

Flerkanalsinstrumenter for måling av ultrafiolett stråling fra solen.
Fra målekampanjen FARIN på Østerås i 2005.

Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge

Perioden 1995/96 til 2009

Bruk av data for UV-varsling og informasjon



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

Referanse:

Johnsen B, Aalerud TN, Fedøy DA, Nilsen LT, Christensen T, Saxebøl G, Hannevik M. Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge. Perioden 1995/96 til 2009. Bruk av data for UV-varsling og informasjon. StrålevernRapport 2011:2. Østerås: Statens strålevern, 2011.

Emneord:

Ultrafiolett stråling. UV. UV-indeks. UVI. UV-dose. UV-overvåking. UV-varsling. GUV. Flerbånds filterradiometer. UV-biometer. Bentham spektralradiometer. Kalibrering. Kvalitetskontroll. Instrument interkomparasjon.

Resymé:

Målenettverket har gjennom snart 14 år gitt kunnskap om geografisk og tidsmessig variasjonsområde for naturlig UV-stråling. Målingene har vist høy kontinuitet og vitenskapelig kvalitet. Nettverket er basis for formidling av informasjon knyttet til forebygging av solskader og til evaluering av UV-varslere. Rapporten presenterer resultater og aktiviteter knyttet til UV-målinger, UV-varsling og publikumsinformasjon.

Reference:

Johnsen B, Aalerud TN, Fedøy DA, Nilsen LT, Christensen T, Saxebøl G, Hannevik M. Monitoring solar UV radiation in Norway. Period 1995/96 to 2009. Utilisation of data for UV forecasting and public information. StrålevernRapport 2011:2. Østerås: Statens strålevern, 2011. Language: Norwegian.

Key words:

Ultraviolet radiation. UV. UV index. UVI. UV dose. UV monitoring. UV forecasting. GUV. Multiband filter radiometer. Bentham spectroradiometer. Calibration. Quality control and assurance. Instrument intercomparison.

Abstract:

The UV-monitoring network has provided 14 years of high quality, continuous measurements of solar UV radiation. The network is the hub of all activities related to UV forecasting and information to the public, aiming to reduce the high number of cases of acute and chronic negative health effects from excessive UV exposure.

Prosjektleder: Merete Hannevik.

Godkjent:



Ole Harbitz, direktør,
Statens strålevern

36 sider.

Utgitt 2011-02-24.

Opplag 50 (11-02).

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

Forsidefoto: George Janson, United States Department of Agriculture

Bestill fra:

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

Telefon 67 16 25 00, telefaks 67 14 74 07.

e-post: nrpa@nrpa.no

www.nrpa.no

ISSN 0804-4910 (print)

ISSN 1891-5191 (online)

Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge

Perioden 1995/96 til 2009

Bruk av data for UV-varsling og informasjon

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2011

Innhold

1	Sammendrag	6
2	Innledning	7
2.1	Bakgrunn for etablering av målenettverket	7
2.2	Stasjoner	9
2.3	Instrumentering	9
2.4	UV-Indeks	10
3	Viktige anvendelser av UV-data	10
3.1	UV-varsling	10
3.2	Informasjon	11
3.3	Bruk av måledata til forsknings- og undervisningsformål	11
3.4	Klimastudier	11
3.5	Kompetanse som støtter forskning og forvaltning	11
4	Nytt siden forrige årsrapport fra 2006	11
4.1	Tilgang på måledata	11
4.2	Evaluering av UV-varslere for Norge	12
4.3	Interkomparasjoner 2005-2010	13
4.4	Komplettering av manglende data	13
4.5	UV-målinger på Ekofisk	13
4.6	Tekniske oppgraderinger	14
5	Kvalitetssikring av måledata	15
5.1	Referanseinstrumenter	15
5.2	FARIN-kampanjen i 2005	15
5.3	Interkomparasjonen i Ny-Ålesund i 2009	16
5.4	Interkomparasjonen Nordic2010	16
	5.4.1 Reisestandard-instrumentet GUV9273	17
	5.4.2 Nettverkets spektralradiometer	17
5.5	Driftsstabilitet	18
5.6	Komplettering av manglende måledata	18
6	Sammenstilling av måledata	19
6.1	Årsdoser	19
6.2	Langtidsendringer i årsdoser	19
6.3	Kortidsvariasjoner i UV	20
	6.3.1 UVI under passering av mini-ozonhull	21

6.3.2	<i>Svært sterk UVI på Finse</i>	22
7	UV-varsling og informasjons-virkosomhet	23
7.1	UV-indeks i folks bevissthet	23
7.2	Samarbeid om informasjonsbudskapet	23
	7.2.1 <i>Etablering av redaksjonsgruppe</i>	23
	7.2.2 <i>Samordnet presseutspill</i>	23
	7.2.3 <i>Aktuelle nettstedet og tjenester</i>	24
	7.2.4 <i>Innslag i media</i>	24
7.3	Informasjonprodukter	25
7.4	Informasjonskampanjer	25
7.5	Spørreundersøkelser om solingsvaner	26
7.6	Videre informasjons-satsninger knyttet til UV-nettverket	27
8	Oppsummering	28
9	Forslag til videre arbeid	29
10	Sluttkommentar	30
11	Takk til bidragsytere	30
12	Referanser	31
13	Vedlegg	32
13.1	Årsdoser	32
13.2	Kreftforeningens solvettregler	33
13.3	Forkortelser	33
13.4	Aktuelle nettadresser	33

1 Sammendrag

Intensjonen med å etablere målenettverket for kartlegging av naturlig UV-stråling er å vurdere de helse- og miljømessige konsekvensene av UV-klimaet og eventuelle endringer på sikt. Første del av rapporten presenterer en sammenstilling av måleresultater for perioden 1995/96 til 2009 og hvordan måledata kvalitetssikres. Den andre delen presenterer informasjonsaktiviteter for publikum og faglige samarbeid om UV-varsling, befolkningsstudier og koordinering av informasjonsbudskapet knyttet til data fra målenettverket.

Nettverket består av 9 stasjoner med flerkanals UV-instrumenter av typen GUV, som registrerer UV-stråling innenfor ulike bølgelengdebånd. Data logges hvert minutt, året rundt. Nettverket gir måleserier av UV-indeks (UVI) og UV-doser, vektet etter hvor effektivt UV-strålene framkaller solbrenthet i lys hud. I tillegg gir måledata serier av totalozon og dempning fra skyer (skysvekning). I denne rapporten er sammenstillingen avgrenset til UVI og UV-doser, siden rapportering av totalozon for de samme stasjonene gjøres av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), gjennom Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) som oppdragstaker (Myhre, 2010).

Nettverket har siden forrige rapport (Aalerud & Johnsen, 2006) vært gjennom et omfattende program for å forbedre både kontinuitet og kvalitet på UV-målingene. Samtlige av nettverkets 12 GUV-instrumenter og nettverkets spektralradiometer deltok sommeren 2005 i en internasjonal målekampanje (interkomparasjon), arrangert av Stråleverket, med støtte fra World Meteorological Organisation (WMO) og EU-prosjektet Action 726 "Long term changes and climatology of UV radiation over Europe". Her ble UVI målt med instrumenter fra ulike lands målenettverk sammenlignet med UVI målt med et felles-europeisk reisestandard-spektralradiometer. Reisestandard-instrumentet benevnes QASUME, som står for Quality Assurance of Spectral Ultraviolet Measurements in Europe through the development of a transportable unit.

Sammenligningene viste at UVI målt med nettverkets 12 GUV-instrumenter og spektralradiometer avvok $\pm 3\%$ fra referansenivået. Etter å ha beregnet nye kalibreringsfunksjoner, justert til å matche referansedata, samsvarte de 12 norske instrumentene og resten av de totalt 33 deltakende flerkanalsinstrumentene innenfor $\pm 1\%$, med et dobbelt standard avvik for hele gruppen på 4.6%. I praksis betyr det at helt ulike instrumenter måler lik UVI og UV-dose under alle værforhold og for alle solhøyder (funksjon av geografisk posisjon, dato og tid). Resultatene fra denne målekampanjen er brukt til å harmonisere måleseriene til nettverkets stasjoner til det felles-europeiske referansenivået for hele perioden 1995-2009. Nye blindtestmålinger i Ny-Ålesund i 2009 viste at instrumentet i Ny-Ålesund samsvarte svært bra med QASUME, tross helt andre klimatiske forhold enn i Oslo. Videre viste en ny interkomparasjon med QASUME-enheten i Oslo i 2010 at nettverkets reisestandard-GUV og spektralradiometer fortsatt samsvarte bedre enn 1% med QASUME. Dette betyr at det norske UV-nettverket, med instrumenter plassert på klimatisk og geografisk svært ulike steder, har en målenøyaktighet som ligger godt innenfor måleusikkerheten til World Radiation Center's UV-referanse.

Instrumentene har vist god kontinuitet i hele perioden. Avbrudd har likevel forekommet, bl.a. som følge av tekniske forhold og deltakelse i målekampanjer. Ved å bruke ulike datakilder, kombinert med strålingstransportmodeller, er tapte måledata erstattet med estimer for UV. Resultatene i denne rapporten er basert på kompletterte tidsserier av UV for hele perioden 1995/96-2009.

Årsdosene beregnet for de enkelte stasjonene viser stor naturlig variabilitet. De største variasjonene skjedde i perioden 1995-2000, med opptil 24% forskjell mellom årene 1997 og 1998. Analyser av totalstrålingsdata og ozondata viser at de store årsdoseforskjellene kom som følge av en solrik 1997-sommer og en solfattig 1998-sommer, kombinert med at ozonmengden var noe lavere den første sommeren enn sommeren etter. Analysene viser ingen signifikante trender i årsdosene ved de enkelte stasjonene. Til det er måleperioden fortsatt for kort i forhold til den naturlige variabiliteten. Årsdosevariasjonene var mindre variable i perioden 1999-2009. Her finner vi

signifikante økninger i årsdosene på 2.6 til 10.2 % for alle stasjonene i nettverket. Trendanalysene avhenger imidlertid sterkt av start- og sluttidspunktene. Eksempelvis blir endringene null om hele perioden omfattes, eller svakt negative om perioden flyttes fram til 1996-2006. To til tre prosent av økningen i perioden 1999-2009 kan tilskrives et tynnere ozonlag. Resten av økningen har sammenheng med klimatiske endringer generelt (snøutbredelse, aerosolmengde, værforhold).

Den faktiske eksponeringen av befolkningen avhenger av hvert individs solingsvaner (sydenreiser, solbeskyttelse etc.) og hvordan disse varierer over tid. Spørreundersøkelser blant publikum har avdekket behov for informasjon og endring av holdninger til når og hvilken type solbeskyttelse som er anbefalt. Undersøkelsene har bl.a. vist at flertallet av befolkningen har blitt solbrent i løpet av de siste 12 månedene og at unge både er mest utsatt og vanskeligst å nå med informasjonstiltak.

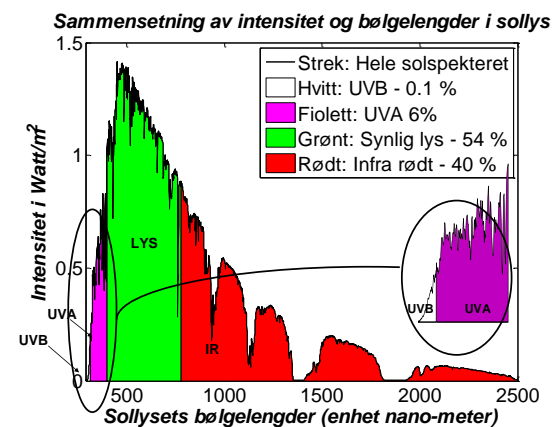
Kreftregisterets data viser et stabilt, men fortsatt høyt antall nye tilfeller av hudkreft hvert år. To av de viktigste tiltakene for å skape større bevissthet rundt overdreven soling er bruk av faktiske UV-målinger fra nettverket, som basis for all kunnskapsformidling knyttet til soling, og utarbeidelse og formidling av UV-varslere. Varslene utarbeides av Meteorologisk institutt (MET.NO), for Norge, og av NILU for feriemål i utlandet. Varslene for Norge viser godt samsvar med faktiske målinger av UVI. Gjennom etableringen av en redaksjonsgruppe, sammensatt av deltakere fra MET.NO, NILU, Klif, Kreftforeningen og Strålevernet samarbeider deltakerne om å få til en mest mulig helhetlig informasjonsformidling til publikum.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn for etablering av målenettverket

UV-strålingen ved våre breddegrader utgjør bare ca. 6 % av innkommende solenergi (Figur 2-1). Resten er fordelt på synlig lys (54 %) og IR (40 %). UV deles inn i tre bølgelengdeområder, UVC (200-285 nm), UVB (285-315 nm) og UVA (315-400 nm),

ettersom UV har forskjellig biologisk effektivitet i de ulike bølgelengdeområdene. Absorpsjon fra ozon i atmosfæren hindrer all UVC og mesteparten av UVB i å nå jordoverflaten, slik at bare 0.1 % av strålingsenergien kommer fra UVB alene. Likevel har naturlig UV, særlig kortbølget UV, stor innvirkning på organismer og organiske materialer. Dette skyldes at UV-strålene er energirike nok til å gi fotokjemiske forandringer i molekyler og cellestrukturer. Gjennom millioner av år har organismer måttet tilpasse seg og utvikle ulike strategier for beskyttelse mot UV. Variasjoner i det naturlige strålingsklimaet har derfor vært en utfordring for alle levende organismer.



Figur 2-1 Spektral irradians [W/m²/nm] til sommersonn på Sørlandet, som funksjon av bølgelengde. Figuren til høyre viser utsnitt av solspekteret i UVB og UVA området. Data beregnet med regnemodellen LibRadtran.

På 1970-tallet ble det kjent at utslipp av en rekke kjemiske stoffer, spesielt klor- og bromholdige organiske stoffer, kunne føre til en kraftig økning av skadelig, kortbølget UV-stråling ved jordoverflaten. Stoffene, som er kjemisk inaktive ved jordoverflaten og produsert i stort omfang fram til slutten av 1980-tallet, diffunderer helt opp i stratosfæren, hvor de aktiveres fotokjemisk og starter en katalytisk reaksjon med ozonmolekyler. Siden ozonlaget absorberer 97-99 % av all UV fra solen

(http://en.wikipedia.org/wiki/Ozone_layer), fører nedbrytning av ozonlaget til at barrieren mot skadelig UV svekkes. Oppdagelsen av ozonhull over Antarktis (Farman et al., 1985) dokumenterte realiteten av at utslipp av kjemiske stoffer påvirker det naturlige UV-

klimaet. 2006-rapporten fra FN-organet United Nations Environment Programme (UNEP, 2006) oppsummerer at ozonlaget sannsynligvis ikke vil være restituert til 1980-nivå før tidligst midten av dette århundret, og noe senere for polområdene.

