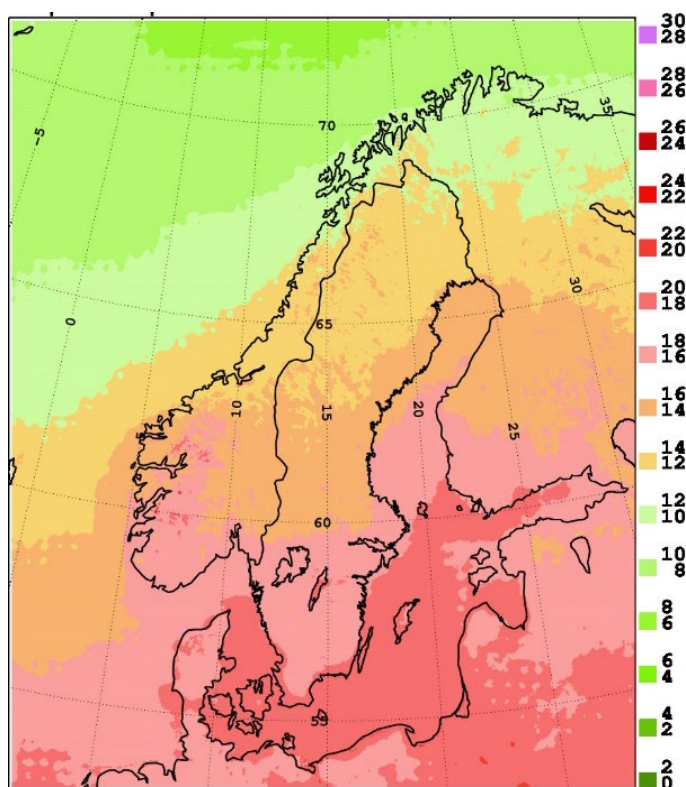




SWEDISH
ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AGENCY

Delprogramsbeskrivning

STRÅNG - UV-indikator



Genomsnittlig UV-strålning under april-september
2021[W/m²]

Version 3.0: 2025-11-13

Programområde: Luft

Författare: Sandra Andersson och Tomas Landelius

Ansvarig handläggare: Anders Törngren

1. Innehåll

1.	Innehåll	2
2.	Sammanfattning	3
3.	Bakgrund	4
3.1.	Beräknade parametrar	4
4.	Syfte	5
5.	Undersökningar som ingår i delprogrammet med övervakningsmanualer samt övriga styrdokument	5
5.1.	Övervakningsmanualer (undersökningstyper)	5
5.2.	Övriga styrdokument	5
6.	Utformning av delprogrammet och datainsamling	5
6.1.	Modellsystem	5
6.2.	Data som samlas in av delprogrammet	6
6.3.	Information som krävs från andra inventeringar/delprogram eller omvänt	7
7.	Resultatredovisning	7
7.1.	Tillgängliggörande av insamlad miljöinformation	7
7.2.	Offentlig statistik och internationell rapportering	8
7.3.	Datavärdskap och tillhandahållande av data	8
7.4.	Förväntade dataanvändare	8
8.	Kvalitetsarbete	9
8.1.	Kvalitetsrutiner	9
8.1.1.	Planera	9
8.1.2.	Genomföra	9
8.1.3.	Utvärdera	9
8.1.4.	Förbättra	9
9.	Ansvarig organisation och utförare	9
10.	Övrigt	10
11.	Referenser	10
12.	Versionshantering	10

