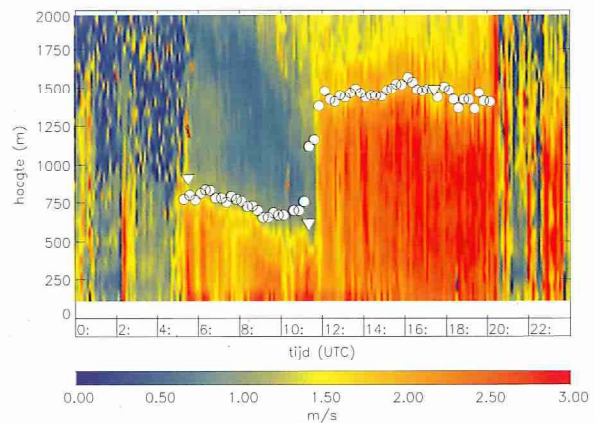
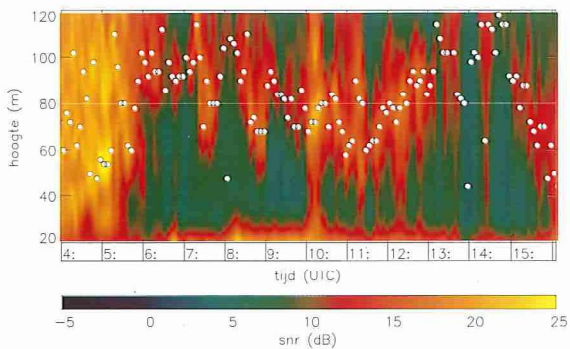


METEOROLOGICA



Hillingareffect boven Waterland en IJmeer

RIK MARS (RANSDORP) EN KEES FLOOR (KNMI)

In het dagelijks leven gaan we er meestal van uit dat lichtstralen zich rechtlijnig voortplanten. In de atmosfeer is dat echter niet het geval. Doordat de dichtheid en de temperatuur van de lucht, en daarmee de brekingsindex, afhankelijk zijn van de hoogte, volgt het licht doorgaans een gekromde baan (zie figuur). Bij een 'normale' opbouw van de atmosfeer neemt de brekingsindex van de lucht geleidelijk af met de hoogte. Lichtstralen zijn in dat geval gekromd met de bolle kant naar boven. Doordat we, vaak tegen beter weten in, ervan uitgaan dat het licht zich rechtlijnig voortplant, lijkt de positie van sterren, zon en maan hoger dan in werkelijkheid het geval is. Het effect is het sterkst nabij de horizon. Zo is de zon op het moment dat de onderrand de horizon raakt, in feite al helemaal onder de horizon verdwenen: de optilling is net iets meer dan de verticale diameter van de zonneschijf (Floor 1981). Natuurlijk zijn er ook afwijkingen van de 'normale' situatie. Zo ontstaat er, als er een warme laag uitstroomt over een kouder aardoppervlak bijvoorbeeld, een temperatuurinversie, die de brekingsindex sterker met de hoogte doet afnemen dan normaal. Objecten in de verte en soms hele steden, die onder normale omstandigheden niet zichtbaar zijn, doordat ze zich onder de horizon bevinden,

