

# Klimatexperiment i Kiruna

## Omtvistad ballongflygning som stoppades

En planerad ballongflygning från Esrange fick stora rubriker i Sverige och utomlands. Ballongen som skulle flyga i sommar var ett första steg i ett projekt för att studera möjliga effekter av det som är känt som geo-engineering. Vad är det? Vad hände inne hos SSC? Vad händer härnäst?

av Joachim Wiegert

Den svenska ryddbaser Esrange utanför Kiruna hamnade i rampluset i februari och mars i år. Från platsen skickar SSC, tidigare Svenska Rydbolaget, upp raketerna och ballonger i forskningssyfte. Raketerna når upp mot 400 kilometers höjd och ibland ännu högre, med ett rekord på 700 kilometer. Ballongerna når stratosfären, luftlagret mellan ungefär 10 och 37 kilometers höjd. Just nu pågår även förberedelser för att kunna skicka upp små satelliter till omloppsbana över jordens poler.

Möjligen hamnar Esrange:s ballonger lite i skymundan av alla raketerna men som väntat fick just denna ballong mycket uppmärksamhet.

Intresset i frågan kom lite tidigare än vi hade trott, berättar Stefan Gustafsson som är strategichef på SSC.

Den mycket uppmärksammade ballongen är en del av projektet Scopex som görs av en forskningsgrupp från Harvard i USA, ledd av Frank Keutsch som är professor i atmosfärvetenskaper.

Projektnamnet är en förkortning av *Stratospheric Controlled Perturbation Experiment*, vilket betyder ungefär Stratosfäriskt kontrollerat störningsexperiment. Det handlar om att studera möjliga effekter och risker med en viss sorts geo-engineering (GE) som går ut på att minska solinstrålningen till jordens yta med hjälp av småpartiklar, aerosoler. Denna första ballong skulle testa själva testplattformen och var först tänkt att flyga i USA, men det blev svårt på grund av pandemin.

### Vad är geo-engineering?

Geo-engineering och climate engineering har inga motsvarande svenska ord och i resten av artikeln kallas detta därför kort för GE. Konceptet kan sammanfattas som att medvetet förändra jordens klimat, för att till exempel åtgärda symptom av global uppvärmning. Idén är att antingen ge extra tid till att lösa problemet eller att minska effekterna från global uppvärmning.



Stefan Gustafsson

Förslagen för att förändra klimatet på detta sätt kan delas upp i två huvudkategorier; minskad solinstrålning och koldioxidupptagning. Än så länge rör det sig om just förslag och idéer, och inga av de storskaliga metoderna är i dagsläget utforskade i detalj.

Den ena kategorin handlar om att minska solinstrålningen genom att försöka ändra på jordens albedo, alltså dess reflektionsförmåga. Ett albedo på 1,0 reflekterar allt ljus, medan 0,0 absorberar allt ljus som då blir till värme. Jorden har ett medelalbedo på ungefär 0,3 och månen har cirka 0,1. Här är man alltså ute efter att öka andelen ljus som reflekteras bort från jorden och därmed sänka temperaturen. Detta kan göras antingen på jordytan, i atmosfären eller i rymden. Det är i atmosfärisk påverkan som Scopex forskning passar in.

Den andra kategorin handlar om att aktivt suga ut koldioxid och andra växthusgaser ur atmosfären. Detta kan antingen göras på industriell skala eller med hjälp av storskaliga plantage.

Alla storskaliga projekt för att påverka klimatet, både genom minskad solinstrålning och koldioxidupptagning, är på idéstadiet och fortfarande

långt ifrån praktiskt användbara. Däremot används redan en del av dessa metoder för att motverka klimatrelaterade problem på lokal skala. I USA har gator målats vita i Los Angeles då den mörka asfalten blir extra varm i solljuset. Skogsplantering och att öka grönska i städer har också kända effekter som att minska värme samt förbättra luft och psykiskt välmående hos invånare. Dock så är konsensus bland forskare världen över att GE aldrig kan ersätta minskade utsläpp av växthusgaser.

