSTYR TIL VINDMÅLING

Orientering nr. 7

Jørgen Jakobsen/PH/lm

1988-03-01

LET OG SIMPELT UDSTYR TIL MÅLING AF VINDHASTIGHED OG -RETNING
--

- Funktions- og nøjagtighedskrav
- Eksempler på håndholdte vindmålere
- Eksempler på registrerende vindmålere
- Priser på det nævnte udstyr pr. februar 1988

1. Indledning

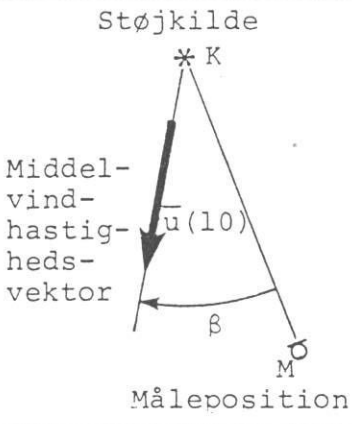
Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger udsendte i 1981 Redegørelse no. 3 om vindmåling i forbindelse med uden-dørs støjmåling. I redegørelsen beskrives dels nogle generelle forhold for vejrets indflydelse på resultaterne af støjmålinger, og dels beskrives nogle konkrete eksempler på egnet udstyr til måling af meteorologiske parametre.

I Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984: "Måling af ekstern støj fra virksomheder" er kravene til måling af meteorologiske parametre formaliseret. Der fremgår imidlertid ikke funktions- eller nøjagtighedskrav til måleinstrumenterne.

Siden Redegørelse no. 3 blev udarbejdet i 1981 er der sket en betydelig udvikling af billige digitalt baserede instrumenter. Denne udvikling har også afspejlet sig blandt vindmålere, hvor der især til nautisk brug er fremkommet en række nyudviklede instrumenter med gode specifikationer.