Utsiktene til et forhøyet nivå av skadelig, naturlig UV var en av grunnene til at myndighetene i Norge og mange andre land ønsket å etablere målenettverk for å følge variasjonene i UV-strålingen fra solen. Et annet aspekt knyttet til UV-klimaet var det stigende antall nye tilfeller av hudkreft. Kreftregisterets data (Kreftregisteret, 2009) viste en bratt økning av både føflekkreft (melanomer) og de vanligere ikke-melanom krefttypene for hele perioden 1950 til 1990. Tidlige arbeider basert på Kreftregisterets data for melanomer og ikke-melanomer (Henriksen et al., 1990) viste en sterk kobling til årsdoser av erythem-vektet UV (solforbrenningsaktiv UV), samtidig som FN-rapporter (UNEP, 1989, 1991, 1994) advarte mot en rekke helse- og miljømessige konsekvenser av et forventet høyere nivå av naturlig UV. Et nyere arbeid fra 2009 (Medhaug et al., 2009), basert på Kreftregisterets fylkesvise data for melanomer for perioden 1957-2005 og erythem-doser rekonstruert for den samme perioden og område, viser en klar, lineær sammenheng mellom kreftforekomst og bosted. Melanomforekomsten for fylker lengst sør er i gjennomsnitt ca. 3 ganger høyere enn for de nordligste fylkene, samtidig som årsdosene av erythem-vektet UV er ca. 2 ganger høyere lengst sør. Funnet er interessant fordi ikke bare de vanlige, mindre alvorlige hudkrefttypene, som forekommer på solutsatte deler av kroppen øker med UV-dosen, men at dette også gjelder ondartete melanomer. Tidligere har det vært usikkerhet knyttet til sammenheng mellom melanomer og UV-eksponering, hvor en har antatt at akutt overeksponering (solforbrenning) har hatt mer å si for risikoen enn den akkumulerte UV-dosen. Dette kan fortsatt være tilfelle, men for befolkningen samlet tyder funnet på at risiko for melanomer og ikke-melanomer er nært koblet til UV-eksponering.

Utsikter til en økning i naturlig UV og et stigende antall nye krefttilfeller gjorde at Sosial- og helsedepartementet (SHD, nå Helse- og omsorgsdepartementet, HOD) og Miljøverndepartementet i 1994 besluttet å

opprette et landsdekkende målenettverk for å kartlegge naturlig UV. Nettverket, som fra oppstarten i 1995/96 er utvidet til 9 stasjoner, driftes av Strålevernet og Klima og forurensningsdirektoratet (Klif), via Norsk institutt for luftforskning (NILU) og stasjonsbetjeningen lokalt. Overordnet mål er å skaffe sikrest mulig data for å knytte UV-nettverket til den helse- og miljømessige betydningen av det naturlige strålingsklimaet. Data fra nettverket skal i størst mulig grad komme samfunnet til gode og være fritt tilgjengelig for forsknings- og informasjonsmessig bruk. Det er videre et mål å kunne påvise eventuelle endringer over tid. Dette forutsetter at data er av internasjonalt akseptert kvalitet, og at det er få avbrudd i måleseriene.

I tiden etter at nettverket ble etablert, viser Kreftregisterets data for hudkreft en positiv utvikling, ved at trenden ligger stabilt framfor å fortsette å øke. Endringen kan ha flere årsaker, knyttet til endringer i befolkningens solvanemønster. Imidlertid er det fortsatt altfor mange nye tilfeller av hudkreft og øyeskader som kan knyttes til overdreven soling. UNEP-rapporten fra 2006 viser også en positiv utvikling for ozonlaget de siste 20 årene. Rapporten konkluderer med at Montreol-protokollen om ozonødeleggende stoffer har vært effektiv for å begrense utslipp av de mest langlivete, skadelige stoffene. Begge eksemplene viser at negative trender kan snus, men at det krever lang tid og systematisk innsamling av data for å dokumentere hvilken vei utviklingen går. Langsiktighet var også en viktig forutsetning da UV-nettverket ble opprettet, slik det framgår av bevilgningsbrevet fra SHD (28.03.1994): UV-nettverket "er et langsiktig prosjekt som må pågå i mange tiår framover".

I kapitlene som følger, vil vi gi en sammenfattende fremstilling av hvordan nettverket oppfyller disse overordnede målene. Videre vil vi gi en sammenstilling av helserelevante måleresultater for perioden 1995/96-2009 og en oversikt over endringer i årsdoser for hver stasjon. Til slutt presenteres det helseforebyggende informasjonsarbeidet knyttet til UV-nettverket.

2.2 Stasjoner

Nettverket består i dag av 9 stasjoner, valgt ut for å gi en størst mulig geografisk og topografisk representasjon av strålingsklimaet i landet, samt representere populære utfartsområder. Alpint og arktisk klima er dekket av stasjonene på Finse (1220 moh) og i Ny-Ålesund. Kystnære klima er dekket av stasjonene Landvik (Grimstad), Bergen, Trondheim og Andøya (tidligere Tromsø), mens innlandsklima øst for Langfjellene er dekket av Blindern og Kise (Hedmark). Stasjonen på Østerås har referanseinstrumenter og fasiliteter for kalibrering av instrumentene i nettverket. Fra og med 2007 er også havområder representert med et lite UV-instrument på Ekofisk-plattformen, som et forskningsprosjekt på siden av UV-nettverket. Nærmere beskrivelser av nettverksstasjonene er gitt i tidligere årsrapporter (Hannevik et al., 1998; Norvang et al., 2000; Johnsen et al., 2002; Aalerud & Johnsen, 2006).

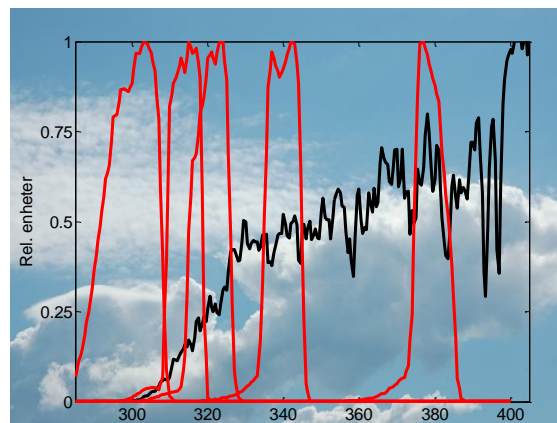
2.3 Instrumentering

Målsetningen om å vurdere de helse- og miljømessige konsekvensene av UV-klimaet betinger at instrumentene kan skille mellom UV-stråling fra ulike deler av solspekteret.

Stasjonene i UV-nettverket er basert på instrumenter av flerkanalstypen. I tillegg har nettverket et scannende spektralradiometer til kalibreringsformål. Spektralradiometeret måler nøyaktig på en og en bølgelengde av gangen, ved hjelp av bevegelig finmekanikk. Ulempene er at instrumentet er lite robust og bruker lang tid på å gjennomføre en målesekvens. Flerkanalsinstrumenter, derimot, måler samtidig og kontinuerlig på utvalgte bølgelengdebånd (Figur 2-2). Instrumentene er bygd for å tåle transport og tøffe klimaforhold. Spektralbåndene er valgt slik at en får tilstrekkelig informasjon til å beregne en rekke dataprodukter til å vurdere betydningen for helse, miljø og klimautvikling. De mest anvendelige dataproduktene er biologisk effektiv UV-stråling (eksempelvis UV-indeks), ozonmengde, og skyoptisk tykkelse som er et mål på hvor mye skyer svekker strålingen i forhold til skyfri forhold (Dahlback, 1996). Videre, kan en estimere UV-spekteret på måletidspunktet, ved å modellberegne UV ut fra skyoptisk tykkelse og ozonmengde, eller fra en empirisk sammenheng mellom hver

kanal. Instrumenteringen er derfor anvendelig for overvåking av naturlig UV.

I årsrapporten fra Strålevernet er sammenstillingen av måledata avgrenset til UV-indeks og erythem-doser. Skyoptisk tykkelse, ozon, og miljømessig betydning av UV rapporteres av NILU, som er oppdragstaker for Klif's del av nettverket.



Figur 2-2 Typisk solspektrum midt på dagen (svart) og bølgelengdebånd som overvåkes med flerkanalsinstrumentene GUV i målenettverket.

Instrumentene i det norske nettverket er av typen Ground based UV Radiometer (GUV), produsert av Biospherical Instruments, Inc (BSI). BSI drifter US National Science Foundation's UV-nettverk. Dette nettverket dekker området fra Antarktis til Alaska og Grønland (<http://uv.biospherical.com/>). Foto 2-3 viser et bilde av spektralradiometre og flerkanals instrumenter som deltok på målekampanjen i prosjektet Factors Affecting UV-Radiation in Norway (FARIN) i Oslo, 2005. Resultatene fra denne kampanjen presenteres i kapittel 5.2



Foto 2-3 Flerkanals instrumenter av typen NILU-UV (foran til venstre) og GUV (til høyre). GUV-instrumenter benyttes i det norske UV-nettverket. I bakgrunnen ses inngangsoptikken til tre spektralradiometre.

2.4 UV-Indeks

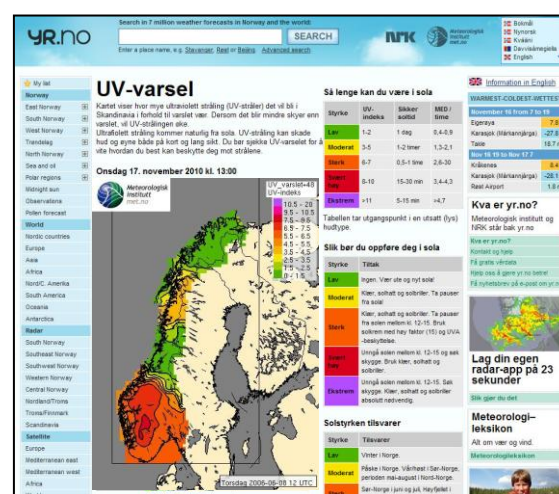
Verdens helseorganisasjon (WHO) har gjennom Intersun-prosjektet (WHO, 1998) gitt anbefalinger om å bruke enheten UV-Indeks (UVI) for å informere befolkningen om intensiteten av solforbrenningsaktiv UV. Enheten går i hele trinn fra 0 og oppover, hvor særlig høye verdier forekommer i Andesfjellene og Himalaya (UNEP, 2006). UVI er delt inn i kategorier av lav (0-2), moderat (3-5), sterk (6-7), svært sterk (8-10) og ekstrem (11+) styrke, med tilhørende anbefalinger om forholdsregler. I senere kapitler om UV-varsling og UV-målinger rapporteres UVI og erythem-vektet dose.

3 Viktige anvendelser av UV-data

3.1 UV-varsling

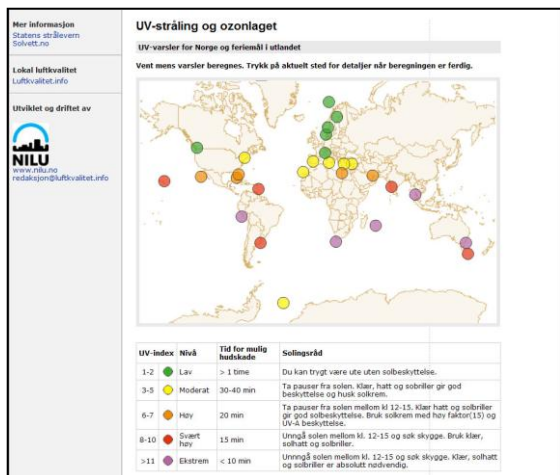
Helseskader fra overdreven soling fører til store samfunnsmessige kostnader. En oversikt utarbeidet av Strålevernet i 2001 anslo de årlige kostnadene for behandling av hudkreft og 20 % av grå stær-tilfellene (som antas å kunne skyldes UV-eksponering) til å utgjøre drøyt 90 millioner kroner i behandlingskostnader og 8 millioner i pasientegenbetalinger. I Stortingsmelding nr. 16 (2002-2003), ble det foreslått å etablere et system for varsling av høye UV-nivåer for

Norge og feriemål i utlandet, for å bidra til å redusere helseskadene forbundet med overdreven soling. Forslaget førte til at den eksisterende samarbeidsavtalen mellom Strålevernet og Meteorologisk institutt (MET.NO) om atomulykkeberedskap ble utvidet til å gjelde varsling av UV for Norge, med MET.NO ansvarlig for utarbeidelsen av varslene og Strålevernet ansvarlig for å levere måledata fra UV-nettverket. UV-varslene for Norge presenteres på yr.no i form av fargekart, der fargen svarer til UVI. Et eksempel er vist for 8. juni 2006 (Figur 3-1). Fargekodene viser at UVI var forventet sterk (orange) til svært høy (rødt) i høyfjellet i Sør-Norge, og lav (grønn) til moderate (gul) i den nordligste landsdelen. Den store forskjellen mellom landsdelene tyder på at det var overskyet i nord og skyfritt i sør, i tillegg til at høyfjellet i sør var dekket av snø. Varslene ble offisielt åpnet i 2006 og presentert i riksdekkende media og på internett (met.no (året etter på yr.no), uv.nilu.no/, nrpa.no).



Figur 3-1 UV-varsel for 8. juni 2006, utarbeidet av MET.NO, tilgjengelig på www.yr.no. Fargebokser angir UVI kode og råd om solbeskyttelse.

Varsling av UV for kjente feriemål i utlandet er regulert av en egen avtale mellom NILU og MET.NO. Denne avtalen tok utgangspunkt i et opplegg for UV-varsling og informasjon som NILU allerede hadde utviklet. Et eksempel er vist på Figur 3-2 for 17. november 2010, slik varselet presenteres på www.uv.nilu.no. Fargekodene viser at feriemål like sør for Ekvator har svært høy til ekstrem UVI på denne tiden.



Figur 3-2 UV-varsel for populære feriesteder i utlandet, for 17. november 2010, utarbeidet av NILU. Fargekode angir styrke av UVI og råd om solbeskyttelse. Varsel hentet fra <http://www.uv.nilu.no>.

3.2 Informasjon

UV-varslene følges av råd om solbeskyttelse og annen helserelevant informasjon på internett, nyhetsinnslag og i pressemeldinger. Påskeuken og ferie- og fridager i vår- og sommerperioden har fokus. Informasjonen er spesielt rettet mot småbarnsforeldre og ungdom.

3.3 Bruk av måledata til forsknings- og undervisningsformål

Måledata er benyttet i vitenskapelige publikasjoner (Medhaug et al., 2009; Edvardsen et al., 2007; Bhattarai, 2007B; Johnsen et al., 2008), og i sammenheng med masteroppgaver (Medhaug, 2007; Carlson, 2007, Sjølingstad, 2007, Sætre, 2006) og doktorgradsstudier (Bhattarai, 2007A). En egen UV-relatert oppgave for grunnskolen finnes på Miljølæres internettsider:

<http://miljolare.no/aktiviteter/land/ressurs/lr15/>

Måledata benyttes bl.a. til å kvalitetssikre UV-data fra Energinettverket; - et skolenettverk bygd opp rundt automatiske værstasjoner (<http://www.naturfagsenteret.no/energi/energi.html>). I tillegg benyttes måledata og instrumentering i et prosjekt på Gran Canaria for å optimalisere klimabehandlingen av pasienter med psoriasis.

3.4 Klimastudier

Måledata er brukt i EU-prosjektet Action 726 "Long term changes and climatology of UV radiation over Europe". Prosjektet inngår i samarbeidsprogrammet European Cooperation in Science and Technology (COST, <http://www.cost726.org/>). Stasjonen i Bergen ble valgt som ett av fire steder for å representere ulike klimatologi i Europa. To av kriteriene var at stasjonen hadde lange tidsserier av strålingsdata og at UV-data var kvalitetssikret. Strålevernet arrangerte dessuten målekampanjen FARIN som del av COST-prosjektet for å evaluere måledata fra flerkanalsinstrumenter.

3.5 Kompetanse som støtter forskning og forvaltning

Strålevernet har i forbindelse med kvalitetssikringsarbeidet med UV-nettverket bygget opp målekompetanse og kalibreringsfasiliteter. Arrangering og deltakelse i målekampanjer har dessuten ført til at måletjenester knyttet til forvaltning av strålevern forskriften er internasjonalt forankret og av høy kvalitet. Eksempelvis fører Strålevernet og kommunene tilsyn med solarier, med måleinstrumenter kalibrert mot UV-nettverkets referanser. Det samme gjelder UV-instrumenter som brukes i psoriasisprosjektet på Gran Canaria.