### Test för att undersöka hur aerosolerna reagerar

Forskningen inom Scopex är inte ett faktiskt försök att minska solinstrålningen, utan att studera hur en viss sorts aerosoler beter sig i stratosfären och hur de påverkar kemin på hög höjd. Målet är att ge data som kan användas för att förstå hur storskaliga försök att minska solinstrålningen skulle påverka naturen.

Målet med projektet är att utveckla och flyga en testplattform på 600 kilogram till 20 kilometers höjd. Där, i stratosfären, ska den släppa ut aerosoler som består av ett ljust material som är så lite kemiskt reaktivt som möjligt. Gruppen har valt kalciumkarbonat, också känt som kalkspat. I framtiden, skriver de, kan detta bytas mot annat, som till exempel sulfater (saltliknande föreningar som innehåller svavel). Knappt två kilogram ska släppas ut och spridas som ett konstgjort moln som är en kilometer långt och 100 meter brett.

Val av material i partiklarna är mycket viktigt. På den här höjden finns ozonlagret som stoppar en stor andel av farlig elektromagnetisk strålning från att nå jordens yta. Testplattformen har därför med sig olika mätinstrument för att mäta hur aerosolerna reagerar kemiskt med omkringliggande luft och med andra partiklar i atmosfären, samt hur partiklarna rör sig.

Hur mycket forskning har redan gjorts på partiklar i stratosfären?



Annica Ekman

Annica Ekman, professor i meteorologi vid Stockholms universitet berättar mer.

– Det stämmer rätt bra att det inte har gjorts något aktivt på plats. Det har gjorts mätningar, men det görs på partiklar som redan finns där, inte att man medvetet adderar partiklar.

Hon förklarar att det finns mycket osäkra faktorer i ett sådant experiment.

– Det finns mycket som man inte känner till generellt. Det är svårt att göra mätningar där och man förlitar sig på satellitmätningar. Direkta mätningar på partiklarna i sig kan man göra med ballongexperiment och till en viss del har man också använt flyg för att titta på partiklar i lägre stratosfären och övre troposfären.

### Inspiration från vulkanubrott

Partiklarna som finns i stratosfären kommer primärt från vulkanutbrott på jorden. Idén till att minska solinstrålningen inspirerades faktiskt av Pinatubos vulkanubrott i Filippinerna år 1991. Ett enormt askmoln spred ut sig, minskade solens instrålning och minskade därmed temporärt jordens medeltemperatur med en halv grad. Detta medförde även andra allvarliga konsekvenser som skador i ozonlagret och negativ påverkan på väder med torka som följd. Utöver exploderande vulkaner så tillför vanliga vulkaner kontinuerligt partiklar.

– Det vi vet från vulkanutbrott

Minskad solinstrålning kan uppnås genom att reflektera bort solljus på marknivå med skyddande material, på atmosfärnivå genom att göra moln ljusare eller att sprida ljusa aerosoler på hög höjd, eller genom att placera speglar i omloppsbana.



### MINSKAD SOLINSTRÅLNING

**MARKBASERAD:** På varma breddgrader kan ljusa färger på hus och vägar användas för att minska hetta lokalt. På större skala kan polar-is skyddas med isolerande material, konstgjord snö, eller glaskulor.

**ATMOSFÄRSBASERAD:** Finfördelat havsvatten kan sprutas över moln för att göra dem ljusare. Ljusa aerosoler kan spridas på hög höjd och detta är vad som föreslås i Scopex projekt.

**RYMDBASERAD:** Byggnad av stora speglar i omloppsbana över jorden för att reflektera bort solljus.

### KOLDIOXIDUPPFÅNGNING

**PLANTERING:** Plantering och återställning av skog som suger upp koldioxid medan den växer. Ökad mängd växtplankton i haven som binder koldioxid på havsbotten när den dör.

**BIOENERGI:** Anläggningar som eldar biobränsle och lagrar koldioxiden från förbränningen kan ge en nettominskning av koldioxid i atmosfären. Tillverkning av kolberikad bördig svart jord, terra preta, från eldning av biobränsle. Detta är en artificiell jord som används mycket i Amazonas där vanlig jord blandas med träkol, ben, keramik och kompost.