2. Sammanfattning

Delprogram		Versionsnr
STRÅNG – UV-indikator		Version 3: 2025-11-13
Syfte	Kartläggning av solstrålningens olika komponenter. Övervakning av mängden UV-strålning kopplat till ozonskiktets tjocklek.	
Undersökningar	Globalstrålning, direktstrålning (horisontellt och normalt plan), diffusstrålning, UV-strålning (CIE-viktad), fotosyntetiskt aktiv strålning (PAR)	
Stationsnät	Beräknade värden över Norden i en grid med upplösning 2,5 x 2,5 km	
Kort beskrivning av vad som mäts	Modellering av global, direkt och diffus strålning samt fotosyntetiskt aktiv strålning (PAR) och UV-strålning. Upplösning en timme.	
Styrdokument	Övervakningsmanualer (undersökningstyper)	-
	Övriga styrdokument	
Underlag till nationella miljömålsindikatorer	UV-strålning	
Dataleveranser	Nationell eller internationell rapportering	
	Inga specifika dataleveranser, användare hämtar själva data som finns fritt tillgänglig på webben. Se nedan.	
Rapporter/data-produkter	Fritt tillgängliga data på webben: https://strang.smhi.se/ https://www.smhi.se/data/sok-oppna-data-i-utforskaren/ytackande-modell-for-solstralning-strang Sakrapporter för Programområde Luft, sammanställda av IVL, den senaste (data t.o.m. 2023): https://ivl.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1954401&dswid=-8676	
Ansvarig organisation	SMHI	

3. Bakgrund

STRÅNG – UV-indikator är ett delprogram inom den nationella luftövervakningens Programområde Luft.

STRÅNG är en modell för solinstrålning som täcker in de nordiska länderna och Baltikum, men är framförallt utvecklad och validerad för svenska förhållanden. Data levereras på en grid om 2,5 km och med en tidsupplösning om en timme. Modellen utvecklades för att komplettera de relativt sparsamma mätningar av solinstrålning som görs av SMHI.

Mätningar av globalstrålning görs idag vid sjutton platser i landet. Den direkta solstrålningen mäts vid tre orter och UV-strålning mäts endast i Norrköping. PAR mäts inte av SMHI, men av SLU. Dessutom är eventuellt förekommande mätserier av både UV och PAR vanligen korta serier och de är inte sällan behäftade med stora osäkerheter.

STRÅNG-modellen har varit i drift sedan 1999. Utvecklingen samfinansierades av Naturvårdsverket och Strålsäkerhetsmyndigheten. Delprogrammet bekostar driften av STRÅNG, vilket innebär att nya data löpande beräknas (för gårdagen) och tillförs databasen. Dessa data är publikt tillgängliga via det webbaserade gränssnittet.

3.1. Beräknade parametrar

Delprogrammet fokuserar speciellt på beräknad UV-strålning för att studera effekten av förändringar i ozonskiktet, men har också flera andra viktiga funktioner. Totalt beräknas fem strålningsparametrar genom STRÅNG:

- Globalstrålning
- Direktstrålning (horisontellt och normalt plan)
- Diffusstrålning
- UV-strålning (CIE-viktad)
- Fotosyntetiskt aktiv strålning (PAR)

Strålning från solen är energi i form av ljus och värme. Den spänner över ett spektrum av UV-strålning (100-400 nm), synligt ljus (400 till 700 nm) och infrarött ljus (700 nm till 1 mm).

Globalstrålning är den totala infallande solstrålningen mot en horisontell yta. Den del av strålningen som infaller parallellt mot en yta riktad direkt mot solen kallas direktstrålning. Den strålning som ändrat riktning genom spridning i atmosfären och mot marken benämns diffusstrålning.

Sambandet mellan dessa komponenter ges av:

$$G = I \cdot \sin(h) + D$$

Där G = globalstrålning, I = direktstrålning, D = diffusstrålning och h = solhöjden.

UV-strålning är den del av spektret med kortast våglängd och högst energi. Det är denna typ av strålning som kan göra oss solbrända, eller i värsta fall orsaka hudcancer. I STRÅNG beräknas den CIE-viktade UV-strålningen, vilket innebär att strålningen är viktad enligt dess erytemeffekt på huden. Det är utifrån den CIE-viktade strålningen som UV-index beräknas. UV-strålning absorberas av ozon i atmosfären, och kopplar därför till delprogrammet om övervakning av ozonskiktets tjocklek. Den geografiska fördelningen av UV-strålning under perioden april-september illustreras på rapportens förstasida.

En annan särskilt definierad del av spektrumet från solen är den så kallade fotosyntetiskt aktiva strålningen, eller PAR (photosynthetic active radiation) som består av våglängderna 400–700 nm, den sammanfaller mer eller mindre med det synliga området

av solen spektra. PAR utgör den del av solstrålningen som främst ingår i växternas fotosyntes.

