



Utställningstexter

Uppdrag: KLIMAT



Introduktion

”Alla talar om vädret men ingen gör något åt det”

Charles Dudley Warner

Temperaturen stiger på jorden.
Står vi på tröskeln till en omfattande klimatförändring?

Allt fler tecken tyder på att du och jag förstärker atmosfärens växthuseffekt.

Uppdraget är en utmaning, antalet jordklot är ett. Livsstil, rättvisa, kreativitet och framtidstro är några nyckelord.

Växthuset



Växthuseffekten - livsviktig för jorden

Utan växthuseffekten skulle jordens yta vara 30 grader kallare.

När solens strålar värmt jorden stiger värmestrålningen upp mot rymden igen. Växthusgaser i luften fångar upp värmestrålningen och skickar tillbaka en del så att det blir varmare på jorden.

Effekten liknas ibland vid ett växthus. Om vi ökar utsläppen av växthusgaser, blir växthuseffekten starkare.

Men vår atmosfär har inte som växthuset; - ett takfönster att öppna om det blir för varmt...

Mer kol i luften

Kol finns i allt levande. En del av kolet finns också i luften, som gasen koldioxid. Den bildas vid förbränning och när vi andas. Växterna tar upp koldioxid när de växer.

Olja, stenkol och naturgas är bildade av växt- och djurdelar som är miljontals år. När vi förbränner dessa fossila bränslen, bildas så mycket koldioxid att växterna inte hinner med att ta upp allt. Halten ökar i vår atmosfär.

Koldioxiden värmer jordens yta. Vår värld är redan nu varmare än den varit på 1000-tals år.

SOLEN – KLIMATETS MOTOR

Utan solen skulle vi inte finnas till. På några dagar ger den jorden lika mycket energi som vår världs kända reserver av olja och gas.



Planeten lagom – med förutsättning för liv

Vår planet myllrar av växter och djur. Det beror bland annat på att solen är lagom långt bort och atmosfären är lagom tät. Klimatet är gynnsamt för att vattnet ska flyta och livet frodas.

Venus - för varm

Vår grannplanet Venus ligger närmare solen än jorden.

Venus atmosfär är tät och består till 96 % av växthusgasen koldioxid. Det är nära 2 500 gånger mer än i jordens atmosfär.

Närheten till solen och koldioxidhalten i atmosfären gör att växthuseffekten skenar. Venus yta är varm som en pizzaugn - över 400°C. Det vatten som finns är i gasform.

Mars - för kall

Mars bana runt solen ligger längre bort än jordens.

Luften är tunn och växthuseffekten svag. Marsnatten kan bli 130 grader kall och nästan allt vatten är is.

Det är svårt att tänka sig hur det skulle vara att stå på en planet med så tunn luft. Om en storm bröt ut skulle du inte märka det – luften är så tunn att det inte skulle kännas.

Naturliga variationer

Det var något som inte stämde...

Om jorden bara roterade på samma sätt runt solen skulle inte klimatet ha varierat så mycket genom historien.

Forskarna visste redan för 150 år sedan att klimatet hade förändrats genom årmiljonerna.

Men hur istider och värmeperioder uppstått förstod man inte.

1920 utvecklade den serbiske astronomen Milutin Milankovich teorier om hur det gått till.

De kallas för Milankovich-cykler, och förklarar en del om de naturligt varma och kalla perioder som förekommer med jämna mellanrum under vissa tider i jordens historia.

Jordbanan förändras

I perioder om 100 000 år ändras jordens bana runt solen, från nästan rund till lite oval och tillbaka igen. Just nu är banan nästan rund och solinstrålningen varierar inte lika mycket som när den är oval.

Jordaxelns lutning ändras

Jordens axel lutar. Det är därför vi har årstider. Lutningen förändras i perioder om 41 000 år. Större lutning ger kallare vintrar och varmare somrar.

Den vinglande jorden

Jorden snurrar inte helt jämt. Den vinglar lite som en leksakssnurra på ett golv.

Vinglandet påverkar hur stor skillnad det blir mellan årstiderna.

I perioder på 20 000 år blir sommaren inte lika varm och vintern inte lika kall.

Montertext:

Istider och värmeperioder har avlöst varandra i jordens historia. De naturliga variationerna beror bland annat på att jordens bana runt solen varierar från rund till något oval.

Även jordaxelns lutning varierar, vilket påverkar klimatet.

Energi i balans

Solstrålning in = värmestrålning ut

Solens strålar värmer jorden. Energin blir värmestrålning som stiger ut mot rymden.

Atmosfären släpper igenom det mesta av solinstrålningen, men hindrar en stor del av värmestrålningen på väg ut. Det blir varmare på jorden.

Strålningens väg påverkas också av moln och partiklar i atmosfären.

