

Tänk om någon stängde av solen

Vad skulle hända om klimatförändringarna blev så intensiva att ett land bröt mot internationella protokoll för att skydda sin befolkning? I fiktionen har det scenariot redan utspelat sig. Kim Stanley Robinsons roman "Ministry for the Future" från 2020 inleds med en katastrofal värmebölja i Indien som utlöser en klimatkatastrof av oöverträffad omfattning. 20 miljoner människor dör när extrema temperaturer skördar fruktansvärda offer. Ovilliga att låta ett sådant hot återkomma bestämmer sig landets ledare för att vidta drastiska åtgärder: genom att ensidigt fördunkla solen.

BBC: [Vad skulle hända om en skurknation fördunklade solen?](#)



Dag efter dag i sju månader pumpar flottor av indiska flygplan enorma plymer av aerosoler upp i stratosfären. Därifrån sprider sig blandningen av svaveldioxid och andra kemiska partiklar långsamt över norra halvklotet och så småningom överallt.

Genom att reflektera solljuset tillbaka ut i rymden fungerar partiklarna som ett planetparasoll, vilket efterliknar effekten av storskaliga vulkanutbrott. Himlen blir vitare, solnedgångarna rödare och planeten svalnar. Det sänker också den globala temperaturen med en grad under tre år.

I den verkliga världen är tanken på att en sådan deus ex machina-teknik någonsin skulle kunna användas på ett säkert sätt fortfarande mycket spekulativ, med många risker och okända faktorer.

I januari i år undertecknade mer än 440 forskare ett öppet brev där de krävde ett icke-användningsavtal för så kallad solgeoengineering. De hävdar att sidoeffekterna är oförutsägbara och att dess avkylande effekt kan skapa en "moralisk risk" genom att minska trycket på ansträngningarna att minska de underliggande CO₂-utsläppen. Ett planerat fälttest över Sverige ställdes in i kölvattnet av invändningarna.

Andreas Malm, docent i humanekologi vid Lunds universitet och författare till "How to Blow Up a Pipeline", håller med.

Utan extra incitament för att minska koldioxidutsläppen befarar Malm att världen skulle vara alltför frestad att helt enkelt skjuta upp utsläppsminskningarna.

Men metoden kan ha effekt. När en solförmörkelse passerade över Indien 2020 fann forskarna att den påverkade vädret i åtta städer. Förutom en tillfällig kyleffekt på grund av en kraftig minskning av solinstrålningen sjönk vindhastigheterna och luftfuktigheten steg. Minskningen av solljuset innebar också mindre markozon, en luftförorening.

I USA rekommenderade National Academies of Sciences, Engineering and Medicine därför förra året ett nationellt forskningsprogram om Solar Radiation Modification (SRM), som tekniken också kallas. Och i den privata sektorn flödar pengar från amerikanska teknikjättar och miljardärer till vidare utredningar.

Och det höjs allt fler röster för en tydligare internationell samsyn om regler – åt det ena eller andra hållet. FN:s miljöprogram har noterat en "brist på data" om effekterna, och EU har uppmanat till internationella samtal om dess risker.

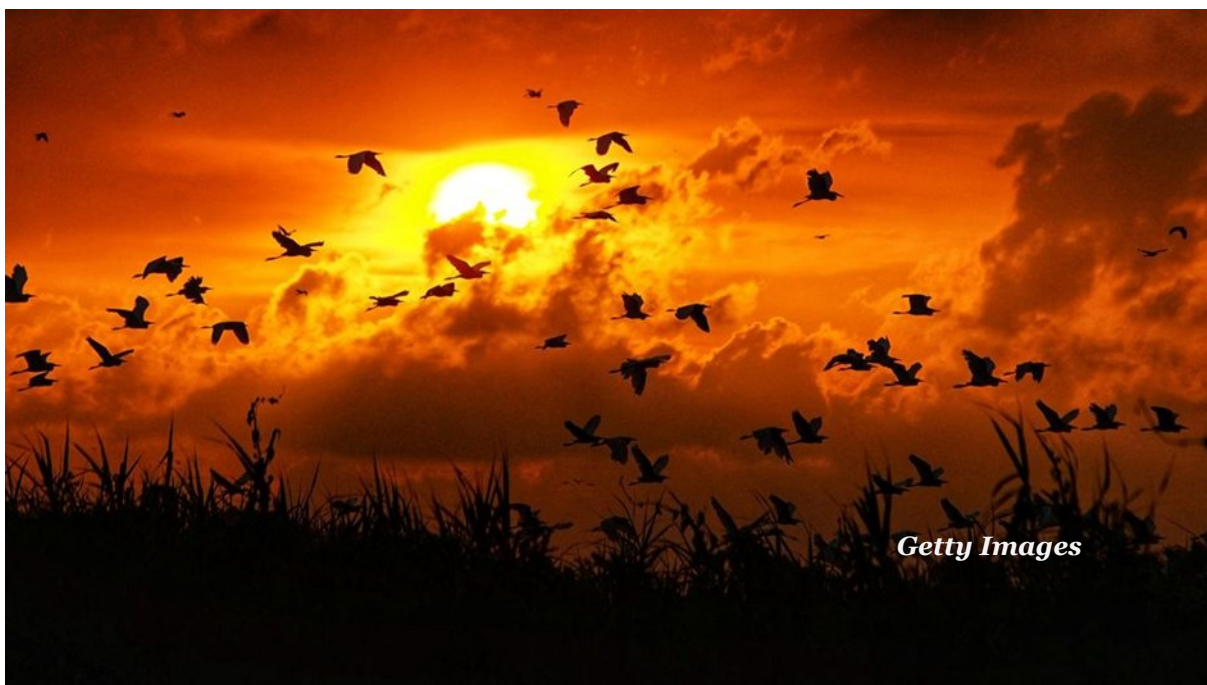
Alternativa metoder för solar geoengineering konkurrerar nu om sin plats i ramplyset, från marina moln som gör att aerosoler från havssalt förs in i lågt liggande moln för att öka deras reflektionsförmåga till förtunning av cirrusmoln (som injice-