4. Syfte

Syftet med detta delprogram är att förbättra den rumsliga tillgången av data för globalstrålning, direkt solstrålning, fotosyntetisk aktiv strålning och UV-strålning. Detta för att:

- Ge underlag för vidare användning inom miljömålet "Begränsad klimatpåverkan", till exempel för SLU:s beräkning av kolbalanser.
- Ge underlag för fortsatt övervakning av den ökande trend som finns för solinstrålningen sedan 1980, genom att komplettera befintliga observationer geografiskt och med fler beräknade parametrar.
- Ge underlag för vidare användning inom miljömålet "Säker strålmiljö", till exempel för att möjliggöra analyser av samband mellan naturlig UV-strålning och exempelvis hudcancer.
- Ge underlag för vidare användning inom miljömålet "Skyddande ozonskikt", till exempel för att kunna studera kopplingen mellan förändringar i ozonskiktet och den UV-strålning som når marken.
- Andra mer direkta användningsområden är kartering av respektive variabel och till exempel modellering av exempelvis tillväxt av skog, eller förutsättningar för solenergi.
- Övervaka miljön för att registrera ev. förändringar.
- Ge underlag för såväl lokala, regionala, nationella och internationella åtgärdsstrategier.

5. Undersökningar som ingår i delprogrammet med övervakningsmanualer samt övriga styrdokument

5.1. Övervakningsmanualer (undersökningstyper)

Det finns ingen övervakningsmanual enligt den nationella miljöövervakningens handledning, men den ursprungliga STRÅNG-modellen finns dokumenterad i en metodrapport. (Ref. 1)

Uppdaterad information om modellsystemet finns på STRÅNG:s webbsida:
<https://strang.smhi.se/>

5.2. Övriga styrdokument

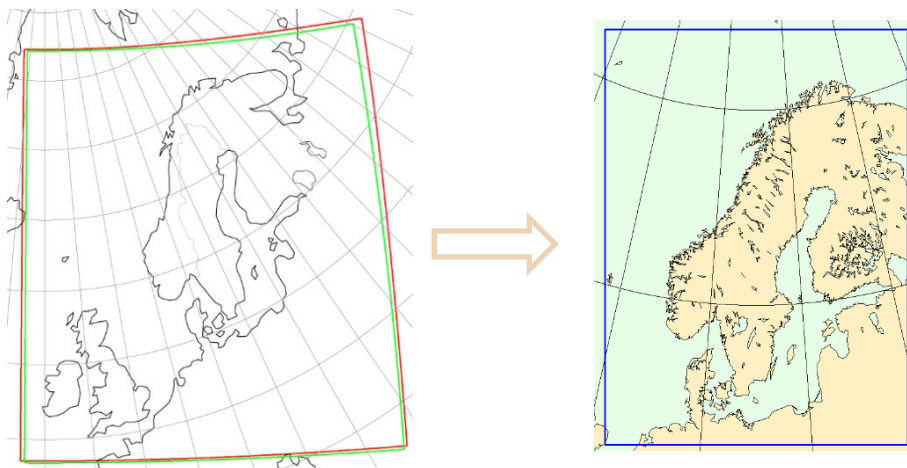
Övervakningen av ozonskiktet och UV-strålning till marken görs som en följd av "Wienkonventionen för skydd av ozonskiktet" från 1985 och Montrealprotokollet.

6. Utformning av delprogrammet och datainsamling

6.1. Modellsystem

Eftersom STRÅNG inte är en mätning, utan ett modellsystem är resultatet värden på en grid, vars geografiska område täcker de nordiska länderna och Baltikum. Detta område motsvarar det för MESAN (Ref. 2) som är SMHI:s mesoskaliga analysystem och en viktig indatakälla till STRÅNG.

Beräkningarna utförs numera för gridpunkter med 2,5 km upplösning och för varje timme. Mellan perioden maj 2006 – mars 2017 var modellens upplösning 11 km och innan dess 22 km. Modellen valideras och har utvecklats med hjälp av SMHI:s observationer av solstrålning, så modellens prestanda är antagligen bäst inom Sveriges landområde.



Området som täcks in av STRÅNG modellen innan (vänster) och efter (höger) uppdateringen av modellen som lanserades i mars 2017.

