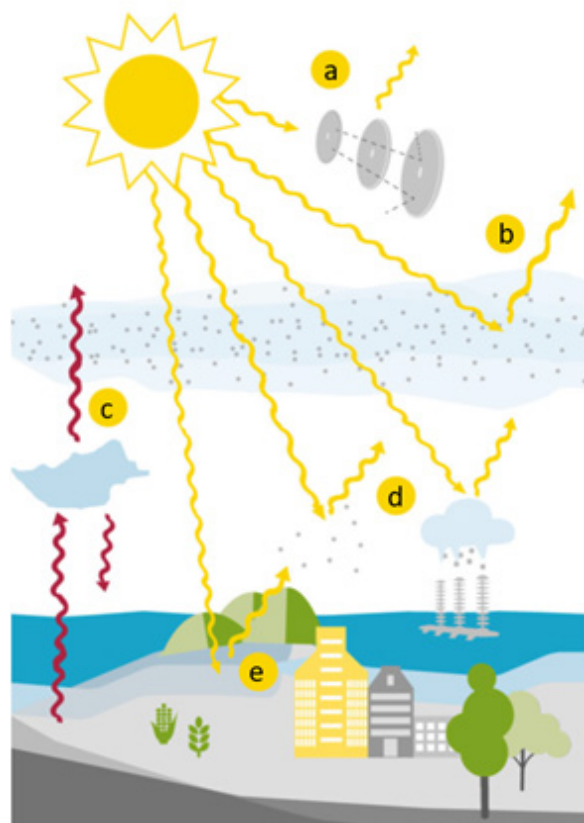


## Storskalig minskning av solstrålningen för att klara 1,5-gradersmålet?

*SMS Vetenskapliga panel*

### Uttalande

Givet nuvarande utveckling av växthusgasutsläpp är Parisavtalets 1,5-gradersmålet inte längre möjligt att nå och även 2-gradersmålet är hotat. Alternativa metoder har föreslagits för att dämpa den globala uppvärmningen. Utöver att fånga in och ta bort koldioxid från atmosfären finns förslag att minska mängden inkommande solstrålning. Det kan handla om speglar placerade i rymden som minskar solstrålningen innan den når jordens atmosfär eller om att öka reflektionen av solljus från atmosfären tillbaka till rymden, t.ex. genom en ökad mängd reflekterande partiklar, vitare moln eller ändrade markytegenskaper (Figur 1). Studier visar att sådana tekniker, om de vore tekniskt genomförbara, skulle kunna motverka den globala uppvärmningen till en relativt låg kostnad. Ett test av avancerad stratosfärisk ballongflygning ovanför Kiruna är planerat till i sommar som ett led inför ett första kontrollerat experiment med utsläpp av partiklar i stratosfären. Frågan är kontroversiell då en rad negativa följd effekter på klimat, atmosfär och naturmiljö lyfts fram. Det finns även en rad svåra etiska och politiska frågeställningar som t ex att olika regioner och länder kan påverkas positivt eller negativt i olika grad. Dessutom försvinner inte växthusgaserna och om solstrålningen kommer tillbaka till sin naturliga nivå leder det till en mycket snabb uppvärmning. Frågetecknen är alltså många: Går det att utveckla och implementera tekniken på stor skala? Vilka blir följd effekterna? Vem beslutar om kontroversiella åtgärder med stora regionalpolitiska konsekvenser? Då frågorna är många, flera negativa effekter befaras och osäkerheterna är stora kan den här typen av tekniker inte rekommenderas. Däremot behövs en bred diskussion i ämnet grundad på förbättrad kunskap om både positiva och negativa effekter.



Figur 1. Föreslagna tekniker för att minska mängden inkommande solstrålning: a) speglar i rymden, b) öka mängden stratosfäriska aerosoler, c) förtunning av cirrusmoln, d) öka albedot i det marina gränsskiktet och e) öka markens albedo. Modifierad från Lawrence et al. (2018).

### Bakgrund

Storskalig och avsiktlig manipulering av jordens klimat, känt som "geoengineering" eller "climate intervention" på engelska, har förts fram av forskare sen 1980-talet som nödåtgärd för att mildra effekterna av en snabb global uppvärmning. En utmärkt genomgång av en rad föreslagna åtgärder finns i Lawrence et al. (2018). Här fokuserar vi på en sådan typ av åtgärder som handlar om att minska mängden inkommande solstrålning genom att tillföra partiklar till atmosfären (Figur 1). Att detta kan minska temperaturen är välkänt bl.a. efter naturliga "experiment" som då vulkanen Pinatubo i Filippinerna i ett jättestejn 1991 skickade

## ARTIKLAR

upp 17 miljoner ton svaveldioxid till stratosfären. Efter tre veckor hade aerosolpartiklarna som bildades spridits runt hela jordklotet där de minskade jordens medeltemperatur med ungefär 0,2°C under nästan 2 års tid (Robock et al, 2008). Effekten upphörde när partiklarna så småningom föll ner i troposfären där de tas upp i moln och försvinner med nederbörd.