rar iskärnor i höga moln, vilket förkortar deras livslängd och gör det möjligt för mer värme att fly ut i rymden).

Men aerosolinjektion av stratosfäriskt sulfat med flygplan är fortfarande det bäst studerade förslaget för global påverkan. Tekniken skulle potentiellt kunna sänka temperaturerna i snabb takt och med relativt låg finansiering. En uppskattning från 2013 likställer startkostnader med "priset för en Hollywood-blockbuster". En nyare beräkning av driftskostnaderna uppgår till cirka 18 miljarder dollar.

Forskningen föreslår en mycket långsammare upptrappning, utplacering och nedgång än i Robinsons roman. En artikel rekommenderar att om stratosfäriska injektioner börjar runt 2030, bör de nå sin topp 50 år senare innan de avtar under två århundraden. En annan studie har injektioner som börjar 2035 och pågår åtminstone fram till 2100. En annan uppskattar en varaktighet på 245-315 år.

Partiklar faller tillbaka till jorden efter cirka 12 månader, så en för kort drifttid kan bara ge minimal kyleffekt. Men om längre utsläpp slutar alltför abrupt kan det också leda till en "avslutningschock", vilket leder till förödande uppdämd uppvärmning från utsläpp vars effekter bara har maskerats och inte tagits bort.



Stratosfärisk aerosolinjektion skulle kräva en flotta av flera hundra stora höghöjdsjetplan av ett slag som för närvarande inte existerar. Dessa specialplan skulle tillsammans behöva släppa ut miljontals ton kemikalier på en höjd av ungefär 20 km.

Det skulle inte heller vara möjligt för Indien att ensamt skapa den typ av global nedkylning som Robinsons roman föreställer sig. Om aerosoler släpptes ut över norra Indien skulle planetens rotation sprida dem till en ring runt jorden, varifrån ett atmosfäriskt system som kallas Brewer Dobson-cirkulationen skulle transportera dem till Nordpolen, där de skulle sjunka ner och direkt kyla ner norra halvklotet. En motsvarande utplacering på södra halvklotet skulle då också vara nödvändig för att försöka motverka den resulterande omfördelningen av vädersystemen.

Bortsett från möjligheten att det kan bromsa ansträngningarna för att minska utsläppen, finns det också många andra miljöfaror som kan bli resultatet. Kan forskarna förutse vilka dessa miljökonse-

kvenser kan bli?

Hittills har modeller och simuleringar visat att stratosfärisk aerosolinjektion kan påverka allt från jetströmmens position till att orsaka regional torka. En studie har noterat en potential för förlängd arktisk sommarförlust av havsis, medan en annan pekar på en "betydande minskning" av monsun nederbörden. Och även om de används konsekvent kan grödorna fortfarande drabbas.

En av de mest potentiella följd effekterna är skador på atmosfärens skyddande ozonskikt. I en UNEP-rapport från 2022 om dess utarmning noterades "brister" i modelleringen av solenergens inverkan. Tekniken skulle inte heller göra något för att stoppa stigande CO₂-koncentrationer från att försura haven.

Hur illa kan sådana biverkningar vara? Olika egenskaper hos olika aerosoler (sulfat, sot, organiskt kol och metaller) har alla olika effekter. Liksom hur högt, var, när och i vilken volym ämnena frigörs.

Som ovanstående antyder är inte alla

solar geoengineering's effekter jämnt fördelade. Vad som kan vara välkommet som lägre nederbörd på en plats kan innebära katastrofal torka på en annan. Tekniken kräver styrsystem som är mycket mer sofistikerade än något som någonsin har funnits och som skulle behöva fungera under århundraden eller årtusenden – ett omöjligt krav.

Eftersom risken för att överskrida 1,5-gradersgränsen fortfarande blir allt högre (men ännu inte oundviklig), kommer alla möjliga medel att behövas för att dra ner CO₂ från atmosfären. Vi kanske måste prova olika metoder grupperade under ordet 'geoengineering' för att kyla ner saker och ting om vi kan, medan utfasningen av fossila bränslen fortskrider.