6.2. Data som samlas in av delprogrammet

I modellsystemet ingår observationer och modelldata som indata till STRÅNG. Systemet har förändrats över tid, och beskrivs här som det ser ut idag. Indata till STRÅNG är:

Total molnfraktion. Beskriver hur stor andel av en gridruta som är täckt av moln. Parametern hämtas från MESAN som är SMHI:s mesoskaliga analysystem (Ref. 2,3). Molnfraktionen från systemet kommer från en kombination av information från väderprognosmodeller och data från polära och geostationära satelliter samt markobservationer.

Vattenånga. Beräknas från lufttryck och luftfuktighet som hämtas från SMHI:s operationella väderprognosmodell MEPS (MetCoOp Ensemble Prediction System, Ref. 4).

Markytans albedo. Data för beskrivning av marktäckning; vegetation, urbana områden, hav och sjöar (vatten), och information om markytans tillstånd, dvs fraktion av snö och is, hämtas från modellen SURFEX (Surface Externalisée), som är en del av MEPS systemet. Albedot för respektive markklass, totalt fem olika enligt ovan, hämtas sedan från en klimatologi som beräknats utifrån satellitobservationer från MODIS (Ref. 5).

Ozonskiktets tjocklek (totala kolumnen). Hämtas i första hand från satellitdata från TEMIS (Tropospheric Emission Monitoring Internet Service, Ref. 6). Som data för hela dygnet används det satellitsvep över STRÅNG:s mätområde som finns närmast kl 12 lokal tid. Om datahämtningen inte lyckas görs en backuphämtning av ozon från CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring Service) atmosfärsmodell (Ref. 7).

Aerosoler. Aerosolernas optiska djup (AOD), "single scattering albedo" och "assymetryparameter" för luftmassan vid 550 nm (dessa är optiska parametrar) hämtas från CAMS. Dessa data från CAMS utgår från nio dominerande aerosoltyper.

Beräkningarna är också beroende av *SMHI:s strålningsmätningar* (Ref. 8), även om de inte används som daglig indata till modellsystemet. Dels för validering av modellen, och dels för framtagande av de molneffektsfunktioner som används för att beräkna strålningen vid marken utifrån molnfraktionen från MESAN. Observationerna används på så vis för "kalibrering" av modellen, och behöver emellanåt räknas om när indata ändras.

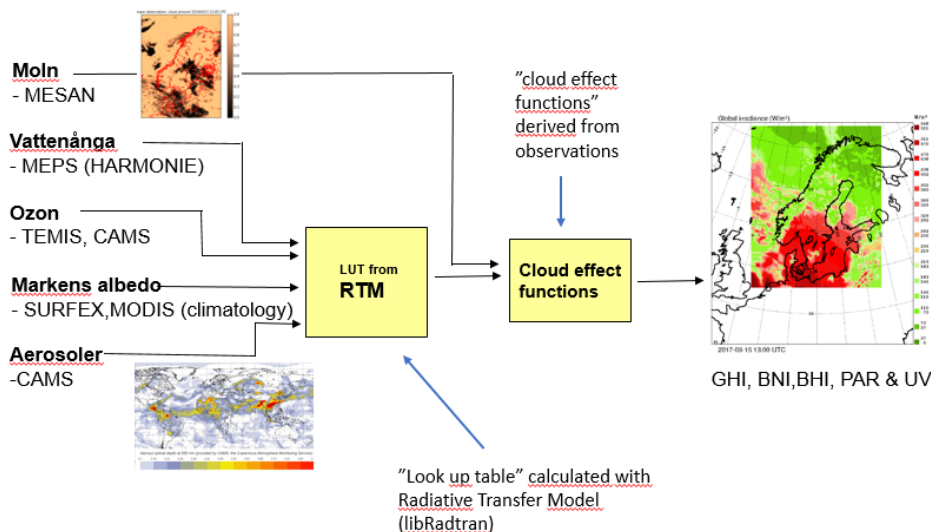


Illustration av dataflödet i modellsystemet för STRÅNG, samtliga data är i grid-dataformat. Slutresultatet är strålningsparametrar med en upplösning om en timme. GHI=global horisontell instrålning, BNI = direkt normal instrålning, BHI= direkt horisontell instrålning, PAR = fotosyntetisk aktiv strålning, UV=ultraviolett strålning.