4 Nytt siden forrige årsrapport fra 2006

4.1 Tilgang på måledata

Strålevernets hjemmeside <http://www.nrpa.no/uvnett/> viser historiske og nåtidige målinger av UVI og erythem-doser. Fra den samme nettsiden er det nå mulig å laste ned daglig maksimal UVI og døgn-doser for hver stasjon. Nedlastingen krever passord og brukernavn. Data er fritt tilgjengelig for vitenskapelig og ikke-kommersiell bruk etter at Strålevernet og Klif's oppdragstaker NILU har publisert samlede fremstillinger i form av årsrapporter.

4.2 Evaluering av UV-varslere for Norge

MET.NO utarbeider varsler for forventet UVI for fire vær-situasjoner for de kommende tre døgn, basert på prognoser for bakkerefleksjon (albedo), ozon- og aerosolmengde. Varslene gjelder kl. 14 sommertid (12 UTC), for skyfritt, delvis skyet og helt overskyete forhold, i tillegg til at det gis et varsel som inkluderer forventet skydekke. Varslene publiseres på yr.no, men bare for den forventete vær-situasjonen (dvs. ikke stykket opp i klart, delvis- og helt overskyet forhold). Skydekke- og ozondata hentes fra the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) i Reading.

Evalueringen av UV-varslene er gjort ved å studere den statistiske fordelingen av daglig avvik mellom varslene og faktisk målt UVI midt på dagen for hver stasjon i målenettverket.

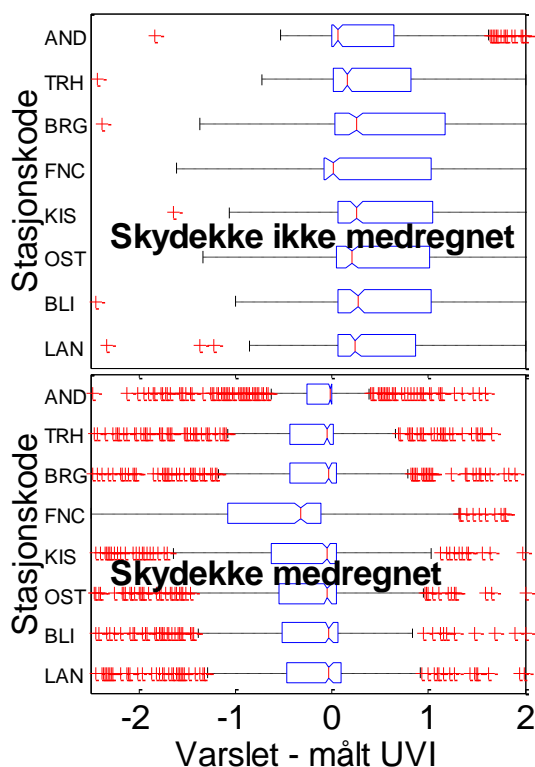
Resultatene for 8 stasjoner og perioden 2006-2009 er vist som boksplokk diagrammer på Figur 4-1. Øverste figur gjelder varsler som ikke inkluderer forventet skydekke (antatt skyfri forhold), mens nederste figur gjelder forventet skydekke. Boksplokk brukes for å beskrive hvordan en gruppe punkter fordeler seg statistisk, der punktene i vårt tilfelle er avvikene mellom varslene og faktisk målt UVI for hver dag i perioden. Måleverdiene er gjennomsnittlig UVI målt i løpet av en halvtime rundt kl 12 UTC. Punkter som avviker for mye fra fordelingen (utliggere) er vist som røde kryss, mens strek på stiplede linje markerer laveste og høyeste avvik i fordelingen. For hver stasjon er det vist to blå bokser, adskilt med en rød strek som markerer medianverdien i fordelingen, dvs. at halvparten av avvikene ligger under og halvparten av avvikene ligger over denne verdien. Tilsvarende viser venstre og høyre bokskant at henholdsvis 25 % og 75 % av alle avvikene har verdier lavere eller lik denne verdien, eller m.a.o. at 50 % av alle avvikene fordeler seg inni boksene. Varsler som har god treffsikkerhet med faktiske målinger ville vises som en smal bokse, med medianverdi lik null.

Varsler som ikke inkluderer skydekke (øverst i Figur 4-1) gir medianverdier som ligger over null for alle stasjonene, men usymmetrien i fordelingene viser at UVI varsles oftere høyere, opptil ett UVI trinn, enn faktiske observasjoner. Dette kommer naturligvis av at

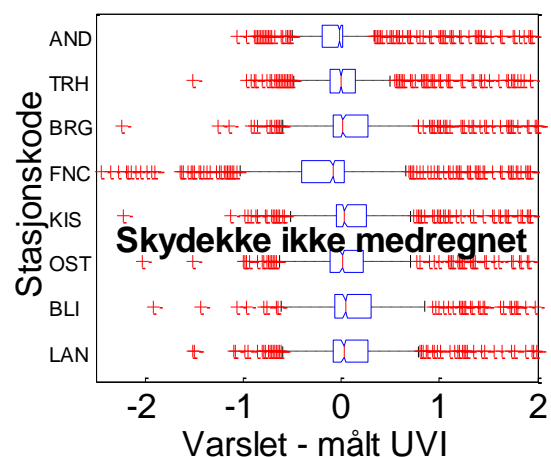
måleverdiene blir lavere under skydekke, mens varslene brukt her gjelder for skyfri forhold.

Ser en på fordelingene som inkluderer skydekke (nederst i Figur 4-1) finner en at medianverdiene for de sju lavlandsstasjonene ligger nær null, med en underestimert i forhold til observasjoner på inntil et halvt UVI trinn. For høyfjellsstasjonen på Finse (FNC) ligger medianverdien noe under null og inntil ett UVI trinn lavere, som kanskje skyldes at effektiv albedo brukt i varslene skulle vært satt høyere. MET.NO arbeider for tiden med å forbedre regnemodellen for snødekke slik at UV-varslene skal bli bedre for høyfjellet. Fra evalueringen kan vi likevel konkludere med at varslene fra MET.NO gir godt samsvar med observert UVI og at best resultater fås ved å inkludere forventet skydekke, slik de publiseres på yr.no.

I Figur 4-2 er det gjort en sammenligning mellom klarværsvarslene som ble brukt til øverste delfigur i Figur 4-1, mot den høyeste enkeltmålingen som ble gjort i løpet av ett minutt hver dag i perioden. Det er interessant å merke at samsvaret her blir enda bedre enn for varsler som inkluderer skydekke. Forklaringen er antakelig at skyer flytter på seg og at dager med skyer i de fleste tilfeller inneholder gløtt av sol, slik at varsler og målinger representerer flere forekomster av skyfri forhold enn når målingene midles over en halv time midt på dagen. Følgelig er det aktuelt å vurdere om varslene heller burde vært utarbeidet uten å ta hensyn til skydekkeprognosene, siden en da får flest treff mot observerte maksimalverdier og fordi skyfri forhold representerer størst potensial for hudforbrenninger. Noe av forklaringen til den bedre treffsikkerheten kan også være at skydekkeinformasjonen i prognosene fra ECWFMF er usikre pga. at dette er prosesser som er relativt dårlig beskrevet i de numeriske modellene.



Figur 4-1 Boksploott for fordelingen av daglig forskjell mellom varslet og faktisk målt UVI for 8 stasjoner i nettverket og perioden 2006-2009. Øverste figur gjelder sammenligningen av varslet UVI, under antakelsen om skyfri forhold, mot UVI målt under gjeldende værforhold. I nederste figur inkluderer varslene forventet skydekke, basert på skydekkeprognoser fra ECMWF. Nærmere forklaring av boksploottene er gitt i teksten over. Stasjonskoder angir stasjoner i rekkefølgen sør (LANdvik) til nord (ANDøya). UV-varslene er utarbeidet av MET.NO, ved Øystein Godøy.



Figur 4-2 Boksploott som gjelder evaluering av varsler som ikke tar hensyn til skydekke, mot den høyeste UVI måling registrert for hver dag.

4.3 Interkomparasjoner 2005-2010

Interkomparasjoner er målekampanjer hvor deltakerne kan sammenligne egne måledata mot måledata fra et referanseinstrument av høy kvalitet. Interkomparasjonene utføres som blind-tester, som vil si at deltakeren ikke er kjent med andres måledata før egne data er levert. Instrumenter fra UV-nettverket har i denne perioden deltatt i tre interkomparasjoner. En nærmere beskrivelse av interkomparasjonene er gitt i kapittel 5, *Kvalitetssikring av måledata*.

4.4 Komplettering av manglende data

Denne rapporten presenterer en sammenstilling av komplette tidsserier av UVI og dagsdoser for perioden 1995/96-2009. Resultater for årsdoser og årsdoseendringer er gitt i Kapittel 6. Manglende måledata skyldes tilsiktete eller utilsiktete avbrudd i datainnsamlingen. Kompletteringen av data er basert på modellberegninger og tilgjengelige tilleggsdata for hver stasjon.

4.5 UV-målinger på Ekofisk

Helt siden nettverkets begynnelse har det vært et ønske om å inkludere en marin målestasjon som kunne relatere variasjoner i UV til effekter på bio-produksjonen i havet. Dette viste seg å være vanskelig å få til, men i 2007 fikk Geofysisk institutt ved Universitetet i Bergen (GFI, UIB) til en avtale med Conoco Philips

om plassering av solenergimålere på hotellplattformen på Ekofisk, hvor også Strålevernet og MET.NO er med. GFI deltar med to instrumenter for måling av globalstråling i den synlige og infrarøde delen av spekteret, mens Strålevernet deltar med et enklere bredbånds instrument for måling av UVI (Solar Light UV-biometer).

Formålet er å skaffe sikre måledata som både kan knyttes til effekter på marine organismer og til vær- og klimaprognoiser. Instrumenteringen er annerledes enn i UV-nettverket og har ikke samme grad av oppfølging som de landbaserte flerkanal-instrumentene. Ekofisk er derfor ikke formelt en del av UV-nettverket.

Målingene av solstråling er et pilotprosjekt. Fram til nå (desember 2010) er dette antakelig det eneste havområdet hvor langbølget og kortbølget solstråling måles kontinuerlig.

Plasseringen av instrumentene er vist til høyre på bildet på Foto 4-3. Personell på plattformen sørger for daglig rengjøring av instrumentene, mens personell fra MET.NO ser til instrumentene 1-2 ganger i året.



Foto 4-3 Måling av UV på hotellplattformen på Ekofisk. UV-instrumentet var midlertidig tatt ned da bildet ble tatt, men detektor understellet ses som en hvit tallerken foran den gule masta. Foto: Kjetil Stiansen, MET.NO.

4.6 Tekniske oppgraderinger

Det er i perioden utført følgende oppgraderinger:

- Optisk laboratorium og solplattformen på taket av bygningen til Strålevernet

er rehabilitert i forbindelse med ombygging av hele bygningen i 2007.

- Strålevernet har utviklet loggeprogram til GUV-instrumentene som gjør at programklokken hele tiden er synkronisert og at flere instrumenter kan logges fra samme PC samtidig.
- Stans i dataloggingen eller unormal driftstemperatur på instrumentene ute på stasjonene varsles automatisk.
- Stasjoner som er utsatt for strømbrydd er utstyrt med lynvern og batteribackup.
- Spektralradiometeret er oppgradert for å forbedre målenøyaktigheten.
- En utett pakning førte til at vann trengte inn i detektorenheten til reisestandard-instrumentet. Dette har også forekommet på instrumentet i Bergen. Instrumentene ble reparert hos fabrikanten og har fungert normalt etter det.
- Tre av standardlampene som brukes til kalibrering av UV-nettverkets instrumenter ble i 2008 rekalkibrert av Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos – World Radiation Center i Sveits (PMOD-WRC), med sporbarhet til Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, - nasjonallaboratoriet i Tyskland). PMOD-WRC har ansvar for det felles-europeiske referanseinstrumentet QASUME.
- Referansenivået for de tre lampene ble i 2009 overført til resten av standardlampene som benyttes for kalibreringer. UV-nettverket og målevirksomhet knyttet til tilsyn og forvaltning av optiske kilder er fra 2009 basert på referansenivået til PMOD-WRC.
- Fire spesiallamper med høy langtidsstabilitet er i 2010 anskaffet for å bedre kvaliteten av målinger med referanse-instrumentene.
- Ett nytt 7-kanals GUV instrument er anskaffet for å forberede utskiftning av de gamle GUV-instrumentene på

målestasjonene. Strålevernet utvikler nye logge- og beregningsprogrammer tilpasset den nye generasjonen GUV-instrumenter.

5 Kvalitetssikring av måledata

Høy kontinuitet og vitenskapelig kvalitet krever at instrumentene får jevnlig tilsyn og vedlikehold, og at det er rutiner for kalibrering av stasjons- og referanseinstrumentene. Tilsynet lokalt omfatter daglig eller ukentlig renhold av instrumentene og at Strålevernet og NILU får lokal bistand med å rette feil. Dette er regulert i samarbeidsavtaler med stasjonene. Egne programmer sørger for automatisk fjernoverføring av måledata og grafisk visning av UVI på internett. Uteblivelse av måledata eller unormal driftstemperatur varsles automatisk, slik at feil raskt oppdages og rettes. Dette gir bedre kontinuitet i datainnsamlingen og gjør at unormale måleverdier lettere oppdages.

5.1 Referanseinstrumenter

Nettverket kvalitetssikres gjennom et reisestandard-instrument, et stasjonært spektralradiometer og et sett av stabile lamper for kalibreringsformål. Reisestandarden er et dedikert GUV-instrument tilsvarende instrumentene ute på stasjonene, og sørger for at kalibreringene er sporbare til det europeiske standardinstrumentet QASUME. Endring i respons til reisestandarden måles mot stabile kvartshalogenlamper. Dette er rutinemessig utført helt siden nettverkets begynnelse for å sikre at måleenhetene er stabile over mange år. I tillegg sendes reisestandarden til leverandøren Biospherical Instruments for en årlig, uavhengig evaluering av langtidstabiliteten. Videre benyttes spektralradiometeret som absolutt-referanse for evaluering av UVI og erythem-doser fra reisestandarden.

En rekke interkomparasjoner har blitt avholdt for å kunne evaluere og forbedre kvaliteten på måledata. Den første ble arrangert i Oslo i 1995, i forkant av utplasseringen av instrumentene på de enkelte stasjonene (Johnsen & Hannevik, 1997). Ti år seinere ble

instrumentene hentet til Oslo for å delta i en stor, internasjonal interkomparasjon av flerkanalsinstrumenter, kalt FARIN, som del av prosjektet Factors Affecting UV Radiation in Norway, finansiert av Norges forskningsråd (Nfr). Resultatene fra FARIN-kampanjen danner basis for UV-nettverket.

5.2 FARIN-kampanjen i 2005

Kampanjen ble arrangert av Strålevernet, med støtte fra World Meteorological Organization (WMO) og samarbeidsprogrammet COST-726. I alt 43 flerkanalsinstrumenter av tre hovedtyper og fire spektralradiometre deltok. Foto 5-1 viser et bilde av instrumentene under interkomparasjonen. Kampanjen hadde to hovedformål:

- Evaluere målinger av UVI mot et spektralradiometer sporbar til QASUME enheten.
- Harmonisere målinger av UVI med et felles referansenivå.