Klimatmodeller som beskriver stratosfäriska aerosolpartiklar kan reproducera den här typen av fenomen. Många modellexperiment har gjorts där mängden aerosolpartiklar i stratosfären inte bara har ökat temporärt som vid ett enstaka vulkanutbrott, utan också bibehållits i höga koncentrationer under många år. Sådana studier har visat att det kan vara möjligt att hålla nere den globala medeltemperaturen i troposfären även vid höga växthusgashalter (Kravitz et al, 2013). Detta skulle innebära att om stora mängder aerosolpartiklar regelbundet tillförs stratosfären skulle den globala uppvärmningen kunna motverkas – i alla fall sett som ett medelvärde. En förutsättning är förstås att teknik finns för att få upp och sprida de mycket stora mängder partiklar som krävs. Flygplan, raketer, ballonger och olika typer av kanoner har föreslagits i sammanhanget.

Men klimatmodellerna visar inte enbart på en avkylande effekt utan också på ändrade vädermönster, eftersom partiklar och växthusgaser påverkar klimatet på olika sätt. Tex skulle monsunregn i både Afrika och södra Asien kunna minska (Filmes et al, 2013). Dessutom krävs kontinuerlig påfyllning av nya partiklar eftersom dessa snabbt faller ner i troposfären. Avbryts tillförseln återkommer hela den globala uppvärmningen slå till med full kraft inom kort tid (Jones et al. 2013). Eftersom koldioxidhalterna inte heller minskar så kvarstår också problemen kring havens försurning. Däremot bedöms bidraget till havens försurning från det extra svavlet som faller ner från stratosfären vara liten, liksom bidrag till försurning av de flesta landområden (Kravitz et al., 2009).

Även en modifiering av reflektiviteten hos låga moln kräver att aerosoler tillförs, inte i stratosfären men väl över stora havsområden och återigen under mycket långa tidsperioder. Här är tanken att tillföra stora mängder havssaltspartiklar från autonoma fartyg. Även här finns tekniska problem och oönskade sideeffekter. Dessutom visar klimatmodeller att temperaturminskningen blir mest effektiv över stora områden med marina stratocumulusmoln och därför blir regionalt begränsad (Altskjær et al., 2012).

## Referenser

- Alterskjær K et al., 2013: *Sea-salt injections into the low-latitude marine boundary layer: The transient response in three Earth system models*. J. Geophys. Res.: Atmospheres 118, 12,195–112,206
- Jones A et al., 2013: *The impact of abrupt suspension of solar radiation management (termination effect) in experiment G2 of the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP)*. J. Geophys. Res. Atmos., 118, 9743-9752, doi:10.1002/jgrd.50762.
- Kravitz B et al., 2009: *Sulfuric acid deposition from stratospheric geoengineering with sulfate aerosols*, J. Geophys. Res., 114, D14109, doi:10.1029/2009JD011918.
- Kravitz B et al., 2013: *Climate model response from the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP)*. J. Geophys. Res. Atmos., 118, 8320-8332, doi:10.1002/jgrd.50646.
- Lawrence MG et al., 2018: *Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris Agreement temperature goals*. Nat Commun 9, 3734. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05938-3>
- Robock A et al., 2008: *Regional climate responses to geoengineering with tropical and Arctic SO<sub>2</sub> injections*. J. Geophys. Res., 113, D16101, doi:10.1029/2008JD010050
- Tilmes et al., 2013: *The hydrological impact of geoengineering in the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP)*. J. Geophys. Res. Atmos., 118, 11,036-11,058, doi:10.1002/jgrd.50868.

## SMS Vetenskapliga Panel

SMS Vetenskapliga Panel startades våren 2017. Syftet framgår av Terms of Reference för VP.

”Den Vetenskapliga Panelen ska utgöra en oavhängig och väl kvalificerat grupp/panel för att kunna göra uttalanden om olika specifika frågor av vetenskapligt, allmänt eller samhälleligt intresse rörande meteorologi, klimat och klimatförändringar på grundval av den bästa tillgängliga vetenskapliga informationen.”

VP består av följande medlemmar:

Stockholms Universitet: Professor Michael Tjernström, Professor Erland Källén, Professor Annica Ekman

Uppsala Universitet: Professor Anna Rutgersson

SMHI: Professor Erik Kjellström

Frågor till den Vetenskapliga panelen kan skickas till SMS, [info@svemet.org](mailto:info@svemet.org), som förmedlar dem vidare till panelen.