

# Beskrivning av delprogrammet ”Ozonskiktets tjocklek”

---

## 1. Övergripande beskrivning av delprogrammet, förutsättningar m.m.

### 1.1 Kort beskrivning av delprogrammet

Regelbunden övervakning av ozonskiktets tjocklek (totalozon) utförs vid två platser i Sverige, i Norrköping sedan 1988 och i Vindeln sedan 1991. Granskade resultat är tillgängliga via [www.smhi.se](http://www.smhi.se) och rådata via utföraren vid SMHI. Data rapporteras även internationellt till World Ozone and Ultraviolet Data Centre (WOUDC). Årlig rapportering görs till uppdragsgivaren Naturvårdsverket enligt deras rutiner.

Jämförelser med äldre svenska data görs fortlöpande för att snabbt kunna rapportera eventuella avvikelser. Kvalitetssäkring uppnås genom dagliga och månatliga tester lokalt samt genom regelbundna internationella kalibreringar med spårbarhet till världsreferenserna för ozoninstrument. Dessutom görs fortlöpande jämförelser med satellitmätningar.

### 1.2 Mål och syfte

I samband med att hotet mot ozonskiktet blev alltmer uppenbart under 1970–80-talen tillkom *Wienkonventionen till skydd av ozonskiktet* 1985 samt *Montrealprotokollet* 1987 och senare dess tillägg. Inom ramen för dessa behövdes nationella och internationella mätningar av ozonlagrets tillstånd. Detta för att få en uppfattning om hur stor omfattningen var av hotet mot ozonskiktet, hur mycket det hade minskat och hur snabbt förändringen skedde. De ozonmätningar (internationellt) som fanns i slutet av 1980-talet var av mycket varierande kvalitet och de första bearbetningarna som gjordes av mätdata visade klart att kvalitetsarbetet ofta hade försummats. För närvarande behövs mätningarna av följande skäl:

- följa ozonskiktets utveckling nationellt (stora regionala variationer)
- erbjuda data i nära realtid för validering av UV-modeller (UV-index) och satellitdata
- bidra till det internationella utbytet med kvalitetssäkrade data eftersom ozonlagrets uttunning är ett globalt miljöproblem.
- nationell information om tillståndet för ozonskiktet och uppföljning av miljökvalitetsmålet för Ozonskiktet.

För att uppnå detta krävs dagliga mätningar av totalozonet. Två platser i Sverige kan anses vara lämpligt med tanke på totalozonets rumsliga variabilitet och risken för avbrott i mätningarna.

Riksdagen har beslutat om sexton nationella miljökvalitetsmål varav två är *Skyddande ozonskikt* och *Säker strålmiljö*. Indikatorer på tillståndet är att fortlöpande mäta de starkt kopplade storheterna ozonskiktets tjocklek och mängden UV-strålning. En mycket viktig komponent är också att tillhandahålla aktuell och korrekt information till beslutsfattare, media och allmänheten. Det senare har drivit på framtagandet av ett UV-index och att informationen görs löpande tillgänglig via Internet.

### **1.3 Styrdokument – undersökningar/undersökningstyper**

Delprogrammet ligger inom programrådet Luft och heter Ozonskiktets tjocklek. Undersökningen/uppdraget: Totalozonmätningar.

#### **1.3.1 Övriga styrdokument**

Metodiken för att mäta totalozon har sedan länge utvecklats internationellt. Metoder för kalibrering, kvalitetssäkring och datarapportering är i många fall standardiserade även om det finns en del kvar att göra. WMO (World Meteorological Organization) ger ut rekommendationer för hur detta skall gå till och arrangerar internationella instrumentinterkomparationer.

Viktiga referenser för övervakningens genomförande är Dobson (1957), Komhyr (1980), Basher (1982) och instrumentmanualer.

Framtagandet av UV-index blev standardiserat 1994 då måttet harmoniserades efter rekommendationer från WMO, WHO och ICNIRP.

### **1.4 Beställare, ansvarig utförare samt styrning och förankringsprocesser**

SMHI ansvarar för mätningarna på uppdrag av Miljöövervakningsenheten vid Naturvårdsverket.

