



NOVANA

Teknisk anvisning for marin overvågning

1.3 Lyssvækkelse

Stiig Markager
Afdeling for Marin Økologi

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Indhold

1.3	Lyssvækkelse	1.3-3
1.3.1	Formål	1.3-3
1.3.2	Princip	1.3-3
1.3.3	Lysmåling - udførelse	1.3-4
1.3.4	Lysmåling – beregninger	1.3-6
1.3.5	Lysmålinger - kvalitetssikring	1.3-8
1.3.6	Lysmålinger - dataindberetning	1.3-9
1.3.7	Sigtdybdemålinger - udførelse	1.3-9
1.3.8	Sigtdybdemålinger - kvalitetssikring	1.3-10
1.3.9	Sigtdybdemålinger - dataindberetning	1.3-11

1.3 Lyssvækkelse

1.3.1 Formål

Lyset spiller en central rolle i marine økosystemer. Det styrer primærproduktionen, fytoplanktonets forekomst og dybdeudbredelsen af makrovegetationen. Lyset bestemmes af overfladeindstrålingen og lyssvækkelsen i vandsøjlen. Lyssvækkelsen reguleres af koncentrationen af opløst organisk kulstof i vandet og partikler, både fytoplankton og resuspenderet bundmateriale. Lyssvækkelsen giver derfor et integreret mål for, hvor påvirket et område er af afstrømning fra land, ustabile sedimentforhold og fytoplanktonopblomstringer. Lyssvækkelseskoefficienten er derfor en vigtig overvågningsparameter, som integrerer systemets respons på en række forhold. Samtidig er lyssvækkelsen vigtig for den biologiske tilstand og funktion af økosystemet. Lysmålinger indgår direkte i beregningen af primærproduktionen i vandsøjlen ud fra laboratoriemålinger af kulstoffiksering, for beregning af den fotiske zone i vandsøjlen og for beregning af den mængde lys, som er til rådighed for bundvegetationen. Endelig er lyssvækkelsen vigtig for modellering af den biologiske omsætning i pelagiske økosystemer.

1.3.2 Princip

Lyssvækkelsen bestemmes ved at måle lyset i flere dybder, og beregne lyssvækkelseskoefficient (K_d), som har enheden m^{-1} (naturlig logaritme enheder). Ud fra K_d kan man beregne lysets nedtrængning relativt til overfladeindstrålingen, fx som procent overfladelys (%OL) for en given dybde:

Lig. 1

$$I_z = I_0 e^{-zK_d} \Rightarrow I_z / I_0 = e^{-zK_d} \quad \text{og} \quad 100 * (I_z / I_0) = \%OL = 100 * e^{-zK_d}$$

En anden mulighed er at måle vandets gennemsigtighed ved hjælp af en Secchi-skive og angive transparensen som sigtdybden. Secchi-skiven "måler" det lys, som trænger ned gennem vandet, reflekteres fra skiven og når op til iagttagerens øje. Sigtdybden er den dybde, hvor skiven netop er synlig. Sigtdybdemålinger kan omsættes til K_d som:

Lig. 2

$$\text{Secchidybde} \{m\} = 2,3 / K_d \{m^{-1}\}$$

hvor 2,3 er en empirisk konstant. Sigtdybdemålinger har en lang tradition, og der foreligger lange tidsserier af sigtdybdemålinger for flere stationer i danske farvande. Disse har en stor værdi, idet de beskriver forholdene langt tilbage i tiden, hvor belastningen med næringsalte var mindre. Sigtdybdemålinger er simple og derfor mindre sårbare over for instrumentproblemer end egentlige lysmålinger. Der

er dog en række praktiske problemer med sigtgybde-målinger, som er beskrevet i afsnittet om den praktiske udførelse. Et vigtigt element er her, at sigtgybde-målinger ikke giver megen information, når der er sigt til bunden. Den største ulempe er dog, at den empiriske konstant kan variere betydeligt afhængig af vandtypen. Værdien kan være så lav som 0,6 i meget turbide systemer, hvor spredning af lyset spiller en stor rolle for lyssvækkelsen, og op til 4,1 i vand hvor opløste stoffer dominerer lyssvækkelsen (Koenings & Edmundson 1991). En realistisk variation for danske farvande er mellem 1,5 og 3,6, hvilket betyder, at %OL i sigtgybden kan variere mellem 2,7 og 22%, hvor den ovennævnte værdi på 2,3 svarer til 10% lys i sigtgybden. Samlet er egentlige lysmålinger at foretrække, men sigtgybde-målinger kan være en nødløsning i tilfælde af instrumentproblemer. På stationer med lange tidsserier af sigtgybden bør man dog forsætte sigtgybde-målinger sideløbende med lysmålinger.