Resultatene fra kampanjen er publisert internasjonalt (WMO, 2008; Johnsen et al., 2008). Endelige kalibreringsrapporter med offisielle kalibreringsfaktorer utarbeidet av Strålevernet kan lastes ned fra zardoz.nilu.no, under katalogen:

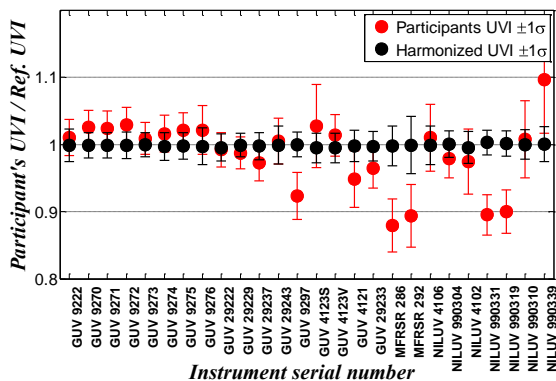
[/nadir/projects/other/farin/processed/Final_results/pdf_certificates](http://nadir/projects/other/farin/processed/Final_results/pdf_certificates).



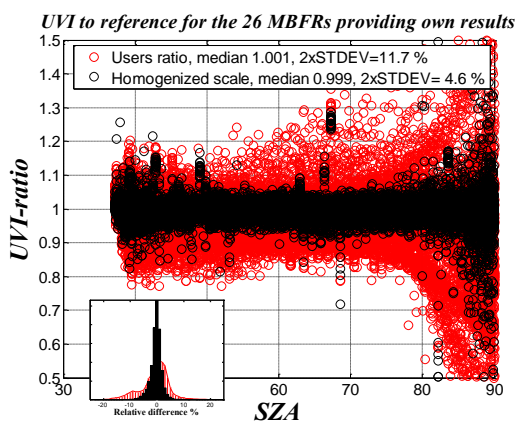
Foto 5-1 Samling av flerkanals instrumenter på taket av Strålevernbygningen, under den internasjonale målekampanjen FARIN.

Kampanjen ble utført som en blindtest av deltakernes egne målinger i forhold til referansedata. Resultater for de ca. 10 dagene kampanjen varte er vist på Figur 5-2 og Figur 5-3. Røde symboler viser UVI ratio relativt til referansen for brukernes egne data. Svarte symboler viser ratio etter harmonisering av måleenhetene. UV-nettverkets 12 GUV-instrumenter (GUV9222 til GUV29243 i venstre halvdel) avvek med $\pm 3\%$ i forhold til

referansedata, med de opprinnelige kalibreringsfaktorene for nettverket. Etter å ha beregnet nye, harmoniserte kalibreringsfaktorer for de i alt 33 deltagende flerkanalsinstrumentene ble det 100 % samsvar i UVI for zenithvinkler under 80°, med et dobbelt standardavvik på $\pm 4.6\%$. I praksis betyr det at helt ulike instrumenter viste lik UVI, uavhengig av værforhold og solhøyde (funksjon av geografisk posisjon, dato og tid).



Figur 5-2 Forholdstall ± 1 standardavvik mellom UVI fra deltagende instrument og UVI fra referanseinstrumentet. Rødt viser deltakernes egne resultater og svart viser endelige resultater etter harmonisering av kalibreringsfaktorer mot referansedata. Instrumenter til venstre for GUV29243 tilhører det norske UV-nettverket. Resten tilhører 8 lands UV-nettverk.



Figur 5-3 Forholdstall før (rødt) og etter harmonisering (svart) av UVI fra 26 deltagende instrumenter, som funksjon av solas zenith vinkel (SZA).

5.3 Interkomparasjonen i Ny-Ålesund i 2009

UV-interkomparasjonen i Ny-Ålesund er den første som har vært arrangert i Arktis. Interkomparasjonen ble gjennomført mens GUV-9275 i Ny-Ålesund opererte i sin normale nettverksmodus. NILU har ansvar for å drifte dette instrumentet, mens Strålevernet har ansvar for reisestandard-instrumentet som brukes til kalibrering av GUV-9275. I publikasjonen fra kampanjen (Gröbner et al., 2010) står det at interkomparasjonen var å betrakte som en sann revisjon (audit) av et instrument som opererer i sitt hjemlige arktiske miljø, uten fokus på at kampanjen pågikk samtidig. Blindtester av UVI relativt til QASUME enheten viste et midlere forholdstall på 1.00, med en variabilitet på $\pm 2.5\%$. Dette dokumenterer at kalibreringer basert på FARIN og reisestandard-instrumentet fortsatt gav nærmest perfekt samsvar med QASUME enheten fire år seinere og under helt andre klimaforhold og betydelig høyere zenithvinkler enn en sommerdag i Oslo.

5.4 Interkomparasjonen Nordic2010

Arrangementet kom i stand som del av Nordic Ozone and UV Group (NOG), hvor det ble inngått avtale med PMOD-WRC om besøk av QASUME enheten i Jokionen (Finland) og i Oslo, mai-juni 2010. UV-nettverket var representert i Oslo med reisestandard GUV-instrumentet og referanse-spektralradiometeret. Foto 5-4 viser en oversikt over instrumenter som deltok.



Foto 5-4 Målekampanje på taket av Fysisk institutt, UiO. Referanseinstrumentet til QASUME ses til venstre. Instrumenter merket

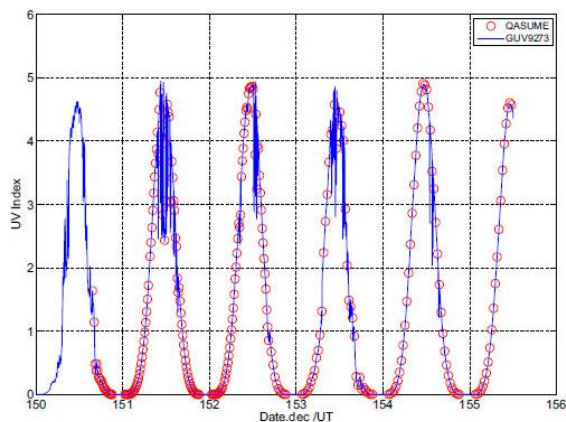
NRPA er referanse instrumenter til UV-nettverket.

Den offisielle sluttrapporten vil være tilgjengelig på lenken under fra utgangen av 2010.

http://www.pmodwrc.ch/euvc/euvc.php?topic=qasume_audit

5.4.1 Reisestandard-instrumentet GUV9273

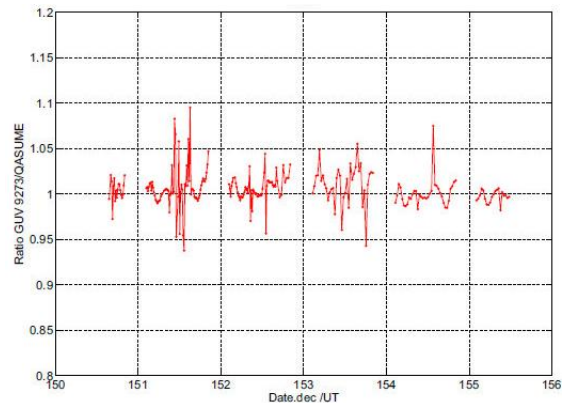
I Figur 5-5 vises UVI målt med reisestandard-instrumentet GUV9273 og spektralradiometeret QASUME for de fem dagene kampanjen pågikk.



Figur 5-5 UVI beregnet for UV-nettverkets reisestandard GUV-9273 (blått) og UVI beregnet for QASUME referansen (rødt) for dagene 150 til 156.

Figur 5-6 viser svært godt samsvar i forholdstall mellom UVI fra GUV-9273 og QASUME. Det betyr at det samme vil gjelde alle nettverkets GUV-instrumenter, siden disse er sporbare til reisestandarden. I revisjonsrapporten fra PMOD-WRC står det:

“The agreement between GUV9273 and QASUME is excellent, with an average ratio of 1.005 and a standard deviation of less than 2 %.”



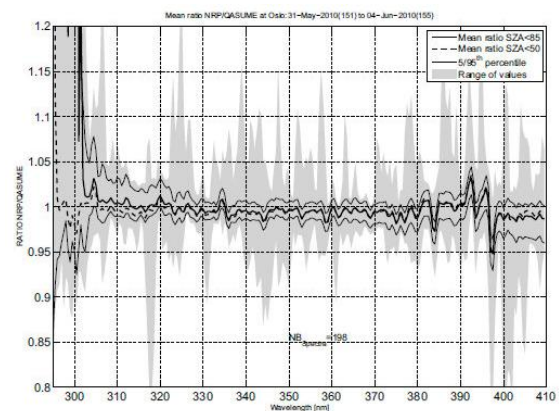
Figur 5-6 Forholdstall mellom UVI fra GUV-9273 og QASUME instrumentet.

5.4.2 Nettverkets spektralradiometer

Forholdstall mellom synkroniserte spektre målt med nettverkets spektralradiometer og QASUME enheten er vist i Figur 5-7. I revisjonsrapporten fra PMOD-WRC står det:

“The average relative spectral difference between NRPA and QASUME is less than 1 % over the wavelength range 300 to 410 nm.”

Begge utsagnene viser at referanse-instrumentene til UV-nettverket måler så godt som helt likt med det europeiske referanse-instrumentet. Nettverket kan derfor sies å oppfylle kravet til at måledata har høy vitenskapelig kvalitet.

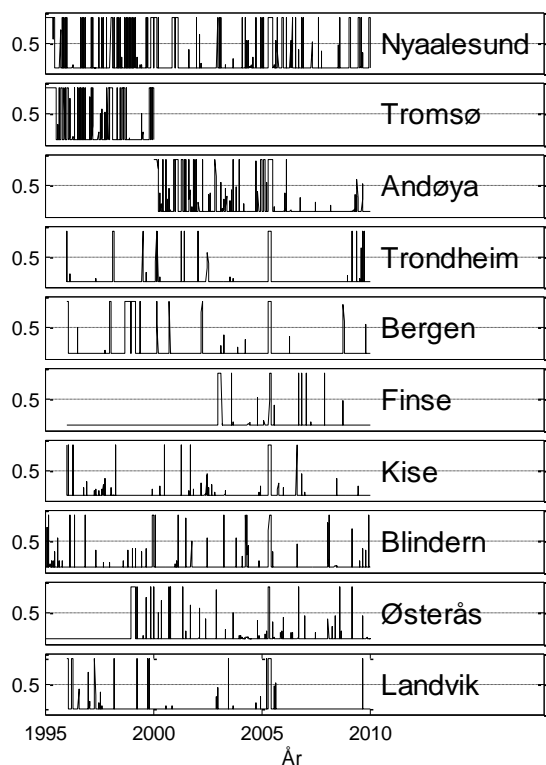


Figur 5-7 Forholdstall mellom alle spektre målt med UV-nettverkets referanse-spektralradiometer (Bentham) og alle spektre målt med QASUME spektralradiometet, perioden dag 150 til 156 i 2010. X-aksen viser bølgelengden i UV-området 290-400 nm. Y-aksen går fra 0,80 til 1,20, som tilsvarer et spenn på $\pm 20\%$ fra det ideelle forholdstallet

1.00. Store avvik skyldes små synkroniseringsavvik.

5.5 Driftsstabilitet

Ulike hendelser, som strømbrudd, svikt i komponenter og loggeutstyr, PC-relaterte problemer osv. har ført til noe avbrudd, spesielt under oppstartsperioden i siste halvdel av 1990-tallet. Avbrudd har også skjedd som følge av nødvendige reparasjoner, deltakelse i interkomparasjoner og karakteriseringer på lab. Generelt er det få avbrudd på 2000-tallet, slik det også framgår av Figur 5-7. Stolper viser hvor stor andel av dagslyspeperioden som er gått tapt for hvert døgn og år ved de enkelte stasjonene. Omfattende avbrudd i 2005 skyldtes FARIN-kampanjen. Betydningen av avbrudd blir vist i neste avsnitt.



Figur 5-8 Fraksjon av dagslys/dag som er gått tapt pga stans i UV-målingene. Y-aksen går fra 0 til 1. Null betyr full oppetid, mens 1 betyr at alle samplinger er tapt den dagen.

5.6 Komplettering av manglende måledata

For å kunne evaluere betydningen av manglende måledata og vurdere langtidsendringer i UV, trengs en metode for å komplettere brutte datasett. Basis for

kompletteringen her er en kombinasjon av ferdig modellerte UV-data fra Sveriges meteorologiska och hydrologiska institutt (SMHI), basert på klimamodellen STRÅNG (<http://strang.smhi.se/>), og observasjoner og målinger gjort på de enkelte UV-stasjonene. STRÅNG-data har verdier for hver time i perioden fra og med 1999. Gridpunktene er på ca 11x11 km² og overlapper hele Norge, unntatt Svalbard.

Til modellberegninger av UV på stasjonene har vi brukt programpakken LibRadtran (Mayer & Kylling, 2005) og målinger av totalozon fra Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) og Ozone Monitoring Instrument (OMI) (http://www.nasa.gov/mission_pages/aura/spaceraft/omi.html). Sesongmessig variasjon i bakkerefleksjon (albedo) og andre klimafaktorer tas hensyn til å ved å tilpasse modellberegnet UV til klarværsmålinger på stasjonene. Klarværs-UV korrigeres i neste trinn for skydempning, estimert på grunnlag av observasjoner av skyutbredelse i enheter av oktadianer fra MET.NOs klima-database eKLIMA

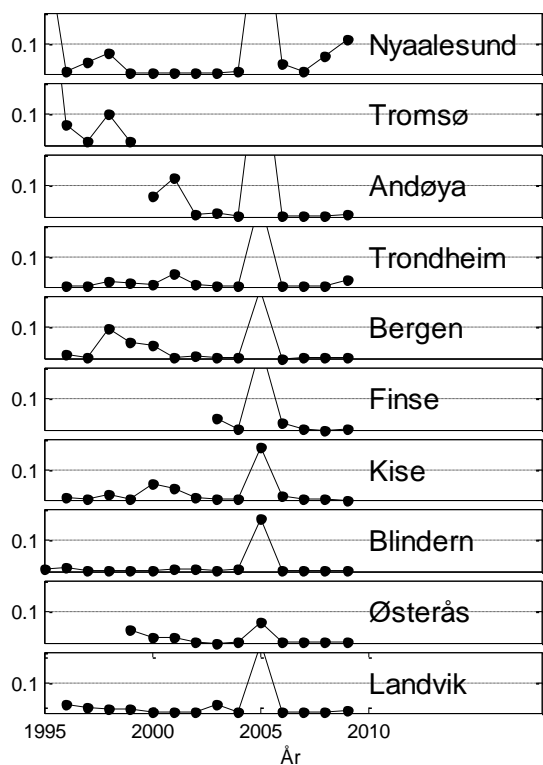
(http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL) og målinger av totalstråling med pyranometre plassert på stasjonene. Normalverdier for totalstråling på klarværsdager, som trengs for å regne om totalstrålingsmålinger til skydempningsfaktorer, er beregnet av Jan Asle Olseth ved Geofysisk institutt, UiB.

På Finse er det brukt UV-data fra et bredbånds instrument av typen SL-501 som Strålevnet har plassert like i nærheten.

De fire alternative datasettene (STRÅNG, pyranometerbasert, oktadianbasert og UV-biometerbasert) dekker ulike perioder og stasjoner. Den kompletterte måleserien av UV er satt sammen på bakgrunn av tilgjengelige data og grad av samsvar med faktiske UV-målinger.