Kontaktperson vid SMHI: Weine Josefsson, SMHI, 601 76 Norrköping, tel. 011- 495 81 83, epost: [weine.josefsson@smhi.se](mailto:weine.josefsson@smhi.se)

I avsnitt 1.6 framgår bakgrunden till intresset för att övervaka det stratosfäriska ozonskiktet. För Naturvårdsverkets uppföljning av det nationella miljökvalitetsmålet är totalozonet och UV-strålningen lämpliga indikatorer på tillståndet.

Att SMHI fick uppdraget 1988 berodde sannolikt på innehavet av ett lämpligt instrument och erfarenhet att bedriva denna typ av mätningar regelbundet. Även internationellt är det vanligt att dessa mätningar utförs vid meteorologiska institut under WMO:s överinseende. Det finns alternativa metoder för ozonmätning, än de som utförs vid SMHI, men den valda är den vanligaste och mest standardiserade. Detta är viktigt

med tanke på kontinuitet samt homogenitet i tiden och jämförbarhet med andra mätplatser. Metodik och kvalitetssäkringsmetoder finns framtagna och dokumenterade för den använda mätmetoden. Våra två stationer blev omgående en del utav ett internationellt nät, WMO Global Ozone Observing System (GO<sub>3</sub>OS), med regelbundet datautbyte.

Hur totalozon skall mätas och hur data rapporteras inom GO<sub>3</sub>OS är reglerat. Metoder för kvalitetssäkring finns framtagna och är dokumenterade, vilket är en stor fördel. Det finns även grupper där en viss utveckling av metodik, kalibrering och kvalitetssäkring bedrivs.

Exempel, där SMHI deltar eller håller sig informerad, är Brewer Workshops, Nordic Ozone and UV Group (NOG) samt i planeringen för ett europeiskt kalibreringscentrum för Brewer ozonspektrofotometrar. I april 2013 startade en COST-aktivitet, Eubrewnet, där SMHI har deltagit. Syftet var att harmonisera mätningarna och kalibreringarna med Brewerinstrument i Europa. Denna typ av samarbete är inte enkel, men många viktiga steg har tagits. Det finns nu ett frö till ett europeiskt nät och det har även genomförts ett antal gemensamma kalibreringar i södra Spanien. SMHI har dock inte deltagit i dessa, främst för att undvika avbrott i mätserierna.

SMHI har, på uppdrag av Naturvårdsverket, även deltagit ett antal gånger i Ozone Research managers meetings of the Parties to the Vienna Convention (ORM).

## 1.5 Finansiering och kostnad

Finansiering sker uteslutande genom anslag från Naturvårdsverket. Anslaget för delprogrammet är 585 000 kronor/år för budgetåren 2017 och 2018.

## 1.6 Användare och användningsområden

Numerärt är sannolikt allmänheten och media den mest frekventa användaren. Tyvärr saknas tillförlitlig statistik över antalet besökare på ozon och UV-sidorna under [www.smhi.se](http://www.smhi.se).

När det gäller e-post till utföraren med frågor kring ozon och UV så har dessa minskat från flera hundra per år under 1990-talet till cirka 40 stycken per år under de senaste åren. Antalet telefonsamtal som specifikt rör detta ämne är omkring 10 stycken per år.

Den långsiktiga användningen är uppföljning av miljökvalitetsmålet *Ett skyddande ozonskikt*. Mätningar av ozonskikt och UV-strålning används av Naturvårdsverket och Strålsäkerhetsmyndigheten för miljömålsuppföljning. Även en del forskare torde använda materialet.

Eftersom data kan hämtas via nätet går det inte att identifiera enskilda användare, men totalozondata kan användas för att modellera UV-strålning och UV-index. Vi har även bidragit till valideringsdata för satellitbaserade instrument.

Data som levererats till WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Data Centre) kan användas av vem som helst. Tänkbara områden är verifikation av satellitsensorer och globala studier där svenska data är en del.

## 1.7 Uppföljning av syfte

Eftersom merparten av atmosfärens ozon befinner sig på hög höjd är den relativa variationen av totalozonet tämligen storskalig. Totalozonet uppvisar, på svenska breddgrader, ofta förändringar som är större än 10-20% från en dag till nästa, särskilt under vinterhalvåret. Även rumsligt är variationerna av denna storleksordning.