1.3.3 Lysmåling - udførelse

Udstyr

Lysmålinger foretages bedst med en kvantum lyssensor. Denne kan være en cosinus-korrigeret flad sensor. En sådan sensor kaldes en 2π -sensor, fordi den måler lyset 180 grader ($=\pi$) i to planer over sensoren, hvilket vil sige fra alle retninger over sensoren. Den målte lysintensitet er dermed lig det lys, som passerer det plan, som sensoren befinder sig i. Cosinus-korrektionen betyder, at sensoren responderer ens på lys fra alle vinkler (over sensoren). En ikke cosinus-korrigeret sensor giver et signal, som er lig cosinus til lysets vinkel på sensoren. Dette er ikke hensigtsmæssigt for biologiske lysmålinger. En anden type sensor er en 4π -sensor. Denne har form som en kugle (tilnærmet) og responderer idealt på lys fra alle retninger ($=4\pi$). Dette kan selvfølgelig kun blive tilnærmet, da sensoren skal sidde fast på noget, og derfor vil have en nedsat respons for lys der kommer "nedenfra", hvor sensoren er gjort fast. En kvantumsensor er en sensor, som giver samme signal for alle lyskvanter uafhængig af deres bølgelængde. Alternativet er en energisensor (normalt med enheden $W m^{-2}$), hvor lave bølgelængder, fx blå lys, giver et kraftigere signal end rødt lys, fordi det blå lys indeholder mere energi pr. kvante. En kvantumsensor har normalt også PAR-respons, dvs. den responderer kun på fotosyntetisk aktivt lys (forkortes PAR, som dækker over den engelske term photosynthetic active radiation). Modsat måler en energisensor normalt lys ved alle bølgelængder – også kaldet global indstråling.

Forskellige typer sensorer vil give forskellige mål for lyssvækkelsen. Forskellen i den målte lyssvækkelseskoeficient mellem en 2π og en 4π sensor er normalt ubetydelig. En PAR-kvantumsensor og en energisensor vil derimod måle forskelligt, og også give forskellig lyssvækkelseskoeficient, fordi de vægter de forskellige bølgelængder forskelligt. Indstrålingen i luft mellem en PAR-kvantumsensor og en global energisensor kan med god tilnærmelse sammenlignes i det:

$$PARindstr\ddot{a}ling \left\{ \mu mol \text{ kvanter } m^{-2} s^{-1} \right\} = Globalindstr\ddot{a}ling \left\{ W m^{-2} \right\} * 2.1$$

Derimod kan lysm\ddot{a}linger nede i vandet eller en beregnet sv\ddot{a}kkelseskoefficient ikke sammenlignes, da lysets spektrale sammens\ddot{a}tning \ddot{a}ndres med dybden. Firmaet LI-COR fremstiller gode sensorer b\ddot{a}de som 2 og 4 π , men en r\ddot{a}kke andre udm\ddot{a}rkede sensorer er ogs\ddot{a} p\ddot{a} markedet.

Lyssensoren skal placeres p\ddot{a} en ramme, eller p\ddot{a} CTD'en s\ddot{a}ledes, at den vender opad, og rammen skal have tilstr\ddot{a}kkelig v\ddot{a}gt til at st\ddot{a} lodret i vandet. Sammen med undervandssensoren b\ddot{or} der forefindes en luftsensor p\ddot{a} skibet, som kan m\ddot{a}le overfladeindstr\ddot{a}lingen, mens der m\ddot{a}les nede i vandet.