I slutändan är det dock alltid lika mycket energi på väg in som ut.

Montertext:

Med de runda handtagen kan du dra jorden i en rund bana runt solen. Tryck på handtagets knapp så ser du hur solens strålar träffar jorden. Att vi har årstider beror på jordaxelns lutning. Vi har sommar när norra halvklotet är vänt mot solen. Vintertid lutar jorden från solen. Under modellen av jorden ser du vilken månad som visas.

Färgen på jordytan spelar in

Ljusa ytor reflekterar mycket ljus, mörka absorberar mer av ljuset och blir varmare. Svart asfalt blir som bekant mycket het en varm sommardag!

Hur mycket ljus som reflekteras från jorden mäts i albedo.

Snö reflekterar upp till 80 % av ljuset. Så mycket av solstrålarna försvinner upp i atmosfären utan att värma marken. Mycket snö sänker därför

temperaturen jämfört med bar mark.

Vattens albedo är bara 10 %. Resten av energin absorberas och värmer.

Molnens albedo är olika beroende på vilken färg de har.

Jordens albedo kan påverka klimatet, både på kort och på lång sikt.

Luftvirvel



Tromb - tornado

Under riktigt varma sommardagar kan marken i södra Sverige bli mycket varm.

Luften vid marken värms och stiger uppåt, ibland så snabbt att den bildar en virvel. Virveln kallas tromb.

Svenska tromber brukar inte kunna lyfta större föremål än takpannor och grenar.

I USA blir tromberna större. Där kallas de tornados och blir så stora att de lyfter både hustak och träd.

Orkan

Orkaner är de största virvelstormarna. De bildas över tropiska hav när vattenytan är över 25 grader.

De kan rotera i en hastighet över 200 km i timmen och nå en diameter på hundratals kilometer.

Orkaner har en enorm kraft och kan ställa till stor skada på kort tid.

Om klimatet förändras, kan väderfenomen som orkaner bli allt vanligare i framtiden.

Sätt snurr på jorden



Jordens rotation påverkar vädersystem och strömmar.

Vindar och havsströmmar vrider sig motsols på norra halvklotet och medsols på det södra. Rotationen gör att det bildas virvlar.

SÅ FUNKAR KLIMATET



Om jorden var som månen...

... utan atmosfär och utan vatten och med en skillnad på 300 grader mellan dag och natt. Då skulle det aldrig finnas liv här.

Ingen atmosfär – inget liv

Månens nakna landskap är ingen plats för liv. Under månens dag är det så varmt att inget levande kan existera - ungefär 115 grader.

När solen går ner över kratrar och månberg sjunker temperaturen snabbt.

Utan atmosfär som jämnar ut temperaturen blir skillnaden mellan dag och natt mycket stor. Natten är kall, ner till minus 185 grader.

Månen är mindre och har därför inte lika stark gravitation som jorden. Gaser som kan bilda atmosfär försvinner ut i rymden.

Måndrömmar

Drömmen om att bo på månen har länge kittlat människans fantasi. Om vårt eget klot inte räckte till skulle vi kunna flytta till nästa.

Man tänkte sig att bo under stora kupor med slutna ekosystem; få energi från solen och vatten från månbergen.

Men det var mycket svårare och dyrare än man trott från början. Intresset för de riskabla jättestrukturen svalnade.

Drömmen finns kanske kvar, men nu satsas krafterna på att rädda vår egen planet i stället för att fly.

Montertext:

Om jorden var som månen – utan vatten och atmosfär. Då skulle vi inte finnas till. Månens dag är 115 grader varm och natten är ner till minus 185 grader.

Atmosfär av luft

Runt vår planet finns atmosfären. Utan dess växthusgaser skulle jordens medeltemperatur vara 30 grader lägre än i dag

Ett tunt skimmer runt jorden

Nästan all luft i atmosfären finns inom 25 km ovanför oss. Sedan tunnas den snabbt ut.

Det finns ingen tydlig gräns där atmosfären slutar - det finns spår av luftens gaser upp till 10 000 km utanför jorden.

Atmosfären skyddar oss från farlig UV-strålning och meteoriter. Den fångar upp värme som strålar ut från jorden och höjer på så sätt temperaturen vid jordytan. Den jämnar också ut skillnaderna mellan dag och natt.

Förändringar i atmosfären påverkar vädret, havet och livet - både på kort och på lång sikt.

Luft – inte bara syre

I atmosfärens luft finns gaser och partiklar. Gasblandningen består av 78 % kväve och 21 % syre.

Luften består naturligt av över hundra andra gaser. Några få av dem kallas växthusgaser och de värmer jorden.

De två viktigaste växthusgaserna är koldioxid och vattenånga.