2. Krav til måling af meteorologiske parametre

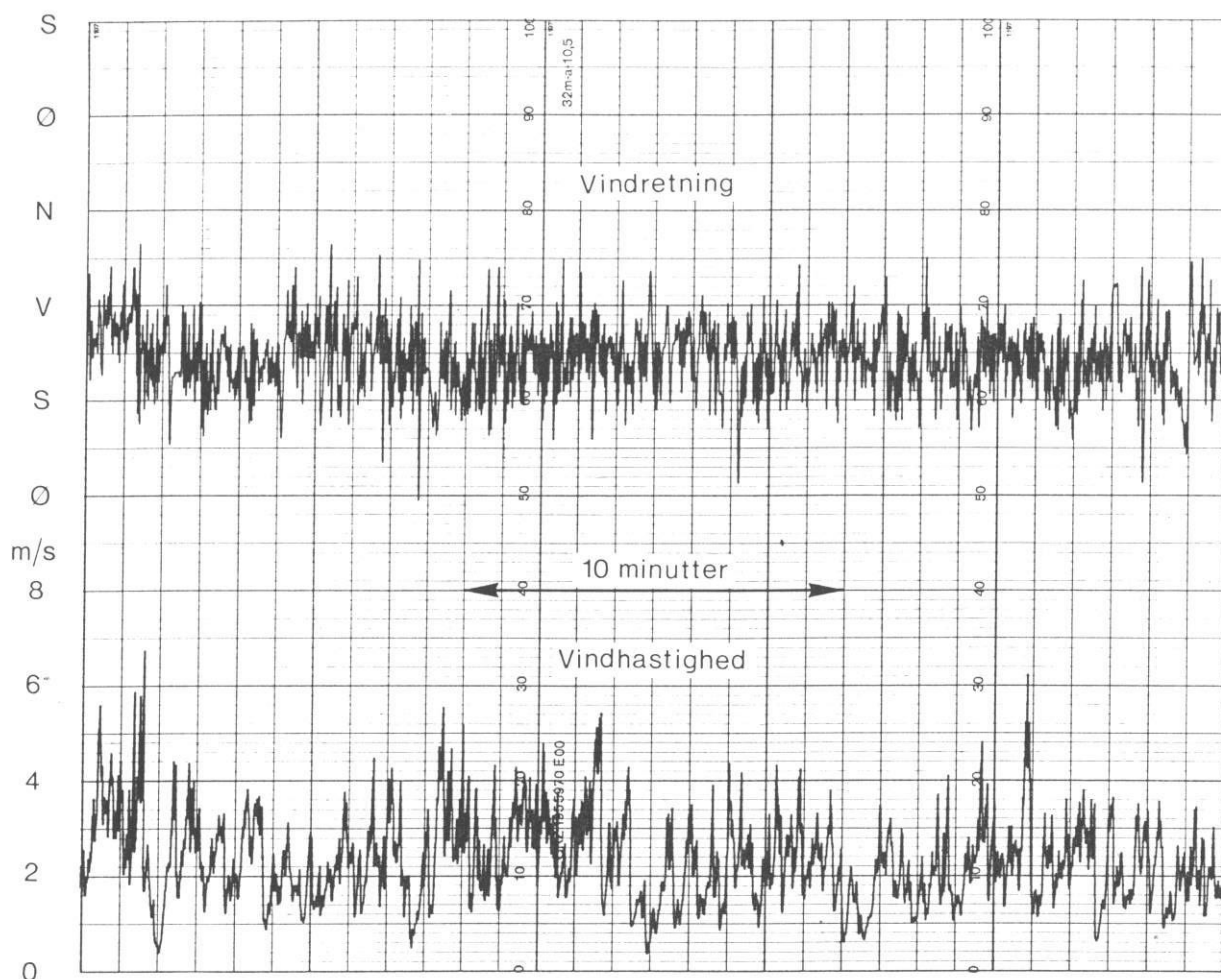
Kravene til de meteorologiske forhold, der skal være til stede under støjmålinger, fremgår af Afsnit 3.4-3.6 i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984, hvortil der henvises. Den meteorologiske ramme er resumeret i Figur 1 nedenfor.

Parameter	Krav		Støjkilde 
	situation I	situation II	
$ \bar{u}(10) $ [m/s]	$2 \leq \bar{u}(10) \leq 5$	$0 \leq \bar{u}(10) < 2$	
β [°]	$-45 \leq \beta \leq 45$		
$\Delta T / \Delta z$ [°C/m]	$-0,05 < \Delta T / \Delta z < 0,05$	$0 < \Delta T / \Delta z < 0,05$	

Figur 1 Den meteorologiske ramme.

De meteorologiske parametre skal måles som middelværdier over 10 minutter samtidigt med støjmålingen.

Er afstanden mellem støjkilde (-ns midtpunkt) og målepunktet mindre end 25 m, stilles der ingen krav til de meteorologiske forhold. I disse tilfælde kan støjen måles under de fleste vejrforhold, og de meteorologiske parametre skal ikke nødvendigvis dokumenteres.



Figur 2 Eksempel på analog registrering af vindhastighed og -retning.

I tilfælde, hvor afstanden mellem støjkilde og målepunkt er mellem 25 m og 200 m, kan vindhastigheden i 10 m højde skønnes på grundlag af målinger i 2-10 m højde med f.eks. en håndholdt vindmåler. Når der anvendes en håndholdt vindhastighedsmåler, gennemføres der sædvanligvis ikke måling af vindretningen, og der foretages ikke registrering af måleresultaterne. Dette er uheldigt, hvis der efterfølgende opstår tvivl om, hvorvidt den foreskrevne meteorologiske ramme har været overholdt.

Når afstanden mellem støjkilde og målepunkt er 200 m eller mere, skal vindhastigheden måles 10 m over terrænet, og det anses for påkrævet, at såvel vindhastighed som vindretning registreres. Registreringen kan være enten en analog udskrift af den

øjeblikkelige vindhastighed og -retning som vist i Figur 2 eller en digital udskrift af middelværdierne over 10 minutters perioder.