Betydningen av tapte UV-data (Figur 5-8) er vist i Figur 5-9. Verdier langs y-aksen angir forholdstall mellom summerte døgndoser for dager med avbrudd og summerte døgndoser for kompletterte måleserier. Avbruddene utgjør, som en kan se, stort sett mindre enn 3 % av årsdosene, mens i enkelte tilfeller, som under FARIN-kampanjen i 2005, har avbruddene vært betydelige. Eksempelvis betyde

avbruddene i 2005 at Ny-Ålesund, Andøya og Trondheim tapte henholdsvis 66 %, 58 % og 29 % av årsdosen. Avbrudd i vinterhalvåret har liten betydning for årsdosen, spesielt lengst nord med lang vintersesong, mens en enkelt dag i sommerhalvåret kan utgjøre nesten 1 % av årsdosen.



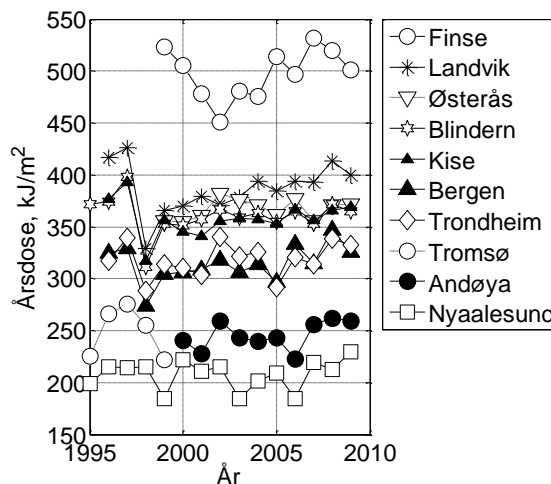
Figur 5-9 Fraksjon av årsdoser som er gått tapt (vist i Figur 5-8) pga stans i UV-målingene. 0.1 langs y-aksen svarer til 10 % tapte årsdoser. Uvanlig store dosetap i 2005 skyldtes at instrumentene ble flyttet til Oslo for deltakelse i målekampanjen FARIN. Dosetapene i 2005 hadde størst betydning for de nordligste stasjonene fordi sommersesongen er kort. Eksempelvis tapte Ny-Ålesund og Andøya 66 % og 58 % av årsdosene.

6 Sammenstilling av måledata

Sammenstillingene som vises her er alle basert på kvalitetssikrede og kompletterte tidsserier av UV.

6.1 Årsdoser

Figur 6-1 og Tabell 13-1 viser en oversikt over årsdosene målt på de enkelte stasjonene for perioden instrumentene har vært operative. Årsdosene varierer geografisk fra ca. 200 kJ/m² lengst nord (Ny-Ålesund) til ca 500 kJ/m² i høyfjellet i Sør-Norge (Finse). Variasjoner på ±10 % eller mer forekommer mellom enkelte år, eksempelvis på Landvik i 1997 og 1998. Analyser av pyranometer- og ozondata for disse to årene viser at variasjonene ble store fordi den ene sommeren var solrik og hadde noe tynnere ozonlag enn vanlig, mens forholdene var motsatte sommeren etter. Fra figuren kan en se at stasjoner i sør-Norge hadde større årlige variasjoner i perioden 1995-1998 enn perioden etter.

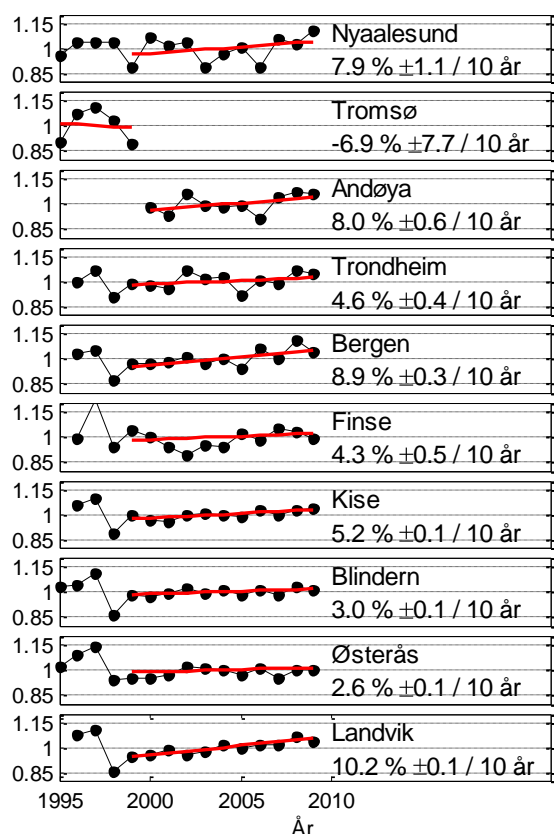


Figur 6-1 Årsdoser av erythem-vektet UV for hver stasjon.

6.2 Langtidsendringer i årsdoser

De fleste nettverksstasjonene har vært operative i 14-15 år, noe som gjør det aktuelt å undersøke om det har vært signifikante langtidsendringer i perioden, selv om den er kort. Et første valg for å se på trender er perioden 1999-2009, siden fluktuasjoner i årsdoser synes mindre her enn i den tidligste perioden fra 1996. I beregningen av trender er årsdosene for hver stasjon først normalisert for å få fram variasjonen fra år til år. Resultatene av en lineær tilpasning til måledata er vist i Figur 6-2. Trendanalysen viser at samtlige stasjoner hadde en statistisk signifikant økning i årsdoser på 2.6 til 10.2 % for den valgte tiårsperioden. Videre kan en se at kystnære

stasjoner som Landvik, Bergen, Andøya og Ny-Ålesund viste større økning enn innlandsstasjonene. En tilsvarende beregning for tidsserier av modellerte årsdoser, viser at 2 til 3.5 % av økningen kommer fra et tynnere ozonlag. For disse beregningene brukte vi ozondata fra TOMS og OMI til strålingstransportberegningene. Analyser av skydekke og totalstrålingsdata viser at hovedårsaken til at kystnære stasjoner hadde størst økning i årsdoser skyldtes en bedret vær-situasjon i sommermånedene.

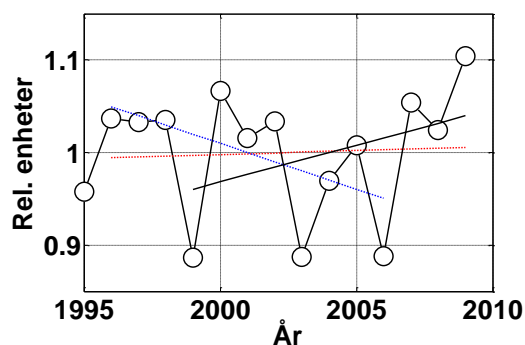


Figur 6-2 Relativ endring i årsdoser for perioden stasjonene har vært operative. Rød linje angir lineær endring per 10 år for perioden 1999-2009. For Tromsø er perioden 1995-1999 vist. Y-akse: Relative enheter.

Selv om økningene er signifikante for alle stasjonene, kan en liten forflytning av start- og sluttidspunktet for analyseperioden gi helt andre trendresultater. Et eksempel er vist i Figur 6-3, for Ny-Ålesund. Perioden 1999-2009 viste en økning på +7.9 % per tiår, men legger en til årene 1996-1998 blir trendkurven flat. Flytter en sluttperioden fram tre år (1996-2006), blir trenden negativ. Dette illustrerer at tidsperioden valgt for analysen kan gi helt

ulike trendresultater, selv om de ulike resultatene i seg selv er statistisk signifikant. Skal en trekke slutninger om trender vil en trenge mye lengre tidsserier for å ta hensyn til både den naturlige variabiliteten og det faktum at flere faktorer som innvirker på strålingsklimaet kan være autokorrelerte, d.v.s. at observasjoner som ligger nært i tid er likere enn observasjoner som ligger fjernt i tid (Weatherhead et al., 2002). Samme forfatter har vist at antall år med observasjoner som trengs for å trekke slutninger om trender kan være svært forskjellig fra sted til sted, fordi grad av naturlig variabilitet og autokorrelasjon er geografisk og topografisk betinget.

Variasjon i årsdoser av UV i Ny-Ålesund
Trendlinjer avhenger av perioden valgt



Figur 6-3 Trendlinjer for årsdoseendringer avhenger av perioden valgt (Eksempel fra Ny-Ålesund). Positiv trend for perioden 1999-2009 (svart), negativ trend for perioden 1996-2006 (blått), mens perioden samlet viser ingen signifikant trend (rødt).

6.3 Korttidsvariasjoner i UV

Resultatene i forrige avsnitt viser doser målt over mange år, hvor årlige variasjoner på opptil 25 % skyldes effekter av varierende skydekke, snøutbredelse og snøforhold, ozonmengde, og til en viss grad også aerosolmengde. Tidsskalaen er forskjellig for hver av disse faktorene.

Refleksjon og spredning fra bakken (albedo) henger sammen med snøutbredelse og snøforhold, og er vanligvis nokså konstant over uker, unntatt i smelteperioden og rett etter snøfall. I smelteperioden kan UV endres med 30 til 40 % fra helt snødekket til bart område.

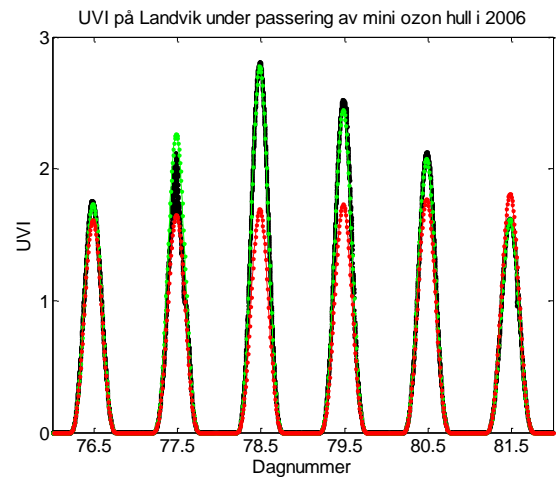
Skyer er den faktoren som gir den raskeste påvirkningen på UV. Under drivende skyer,

som en ofte har ute ved kysten, kan UV dempes med 40-50 % i løpet av få sekunder eller minutter. I noen tilfeller kan UV også bli 10 til 15 % høyere enn under skyfri forhold, fordi skykantene reflekterer UV ned mot bakken samtidig som sola gir direkte UV-stråling. På en tidsakse mellom sky- og albedopåvirkning har vi variasjoner i ozonlagets tykkelse eller vertikal fordeling i stratosfæren. Dette henger sammen med luftstrømmene i stratosfæren, og kan som vist i neste avsnitt, variere med 20 % eller mer fra en dag til en annen, spesielt på ettervinteren.

6.3.1 UVI under passering av mini-ozonhull

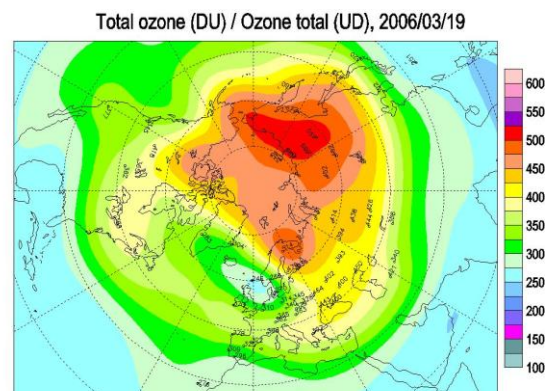
På vårparten forekommer fra tid til annen såkalte mini-ozonhull, eller motsatt, fortykninger i ozonlaget, som varer bare noen dager før de løser seg opp. Det kan skje ved at strømmer av ozonfattig luft fra Ekvator dirigeres nordover under uvanlige høytrykksituasjoner, eller når temperaturen i atmosfæren blir så lav at en katalytisk, fotokjemisk nedbrytning av ozon tar til på overflaten av iskrystaller.

Et tilfelle av mini-ozonhull ble oppdaget med målestasjonene på Landvik og i Bergen i mars 2006. På tre dager økte UVI på Landvik med nesten 100 %, før UVI var tilbake til normale klarværsverdier to dager seinere (Figur 6-4). Mens dette pågikk var det skyfrie forhold. Satellittkart fra *Environment Canada* dokumenterer bevegelsen fra Island, via Nordsjøen, til det løste seg opp over Øst-Europa (Figur 6-5 og Figur 6-6). Modellberegninger av UV for disse dagene, basert på ozondata fra satellitobservasjoner (Figur 6-4, grønn kurve) viser godt samsvar med faktiske UV-målinger (Figur 6-4, svart kurve), mens rød kurve viser UVI typisk for denne årstiden.



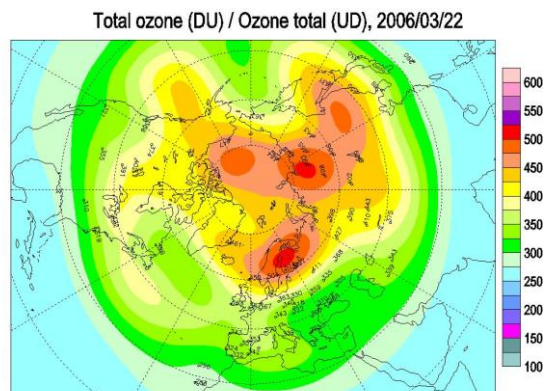
Figur 6-4 UVI målt på Landvik (svart) i perioden 17-22 mars 2006 (dag 76-81), mens mini-ozonhull passerte Sør-Norge. Forventet UVI under klarværsforhold er plottet for normal (rød) og faktisk tykkelse (grønn) av ozonlaget. Grønn og svart kurve er nesten sammenfallende.

Fenomenet foregikk tidlig på våren, mens UVI fortsatt er lav pga lav solhøyde (UVI 1-2). Dobling av UVI hadde derfor ingen helsemessig betydning. Hvis den samme situasjonen kunne oppstå i sommermånedene på Sørlandet og i høyfjellet, ville en dobling av normalt høye verdier på 6-8 føre til ekstremt høy UVI, tilsvarende tropiske strøk. Dette er likevel lite sannsynlig, siden store variasjoner i ozonmengden oftest er knyttet til ettervinteren og vårperioden. Målingene ved de enkelte stasjonene viser heller ingen slike ekstremsituasjoner i sommermånedene. Likevel har det som vi vil vise i neste avsnitt vært episoder hvor UVI har vært sterk til svært sterk (8-10) på de sørligste stasjonene.



Figur 6-5 Mini-ozonhull (lyseblått) kommer inn fra Island og passerer sydspissen av Norge

19.03.2006. Tykt ozonlag lengst i nord. Kilde: Environment Canada's World Wide Web Site.



Figur 6-6 Ozonkart tre dager seinere. Mini-ozonhullet har passert og løst seg opp over øst-Europa. Ozonrik luft fra nord har trukket sørover. Kilde: Environment Canada's World Wide Web Site.

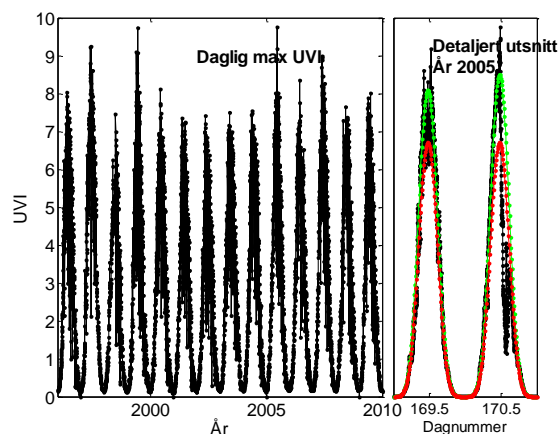
6.3.2 Svært sterk UVI på Finse

Målestasjonen på Finse, 1200 m.o.h., ligger bare noen kilometer fra Hardangerjøkulen. Stasjonen er omgitt av snø, som noen år blir liggende til slutten av juni. Lang snøsesong, kombinert med høyden og åpen horisont gjør at Finse har høyest UVI blant stasjonene i nettverket.