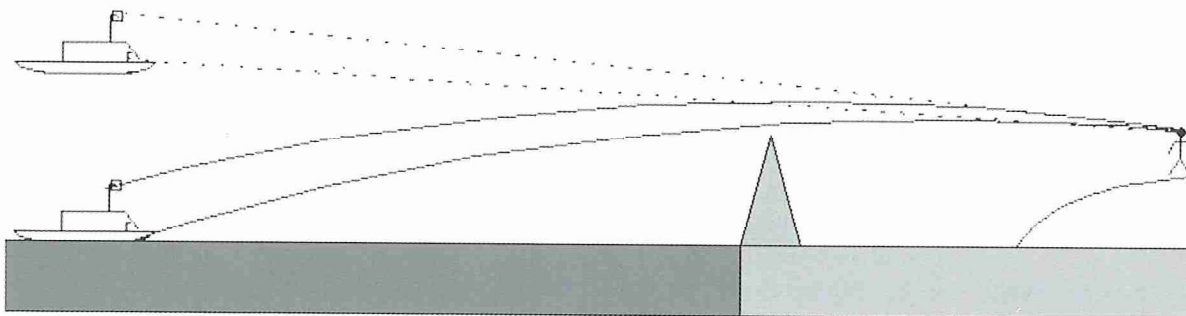
kunnen dan onverwachts opdoemen. Door de extra kromming van de lichtstralen, kunnen we niet alleen over de horizon heen kijken, maar bijvoorbeeld ook over een op enige afstand gelegen dijk (zie figuur). In de literatuur staat dit verschijnsel bekend als opdoeming of als het hillingareffect (Floor 1991). Opdoeming is de meest voorkomende vorm van arctische luchtspiegeling. Toch is het verschijnsel in Nederland tamelijk zeldzaam, al zijn uit het verleden wel gevallen bekend dat de Engelse oostkust te zien was vanaf Noordwijk (Joop den Tonkelaar, pers. med.) of dat vanuit Stavoren over de Zuiderzee Enkhuizen en Urk opeens verrassend dichtbij leken te liggen (Minnaert 1973). In het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan is het verschijnsel minder zeldzaam, zodat zelfs IJslandse benamingen tot de Engelstalige literatuur konden doordringen (hillingar is IJslands voor opdoemen).

Een interessant geval van 'opdoeming' werd door één van ons (R.M.) vastgelegd vanuit Ransdorp, ten noorden van Amsterdam (zie voorplaat). Voorzover bekend is dit de eerste keer dat foto's worden gepubliceerd van een in Nederland waargenomen hillingareffect. De opnamen zijn gemaakt met een 600mm tel-

elens op 2 april 2001. Het was die dag het warm weer, terwijl de Waterlandse weiden en het water van het Kinselmeer en het IJmeer nog koud waren. Daarbij was het nagenoeg windstil. De fotograaf bevond zich op de eerste verdieping van zijn woning, 4,5 m boven het maaiveld en 3 m boven NAP; dat is ongeveer op dezelfde hoogte als de kruin van de 2 km verder oostelijker gelegen Waterlandse Zeedijk, waarachter zich het IJmeer bevindt. Normaliter is het wateroppervlak achter de dijk niet te zien op 0,4 m onder NAP; wel kunnen bijvoorbeeld de toppen van de masten van zeilboten zichtbaar zijn (bovenste foto omslag voorzijde). Op 2 april echter verhief het water zich achter de dijk tot zichtbare hoogte (onderste foto omslag voorzijde). Het was alsof het gezichtspunt vele meters hoger lag dan normaal. Je zag de boten op het IJmeer passeren met de romp in het water, terwijl daarachter of daarboven het water zich verder uitstreckte. Het verschijnsel hield uren aan en verdween pas toen het 's nachts ging waaien.

Literatuur:

- Floor, C., 1981, De laagstaande zon, NTT/De Zee 10, 106-112.
Floor, C., 1991, Spiegelen in koude lucht, Natuur en Techniek 59 (12), 940-949.
Minnaert, M., 1972³, Natuurkunde van 't vrije veld 1: Licht en kleur in het landschap, Thieme, Zutphen.



Verloop van lichtstralen (getrokken krommen) bij een situatie van 'opdoeming', zoals waargenomen op 2 april 2001 vanuit Ransdorp. Normaal gesproken kan de waarnemer (uiterst rechts) de boot niet in het water zien doordat de dijk in de weg ligt. Door de uitzonderlijke kromming van de lichtstralen kijkt hij nu echter als het ware over de dijk heen; het schip doemt op vanachter de dijk. De waarnemer ziet het schip in de richting van de stippellijnen; hij gaat er namelijk van uit dat het licht zich rechtlijnig voortplant, ongeacht de temperatuuropbouw van de atmosfeer.