Udf\ddot{o}relse

Luftsensoren placeres \ddot{o}verst p\ddot{a} skibet, hvor der ikke er skygge af overbygningen eller lignende. Undervandssensoren s\ddot{a}nkes ned med lodret wire, og der foretages afl\ddot{a}sninger fra lidt under overfladen og til bunden eller til 1% af lyset er tilbage. Intervallet mellem m\ddot{a}lingerne afh\ddot{a}nger af dybden og lyssv\ddot{a}kkelseskoefficienten. Intervaller p\ddot{a} 0,5 eller 1 m er passende i de fleste danske farvande, men mindre intervaller kan v\ddot{a}re n\ddot{o}dvendig ved h\ddot{o}j lyssv\ddot{a}kkelse eller p\ddot{a} lavvandede stationer. Der b\ddot{or} minimum v\ddot{a}re 10 afl\ddot{a}sninger ned gennem vands\ddot{o}jlen. Afl\ddot{a}sninger t\ddot{a}t p\ddot{a} overfladen er ofte ubrugelige pga. af b\ddot{o}lgeaktivitet, og man b\ddot{or} i uroligt vejr starte l\ddot{a}ngere nede, fx i 4 m dybde. En afl\ddot{a}sning er ensbetydende med en samtidig afl\ddot{a}sning af luft og undervandssensor, s\ddot{a}ledes af forholdet kan beregnes. De flest typer loggere, fx LI-CORs, kan automatisk beregne forholdet mellem to afl\ddot{a}sninger. Undervandssensoren b\ddot{or} s\ddot{a}nkes ned s\ddot{a} langt ude fra skibssiden som muligt.

Hvis en luftsensor ikke er tilr\ddot{a}dighed, kan rimelige m\ddot{a}linger kun udf\ddot{o}res ved konstant overfladeindstr\ddot{a}ling, enten bl\ddot{a} himmel eller et ensartet skyd\ddot{a}kke. Her foretages luftm\ddot{a}linger s\ddot{a} med undervandssensoren f\ddot{o}r og efter m\ddot{a}lingerne i vandet, og en middelv\ddot{a}rdi for overfladeindstr\ddot{a}lingen beregnes. Husk i den forbindelse at undervandssensorens signal er st\ddot{o}rre i luft end i vand, og kalibreringsfaktoren derfor er mindre, n\ddot{a}r sensoren anvendes i luft. Forskellen er ca. 1,33 for en 2 π sensor og 1,62 for en 4 π sensor.

Hvis undervandssensoren er monteret p\ddot{a} CTD'en og dataopsamlingen foretages med computer f\ddot{a}s et meget effektivt system for dataopsamling. Hvis m\ddot{a}lingerne foretages, mens CTD'en synker, er det vigtigt, at der ikke sker nogen tidsmidling (systemet logger signalet over et tidsrum, fx 5 sekunder, og beregner en middelv\ddot{a}rdi). Det vil nemlig betyde, at det lagrede signal halter bagefter den dybde, hvor det registreres. Den n\ddot{o}dvendige udj\ddot{a}vning af signalet foretages da bagefter, n\ddot{a}r K_d beregnes ved line\ddot{a}r regression. En bedre m\ddot{a}ling opn\ddot{a}s, hvis CTD'en fastholdes i den samme dybde, mens m\ddot{a}lingen foretages. Her kan man s\ddot{a} med fordel anvende en tidsmidling af signalet,

og den efterfølgende beregning af K_d sker da på de beregnede midelværdier fra hver dybde.

Lysmålinger kan være forbundet med nogle praktiske problemer, især i høj sø eller stærk strøm. Ideelt bør skibet ligge med siden mod solen for at undgå skyggeeffekter fra skibet, men det kan i praksis være vanskeligt. Man kan dog udføre målingerne så længe skibets skygge ikke falder direkte på sensoren. Skyggeeffekter fra skibet er mest kritiske i klart vejr med høj solhøjde og et stort skib. Skyet vejr og/eller lav solhøjde reducerer effekten, da lyset i vandet da er meget diffust. Fra mindre skibe/både kan man normalt udføre målingerne, så længe solen ikke er direkte modsat der hvor der måles. Eventuelle skyggeeffekter kan ses på kurven for I_z/I_0 mod dybden, og der kan efterfølgende korrigeres i beregningen (se nedenfor). Lysmålinger må ikke udføres med kunstigt lys, fx en projektør, da kunstlys har en anden spektral sammensætning end dagslys og derfor giver en anden svækkelseskoefficient.

Lyssensorer kræver specielt udstyr for kalibrering, og 4π -sensorer kan normalt kun kalibreres fra fabrikken. Heldigvis er det sådan, at den vigtigste parameter, nemlig K_d , ikke er afhængig af sensorens kalibrering, idet vi kun bruger den relative ændring i signalet mellem dybderne. En korrekt kalibrering af luft og undervandssensor er dog nødvendig, hvis man ønsker at beregne reflektionen fra vandoverfladen. En absolut måling af overfladeindstrålingen kræver selvfølgelig også en korrekt kalibreret sensor.