**INDUSTRIELL:** Anläggningar som suger upp och lagrar koldioxid från luft.

är att stratosfärens ozon påverkas av vilka sorters partiklar det är och hur mycket det är. Partiklarna måste ta vägen någonstans med. De sipprar sakta ner och kan påverka höga moln och vilka moln som bildas, till exempel cirrusmoln (fjädermoln), berättar Annica Ekman.

På olika höjder i atmosfären så kan alltså ispartiklar binda sig till andra partiklar. Stoff från vulkaner och från meteoriter som brinner upp ger ökad molnbildning. Två exempel är nattlysande moln som ligger så högt som 80 kilometers höjd och cirrusmoln som ligger på runt nio kilometers höjd.

### En pusselbit i förståelsen av GE

Vad skulle vi då kunna lära oss av ett experiment som Scopex? Annica Ekman berättar:

– Allt detta är väldigt osäkert. När man gör numeriska modeller på miljö och klimat, och lägger till partiklar tar man punktobservationer och satellitmätningar, och försöker simulera vad partiklarna gör och hur de påverkar omgivningen. Bara för att din modell passar med dina data betyder det inte att den är rätt. Det kanske finns andra modeller som också passar bra med helt andra parametrar. Då vet man ändå inte hur kemin

påverkas. Med deras experiment kan man få en liten pusselbit som skulle kunna ge någon slags förståelse om vad som händer om man släpper ut de partiklar de ska släppa ut. Det skulle ge en ganska begränsad kunskap men det kommer inte ge ens bråkdel av hur GE kommer att påverka klimatet.

Simuleringar av hur just kalkspat kan påverka stratosfären har gjorts av bland andra en grupp ledd av Daniel J. Cziczo från institutionen för jord-, atmosfärs- och planetvetenskaper på Massachusetts Institute of Technology, publicerad i *Nature Scientific Reports* år 2019. Studien visar att kalkspat kan reagera med frätande material i stratosfären och ge upphov till andra aerosoler än vad som tidigare har studerats. Dessa aerosoler kan i sin tur skada ozonlagret.

### Kritik mot projektet

Ballongflygningen som planerades på Esrange den här sommaren var alltså en testflygning av experimentplattformen och skulle inte släppa ut någonting. Ändå kom det snabbt reaktioner från flera håll, miljöorganisationer, Naturvårdsverket, forskare och pri-

vatpersoner. Kritiken handlar inte om vad ballongen i sig skulle göra, utan om vad forskningen fokuserar på, det vill säga GE.

Ett betydande exempel är ett öppet brev från Samrådet till Scopex rådgivande utskott som finns att läsa i sin helhet på nätet. Den tar upp flera punkter som i korthet handlar om att eftersom forskningen behandlar något så kontroversiellt som GE, bör den också få en etisk prövning därefter.

Vicepresident hos Samrådet, Åsa Larsson Blind, berättar att de fick höra talas om testflygningen via internationella kontakter med andra befolkningar. Scopex planerade först att flyga i Arizona, men där protesterade urinvånarna. Kort efter att Samrådet publicerat sitt brev blev de kontaktade av SSC, som brukar ha direktkontakt med de samebyar som har mark inom Esranges testområde.

– Vi hade två väldigt bra samtal, berättar Åsa Larsson Blind. De hade läst på och fått bättre koll på kritiken. Under det andra samtalet var de öppna med att de från början inte hade sett projektet som något så kontroversiellt och hade inte gjort en bedömning om vad det var en del av. De tittade först bara på detta testet.

Stefan Gustafsson på SSC berättar om hur det har gått till hos dem.

– Redan från början när vi tecknade kontraktet var vi medvetna om att detta tilldrar sig ganska mycket uppmärksamhet och det finns starka åsikter både för och emot. Därför la vi in att vi skulle ha en beslutsprocess med senast beslutsdatum i början av maj.