Figur 6-7 viser målinger av maksimal UVI på Finse. Figuren er todelt og har forskjellig tidsakse. Venstre figurhalvdel gjelder daglig maksimal UVI for hvert år i perioden 1996-2009, mens høyre figurhalvdel viser detaljerte utsnitt av UVI for hvert minutt i løpet av to sommerdøgn i 2005. Som det går fram av venstre figurhalvdel hadde rundt halvparten av årene maksimalverdier av UVI mellom 7 og 7.5. Sammenlignet med stasjoner på tilsvarende breddegrad har Finse ett til halvannet trinn høyere UVI enn lavlandet. Fire av årene skiller seg ut med svært sterk UVI (8-10), hvor to dager i 2005 gav toppverdier på nesten 10, likevel bare i veldig korte intervaller (se detaljerte utsnitt i høyre halvdel). Toppverdiene tilsvarer typiske klarværsverdier for spansk sommarsol, og er nesten like høyt som UVI for et solarium tillatt brukt i Norge (maksimalt 12). Utsnitt av måledata på disse dagene (svart) og modellberegninger for faktisk (grønn) og normal (rød) tykkelse av ozonlaget, viser at effekten av et tynnere ozonlag førte til 27 % høyere UVI enn forventet for en typisk klarværsdag i høyfjellet.

Uregelmessige variasjoner i måledata indikerer blandete skyforhold, hvor reflekser fra skykantene, kombinert med et tynnere ozonlag, kan være forklaringer på at UVI i noen minutter ble nesten 50 % høyere enn på en vanlig klarværsdag i fjellet. Risikoen for solforbrenning og snøblindhet kan være svært høy, hvis UVI holder seg høy i flere minutter. For sammenligningens skyld kan det nevnes at Europeanormen for solarier for bruningsformål foreskriver at dosen av erythemvektet UV ikke skal overstige 100 J/m^2 ved første gangs bruk. (<http://www.nrpa.no/dav/3adebccb8b.pdf>). På Finse ville dette vært oppnådd allerede etter drøyt 6 minutter midt på dagen en av disse sommerdagene.

Eksemplene med tilfeller av uvanlig høy UVI viser at UV-nettverket gir et datagrunnlag som dokumenterer variasjonsbredde geografisk, topografisk og over tid. Kombinert med UV-varslere gir dette verdifulle verktøy for å gi publikum fornuftige råd om hvordan solskader kan forebygges.



Figur 6-7 Venstre figurhalvdel: Daglig maksimal UVI på Finse for årene 1996-2009. Høyre figurhalvdel: Utsnitt for to dager med svært sterk UVI (dag 169-170, som svarer til 18-19 juni). Fargekoder på grafene til høyre: Svart: Faktisk målt UVI, grønt og rødt: forventet UVI på klarværsdager for gjeldende tykkelse av ozonlaget (grønt) og normalt tykt ozonlag.

7 UV-varsling og informasjonsvirksomhet

I følge mandatet til UV-nettverket skal data fra nettverket i størst mulig grad komme samfunnet til gode og være fritt tilgjengelig for forsknings- og informasjonsmessig bruk. De fem første årene etter oppstart i 1995 var en teknisk fase, hvor stasjoner ble opprettet og rutiner implementert for å ivareta høy kontinuitet og kvalitet i måledata. Ett av hovedproduktene i denne fasen var etableringen av en database for strukturert lagring av måledata og presentasjon av måledata på internett. I perioden fram til den offisielle åpningen av UV-varsling for Norge i 2006 ble grunnlaget for et større helseforebyggende informasjonsarbeid lagt. Spørreundersøkelser om solingsvaner og informasjonskampanjer ble gjennomført, en redaksjonsgruppe ble opprettet for å samordne informasjonsbudskap til publikum (se 7.2.1), i tillegg til at et samordnet opplegg for varsling av UV i alle større media kom på plass. Informasjonssiden er i løpet av de senere årene utvidet gjennom bl.a. samarbeid med nordiske strålevernsmyndigheter og utgivelse av en norsk utgave av den svenske ”*En bok om solen*”, primært rettet mot barnehagene.

7.1 UV-indeks i folks bevissthet

En viktig målsetning i informasjonsarbeidet har vært å følge anbefalinger fra WHO/Intersun-prosjektet (WHO, 1999) om å bevisstgjøre publikum om enheten UV-indeks (UVI) som mål på solforbrenningsrisiko, samt knytte UVI til råd om solbeskyttelse. Målgrupper er spesielt barn og ungdom i vekstfasen, som er særlig sårbare for UV-stråling, i tillegg til påske- og sydenturister som utsettes for høy UVI. Målsetningen med å etablere UVI og daglige UV-varslere er å gjøre det like naturlig for befolkningen å sjekke UV-varslene som å sjekke værmeldingen. Publikum skal gjennom UV-varsling og informasjon få en bevissthet rundt solens intensitet. Ambisjonen er å endre holdninger til soling og solbeskyttelse, uten å ta bort gleden ved å være ute i sola. Klarer en det vil det bidra til å redusere skader fra overdreven soling.

7.2 Samarbeid om informasjonsbudskapet

7.2.1 Etablering av redaksjonsgruppe

I første halvdel av 2000-tallet ble det etablert en redaksjonsgruppe for arbeid med UV-informasjon. Denne gruppen skal arbeide med presseutspill/-meldinger med UV-varsel for påske- og fellesferie og i forbindelse med spesielle situasjoner med høy UVI.

Gruppen består av Klif, NILU, MET.NO, Kreftforeningen og Strålevernet. Gruppen er valgt å være liten, med bare en representant fra hver instans, for å kunne handle raskt og koordinere dagsaktuelle medieutspill.

Medlemmene i redaksjonsgruppen informerer hverandre gjensidig om utvikling av tjenester og informasjonsfremstøt på UV-området. Medieutspill og informasjonstiltak rettet mot befolkningen og bestemte målgrupper drøftes. Redaksjonsgruppen har hatt fokus på tre målgrupper: Barn og ungdom, ferierende i påske- og sommerperioden og sydenturister.

Redaksjonsgruppens arbeidsoppgaver:

- Jobbe tett sammen om presseutspill og kommunikasjon av UV-varsling og de tjenestene vi har.
- Følge aktivt UV-varslene og jobbe raskt med å utarbeide korte og poengterte utspill/pressemeldinger.
- Utarbeide og koordinere påskepressemelding og en fellesferiepressemelding.
- Utarbeide en felles kunnskapsressurs/UV-nettsted hvor nyttig informasjon legges.
- Jobbe for å få til regelmessig varsling av UVI i aviser og nettaviser

7.2.2 Samordnet presseutspill

NILU, Klif og Strålevernet har helt siden nettverkets opprettelse i 1996 utarbeidet felles pressemeldinger om UV-situasjonen for påsken. Etter at redaksjonsgruppen ble opprettet i 2003, har utarbeidelsen skjedd i regi av redaksjonsgruppen, med deltakelse også fra Kreftforeningen og MET.NO. Pressemeldingene gir informasjon om forventet UVI, råd om solbeskyttelse og hvor man kan sjekke UV-varselet. Gruppen

samordner også utspill i forbindelse med spesielle UV-situasjoner om sommeren, i høysesonger for sydenreiser og lignende.

Pressemeldinger, nettnyheter og tilpassede medieutspill er formet som nyhetsstoff med konkrete råd om solbeskyttelse. Målsettingen med pressemeldinger og nettnyheter er at flest mulig medier skal ha interesse av å lage redaksjonelle oppslag, slik at flest mulig publikum nås.

7.2.3 Aktuelle nettstedet og tjenester

Samarbeidspartnerne i redaksjonsgruppen har utarbeidet egne nettsider knyttet til informasjon om UV, gjensidig lenket til hverandre. Nettsidene oppdateres jevnlig, med innspill fra redaksjonsgruppen. Nettstedet www.miljostatus.no driftes av Klif og inneholder nyeste informasjon om miljøets tilstand og utvikling. Både NILU og Strålevernet bidrar med egne sider her.

Strålevernets UV-nettsider www.nrpa.no viser detaljerte målinger av UVI og doser for hver stasjon, helt tilbake til 1995/96. For hvert dags- måneds- eller årsplokk vises normalverdier for UV, gitt at det er skyfritt og at snødekke og ozonverdier er typiske for årstiden. Her kan man også laste ned dagsverdier av UVI og erythem-doser. Nettsidene inneholder dessuten informasjon om faktorer som påvirker UV, effekter av UV og solbeskyttelsesråd rettet mot befolkningen generelt og mot barn og unge spesielt. Strålevernet har også utarbeidet nettekster om UV, sol og solbeskyttelse til www.ung.no, som er en offentlig informasjonskanal for ungdom.

Kreftforeningen er ansvarlig for å utgi og oppdatere solvettreglene, www.solvett.no. Kreftforeningens forebyggende tiltak rettes særlig mot barnehager og småbarnsforeldre, og senere også mot ungdom. Deres informasjonsarbeid støtter seg på UV-nettverkets resultater, UV-varslingen og på årlige konsensusmøter hvor forskere på medisinsk og biofysisk område samordner solingsråd basert på oppdatert kunnskapsgrunnlag.

NILU har laget nettsider knyttet til UV-informasjon og UV-varsler, <http://uv.nilu.no/>. Her gis UV-varsel for utvalgte steder i Norge og utlandet. Varselet gis for tre ulike vær-situasjoner (klart, delvis skyet, overskyet), med og uten snødekke. NILU har også utviklet

en e-posttjeneste med daglig utsendelse av UV-varsel for de som melder seg på. Varslingstjenesten er utvidet til SMS på mobiltelefon, hvor man kan sende 'UV stedsnavn' til 1963 og motta informasjon om forventet UVI for det aktuelle stedet i Norge. Meldingen følges av et miljø- eller helserelevant råd, tilpasset UVI-nivået (eksempelvis på vinteren: "Du kan trygt være ute uten solbeskyttelse", eller "Visste du at ozonlaget beskytter oss mot UV-stråling").

Måledata fra UV-nettverket har også vært grunnlag for MET.NOs daglige kart med UV-varsler for Norge. Disse var tidligere publisert på nettstedet deres met.no, men er nå en del av yr.no. [Yr.no](http://yr.no) er etablert som landets mest brukte nettsted for værvarsel. Det er derfor en styrke for UV-varslingen at den inngår her. Varslingstjenestene fra NILU og MET.NO er begge gode kanaler for å nå befolkningen med UV-informasjon der de er. Målet er at man samtidig som man sjekker været, også skal sjekke UV-situasjonen.

7.2.4 Innslag i media

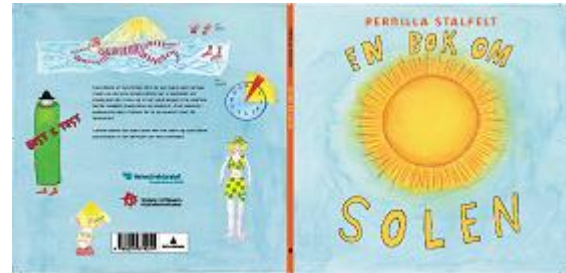
Media har vist stor interesse for UV-varsling og informasjon knyttet til sol og ferie. Representanter fra samarbeidspartnerne har ved flere anledninger vært referert i aviser, ukeblader, radio og TV. Dette har særlig vært aktuelt i forbindelse med UV-varsler før påsken, hvor NILU og MET.NO har sentrale roller i utarbeidelsen av varsler, basert på ozon- og vær-situasjonen. Bl.a. kan det nevnes at meteorologene ved MET.NO informerer på TV og i radio når UVI forventes å bli høy. Strålevernet har her bidratt med fagstoff om UV og helseeffekter som meteorologene har kunnet benytte i samtalene om været på Nitimen. Det har også ved flere anledninger vært innslag på Nitimen og i Reiseradioen på NRK P1 (Foto 7-1), der det er gitt konkrete råd om solbeskyttelse. I forbindelse med pressemeldinger om forventet sterk UVI har fagpersoner ved Strålevernet deltatt på nettmøter, bl.a. på *nettprat* om UV og soling (<http://tux1.aftenposten.no/nettprat/straaling160604/>). Mange av spørsmålene og svarene er innarbeidet på Strålevernets nettsider om sol og solarium.



Foto 7-1 Direktesending på Reiseradioen om solbeskyttelse. Representant fra Strålevernet til høyre.

7.3 Informasjonprodukter

I tillegg til nettsider, pressemeldinger og medieutspill, er det produsert ulike former for informasjonsmateriell. Kreftforeningen bidrar til å informere ulike målgrupper om hvor de kan sjekke UV-indeks og hva det betyr. Blant annet i folder om Solvettregler (se vedlegg Figur 13-1) og i informasjon til barnehager, samt på nettsider. Videre er det laget StrålevernInfo om UV-nettverket og UV-indeks. Dette er korte og lettfattelige informasjonsskriv som enkelt kan distribueres til publikum. Videre er Strålevernet med på å kvalitetssikre UV-relevant informasjon, bl.a. for apotekkjeder og Kreftforeningen. Kreftforeningen har laget et informasjonsopplegg, kalt Solvennbarnehage, der formålet er å hjelpe barnehager til å skape gode rutiner for å unngå solforbrenning. Strålevernet, Helsedirektoratet og Helse- og Omsorgsdepartementet ble med på dette opplegget i forbindelse med utgivelsen av *En bok om solen* av Pernilla Stalfelt. Boka som opprinnelig var laget for det svenske Strålskyddsinstitutet (nå Strålsikkerhetsmyndigheten), ble oversatt til norsk og gitt ut til alle norske barnehager og helsestasjoner i 2010. Bokprosjektet skal evalueres i 2011.



Figur 7-2 Omslaget til *En bok om solen*.

7.4 Informasjonsskampanjer

Kreftforeningen og hudleger ved Ullevål universitetssykehus har i flere år arrangert informasjonsskampanjer på Huk og andre populære badestrender, hvor publikum gratis kan få sjekket sine føflekker og få solingsråd. Dette er et tilbud hvor terskelen for å oppsøke spesialist kanskje er lavere enn ved å gå veien via fastlegen. Strålevernet har bidratt med fagekspertise i arrangementene, og deltatt med demonstrasjoner av UV-målinger på stranda ved en anledning. Kreftforeningen driver utstrakt informasjonsarbeid og kampanjer rettet mot barn og ungdom om solvett. De har deltatt på ulike arrangementer som bl.a. Norway Cup, *Foreldre og barn* messe og Forskningstorget med en såkalt *solquiz* med spørsmål om UV, sol og solbeskyttelse. Svarene gir viktig kunnskap om unges solingsvaner og holdninger til solbeskyttelse.

Kreftforeningen og Strålevernet har en tett dialog om informasjon knyttet til UV, soling og kreftrisiko. Samarbeidet førte til at det i 2007 ble produsert en radiospot om UV-stråling og solbeskyttelse. Den inneholdt en konkurranse hvor ungdom kunne sende inn sitt beste soltips og vinne en iPod. Ungdom ble henvist til Kreftforeningens nettsted solvett.no. Radiospoten ble over en periode, sommeren 2007, sendt på ungdomsradiokanalen *The Voice* i Oslo/Akershus-området. Sommeren 2008 ble samme radiospot sendt på en rekke lokale radiostasjoner i noen av de mer solrike delene av landet - Sørlandet, Vestfold, Østfold og Rogaland. I 2010 har Strålevernet bidratt med faglig ekspertise til Kreftforeningen i en kampanje på sosiale medier, kalt "Bloggere med solvett". Det er forventet at nye sosiale medier vil spille en viktig rolle i informasjonsarbeidet rettet mot ungdom. Dette er i tråd med statens kommunikasjonspolitik, som sier at "elektronisk kommunikasjon skal

være den primære kanalen for dialogen mellom innbyggerne og offentlige virksomheter”.