1.3.4 Lysmåling – beregninger

Først beregnes I_z/I_0 , således at undervandsmålingerne er korrigeret for ændringer i overfladeindstrålingen under målingerne. De ln-transformerede værdier for I_z/I_0 bør ligge på en ret linie, når de afbildes mod dybden, idet *lig. 1* kan omformes til:

Lig. 4

$$-\ln(I_z / I_0) = zK_d$$

Lyset for $z = 0$ er ikke nødvendigvis lig I_0 , da der sker en refleksion fra vandoverfladen, og de to sensorer vil i praksis også ofte give et forskelligt signal. Man er derfor nødt til at introducere en konstant så *lig. 4* bliver:

Lig. 5

$$-\ln(I_z / I_0) = zK_d + c$$

hvilket beskriver en ret linie med y-akse skæringen c . Lyssvækkelseskoefficienten kan så beregnes ved lineær regression. I praksis vil der forekomme en række afvigelser fra en ret linie, og man bør derfor ofte udelade en del af punkterne i beregningen. Afvigelser fra en ret linie for $\ln(I_z/I_0)$ versus z kan have forskellige årsager, hvoraf nogle er gennemgået nedenfor. En korrekt fortolkning af plottet er vigtigt for et korrekt estimat af K_d .

Unøjagtige målinger øverst i vandsøjlen: De øverste målinger udviser ofte en betydelig variation omkring linien. Dette skyldes, at bølger fokuserer og spreder lyset, hvilket er mest udtalt øverst i vandsøjlen, hvor lysvejen fra overflade til sensor er kort. Desuden vil skibets egenbevægelse i søen give en unøjagtig bestemmelse af dybden, hvilket relativt set er mest betydende tæt ved overfladen.

Skift i hældning pga. en inhomogen vandsøjle: Ligning 1-5 forudsætter at vandsøjlen er optisk homogen, hvilket normalt ikke er tilfældet, hvis man har et springlag eller ændringer i klorofylkoncentrationen med dybden. Oftest ser man, at linien har en anden hældning over pyknoklinen, derefter en høj lyssvækkelse i selve pyknoklinen og en anden, ofte lavere, hældning under pyknoklinen. Hvis der er tale om store afvigelser, bør kun punkter over pyknoklinen indgå i beregningerne. Herved undgå man, at skiftet i hældning omkring pyknoklinen påvirker estimatet for K_d for hele vandsøjlen.

Knæk på linien: Hvis båden har skygget for sensoren tæt ved overfladen, vil man se et knæk opad på kurven i den dybde, hvor sensoren kommer ud af skyggen. Man bør da kun bruge målingerne under denne dybde.

En gradvis aftagende hældning med dybden: Ligning 1-5 gælder strengt taget kun for monokromatisk lys (lys ved en bølgelængde). For polykromatisk lys, som dagslys, vil der ske et skift i spektret med dybden, hen mod de bølgelængder, som har den lavest svækkelse. Vi får derfor en gradvis aftagende hældning (K_d) med dybden i et $\ln(I_z/I_0)$ versus z plot. Dette modvirkes dog af et andet fænomen, som har at gøre med lyset spredning. Tæt ved overfladen vil lyset være collimeret (have en ensartet retning) som er tæt på solens zenit vinkel (vinkel til lodret), men påvirket af refraktionen i overfladen. Lysets vejlængde mellem to dybder (den effektive længde hvor lyset kan svækkes) er $1/\cos$ inus til zenit vinklen, og derfor længere end den lodrette afstand mellem to målinger. Efterhånden som lyset trænger ned i vandsøjlen, spredes det pga. partikler i vandet, og den gennemsnitlige zenit vinkel (og dermed også lysvejen) stiger. Dette giver den modsatte effekt af en kromatisk forskydning og er årsagen til, at ligning 1-5 ofte giver en god beskrivelse af lyssvækkelsen, selv om teorien strengt taget ikke holder. Hvis man har en gradvis aftagende hældning, bør man kun anvende punkter ned til dybden, hvor ca. 10% af overfladeindstrålingen er tilbage.

Unøjagtige målinger nederst i vandsøjlen: Dette er normalt forbundet med ophvirvling af sediment fra bunden, eller fordi man er nede på dybder, hvor lyset er så lavt, at sensorens signal er ustabil. Nogen gange falder signalet pludselig, evt. helt til 0, i en bestemt dybde. Dette kan skyldes fugt, som kortslutter strømmen fra sensoren, når signalet kommer under en vis værdi.

Pludselig fald i hældning tæt ved bunden: Dette kan forekomme, hvis der er lys, som når bunden og reflekteres opad, specielt hvis man anvender en 4π -sensor. Disse målinger bør udelades af beregningerne.