6.3. Information som krävs från andra inventeringar/delprogram eller omvänt

Programmet är nära kopplat till övervakningen av ozonskiktet. STRÅNG används bland annat för att undersöka UV-strålningen vid marken vid observerade avvikelser i ozonskiktet över Sverige.

STRÅNG har också stor betydelse inom SMHI:s klimatövervakning av solinstrålning till marken eftersom modellen används för kontroll och vid behov utfyllnad av SMHI:s strålningsobservationer.

7. Resultatredovisning

7.1. Tillgängliggörande av insamlad miljöinformation

Data från STRÅNG är fritt tillgängliga data på webben:

<https://strang.smhi.se/>

<https://www.smhi.se/data/sok-oppna-data-i-utforskaren/yttackande-modell-for-solstralning-strang>

Resultaten från programmet redovisas i resultatrapporter för Programområde Luft: den så kallade sakrapporten, sammanställd av IVL, den senaste (data t.o.m. 2023):

<https://ivl.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1954401&dsid=-8676>

Resultat från STRÅNG redovisas också i rapporter och artiklar från dataanvändare.

7.2. Offentlig statistik och internationell rapportering

-

7.3. Datavärdskap och tillhandahållande av data

Data från STRÅNG lagras hos SMHI:s och tillhandahålls i ASCII-format både via API från SMHI:s öppna data, samt på STRÅNG:s egna webbplats där data laddas ner i textformat via en valmeny.

www.smhi.se/data

<https://strang.smhi.se/>

<https://www.smhi.se/data/sok-oppna-data-i-utforskaren/yttackande-modell-for-solstralning-strang>

7.4. Förväntade dataanvändare

De ursprungligen tänkta användarna fanns inom miljömålen "Begränsad klimatpåverkan", till exempel för SLU:s beräkning av kolbalanser (klimatrapporteringsförfordningen), "Säker strålmiljö", till exempel för att möjliggöra analyser av samband mellan naturlig UV-strålning från solen och exempelvis hudcancer samt för "Skyddande ozonskikt", till exempel för att kunna studera kopplingen mellan förändringar i ozonskiktet och den UV-strålning som når marken.

STRÅNG används idag av SMHI för kartläggning av solinstrålning och som drivdata i andra modeller, exempelvis MATCH och SIMAIR. Dessa system möjliggör beräkningar av UV-strålning i stadsmiljö, vilket ger en indirekt koppling till miljömålet "God bebyggd miljö". Kommuner kan ha nytta av STRÅNG-data i sin roll som ansvariga för fysisk planering enligt plan- och bygglagen, där tillgång till sol och skugga är viktiga faktorer. STRÅNG kan användas som underlag för solkartering, energiplanering och klimatanpassning. STRÅNG används även inom solenergibranschen, vilket ger en koppling till miljömålet "Begränsad klimatpåverkan" genom stöd till övergången till förnybar energi.

Modellen används av SMHI som komplement till befintliga observationer, och för att granska och fylla ut dataluckor i dessa. STRÅNG bidrar på så vis till klimatövervakning och uppföljning av trender som finns för solinstrålningen.

Med tiden har forskare, konsulter och studenter upptäckt STRÅNG på nätet. Hur många går inte att avgöra eftersom data kan hämtas fritt via nätet och det saknas system för att identifiera och logga enskilda användare. SMHI har dock haft diskussioner via epost och telefon med användare vars intresseområden har varit exempelvis solenergi (värme, el) och biologisk forskning (ljus, fotosyntes, hälsa).

8. Kvalitetsarbete

8.1. Kvalitetsrutiner

8.1.1. Planera

Kvalitetsarbetet för STRÅNG består till stor del i att anpassa systemet till de systemförändringar, servermigrationer och förändrade datakrav som löpande uppkommer inom SMHI. En plan för dessa behov görs inför varje verksamhetsår.

8.1.2. Genomföra

Utöver planerade insatser händer det att modellen inte lyckas producera data vissa dagar, ofta på grund av att indata till modellen saknas eller kommit sent. Då behöver modellen köras om i efterhand och data flyttas till produktionsservern.