Måling af temperaturgradienten er forbundet med så store måletekniske problemer, at det nødvendigvis må anses for tilstrækkeligt at skønne denne størrelse på grundlag af en observation af skydækket sammenholdt med tidspunkt på dagen og årstid.

3. Funktions- og nøjagtighedskrav til vindmåler

Det anvendte udstyr til vindmåling skal give en sikker indikation af, hvorvidt den meteorologiske ramme har været overholdt under støjmålingerne.

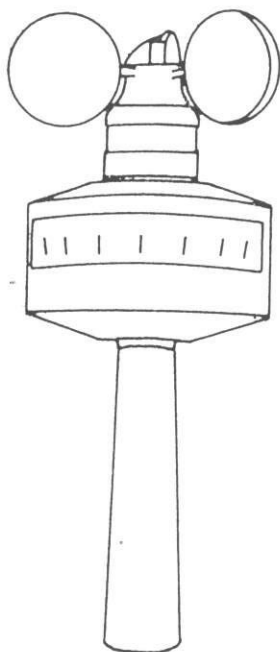
Desuden skal udstyret være robust, let at transportere og enkelt at betjene. Udstyret skal kunne strømforsynes fra batterier eller en akkumulator i en passende driftstid.

Nøjagtigheden på vindhastigheden i 10 m højde skal være omkring 0,2-0,5 m/s og nøjagtigheden på vindretningen omkring 5°. En væsentlig parameter i denne forbindelse er transducerens startvind. Startvinden er den vindhastighed, hvorunder transducerne ikke bevæger sig. For at få en sikker indikation i området under 2 m/s skal begge transducerne have startvind omkring 0,7-1 m/s.

Den specificerede nøjagtighed skal ikke kun overholdes af transducerne alene, men af det samlede system. For systemer med analog udskrift af den øjeblikkelige vindhastighed og -retning skal det således være muligt at aflæse begge parametre så præcist, at en 10 minutters middelværdi kan konstrueres/beregnes med en nøjagtighed på omkring 0,5 m/s henholdsvis ca. 5°. Systemer med hurtigt reagerende transducere tilkoblet en langsomt reagerende skriver, f.eks. en punktskriver med lang punktfølgetid, kan ikke umiddelbart opfylde dette kriterium.

4. Eksempler på håndholdt vindmåler

De fleste typer af håndholdte vindmålere består af et lille kopanemometer, som direkte trækker et viserinstrument, se Figur 3.



Denne instrumenttype er ikke praktisk anvendelig til vindmålinger højere end ca. 2 m over jorden. Da vindhastigheden stiger med højden, svarer kravet til en startvind på 0,7-1 m/s i 10 m højde, som blev specificeret i Afsnit 3, til 0,4-0,5 m/s i 2 m højde. Håndholdte vindmålere skal altså have en meget lav startvind for at kunne bruges til at afgøre, om vindhastigheden i 10 m højde med sikkerhed er over eller under 2 m/s.

Der findes vindmålere med fjernaflæsning (eksemplerne nr. 2 og 3 nedenfor), hvor transduceren kan anbringes på en håndholdt stage og vinden måles i 4-5 m højde. Denne type vindmålere behøver ikke at have så lav startvind som 0,5 m/s.