På lavvandede stationer med dårligt vejr kan det være svært at få gode målinger, som ikke er påvirket af bølger ved overfladen og af ophvirvling ved bunden. Man må da skønne, hvilke målinger som er mest troværdige og begrænse beregningen af K_d til disse punkter. Evt. kan man nøjes med at anvende to punkter (se nedenfor). Sammenfattende kan man sige, at beregningen af K_d bør ske på punkter, der ligger på en ret linie i den øverste del af vandsøjlen.

Fortolkningen af y-akse skæringen i et $\ln(I_z/I_0)$ versus z plot giver ofte anledning til usikkerhed. Principielt angiver skæringen forholdet mellem de to sensorer (vand/luft) i dybden 0 m. Hvis man anvender 2π -sensorer i både luft og vand, og de er kalibreret overfor hinanden, er y-akse skæringen lig refleksionen fra vandoverfladen. Hvis man anvender en 4π -undervandssensor, vil forholdet normalt være over 1. Det skyldes, at en 4π -sensor altid måler det samme eller mere end 2π sensorer. I et diffust lysfelt (indstrålingen er ens fra alle retninger) vil 4π -sensoren måle 4 gange signalet fra en 2π sensor (forholde mellem overflade areal og tværsnit af en kugle). I et collimeret lysfelt vil signalet være det samme. I et naturligt lysfelt vil forholdet ligge mellem disse yderpunkter. I rutinemålinger vil man normalt ikke beregne refleksionen, og man anvender derfor kun liniens hældning ved rapporteringen, som er lig K_d .

Målinger på lavvandet stationer, især ved høj lyssvækkelse og uroligt vand

På sådanne stationer kan det være svært at få en række aflæsninger mod dybden, som har en præcis dybdebestemmelse, og hvor aflæsningen ikke er forstyrret af overflade- eller bundfænomener. Man kan da med fordel måle lyssvækkelsen mellem to undervandssensorer monteret på en stang. Herved opnår man, at afstanden mellem sensorerne er fastlagt helt præcist. Stangen holdes da lodret i vandet, og forholdet mellem sensorernes signal aflæses. Alternativt kan stangen hænges under en bøjle, som ligger i vandet, evt. mens man foretager andre målinger. Dette kræver dog en datalogger, som kan fastgøres til bøjlen. Det er en fordel, hvis stangen er indrettet, så afstanden mellem sensorerne kan justeres efter forholdene. Afstanden bør være størst mulig, dog bør der være ca. 1% lys tilbage ved den nederste sensor. Med denne metode beregnes K_d som lyssvækkelsen mellem de to dybder:

$$\frac{-\ln(I_{z_2} / I_{z_1})}{z_2 - z_1}$$

Lysmålinger skal udføres på alle typer stationer, dog ikke på stationer langs den jyske vestkyst.

1.3.5 Lysmålinger - kvalitetssikring

Kvalitetssikring ligger på 3 niveauer:

1. niveau er, at anvisningerne for målingerne overholdes. Selve måleprincippet er simpelt, men det kan være forbundet med betydelige praktiske problemer at holde siden af skibet mod solen og wiren lodret i dårligt vejr. Da kan kvaliteten forbedres ved at tage målinger i flere dybder, fx. hver 0,5 m, og ved at tage gennemsnittet af flere aflæsninger. Nogle loggere beregner aflæsningen som et gennemsnit over en periode, fx 1 sekund. Denne periode kan sættes op til fx 5 sekunder eller mere. Aflæsninger tæt under overfladen i dårligt vejr er normalt spild af tid.

2. niveau ligger i vurderingen af plottet for $\ln(I_z/I_0)$ versus z . Her er det afgørende at finde et dybdeinterval, hvor punkterne ligger på en ret linie. I nogle tilfælde er dette kun tilnærmelsesvis muligt, fx hvis vandsøjlen er optisk inhomogen, hvis stationen er lavvandet, eller hvis der ligger en pyknoklin højt i vandsøjlen. Hvis man af erfaring ved, at der er problemer, kan man justere måledybderne til den del af vandsøjlen, hvor man normalt får gode målinger.

3. niveau er, at data rapporteres som ovenfor, således at usikkerheden på målingen kan vurderes.