8.1.3. Utvärdera

Löpande utvärdering av STRÅNG görs genom jämförelser med SMHI:s strålningsobservationer i de kontrollrutiner som finns för dessa. Med något års mellanrum görs också en mer övergripande utvärdering av hur STRÅNG presterat relativt observationsdata för att ta fram uppdaterad statistik av modellens prestanda.

Resultat av tidigare utvärderingar finns på STRÅNG:s webbplats, men tyvärr uppdateras informationen inte längre: <https://strang.smhi.se/validation/validation.html>. Istället kan valideringsresultat delas på förfrågan.

Mer ingående analys av resultaten från delprogrammet görs huvudsakligen i sakrapporten för Programområde Luft, men också genom att data används i analyser då behov uppstår.

8.1.4. Förbättra

Ett önskemål är att de utvärderingsresultat som tas fram skulle kunna publiceras på webbsidan igen.

9. Ansvarig organisation och utförare

Naturvårdsverket har beslutat om delprogrammets behov, mål och syfte. På uppdrag av Naturvårdsverket ansvarar SMHI för programmets genomförande. SMHI utför driften av STRÅNG, kvalitetskontroll, datalagring samt rapportering av modelleringsresultaten.

Övergripande ansvar för delprogrammets administration och genomförande: Sandra Andersson, SMHI Tel: 011-495 80 00 E-post: sandra.andersson2@smhi.se

Utvecklare: Tomas Landelius, SMHI Tel: 011-495 80 00 E-post: tomas.landelius@smhi.se

Kvalitetskontroll: Thomas Carlund, SMHI Tel: 011-495 80 00 E-post: Thomas.Carlund@smhi.se

Delprogramsansvarig: Anders Törngren, Naturvårdsverket Tel: 010-698 10 77 E-post: Anders.Torngren@naturvardsverket.se

Programområdesansvarig: Helena Sabelström, Naturvårdsverket Tel: 010-698 10 95 E-post: Helena.Sabelstrom@naturvardsverket.se

10. Övrigt

Visionen framåt för STRÅNG är att systemet ska ingå i MEPS/MNWC (operationella vädermodeller). För att det ska bli möjligt måste molnen i de modellerna bli bättre genom att molnegenskaper assimileras (justering av starttillståndet). Genom uppgraderingen till LibRadtran som strålningsmodell i modellsystemet för STRÅNG år 2017, har STRÅNG redan idag förutsättningarna för mer fysikaliska beräkningar utifrån data om molnens optiska tjocklek, än de empiriska molneffektsfunktioner som i nuläget nyttjas i STRÅNG.

Slutprodukten blir då både en förbättrad analys och en prognos i paritet med de satellitbaserade datasett som används på många håll i europa idag, men som har begränsningar för våra breddgrader på grund av de branta betraktningssvinklar som blir för geostationära satelliter över nordliga breddgrader.

11. Referenser

1. Landelius T., Josefsson W., Persson T. 2001, A system for modelling solar radiation parameters with mesoscale spatial resolution. Reports Meteorology and Climatology; 0347-2116 96
2. Häggmark L. et al., 1997, MESAN Mesoskalig Analys, Reports Meteorology and Climatology; 0347-2116 75
3. MESAN på SMHI öppna data: <https://www.smhi.se/data/sok-oppna-data-i-utforskaren/meteorologisk-modell-mesan-gridpp-analysdata-i-realtid>
4. MEPS på SMHI öppna data: <https://www.smhi.se/data/sok-oppna-data-i-utforskaren/meteorologisk-modell-meps-prognosdata-realtid>
5. MODIS webbplats: <https://modis-images.gsfc.nasa.gov/ALBEDO/faq.html>
6. TEMIS webbplats: <https://www.temis.nl/protocols/O3global.php>
7. CAMS webbplats: <https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams/>
8. Carlund T., 2011, Upgrade of SMHI's meteorological radiation network 2006-2007 - Effects on direct and global solar radiation, Meteorology; 0283-7730 148

12. Versionshantering

Version 1, 2015-04-21.

Version 2, 2017-05-13.

Version 3, 2025-10-23. Omfattande revidering. Byte av dokumentmall. Uppdatering av databeskrivning efter modelluppdateringar. Uppdatering efter senaste avtal.