Figur 3
Håndholdt vindmåler

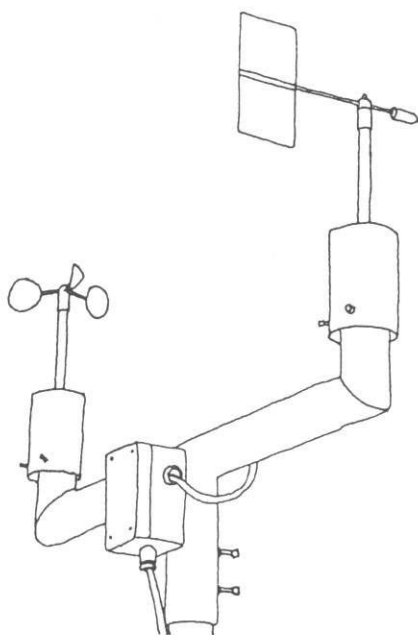
Eksempler

- 1) Deuta (Bjørn Thygesen Instruments, tlf. 02 84 04 33).
Håndholdt vindmåler med startvind ca. 0,7 m/s.
Pris kr. 1.690 excl. moms.
- 2) Lambrecht type 1442 (Struers, tlf. 01 70 80 90).
Vindmåler med fjernaflæsning, startvind ca. 1 m/s.
Pris kr. 7.540 excl. moms.
- 3) Thiess type 4.3019.10.000 (MB-teknik, tlf. 01 47 33 22).
Vindmåler med fjernaflæsning, startvind ca. 0,3 m/s.
Pris kr. 6.522 excl. moms.

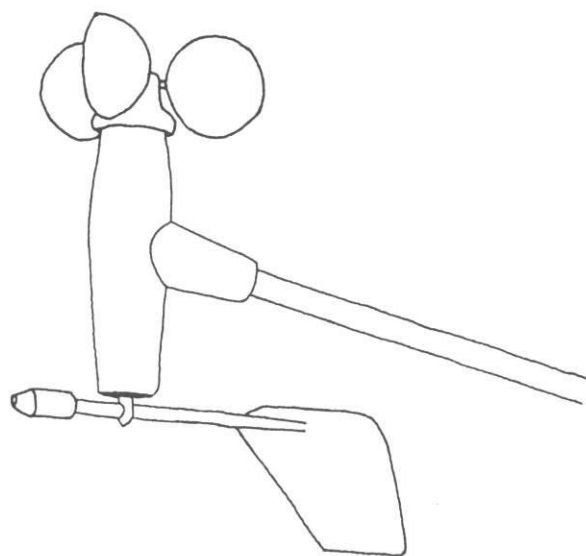
5. Eksempler på registrerende vindmålere

Et registrerende udstyr til måling af vindhastighed og -retning i 10 m højde sammensættes af:

- Et kopanemometer (vindhastighedstransducer)
- En vindfane (vindretningstransducer)
- En bom til montering af de to transducere, se Figur 4a (hvis transducerne er kombinerede, benyttes ikke bom, jfr. Figur 4b).
- En måleværdiomformer, som omsætter transducerne's signaler til analog form til en skriver (2-kanals XT-skriver) eller til digital form, hvorpå 10 minutters-middelværdien beregnes og udlæses til en printer.
- En registreringsenhed (skriver eller printer)
- Strømforsyning (f.eks. 12 V akkumulator i tilfælde, hvor måleværdiomformer og registreringsenhed ikke har indbyggede batterier).
- Mast til anbringelse af anemometer og vindfane i ca. 10 m højde



Figur 4a Bom med vindfane og kopanemometer
[Vaisala]



Figur 4b Kombineret transducer
[Windmaster]

I det følgende nævnes en række eksempler på registrerende vindmåleudstyr. Der er ikke nævnt forslag til strømforsyning. Som mast kan anvendes sammenskruede sektioner af aluminium- eller stålrør, som rejses med et let håndspil og fastholdes med barduner, eller en pneumatisk teleskopmast, som kan stå frit på en trefod ved vindhastigheder under 5-6 m/s (Clark mast type QT9M/HP samt trefod MK3, fra CKI Claus Kettel, tlf. 02 94 44 11, pris i alt kr. 8.530 excl. moms).