7.5 Spørreundersøkelser om solingsvaner

For å kunne planlegge det helseforebyggende informasjonsarbeidet og velge ut målgrupper, gjennomførte Kreftforeningen, i samarbeid med Strålevernet, tre spørreundersøkelser. Den første undersøkelsen hadde som formål å kartlegge den norske befolkningens adferd og holdning til soling. Fra denne generelle spørreundersøkelsen, *Adferd soling – 2004*, gjennomført av MMI, vil vi trekke fram følgende funn:

- Nærmere 60 % av befolkningen har vært i syden de siste fem årene.
- De som er ofte i Syden bruker også oftere solarium enn de som ikke drar til syden. I løpet av det siste året har 18 % av befolkningen brukt solarium. Brukere av solarium er i hovedsak yngre kvinner (15-24 år).
- Mer enn 50 % av befolkningen har blitt solbrent i løpet av de siste 12 månedene. Blant de som tar solarium svarer en tredel at de har blitt rød eller solbrent.
- Rundt 20 % av befolkningen har i løpet av de siste 12 månedene blitt så solbrent at de har flasket av. 12 % var så solbrent at det både sved og flasket. Menn blir oftere solbrent enn kvinner, som kan skyldes at de oftere slurver med å beskytte seg.
- Unge i alderen 15-24 brenner seg oftest. 21 % oppgir at de i løpet av det siste året har blitt så solbrente at det både svir og flasser.

Som en oppfølging av funnet at unge oftere er solbrent og at brukerne av solarium hovedsakelig er yngre kvinner, ble det i 2005 og 2009 gjennomført to nye undersøkelser, spesielt rettet mot unge. Undersøkelsen i 2005, kalt Solstråle, ble utført av Univero Fishnet på oppdrag fra Kreftforeningen og Strålevernet. Formålet var å gi innsikt om unges holdninger og motivasjon for solingsatferd. Undersøkelsen viste at ungdom er en risikogruppe som er vanskelig å nå med informasjon. Vi vil her trekke fram at:

- Ungdom orienterer seg og påvirkes av andre kanaler enn de tradisjonelle i større grad enn andre. De befinner seg i en livsfase der de lever i nuet og ser på seg selv som ”udødelige”.
- Ungdom har generelt mer tid og lyst til å være ute i solen f.eks. om sommeren, også hjemme i Norge, og bruker i større grad enn andre solarium gjennom året.

Ett av rådene fra denne undersøkelsen er at hvis man kan utvikle kommunikasjon, tiltak, produkter og budskap som spiller på lag med ungdoms drøm om å ”føle seg vel” i sola kan man lykkes.

Kreftforeningen, i samarbeid med Strålevernet, gjennomførte en ungdomsundersøkelse i 2009, rettet mot unge i alderen 15 til 24 år. Undersøkelsen gikk ut på å kartlegge ungdoms solingsvaner, kosthold, bruk av og holdninger til tobakk, samt bruk av mobil. I undersøkelsen vil vi trekke fram følgende funn:

- Nesten alle har blitt røde når de har vært ute i solen siste år.
- 4 av 5 har blitt solbrent slik at de har flasket ved soling ute siste 12 måneder.
- Nesten halvparten soler seg 1-4 dager per uke om sommeren.
- 3 av 4 har vært på solferie/badeferie i utlandet siste 3 år.
- I tillegg tar mange unge solarium. En av fire hadde tatt solarium før de ble 15 år, og halvparten før 18 år.
- Mer enn halvparten av de unge har tatt solarium en eller flere ganger siste året. Halvparten velger like lang solingstid hver gang de tar solarium, framfor å følge anbefalingene om å starte forsiktig og gradvis trappe opp tiden. 6 av 10 har blitt rød og 1 av 5 har flasket når de har tatt solarium.

Sammenlignet med resultatene fra befolkningsundersøkelsen viser ungdomsundersøkelsen enda tydeligere at unge er spesielt utsatt for solforbrenning, både fra naturlig sol og solarier. Et positivt funn er likevel at mange unge er bevisst Kreftforeningens solvettregler:

- Nesten alle unge bruker solkrem ute i sola – mange bruker solbriller, mens en del tar pauser fra sola midt på dagen.

7.6 Videre informasjonssatsninger knyttet til UV-nettverket

WHO/Intersun programmet og resultatene fra solvaneundersøkelsene utpeker barn og unge som spesielt utsatte grupper for solskader. En stor andel av den totale UV-eksponeringen får man i ung alder. Barn og unge i vekstfasen er dessuten mer utsatt for solskader enn voksne (WHO, 1999). Mye av grunnlaget for seinere utvikling av hudkreft legges derfor tidlig i livet. Strålevernet ønsker å fortsette informasjonssatsningen rettet mot barnehager, helsestasjoner og ungdom. Ett av tiltakene blir å evaluere *En bok om solen*, for eventuelt å prøve den ut i barneskolen.

Solvaneundersøkelsene viser at en stor del av befolkningen drar til syden i ferien og at mange opplever å bli solbrent. Modellberegninger (Verdebout, 2010), kombinert med UV-persondosimetre viser at soling i forbindelse med sydenferier utgjør en vesentlig andel av den samlede eksponeringen til UV. Forfatteren fant at en ukes vårskiferie i Alpene og to uker sommerferie på Rhodos utgjør nær 50 % av årsdosen på ansikt for en typisk kontorarbeider bosatt i Düsseldorf. Vi kan anta at folk i Norge kan få en enda større andel av årsdosen enn tallene fra Tyskland. Satsninger på informasjonstiltak rettet mot soling og sydenturisme kan derfor være effektive tiltak for å begrense overdreven soleksponering, og dermed antall nye krefttilfeller.

Kartleggingene avdekker holdninger til soling som ikke er i tråd med faglige anbefalinger. Undersøkelsene viser at bruk av solarium er utbredt blant sydenturister og unge, og at flertallet av unge brukere har opplevd å bli rød. *Solstråle*-rapporten om unges holdninger og atferd avdekker at mange unge innrømmer at de bevisst foretrekker høyrisikoatferd fordi de tror det er ”mer effektivt” å sole seg når solen er sterkest. En annen motstridende oppfatning rapporten trekker fram er at ”Jo lenger tid man bruker på å bli brun, jo bedre blir brunfargen”. Gjennom arbeidet knyttet til forvaltning av regelverket rundt kosmetisk bruk av solarium møter Strålevernet holdninger om at solarium

herder huden før sydenferien slik at solforbrenning lettere unngås under ferieoppholdet. En forutsetning for økt UV-beskyttelse er likevel at solarium tas flere uker på forhånd slik at fortykning av overhuden kommer i gang. Dette er ikke å anbefale, fordi det medfører vesentlig økte total-doser og dermed også økt risiko for solskader i form av hudkreft, soleksem, framskyndet aldring av huden, utvikling av grå stær m.m. I stedet er anbefalingen at publikum følger solvettreglene til Kreftforeningen, hvor bl.a. bruk av solarium frarådes. Holdningsskapende arbeid bør være en viktig del av informasjonssatsningen fremover.

Et nettverk av videregående- og ungdomsskoler, ledet av Naturfagsenteret ved UiO, arbeider for å gjøre undervisningen og interessen for naturfag større. 16 skoler har anskaffet automatiske værstasjoner, som bl.a. inneholder sensorer for UV- og totalstråling. Strålevernet har tatt på seg ansvaret for kalibrering av UV-sensorene og ønsker å bruke prosjektet til å formidle informasjon om UV, sol og solbeskyttelse. På nettportalen miljolare.no ligger en undervisningsoppgave om måling av UV. Strålevernet ønsker å lage flere slike undervisningsoppgaver for å styrke elevenes kunnskaper om UV. Strålevernet leverer også relevant materiale til Klif's nettsted miljostatus.no. Nettsidene har ulike miljøtema, bl.a. om UV og soling, hvor det legges ut fagrelevante videoklipp. Høsten 2010 lages det en nettvideo, hvor en fagperson fra Strålevernet videointervjues om UV-målinger, hvordan disse utføres og hva som er formålet med nettverket. Det vil i årene framover satses videre på undervisning og informasjon, hvor UV-nettverkets målestasjoner danner basis for aktivitetene.

UV-nettverket registrerer UV-eksponeringen mot bakken på utvalgte steder. Ett av målene er å bruke UV-data til å beregne faktisk UV-eksponering for ulike befolkningsgrupper. For å få til dette må det gjennomføres spørreundersøkelser om solingsvaner, som også tar sikte på bl.a. å kartlegge endringer i solingsmønstre, betydningen av informasjonstiltak og handlingsmønster for innhenting av UV-varsler. Disse undersøkelsene kunne vært koblet til UV-persondosimetri for å beregne UV-doser for større deler av befolkningen. UV-nettverket vil være sentralt i dette arbeidet, slik at en har

referansedata for å studere langtidstrender i utviklingen av UV som kan danne basis for informasjonstiltak.

Kreftregisterets data viser et stabilt, høyt antall nye tilfeller av føflekkreft for perioden etter 1990 (15 til 16 per 100.000 blant menn og kvinner, Kreftregisteret, 2009). I Sverige har strålevernsmyndigheten satt som mål at antallet nye hudkrefttilfeller ikke skal være høyere i 2020 enn i 2000. Et lignende ambisjonsnivå bør også gjelde for Norge. For å nå dette målet må det jobbes bredt i forhold til kunnskapsformidling, holdningsskapende arbeid og gjennom utstrakt samarbeid med norske og internasjonale fagmiljøer. Kunnskap om UV-klimaet, basert på UV-nettverket, vil være basis for råd om solbeskyttelse.

8 Oppsummering

- UV-nettverket består av ni stasjoner med UV-instrumenter som dekker representative steder i landet. Nettverket er i full operativ og kvalitetssikret stand, med rutiner for alt fra daglig, lokalt tilsyn til presentasjon av resultater på internett.
- Måleperioden er foreløpig for kort for trendanalyser på grunn av den store variabiliteten i årsdoser, spesielt i femårsperioden 1995-2000. Perioden 1999-2009 viser imidlertid signifikante økninger i årsdosene på 2.6 til 10.2 % for de enkelte stasjonene. For hele perioden 1995/96 – 2009 var det ingen signifikante endringer. Mellom 1997 og 1998 ble det registrert opptil 24 % forskjell i årsdoser for stasjoner i Sør-Norge. To til tre prosent av økningen siste 10 år kan forklares ut fra at satellitobservasjoner i samme periode dokumenterer en svak nedgang i tykkelsen av ozon laget. Resten av økningen, som en særlig ser for de kystnære UV-stasjonene, kan tilskrives mindre skydannelse enn tidligere, og endringer i klimaet generelt.
- Instrumentene holdes i kalibrert stand ved at et reisestandardinstrument fra Strålevernet sendes rundt til stasjonene en gang i året for beregning av nye

kalibreringsfaktorer. Reisestandarden kalibreres mot et sett av stabile standardlamper på optisk lab på Strålevernet og ute i sol mot nettverkets spektralradiometer.

- Instrumenter fra det norske UV-nettverket og instrumenter fra mange lands målenettverk deltok i 2005 i en stor, internasjonal interkomparasjon, arrangert av Strålevernet, med støtte fra WMO og COST-726. Denne FARIN-kampanjen førte til at UV-nettverkene som instrumentene representerte ble harmonisert til et felles-europeisk referansenivå for UVI, basert på QASUME-enheten til PMOD-WRC. Resultatene er publisert i en WMO-rapport og en egen vitenskapelig publikasjon.
- UVI fra stasjonsinstrumentet i Ny-Ålesund ble i 2009 evaluert mot UVI målt med QASUME. Referanseinstrumentene deltok året etter i en interkomparasjon mot QASUME i Oslo. Begge undersøkelsene ble gjennomført som blindtester og viste at instrumentene samsvarte med QASUME innenfor $\pm 1\%$, basert på FARIN-kampanjen i 2005 og årlige kalibreringsrunder.
- UV-indeks og erythem-doser presenteres i nær sann tid på internett og viser også historiske data for de ulike stasjonene. Data gir informasjon om det naturlige variasjonsområdet over tid og hvordan UV varierer geografisk. Fra måledata kan en dessuten beregne ozonmengde og dempning fra skyer, som gjør nettverket relevant for klimastudier.
- Nettverket er unikt i forhold til mange andre UV-nettverk fordi instrumentene har detektorkanaler som samtidig registrerer UV innenfor ulike bølgelengdebånd. Denne spektralinformasjonen er basis for ikke bare beregning av erythem-effektiv UV, men også til klimaparametre som totalozon, og skytetthet. Nettverkets data har derfor både helse- og miljømessige anvendelser. Nettverkets data er også viktig i Strålevernets forvaltningsarbeid, ved at kompetanse

i måleteknikk utvikles og anvendes til eksempelvis kvalitetssikring av målinger utført ved tilsyn av solarier og UV-kilder innen kosmetisk, medisinsk og industriell bruk.

- Måledata fra rundt 14 års kontinuerlige måleserier er gjennom interkomparasjoner dokumentert å være av vitenskapelig høy kvalitet. Måledata er kvalitetssikret og harmonisert med et felles-Europeisk referansenivå.
- Det er viktig å opprettholde fortsatt drift av nettverket. Verdien av et kvalitetssikret nettverk blir større for hvert år, bl.a. fordi lengre tidsserier gjør det mulig å finne statistisk signifikante trender i utviklingen, og fordi måledata gir et sett av referansedata for framtiden. Erfaring fra tidligere målenettverk har vist at nedbygging av kompetanse går fort og at modellering av UV ikke kan erstatte tapte måledata.
- Regnemodeller for UV, som bl.a. brukes til UV-varsling, har blitt stadig bedre, men forutsetter kjennskap til en rekke inngangsdata som i praksis er basert på estimater. Regnemodeller kan derfor ikke erstatte faktiske UV-målinger, men UV-målinger kan være med på å forbedre modellerte data.
- Nettverkets data overføres flere ganger daglig til MET.NO og NILU, og danner basis for justering og kvalitetssikring av UV-varsler.
- UV-data er fritt tilgjengelig for forsknings- og informasjonsmessig bruk og kan lastes ned fra nettverkets internettsider. Data benyttes av ulike tverrfaglige institusjoner, bl.a. knyttet til sammenhengen mellom UV-eksponering og hudkreft, D-vitamin studier, effekter på marine organismer, og til evaluering av regnemodeller for UV. Data er også benyttet internasjonalt gjennom EU-prosjektet COST-726.
- Nettverket danner basis for informasjon knyttet til helseeffekter og solbeskyttelse. Episoder med uvanlig høy UVI har blitt avdekket, og initiert

innspill til media knyttet til råd om ekstra solbeskyttelse.

- UV-varsler for Norge og utvalgte feriemål utarbeides daglig av MET.NO og NILU. Varslene publiseres på yr.no og nilu.no, og presenteres på værmeldingen foran store utfartshelger og i ferien. Målet er at det skal bli like naturlig å sjekke UV-varselet som å sjekke værmeldingen før en går ut.
- Daglige UV-varsler fra MET.NO er evaluert mot UV-nettverkets måledata. Varsler som inkluderer forventet skydekke gir meget godt samsvar, godt innenfor et halvt UVI trinn for stasjoner i lavlandet og ett UVI trinn for høyt fjellet.
- Det er etablert en redaksjonsgruppe, sammensatt av deltaker fra ulike fagmiljøer (Klif, NILU, MET.NO, Kreftforeningen og Strålevernet). Gruppen koordinerer informasjon knyttet til soling, UV-målinger og UV-varsler.