Om man exempelvis beräknar korrelationen löpande under 11 dygn mellan Vindeln och Norrköping kan den vara över 0,8 för en del perioder men negativ för andra. Slutsatsen av detta är att det behövs minst två mätplatser för Sverige och helst minst ett mätvärde per dygn. Det senare är inte alltid möjligt framförallt under vintern då mätsignalen ofta är för svag.

Den stora naturliga variabiliteten i totalozon både i rum och i tid medför att man måste ha tillgång till ett stort antal mätplatser i världen och långa tidsserier för att säkert kunna uttala sig om eventuella trender. Detta understryker betydelsen av internationellt samarbete och datautbyte.

Under senare år har det uppmärksammats alltmer att den pågående klimatförändringen påverkar förhållandena i stratosfären där ozonskiktet befinner sig. Temperaturen där har sjunkit vilket påverkar de ozonnedbrytande processerna. Det finns alltså en koppling mellan ozon och klimatfrågan, som inte bara berör de potenta växthusgaserna CFC (klor-fluor-karboner), vilka fasas ut som en följd av Montrealprotokollet.

En annan intressant ozon-klimat-koppling som uppmärksammats på senare år är att den pågående klimatförändringen kommer att öka atmosfärens cirkulation i stratosfären. Enligt atmosfärsmodellerna kommer transporten av nybildat ozon över tropikerna att föras allt snabbare mot polerna; inom forskningsområdet kallas detta för att Dobson-Brewer-cirkulationen förstärks. Följden av detta blir att vi i framtiden kommer att få aningen tjockare ozonskikt över högre breddgrader medan det samtidigt blir lite tunnare över lägre breddgrader. I tropikerna är ju UV-strålningen redan mycket hög och denna prognos antyder alltså att den kan bli ännu högre. Att den samtidigt blir något lägre över höga bredder bör inte vara så allvarligt även om det finns en del farhågor över minskad bildning av vitamin-D.

## 2. Information som erhålls inom delprogrammet

### 2.1 Stationsnät

Två stationer för mätning av totalozon finns i Sverige, Vindeln och Norrköping. De ingår i ett internationellt nätverk Global Ozone Observing System (GO<sub>3</sub>OS) inom Global Atmosphere Watch (GAW), med regelbundet datautbyte, se tex

<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone/index.html>

<http://gaw.empa.ch/gawsis/>

Vindeln	64.24°N	19.77°E	225 m 1991-
Norrköping	58.58°N	16.15°E	43 m 1988-

## 2.2 Variabler

Storheten *totalozon* är ett mått på den integrerade mängden ozon i en vertikal pelare på mätplatsen. Enheten, som används internationellt, kallas *Dobson Unit* (DU). I Sverige varierar totalozonet normalt mellan 200 och 550 DU. Mätmetodiken och hur totalozonvärdet beräknas utifrån råa data finns beskrivet i exempelvis Komhyr (1980) och Basher (1982).

Osäkerheten i mätningarna beror av flera faktorer och är bland annat beroende av molnigheten och solhöjden. Enskilda värden i databasen har därför varierande osäkerhet, sannolikt i intervallet 2-5%. Precisionen är något bättre. Vid låga solhöjder och tjocka moln är signalen svag och därmed ökar osäkerheten. En utförlig genomgång av ämnet finns i Basher (1982). Observationerna under en dag sällas manuellt för att undvika data där moln eller andra faktorer synbart har inverkat på kvalitén. Bland de utvalda observationerna, väljs ett värde om möjligt nära sann middag (när solen står som högst), för att representera dagens ozonskikt. Två anledningar finns till detta val. Dels är kvalitén generellt bättre vid hög solhöjd och dels är UV-strålning vanligen som högst vid sann middag.

Osäkerheten i mätningar gjorda vid låg solhöjd med fokuserade solmetoden beskrivs av Josefsson (1992) och osäkerheten för de speciella zenitmätningarna som görs mot himlen av Josefsson och Ottosson Löfvenius (2008).

## 2.3 Kringinformation som samlas in i delprogrammet

För flertalet dygn finns det fler än en observation. Dessa data finns delvis sammanställda för ett antal år. Det har också utförts, ungefär en gång per timme, mätningar av UV-spektra med några instrument. Dessa spektra finns att tillgå från SMHI för några utvalda perioder då kalibrering för denna typ av mätning har utförts regelbundet.