Eksempler:

- 4) Danaplug (Danaplug, tlf. 02 86 82 89).
System bestående af en kombineret retnings-/hastigheds-transducer, vindcomputer og printer.
Pris kr. 19.200 excl. moms.
- 5) Brooks & Gatehouse (Marina Elektro, tlf. 01 63 22 46).
System: "Field Portable Recording Unit" bestående af kombineret transducer, beregningsenhed og printer.
Pris kr. 31.200 excl. moms.
- 6) Vaisala (Brdr. Jørgensen Instruments, tlf. 01 19 06 66).
System bestående af en bom med transducere WAA 15 og WAV 15, et analogt display WAD 14 samt en analog skriver Camille Bauer Linax 7K2 (2-kanalsregistrering på 100 mm papir).
Pris i alt kr. 30.500 excl. moms.
- 7) Malling (Malling Kontrol, tlf. 01 49 03 00).
System, som består af to transducere og en måleværdiomformer (type 874, forsynes med 24 V).
Pris kr. ca. 23.500 excl. moms.
Hertil skal benyttes en analog skriver som f.eks.:
- Camille Bauer Linax 7K2
(Brdr. Jørgensen): kr. 11.500 excl. moms
- Laumann Mini 222B/07 (Instrutek): kr. 13.300 excl. moms
- 8) Windmaster Mk II (Bjørn Thygesen Instruments, tlf. 02 84 04 33).
System type: 655-660 sb2 bestående af en kombineret transducer og en måleværdiomformer med to metre samt tilslutning for en analog skriver.
Pris kr. 9.300 excl. moms.
Skrivere som nævnt under eksempel 7) eller punktskriver Rustrak 2-kanals til kr. 9.800 excl. moms.
- 9) Thiess (MB-teknik, tlf. 01 47 33 22).
System bestående af en kombineret transducer (type 4.3323.21.002) og en vindatalogger med printer.
Pris ca. kr. 27.000 excl. moms.

6. Eksempler på "gør-det-selv"-anlæg

Der findes et større antal digitale vindmålere, som ikke umiddelbart opfylder de i Afsnit 3 nævnte krav, men som kan tilsluttes digitalt udstyr som f.eks. en batteridrevet PC (mappe-datamat).

Ved selv at udforme programmer, som indlæser øjeblikkelig vindhastighed og -retning fra de digitale vindmålere, beregner 10 minutters middelværdier og printer dem, kan der opnås en betydelig besparelse i forhold til nogle af de anlæg, som er beskrevet i Afsnit 5. I nogle tilfælde skal der desuden foretages en signaltilpasning mellem en ikke-standardiseret digitaludgang og PC'erens indgang (type RS-232).

Som mappedatamat (med printer) kan f.eks. anvendes Epson EHT-10 eller Epson PX-4, pris kr. 10-13.000 excl. moms, (firma Impex, tlf. 02 22 42 66).

Som transducersæt og vindmåler med digitaludgang kan f.eks. benyttes:

Eksempler:

- 10) Shipmate (Shipmate, tlf. 08 37 35 00).
Instrument WS + WD (udgange efter NMEA-standard, passer ikke til RS 232).
Pris ca. kr. 9.000 excl. moms.
- 11) Silva (Claus V. Hansen, tlf. 01 42 52 20).
Instrument 420 til fast montage (udgange efter NMEA-standard, passer ikke til RS 232).
Pris ca. kr. 6.000 excl. moms.

7. Sammenfatning

I situationer, hvor afstanden mellem støjkilde og målepunkt er mellem 25 og 200 m, kan vindmåling udføres med en håndholdt vindmåler. Denne giver imidlertid ingen dokumentation af vindforholdene under støjmålingen. En håndholdt vindmåler koster (februar 1988) mellem kr. 2.000 og kr. 7.500 excl. moms.

Når afstanden mellem støjkilde og målepunkt over stiger 200 m, skal vindmålingen udføres i 10 m højde, og resultaterne skal registreres på printer eller skriver. Et registrerende vindmåleudstyr koster (februar 1988) typisk mellem kr. 20.000 og kr. 35.000 excl. moms. Hertil kommer en 10 m mast til montering af transducerne (pris for en transportabel pneumatisk teleskopmast ca. kr. 8.500 excl. moms) samt eventuelt en akkumulator til strømforsyning ved længere måleperioder.