1.3.6 Lysmålinger - dataindberetning

Lysdata skal rapporteres med følgende parametre:

K_d	den beregnede lyssvækkelseskoeficient (m^{-1} , naturlig logaritme enheder)
n-pkt	antal punkter (dybder) brugt i regressionen
z-min	øverste dybde som er anvendt
z-max	nederst dybde som er anvendt
std	beregnet standardafvigelse for K_d
r^2	r^2 -værdi for regressionslinien
s-kode	sensor-kode (1 = 2π undervandssensor og 2 = 4π undervandssensor)
b-kode	kode for beregningsmetode (1 = lineær regression på $\ln(I_z/I_0)$ versus z plot; 2 = som forholdet mellem to dybder; 3 = andet)

1.3.7 Sigtdybde målinger - udførelse

Udstyr

En hvid plastikskive på 30 cm i diameter med et lod på undersiden. Under skiven bør der være en krog til fastgørelse af ekstra lodder.

Skiven skal være ophængt i en line eller wire med 10 cm inddeling, som ikke kan strække sig. En vandkikkert kan evt. benyttes.

Udførelse

Selve målingen udføres ved at skiven sænkes ned til den forsvinder, og derefter trækkes op til den netop er synlig. Målingen skal foretages i dagslys og på den side af båden, som vender væk fra solen for at undgå reflekser fra havoverfladen. Loddet på undersiden skal være tungt nok til at holde linen lodret. I stærk strøm kan det være nødvendigt at hænge ekstra lodder under skiven.

Målingen kan foretages med eller uden vandkikkert. Begge dele er i princippet korrekt, da sigtddybden er et relativt mål for lyssvækkelse. Anvendelse af vandkikkert øger sigtddybden noget, og det er derfor vigtigt at følge samme procedure hver gang, og at angive hvordan målingen er lavet. Man skal derfor følge den hidtidige procedure på stationer, hvor målingen er forsættelsen af en tidsserie. Vandkikkert kan kun anvendes fra små både og bør bruges, hvis det er muligt.

1.3.8 Sigtdybdemålinger - kvalitetssikring

Fejlkilder ved sigtdybdemålinger kan opdeles i tre kategorier; udstyr, observationsforhold og observatørens vurdering. Fejkilder pga. udstyret kan relativt enkelt fjernes, og ved rigtig udførelse kan observationsforholdene i nogen grad standardiseres.

Skiven skal være ren og blank. Loddet under skiven skal være tilstrækkeligt til altid at holde linen lodret. Den nødvendige tyngde vil variere med strømforhold og dybde. Det er derfor en fordel at have ekstra lodder, som kan hænges under skiven, når det er nødvendigt. Linen skal have en inddeling på 10 cm, således at man kan aflæse dybden nøjagtig, mens linen er i vandet. Dette er specielt vigtigt, når der er bølger, idet man da skal vurdere det gennemsnitlige sted på linen for vandoverfladen. Man skal være opmærksom på, at de fleste typer liner kryber, ofte omkring 10%. Linien skal derfor gøres våd og tørres flere gange, før den mærkes op og opmærkningen skal kontrolleres minimum en gang om året. Endelig må linen ikke kunne strække sig under brug.

Observationsforholdene inkludere faktorer som vejr, strøm og bølger, der ikke kan kontrolleres. Dog vil brug af vandkikkert mindske effekten af disse forhold. Lysforholdene påvirker også målingerne, og man skal derfor altid lave målingen på skyggesiden af båden, og helst når solen er højt på himlen. Observatørens højde over overfladen påvirker også målingen, og man bør derfor anvende samme type båd hver gang. Bølger påvirker målingerne, og bølgeaktiviteten skal derfor angives. Her er det bølgernes vandring op og ned ad linen, som skal bruges – ikke den generelle bølgehøjde.

Observatørens vurdering er subjektiv, men erfaringen viser, at de fleste vurderer sigtdybdens inden for ± 10 cm. Man bør dog regel-

mæssigt sammenligne forskellige observatørers vurdering, specielt når der ske udskiftninger i personalet. Her er det vigtigt, at observationerne er uafhængige, dvs. at man først sammenligner resultaterne, når alle har lavet deres observation.

1.3.9 Sigtdybdemålinger - dataindberetning

Sigtdybden skal rapporteres med følgende parametre:

Z_s sigtdybden i meter med 2 betydende cifre. Hvis der er sigt til bunden, rapporteres sigtdybden som 99.

tid tidspunkt for observationen

o-kode observationskode (1 = uden vandkikkert, 2 = med vandkikkert)

v-kode vejrkode

h observatørens højde over vandoverfladen i meter

b bølgevandring i meter = bølgenes vandring op og ned ad linen.

Der skal ikke foretages nogen korrektion for bølgehøjden før rapporteringen.