Vid mätplatsen i Norrköping utför SMHI mätningar av solstrålning, AOD (aerosol optical depth), temperatur, vind, tryck m.m.. Information om dessa data kan erhållas direkt från SMHI.

Vid mätplatsen i Vindeln (Svartbergets försökspark) görs mätningar av solstrålning, nettostrålning, temperatur, vind, marknära ozon m.m. se till exempel den årliga rapporten av Ottosson Löfvenius (2011).

## 2.4 Information som krävs från andra delprogram

Det finns för närvarande inga krav på information från andra delprogram.

Av intresse är att ha tillgång till andra mätningar av totalozon för att snabbt kunna upptäcka och bedöma rimligheten i avvikande mätvärden. Normalt sett rapporteras totalozon med ganska lång fördröjning (någon eller några månader) till WOUDC.

Det finns totalozondata observerat från satellit, dessa värden kan laddas ner direkt via webben.

## 2.5 Använda modeller

I det löpande arbetet används empiriska modeller för att erhålla data under molniga förhållanden. Tyvärr är de inte generella utan dessa så kallade "zenitrelationer" tas fram och kontrolleras löpande för varje instrument och mätplats. Det finns även ett kraftigt beroende av markytans reflektans i dessa zenitrelationer. Principen för detta finns beskriven i Dobson (1957).

Inom ett specialprojekt från Naturvårdsverket fick vi möjligheten att ta fram en förbättrad zenitrelation för Dobsoninstrumentet i Vindeln, se Josefsson, Ottosson Lövvenius (2008). Därmed kan denna typ av mätmetod användas genomgående med känd osäkerhet. Samma metodik har därefter använts med framgång för att ta fram motsvarande zenitrelation för Brewerinstrumentet i Norrköping. Emellertid återstår det att ta fram motsvarande förbättrad zenitrelation för Brewerinstrumentet i Vindeln.

# 3. Organisation, kvalitetsrutiner och ansvarsfördelning

## 3.1 Ansvar för delprogrammets utformning samt administration och genomförande

Projektansvarig: Weine Josefsson, SMHI

Mätningar i Norrköping: Weine Josefsson och Thomas Carlund

Mätningar i Vindeln: Mikael Ottosson Lövvenius och Pernilla Lövvenius, SLU

Tekniskt stöd: -

Kvalitetsansvarig: Weine Josefsson

Utvärdering: Weine Josefsson och Thomas Carlund

Datalagring: Nationell datavärd SMHI, Internationell datavärd: WOUDC

Resultatredovisning: Weine Josefsson (rapport och hemsida)

## 3.2 Kvalitetsrutiner och ansvarsfördelning

### 3.2.1 Provtagning och analys

Mätningarna med Brewerinstrumenten i Norrköping och i Vindeln samlas in och analyseras av Weine Josefsson, SMHI. I Vindeln mäter Mikael Ottosson Löfvenius och Pernilla Löfvenius, SLU, med Dobsoninstrumentet och de sköter vid behov även om Brewerinstrumentet där.

### 3.2.2 Utvärdering och resultatredovisning

Data från Brewerinstrumenten samlas normalt in ett par gånger i veckan. De granskas manuellt och ett dagsvärde väljs ut och läggs in i en fil av Weine Josefsson, SMHI. I Vindeln ombesörjer Mikael Ottosson Löfvenius och Pernilla Löfvenius, SLU att Dobsoninstrumentets mätningar bearbetas och totalozonet beräknas i direkt anslutning till mätning. Observationen sker manuellt och handskrivna protokoll med avläsningar och beräkningar lagras i arkiv på Svartbergets fältstation. Data lagras även i en datafil som vidarebefordras till SMHI. Vissa år sker skriftlig rapportering av resultatet från båda stationerna till Naturvårdsverket enligt skriven överenskommelse.

### 3.2.3 Datalagring

Rådata inklusive testdata och de dagliga filerna lagras varje månad i SMHIs databas. Utföraren vid SMHI fungerar även som datavärd för dessa data. De dagliga filerna skickas till WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Data Centre, <http://www.woudc.org/>) samt görs även tillgängliga på [www.smhi.se](http://www.smhi.se) under fliken Data och länken Ozon i stratosfären. Detta sköts av Weine Josefsson, SMHI.