Stefan Gustafsson syftar på hur kontraktet med gruppen på Harvard formulerades. Sådana beslutsprocesser förekommer vanligtvis för en minoritet av projekten de tar sig an men är inte ovanliga. Dock så görs vanligtvis sådana processer innan kontrakt skrivs under.

– Det var lite särskilda omständigheter, Harvard ville ha ett kontrakt underskrivet och vi vill flyga ballonger, men vi vill bara flyga om det är lämpligt och legalt.

För att undersöka legaliteten



Åsa Larsson Blind



Askepartiklar från vulkanutbrott kan påverka molnbildning och andelen solinstrålning som når marknivå.

En tidigare ballonguppsändning från Esrange.



hade bland annat Harvard anlitat en advokatbyrå och SSC vände sig till experter och myndigheter för att undersöka legalitet och etik. Till en stor del lutade de sig mot Bolincentret för klimatforskning på Stockholms universitet.

– Frågan [om GE] fanns inte på kartan i Sverige innan och det är inte helt lätt att få igång en bra dialog på en ickefråga, men vi höll bra relationer med Harvard, experter, Bolincentret och med Samrådet. Det är väldigt viktigt att det förs en dialog och vi är stolta över den vi fick till.

– SSC har tydligt uttryckt att det behövs en diskussion, bekräftar Åsa Larsson Blind. Det var bra att de tog kontakt med oss själva och inte lämnade det åt Scopex. Jag upplever att de tar ansvaret att ha kontakt med berörda samebyar.

### Ingen testflygning vid Esrange

Medieuppmärksamheten spelade en stor roll i att frågan faktiskt blev aktuell i Sverige. Den var både väntad och övntad.

– Det var momentant väldigt mycket att göra för intresset i frågan kom lite tidigare än vi hade trott.

Jag trodde att vi hade gott om tid för beslutsprocessen men jag tror i slutändan att de flesta uppskattar det vi gjorde och att beslutet vi tog var det rätta.

– För närvarande är Scopex flygning helt avbruten. Den dagen det är reglerat bättre och anses vara lämpligt så är vi naturligtvis beredda att flyga, men det förutsätter att de som är experter på GE världen över tycker att det är lämpligt. Och då får det tas upp nya förhandlingar.

Under tiden fortsätter det sedvanliga arbetet på Esrange med ballong- och raketflygningar.

– Vi gör mycket bra för forskningen och mänskligt vetande på Esrange, avslutar Stefan Gustafsson. Vi ökar kapaciteten för att stötta forskningen om global uppvärmning. En stor drivkraft för rymdverksamheten är just global hållbarhet.

Just idén om GE oroar Åsa Larsson Blind då klimatförändringar märks så lätt i polartrakterna.

– Det kan leda till att klimatarbetet inte anses behövas. Vi lever med klimatförändringar hela tiden. Det pratas som om det vore en framtidsfråga, men det är det inte, det är här och nu, vi ser det dagligen. När man lever av väder och vind som i

vår vardag med renskötsel syns det genast.

– Jag ser inte att det skulle kunna lösa några problem, säger Annica Ekman om GE. Jag tror att man ersätter ett problem med ett annat problem, och i värsta fall är det större än det problem man redan har. ★

PA har sökt Frank Keutsch utan framgång.

### Vill du veta mer?

SMHI om geoengineering: [www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatpaverkan/geoengineering-1.75609](http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatpaverkan/geoengineering-1.75609)

Forskargruppen bakom Scopex: [www.keutschgroup.com/scopex](http://www.keutschgroup.com/scopex)

SSC om beslutet att inte testflyga Scopex-projektet: [sscspac.com/news-activities/no-technical-test-flight-for-scopex-from-esrange/](http://sscspac.com/news-activities/no-technical-test-flight-for-scopex-from-esrange/)

Samrådets brev mot testflygningen av Scopex-projektet: [www.saamicouncil.net/news-archive/open-letter-requesting-cancellation-of-plans-for-geoengineering](http://www.saamicouncil.net/news-archive/open-letter-requesting-cancellation-of-plans-for-geoengineering)