9 Forslag til videre arbeid

- Målenettverket dekker et stort geografisk og topografisk variasjonsområde og har gitt måledata med høy vitenskapelig kvalitet. Data bør derfor gjøres lettere tilgjengelig for miljø- og helserelaterte forskningsformål, nasjonalt som internasjonalt. Det bør derfor legges til rette for å utveksle data til en internasjonal database, eksempelvis World Ozone and UV Radiation Data Centre (WOUDC) i Toronto, Canada.
- Data fra Kreftregisteret viser fortsatt høyt antall nye tilfeller av føflekkreft og andre typer hudkreft. Det er ennå ingen tegn til at forekomsten er på vei ned. Det bør være et mål å få ned antall nye krefttilfeller ved å satse på et bredt informasjonsarbeid rettet mot soling og solingsvaner. Basis i dette arbeidet vil være måledata fra UV-

nettverket, varsler om UV og kunnskap om helseeffekter av UV.

- Holdningsskapende informasjon og undervisningsopplegg om UV og soling, hvor også sosiale medier tas i bruk, vil være viktig i fremtiden. En satsning på sosiale medier er i tråd med statens kommunikasjonspolitik, hvor økt dialog med innbyggerne gjennom digitale kanaler er en uttrykt målsatsning.
- Spørreundersøkelser om solingsvaner peker ut barn og unge og sydenturister som målgrupper i det helseforebyggende informasjonsarbeidet. Svært mange soler seg for mye og er ofte i Syden. Sydenturister er dessuten ofte brukere av solarium. Mer enn halvparten av befolkningen har brent seg, og hver tredje mann har blitt så solbrent at huden har flasket av i løpet av det siste året. Informasjonsarbeidet mot barn og unge og sydenturisme bør derfor styrkes i årene som kommer.
- Tilbakemeldingene fra barnehagene på *En bok om solen* har vært positive så langt. Det bør satses på et nytt opplag beregnet for utsendelse til småskolen.
- Spørreundersøkelser og kampanjer for å følge utviklingen i solingsvaner og kartlegge hvor innsatsen vil ha størst effekt bør gjennomføres. Solingsvaneundersøkelser, kombinert med UV-nettverkets data, gir mulighet for å beregne UV-eksponering til befolkningen.
- Råd om solbeskyttelse bør baseres på oppdatert kunnskap om hvor effektivt ulike solbeskyttelsestiltak virker, som for eksempel bruk av ulike solkremer og plagg. Det bør settes av ressurser til å gjennomføre laboratorietester av produkters solbeskyttelsesfaktor. Videre kan bruk av UV-persondosimetre være et viktig hjelpemiddel til å kartlegge ulike befolkningsgruppers eksponeringsvaner. Til dette arbeidet vil det være nødvendig å anskaffe en UV-solsimulator.

10 Sluttkommentar

Nettverket har hatt stor betydning for det forebyggende informasjonsarbeidet, i undervisnings- og forvaltningssammenheng, utarbeidelse av sikre UV-varsler og ikke minst til kompetanseoppbygging. Nettverket er teknisk og kvalitetsmessig på høyde med de beste og har allerede 14 år kvalitetssikrede data som danner referanse for klimaforskningen videre.

UV-nettverkets instrumenter er snart 15 år gamle og nærmer seg tid for utskiftning. I årene som kommer vil det bli nødvendig å anskaffe nye instrumenter for å unngå redusert kvalitet og kontinuitet i målingene. Av den grunn er det viktig at nettverket får nødvendige ressurser til å opprettholde og styrke kvaliteten i mange år framover. Likeså vil en styrking av informasjonssatsninger være med på få ned de altfor mange tilfellene av helseskader som skyldes overdreven eksponering til naturlig og kunstig sol.

11 Takk til bidragsyttere

Vi vil takke SMHI – Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) for tilgang til UV data beregnet med deres STRÅNG modell. STRÅNG modellen ble utviklet av SMHI, med støtte fra Strålsäkerhets myndigheten i Sverige og det svenske Naturvårdsverket. Data herfra gjorde det mulig å komplettere avbrudd i måleseriene til UV-nettverkets stasjoner.

Videre vil vi takke Meteorologisk institutt (MET.NO) for tilgang til historiske data for skydekke som vi lastet ned fra eKLIMA databasen. Data var verdifulle for beregning av skysvekning og komplettering av avbrudd i måleseriene til UV-nettverket.

Til slutt vil vi takke Jan Asle Olseth ved Geofysisk institutt, UiB, som beregnet normalverdier for klarværs totalstråling ved hver enkelt stasjon. Data gjorde at vi kunne regne om totalstrålingsmålinger fra pyranometerinstrumenter til dempning av UVI under overskyete forhold.

12 Referanser

1. Aalerud TN, Johnsen B. The Norwegian UV monitoring network. StrålevernRapport 2006:4. Østerås: Statens strålevern, 2006. <http://www.nrpa.no/dav/b3f1f0a38e.pdf> (13.01.2011)
2. Bhattarai BK et al. Erythematous dose in Kathmandu, Nepal based on solar UV measurements from multichannel filter radiometer, its deviation from satellite and radiative transfer simulations. Atmospheric Research 2007; 85(1): 112-119.
3. Bhattarai BK. Factors affecting solar ultraviolet radiation. PhD thesis. Doktoravhandling ved NTNU 2007:61. Trondheim: Norges teknisk naturvitenskapelige universitet, Institutt for fysikk, 2007.
4. Kreftregisteret. Cancer in Norway 2008: Cancer incidence, mortality, survival and prevalence in Norway. Oslo: Kreftregisteret, 2009. <http://www.kreftregisteret.no/Global/26-01-2010%20Dok%20til%20web%20ferdig.pdf> (13.01.2011)
5. Carlson T. UV-stråling i Norge. Satellitestimater, modellestimater og bakkemålinger. Hovedfagsoppgave i meteorologi. Bergen: Universitetet i Bergen, Geofysisk institutt, 2007. <https://bora.uib.no/bitstream/1956/1294/1/Masteroppgave-carlson.pdf> (13.01.2011)
6. Dahlback A. Measurements of biologically effective UV doses, total ozone abundances, and cloud effects with multichannel, moderate bandwidth filter radiometers. Applied Optics 1996; 35(33): 6514-6521.
7. Edvardson K et al. The solar UV radiation level needed for cutaneous production of vitamin D3 in the face. A study conducted among subjects living at a high latitude (68° N). Photochemical and Photobiological Sciences 2007; 6(1): 57-62.
8. Farman JC, Gardiner BG, Shanklin JD. Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction. Nature 1985; 315: 207-210.
9. Gröbner J et al. Quality assurance of solar UV irradiance in the Arctic. Photochemical and Photobiological Sciences 2010; 9: 384-391.
10. Hannevik M et al. Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge. Årsrapport for 1996 og 1997. StrålevernRapport 1998:10. Østerås: Statens strålevern, 1998. <http://www.nrpa.no/dav/a31fd89223.pdf> (13.01.2011)
11. Henriksen T et al. Ultraviolet radiation and skin cancer effects of an ozone layer depletion. Photochemistry and Photobiology 1990; 51(5): 579-582.
12. Johnsen B, Hannevik M, eds. The 1995 intercomparison of UV- and PAR instruments at the University of Oslo. Strålevern Rapport 1997:7. Østerås: Statens strålevern, 1997. <http://www.nrpa.no/dav/cba774c019.pdf> (13.01.2011)
13. Johnsen B et al. The Norwegian UV monitoring network. Period 1995/96 to 2001. StrålevernRapport 2002:4. Østerås: Statens strålevern, 2002. <http://www.nrpa.no/dav/7dc81f9181.pdf> (13.01.2010)
14. Johnsen B et al. Intercomparison and harmonization of UV index measurements from multiband filter radiometers. Journal of Geophysical Research 2008; 113, doi:10.1029/2007JD009731.
15. Mayer B, Kylling A. Technical note: The libRadtran software package for radiative transfer calculations: Description and examples of use. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions 2005; 5: 1855-1877.
16. Medhaug I. Reconstruction of UV-radiation and its potential implications on development of skin cancer. Master thesis in meteorology. Bergen: Universitetet i Bergen, Geofysisk institutt, 2007. [31](http://www-med-</div><div data-bbox=)

- physik.vu-wien.ac.at/uv/COST726/COST726_Da teien/results/Masterthesis_Iselin_Medh aug.pdf (13.01.2011)
17. Medhaug I, Olseth JA, Reuder J. UV radiation and skin cancer in Norway. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 2009; 96: 232–241.
 18. Myhre CL et al. Monitoring of the atmospheric ozone layer and natural ultraviolet radiation. Annual report 2009. SPFO-rapport: 1080/2010. Norsk.institutt for luftforskning. 2010.
 19. Norvang LT et al. Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge: Årsrapport for 1998 og 1999. StrålevernRapport 2000:4. Østerås: Statens strålevern, 2000. <http://www.nrpa.no/dav/ea3f029dba.pdf> (13.01.2011)
 20. Sjølingstad BB. Reconstruction of UV radiation: UV exposure of the Arcto-Norwegian cod egg population, 1957-2005. Master thesis meteorology. Bergen: Universitetet i Bergen, Geofysisk institutt, 2007. http://www-med-fysik.vu-wien.ac.at/uv/COST726/COST726_Da teien/results/Masterthesis_Brynhild_Berge_Sjoli.pdf (13.01.2011)
 21. Sætre O. Målt og modellert UV stråling i Bergen. Masteroppgave i meteorologi. Bergen: Universitetet i Bergen, Geofysisk institutt, 2006. <https://bora.uib.no/bitstream/1956/1133/1/S%20a6tre.pdf> (13.01.2011)
 22. UNEP. Environmental effects panel report. Nairobi: United Nations Environment Program, UNEP 1989.
 23. UNEP. Environmental effects of ozone depletion: 1991 Update. Nairobi: United Nations Environment Program, UNEP, 1991.
 24. UNEP. Environmental effects of ozone depletions and its interactions with climate change: 2006 assessment. Nairobi: United Nations Environment Program, UNEP, 2006.
 25. Verdebout J. Estimating natural UV personal exposure with radiative transfer calculations. *Radiation Protection Dosimetry* 2010; 141(3): 275-282.
 26. Weatherhead EC et al. Detecting environmental changes and trends. *Physics and Chemistry of the Earth* 2002; 27: 399-403.
 27. WHO. Global solar UV index. WHO Fact Sheet No. 133. Revised 1998. Geneva: World Health Organization, 1998. <https://apps.who.int/inf-fs/en/fact133.html> (13.01.2011)
 28. WMO. Johnsen B et al. Intercomparison of global UV index from multiband filter radiometers: Harmonization of global UVI and spectral irradiance. GAW report no. 179 / WMO/TD-No. 1454. Geneva: World Meteorological Organization, 2008. <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/GAW179-WEB.pdf> (13.01.2011)

13 Vedlegg

13.1 Årsdoser

Tabell 13-1 Årsdoser i kJ/m². (NaN betyr at instrumentet ikke har vært operativt i perioden).

	Ny-Ålesund	Tromsø	Andøya	Trondheim	Bergen
1995	198.9	225.3	NaN	NaN	NaN
1996	215.4	266.5	NaN	317.5	324.7
1997	214.6	275.7	NaN	339.8	329.4
1998	215.1	255.4	NaN	288	273.6
1999	184.3	222.3	NaN	314	304.6
2000	221.5	NaN	240.8	310.5	306.2
2001	211	NaN	227.5	303.4	308.3
2002	214.7	NaN	259.6	340.6	317.8
2003	184.3	NaN	243.1	321.9	305.8
2004	201.5	NaN	240.2	325.8	314
2005	209.4	NaN	243	291.4	296.8
2006	184.5	NaN	222.7	320.5	333.8
2007	219	NaN	255.8	313.5	314.3
2008	212.9	NaN	261.7	338.3	346.8
2009	229.4	NaN	259	332.4	326.1

	Finse	Kise	Blindern	Østerås	Landvik
1995	NaN	NaN	372	NaN	NaN
1996	502.9	377.2	374.2	NaN	416.9
1997	620.7	392.7	398.1	NaN	425.8
1998	475.7	316.9	311.2	NaN	328.9
1999	523.2	356.3	353.2	355.4	365.4
2000	505.6	345.4	351.3	354.6	370.2
2001	477.7	341.4	357.3	360.5	379.6
2002	450.6	355.6	366.8	381.6	370.9
2003	480.8	358.5	359.2	376.3	378.3
2004	475.7	357.6	362.8	371.1	394.2
2005	514.1	353	354.4	361.5	384.1
2006	497.2	366.8	365.1	377.1	393.7
2007	532	356.1	352.7	355.1	393.3
2008	519.4	365.4	371.4	371.2	413
2009	501.2	369	365.3	371.3	399.7

13.2 Kreftforeningens solvettregler



Figur 13-1 Informasjonssjette fra Kreftforeningen.

13.3 Forkortelser

COST	Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research
ECWMF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
eKLIMA	MET.NO's klimadatabase
FARIN	Factors Affecting UV Radiation in Norway. Også navn på målekampanjen.
GFI	Geofysisk institutt, ved UiB
GUV	Groundbased UV Radiometer
HOD	Helse og omsorgsdepartementet
INTERSUN	WHO's Global UV Project
Klif	Klima og forurensningsdirektoratet
MET.NO	Meteorologisk institutt

Nfr	Norges Forskningsråd
NILU	Norsk institutt for luftforskning
NRPA	Norwegian Radiation Protection Authority (Statens strålevern)
OMI	Ozone Monitoring Instrument
PMOD	Physikalisch Meteorologisches Institut Davos
QASUME	Quality Assurance of Spectral Ultraviolet Measurements in Europe Through the Development of a Transportable unit
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
STRÅNG	Regnmodell som gir solstrålingsdata for Nord-Europa på griddet form
SZA	Solar Zenith Angle. Solens vinkel beregnet fra senit.
TOMS	Total Ozone Mapping Spectrometer
UIO	Universitetet i Oslo
UIB	Universitetet i Bergen
UNEP	United Nations Environment Program
UTC	Coordinated Universal Time
UVI	UV-indeks
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
WOUDC	World Ozone and UV Radiation Data Centre
WRC	World Radiation Center

13.4 Aktuelle nettadresser

Strålevernet:

www.nrpa.no

www.nrpa.no/uvnett

NILU:

<http://uv.nilu.no/>

<http://www.nilu.no/>

Klif:

<http://www.klif.no>

<http://www.miljostatus.no/>

MET.NO:

www.met.no

<http://www.yr.no/>

Kreftforeningen:

<http://www.kreftforeningen.no/forebygg/sol>

Globale ozonkart fra Environment Canada:

http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/e/ozone/Curr_allmap_g.htm

Ozondata fra satellitt observasjoner

http://jwocky.gsfc.nasa.gov/ozone/ozone_v8.html

Modellerte UV-data fra SMHIs STRÅNG modell

<http://produkter.smhi.se/strang/extraction/index.php>

Meteorologisk institutts historiske vær- og klimadata, eKLIMA:

http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL

LibRadTran, regnmodell for UV

<http://www.libradtran.org/doku.php>

Database for COST-726:

<https://bscw.ilmenau.baw.de/bscw/bscw.cgi/4837708>

Hjemmeside for COST-726

<http://www-med-physik.vu-wien.ac.at/uv/cost726/cost726.htm>

QASUME

<http://lap.physics.auth.gr/qasume/>



Statens strålevern

Norwegian Radiation Protection Authority

StrålevernRapport 2011:1

Virksomhetsplan 2011

StrålevernRapport 2011:2

Måling av naturlig ultrafiolett stråling i Norge