### 3.2.4 Kvalitetskontroller

Enligt rekommendation från WMO bör interkomparationer göras med minst 2-4 års mellanrum. Detta ger spårbarhet till världsreferenserna för totalozonmätning. För Brewerinstrumenten uppfyller vi detta genom kalibreringen vart tredje år, men för Dobsoninstrumentet är intervallen längre. Ansvarig är Weine Josefsson, SMHI.

Att Dobson instrumentet inte kalibreras lika ofta kan motiveras utifrån att det har visat sig att instrumentet, som hela tiden befinner sig inomhus, har varit väldigt stabilt under åren. Det har upprustats så tillvida att optiken har gått igenom och speglarna och all elektronik har bytts. Efter denna genomgång bör Dobsoninstrumentet vara i gott skick i ytterligare 20 år. Nästa kalibrering kommer nog att ske omkring år 2021.

För att detektera förändringar i instrumentens responsivitet (känslighet) mellan interkomparationerna utförs mätningar mot standardlampor. Detta görs dagligen för Brewerinstrumentet, som har en inbyggd lampa (ansvarig Weine Josefsson, SMHI), och månatligen för Dobsoninstrumentet, där man nyttjar externa lampor (ansvarig Pernilla Löfvenius, SLU). Halvårsvis görs dessutom kontroll mot ytterligare en lampa och årligen sker kontroll mot fyra lampor. Instrumentens våglängdsinställning kontrolleras med hjälp av kvicksilverlampor. Dobson i samband med varje mätning och Brewerinstrumenten flera gånger dagligen.

Instrumenten behöver även en teknisk service regelbundet samt rengöring till exempel putsning av vissa optiska delar. Daglig tillsyn av Brewerinstrumentens ingångsoptik (fönster och kupol) är nödvändig för att se till att dessa inte är täckta av snö, smuts eller andra beläggningar. Ytterligare gäller att man för Brewerinstrumenten med jämna

mellanrum kontrollerar att solföljningen fungerar. För detta ändamål finns speciella titthål där man kan se om solstrålningen leds in korrekt i instrumentet eller inte.

En mycket viktig insats är regelbundet byte av torkmedel för att undvika fuktproblem. Under många år gjordes detta för Brewerinstrumenten då en fuktindikator som visade en blå fläck när fukten var låg övergick till rosa när fuktigheten hade ökat. Sedan senaste kalibreringen och servicen har en fuktgivare installerats och numera kan vi varje dag avläsa den relativa luftfuktigheten. Detta har givit oss en bättre kontroll över när det är dags att byta torkmedel.

Kretskort och elektriska delar går sönder och måste bytas. Vid dessa händelser uppstår ibland följdfel som påverkar mätsystemet. Att då kunna kontrollera att instrumentets känslighet och kalibrering inte ändrats är av största vikt.

Enskilda datas kvalitet bedöms även subjektivt. För Dobsoninstrumentet sker detta vid själva infångandet. Mätproceduren är manuell och utföraren kan göra en rimlighetsuppskattning och om det förefaller fel kan ytterligare observationer utföras. Datafångsten med Brewerinstrumenten sker automatiskt och då görs även en grov selektion av data via programvara. Det slutliga urvalet görs dock manuellt för att undvika grova fel, framför allt för att undvika data som uppmätts vid ogynnsamma molnförhållanden.

Dokumentation av dagliga tester och de glesare interkomparationerna återfinns i de regelbundet sammanställda rapporter som utgivits över projektet. Åtgärder vid databortfall och driftsstörningar beskrivs. Dessa dokument är listade under avsnittet Referenser. Detaljerad dokumentation förvaras under några år hos utföraren.

## 4. Tillgänglighet och dokumentation

### 4.1 Data/Resultat

Dagliga data finns hos datavärden SMHI och är fritt tillgängliga via <http://www.smhi.se>. Uppdatering sker ungefär en gång per vecka.

Data finns även att få från WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Data Centre) [http://www.woudc.org/index\\_e.html](http://www.woudc.org/index_e.html). Från SMHI skickas data dit en till två månader i efterhand. Före 2012 skedde uppdatering av WOUDCs databas inom någon vecka, men på grund av besparingar i Kanada verkar uppdateringen numera ske mer sparsamt.