Koldioxiden tar upp mindre än 0,04 % av atmosfärens volym. Mängden vattenånga varierar från plats till plats. Atmosfärens partiklar är mikroskopiskt små. Det är damm, havssalt och annat som påverkar ljusets väg till jorden.

Montertext:

När solens strålar värmt jorden fungerar atmosfären som en sovsäck. Den fångar upp värmen och höjer temperaturen.

Atmosfären

är mycket tunn i jämförelse med jorden. Om jorden var liten som ett äpple, skulle atmosfären vara tunt som äppelskalet.

Ekvatorns värme sprider sig

Solen värmer intensivt vid ekvatorn. Vindar och havsströmmar för med sig värme mot polerna och fördelar den jämnare över klotet.

Från ekvatorn mot polerna

Om du lyser med en ficklampa på golvet i ett mörkt rum märker du att det blir ljusast om du lyser rakt ovanifrån. Lyser du från sidan blir inte ljuset lika starkt.

Det är likadant med solen och jorden. Vid ekvatorn kommer solens strålar rakt uppifrån, men i Sverige sprids samma mängd strålar över en större yta. Det blir inte lika varmt på marken.

Om jorden stått stilla skulle varm luft vid ekvatorn stiga och sprida sig mot polerna. På vägen skulle luften kylas av, vända och strömma tillbaka igen längs jordytan.

Nu när jorden snurrar blir det mycket mer komplicerat än så...

Golfströmmen värmer Norden

Världshavens strömmar sprider en stor del av ekvatorns värme över jorden. De är jättepumpar med omväxlande varmt, lätt vatten och kallt, tyngre vatten. De rör sig i jättelika, utdragna cirklar och drivs av solen. En av jordens jätteströmmar ger Norden varmare klimat. Den värms vid ekvatorn och rör sig på ytan

norrut. I Nordatlanten kallas den Nordatlantiska strömmen.

Vattnet blir allt kallare och sjunker till sist mot botten utanför Grönland. Det avkylda vattnet glider längs botten söderut igen.

Utan Golfströmmen skulle Norden inte få lika mycket värme från ekvatorn. Vi skulle då få ett mycket kallare klimat

Bildtext: Havets cirkulation av kallt och varmt vatten ger oss i Norden ett varmare klimat.

Montertext:

Vindar och havsströmmar sprider ekvatorns värme mot polerna. Om jorden inte snurrade, skulle luftens transport av värme se ut så här.

Rotationen snurrar till det

Vädrets komplicerade mönster beror på en tvekamp mellan två krafter

– en som vill jämna ut temperaturen och en som vill snurra till det.

Meteorologernas fascination

Havens och vindens rörelser är bland de största på vår jord.

De påverkas av jordens rotation på ett sätt som berör oss alla.

Vindar och havsströmmar vrids motsols på norra halvklotet och medsols på det södra. Därför bildas virvlar.

På våra breddgrader flyttar sig luften i virvlar som kallas lågtryck och högtryck. Virvlarna är olika stora och lever olika länge. De som är stabila kan överleva upp till ett par veckor. Värmens spridning och rotationens virvlar skapar den allmänna cirkulationen som är kärnan i

meteorologin.

Om luften bara påverkats av rotationen, skulle den röra sig så här.

Berör alla rörelser

Jordens rotation påverkar alla rörelser.

Om du kastar en boll märker du inte effekten på ett så litet avstånd.

Men tänk att du skulle kasta den omänskligt långt i höjd med molnen. Då skulle du se att den böjer av motsols.

Om det inte blåste skulle bollen röra sig i en stor cirkel. Efter 14 timmar skulle den vara tillbaka på ungefär samma plats.

Om du kastat den med högre fart skulle den hunnit göra en större cirkel. Med lägre fart blir den mindre. Cirkeln är alltid sluten efter 14 timmar.

Montertext:

Jordens rotation påverkar vindar och strömmar. De vrids motsols på norra halvklotet och medsols på det södra.

Växthusgaser värmer

Vattenånga, koldioxid, metan och lustgas kallas växthusgaser.

De släpper igenom solinstrålning men håller kvar värmeutstrålningen.

Den naturliga växthuseffekten

Naturliga växthusgaser har funnits i atmosfären långt innan människan fanns. De påverkar inte solens strålar på väg in mot jorden särskilt mycket.

När vår planet värmts upp och värmestrålningen från jorden ska ut mot rymden igen, fångas en del av den upp och skickas tillbaka mot jorden. Jordytan värms då upp ännu mer.

Mängden växthusgaser i atmosfären har varierat under jordens livstid. Under perioder med mer växthusgaser i luften har klimatet varit varmare.

De olika växthusgaserna

Växthusgasernas påverkan beror på hur effektivt de fångar upp värmeutstrålningen; i vilken mängd de finns och hur länge de stannar i atmosfären.