### 4.2 Rapporter/Produkter

Utgivna rapporter listas i referenslistan. Tidigare producerades en rapport årligen som presenterade instrumentens status och mätresultat inklusive dagliga värden. Med begränsade medel samt i åtanke att data och information sprids snabbare via Internet så sker rapportskrivning numera glesare. Den skriftliga rapporten är dock viktig för att



säkerställa dokumentation på lång sikt. Den årliga verksamhetsrapporten till Naturvårdsverket står för en tätare kontinuitet för att följa händelser i projektet.

### **4.3 Dokumentation av delprogrammet**

Den använda mätmetodiken finns beskriven i t.ex. Komhür (1980) och Josefsson (1986). I årsrapporter (sakrapporter) och verksamhetsrapporter till uppdragsgivaren beskrivs händelser och detaljer av vikt för projektet. Det kan exempelvis vara utfall av interkomparationer eller hur driftavbrott påverkar datafångsten. Detaljerade resultat från interkomparationer finns hos utföraren.

Under 2016 rapporterades även delprogrammet i Programområde Luft Sakrapport för 2015; Sjöberg et al. (2016).

### **4.4. Revision av kvalitetsdeklarationen**

Kvalitetsdeklarationen uppdateras/revideras i samband med avtalsskrivning. Ansvarig för initiering av revideringen är programområdesansvarig vid Naturvårdsverket och för utförandet Weine Josefsson, SMHI.

## **5. Övrigt**

--

## **6. Definitioner**

--

## **7. Referenser**

Basher R. (1982), Review of the Dobson Spectrophotometer and its Accuracy, WMO Global Ozone Research Monitoring Project, Report No.13, WMO, Geneva.

Dobson G.M.B. (1957), Observers handbook for the ozone spectrophotometer, in *Ann. International Geophysical Year*, Vol.5, Pergamon, London, pp.180-191.

Josefsson W. (1986), Solar Ultraviolet Radiation in Sweden, RMK No.53, SMHI, October 1986.

Josefsson W. (1988), Measurements of the Total Ozone in the Nordic Countries, SMHI Meteorologi, No.18, April 1988.

Josefsson W. (1988), Mätning av totalozon, SMHI Meteorologi, No.43, December 1988.

Josefsson W. (1990), Measurements of Total Ozone 1989, SMHI Meteorologi, No.16, March 1990.

Josefsson W. (1990), Upprustning av Ozonspektrofotometern Dobson #30, SMHI Meteorologi, No.51, oktober 1990.

Josefsson W. (1991), Measurements of Total Ozone 1990, PMK-rapport, SNV, 91-620-3944-x, 1991/06.

Josefsson W. (1992), Measurements of Total Ozone 1991, PMK-rapport, SNV, Solna, 91-620-4093-6, 1992/10.

Josefsson W.A.P. (1992), Focused Sun Observations Using a Brewer Ozone Spectrophotometer, *J. Geoph. Res.*, Vol. 97, No.D14, pp.15,813-15,817, Oct 20.

Josefsson W. och Zuber A. (1993), Ozonskiktet, vårt livsviktiga skydd - övervakas varje dag, pp.1-4, *Mätbladet*, Nr 15, Nov 93, SNV, S-171 85 Solna.

Josefsson W. (1993), Measurements of Total Ozone 1992, PMK-rapport, SNV, Solna, 1993/10.

Josefsson W. (1996), Measurements of total ozone, National Environmental Monitoring 1993/94, Swedish Environment Protection Agency, ISBN 91-620-4405-2, Stockholm 1996/01.

Josefsson W. and J-E. Karlsson (1997), Measurements of total ozone 1994-1996, SMHI Reports Meteorology and Climatology, RMK No.79, Sep 1997, ISSN 0347-2116.

Josefsson W. (2000), Measurements of total ozone 1997-1999, SMHI Reports Meteorology and Climatology, RMK No.91, Sep 2000, ISSN 0347-2116.

Josefsson W. (2003), Measurements of total ozone 2000-2002, [http://www.smhi.se/kund\\_t/ozon/data/sakrapport-2000-2002.pdf](http://www.smhi.se/kund_t/ozon/data/sakrapport-2000-2002.pdf)

Josefsson W. (2006), Measurements of total ozone 2003-2005, [http://www.smhi.se/kund\\_t/ozon/data/sakrapport-2003-2005.pdf](http://www.smhi.se/kund_t/ozon/data/sakrapport-2003-2005.pdf)

Josefsson W. and Ottosson Löfvenius M. (2008), Total ozone from zenith radiance measurements - An empirical model approach, Meteorologi Nr. 130, ISSN 0283-7730, SMHI, Meteorology. <http://www.smhi.se/publikationer/total-ozone-from-zenith-radiance-measurements-an-empirical-model-approach-1.1736>

Josefsson W. and Ottosson Löfvenius M. (2009), Measurements of total ozone 2006-2008, Meteorologi Nr.136, ISSN 0283-7730 SMHI Meteorology. [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.6324!meteorologi\\_136%5B1%5D.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.6324!meteorologi_136%5B1%5D.pdf)

Josefsson W. and Ottosson Löfvenius M. (2012), Measurements of total ozone 2009-2011, Meteorologi Nr.149, ISSN 0283-7730 SMHI Meteorology.  
<http://www.smhi.se/publikationer/measurements-of-total-ozone-2009-2011-1.21060>

Josefsson W. , Ottosson Löfvenius M. and P. Löfvenius (2016), Measurements of total ozone 2012-2015, Meteorologi Nr.161, ISSN 0283-7730 SMHI Meteorology.  
<https://www.smhi.se/publikationer/publikationer/measurements-of-total-ozone-2012-2015-1.107596>

Komhyr W.D. (1980), Operations handbook – Ozone observations with a Dobson spectrophotometer, WMO Global Ozone Research Monitoring Project, Report No.6, WMO, Geneva.

Komhyr W.D. and Evans R.D. (2008), Operations handbook – Ozone observations with a Dobson spectrophotometer, WMO Global Ozone Research Monitoring Project, Revised by Robert D. Evans 2008, GAW Report No.183, WMO, Geneva.  
<https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/GAW183-Dobson-WEB.pdf>

Ottosson Löfvenius M. (ed). 2011. Referensmätning av klimat vid skogliga försöksparkerna. Årsrapport 2010. SLU, Vindelns försöksparker.

Sjöberg Karin, Eva Brorström-Lundén, Helena Danielsson, Malin Fredricsson, Katarina Hansson, Gunilla Pihl Karlsson, Annika Potter, Ingvar Wängberg, Jenny Kreuger, Therese Nanos, Elin Paulsson, Hans Areskoug, Heléne Alpfjord, Camilla Andersson och Weine Josefsson (2016), Nationell luftövervakning, Sakrapport med data från övervakning inom Programområde Luft t.o.m. 2015, IVL, Rapportnummer C 224, ISBN 978-91-88319-33-3.

Bilaga 1.

<b>Delprogrammets</b>	<b>Delprogrammets namn</b>		
<b>Mål</b>	Övervakning av ozonskiktets tjocklek		
<b>Preciserat syfte</b>	Mätning av totalozon samt spridning av information om läget via nätet. Underlag för uppföljning av miljömålet Skyddande ozon.		
<b>Undersökningar</b>	Totalozonmätningar		
<b>Stationsnät</b>	Norrköping och Vindeln		
<b>Variabler</b>	Totalozon		
<b>Styrdokument</b>	<b>Undersökningstyper</b> Totalozon	•	
	<b>Kvalitetsdeklaration</b>	Versionsnr.:	
	<b>Övrigt</b> Överenskommelse 2211-14-002 (SMHI Dnr 2014/492/10.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Namn</li> <li>• Namn</li> </ul>	
<b>Utvärderingsverktyg</b>	-		
<b>Underlag till nationella indikatorer</b>	Indikatorn Ozonskiktets tjocklek (www.miljomal.se)		
<b>Dataleveranser</b>	<b>Nationellt</b>	<b>Internationellt</b>	
	SMHI	WOUDC	
<b>Rapporter/produkter</b>	Databas, SMHI, info på nätet och teknisk rapport vart tredje år		
<b>Ansvarig utförare år 2017</b>	<b>Organisation</b>	<b>Projektledare</b>	<b>Kvalitetsansvarig</b>
	SMHI	Weine Josefsson	Weine Josefsson