Metan och lustgas fångar upp strålningen många gånger effektivare än koldioxid. Men de finns i små mängder och bryts ner efter en tid i atmosfären.

De växthusgaser som påverkar klimatet mest just nu är vattenånga och koldioxid. Vattenångan varierar i mängd från plats till plats.

Koldioxiden bryts inte ner i atmosfären utan finns i luften tills den tas upp av havet eller växterna.

Montertext:

Växthusgaser värmer jorden. De två naturliga växthusgaser som påverkar klimatet mest finns i din utandningsluft – koldioxid och vatten.

Partiklar i luften

Luftens små partiklar skuggar jorden och behövs för att bilda moln. Deras inverkan på klimatet är stor och varierar från plats till plats.

Olika innehåll och storlek

Partiklarna som virvlar runt i vår atmosfär är en tusendels millimeter eller mindre.

De partiklar som bildas naturligt från land och hav innehåller pollen, havssalt, planktonrester, bakterier, virus och svavel.

Från öknar och uttorkade sjöbottnar virvlar mineraldamm. Sot och växtrester bildas vid skogs- och gräsbränder.

Partiklarna kan hålla sig svävande i några dagar. Sedan singlar, eller regnar de ned och hamnar på den plats dit vind och väder fört dem.

Molnbildare som svävar och skuggar

Utan partiklar i luften skulle inga moln bildas.

Vattenånga i atmosfären fäster på partiklarna och bildar små osynliga vattendroppar. Smådropparna krockar och bildar allt större droppar. Till sist är de så stora att de faller mot marken - det regnar.

Både partiklar och moln reflekterar solinstrålningen så att luften närmast inte värms lika mycket. Hur mycket ljus som reflekteras beror bland annat på partiklarnas storlek och innehåll.

Sotpartiklarna är ett undantag. De reflekterar inte ljuset utan absorberar det och värmer luften i stället. Tillsammans påverkar luftens alla partiklar atmosfären på ett sätt vi bara börjat att förstå.

Montertext:

I luften virvlar partiklar. De är mikroskopiskt små bitar av havssalt, växtdelar, svavel och annat. Alla partiklar utom sot, skuggar och kyler jorden.

Människan - värmer och kyler

Människan värmer hela jorden med ökade utsläpp av växthusgaser. Men i samma utsläpp finns partiklar som kyler området där de släpps ut.

Växthusgaser – påverkar jorden runt

De senaste 150 åren har människan ökat mängden växthusgaser i atmosfären.

Det gör vi främst genom att använda fossila bränslen som kol, olja och naturgas. När de förbränns bildas bland annat koldioxid från kol som legat gömd under miljontals år.

Genom storskaliga skogsavverkningar och omfattande skogsbränder bidrar vi också till atmosfärens ökande koldioxidhalt.

Jordbruket ökar också mängden metan och lustgas. De senaste 40 åren har våra utsläpp av växthusgaser ökat med 70 %.

Dessutom tillverkar vi och släpper ut nya ämnen, exempelvis freoner. Då kan nya växthusgaser hamna i atmosfären.

Växthuseffekten blir starkare. Våra utsläpp av växthusgaser påverkar hela jorden. Utsläppen i dag påverkar klimatet hundratals år framåt i tiden.

Partiklar – påverkar närmiljön

När vi förbränner fossila bränslen bildas inte bara växthusgaser. Med utsläppen kommer också partiklar.

Partiklar påverkar den inkommande solstrålningen på i huvudsak norra halvklotet, nära utsläppen. Större delen av människans utsläpp kommer från trafik och industrier.

Befolkningen i många av världens storstäder ökar. På platser där utsläppen inte renas tillräckligt ökar också mängden partiklar i luften. Människor i framförallt U-länder drabbas allt hårdare av städernas luftföroreningar. Flera miljoner människor dör varje år och många fler blir sjuka till följd av en allt smutsigare luft.

Montertext:

Människans flygplan, bilar, industrier och jordbruk ökar mängden växthusgaser i atmosfären. Växthuseffekten blir starkare och jorden varmare. I många av utsläppen finns också partiklar. De skuggar och kyler jorden där de släpps ut.

Gör dina egna moln!



Tryck till på kanten – ett moln stiger uppåt.

I molnmaskinen bildas moln av vattenånga som klumpar ihop sig till synliga droppar.

Moln täcker över 60 % av jordens yta. Hur påverkar de klimatet och hur blir de till i verkligheten?

I atmosfären bildas inte moln av enbart vattenånga.

Kärnan i varje molndroppe är en partikel. Vattenånga fäster på luftens partiklar och bildar små droppar. Dropparna krockar med varandra och slås ihop till större droppar.

Molndroppar är ungefär en hundradels millimeter stora. Det krävs ungefär 1 miljon små droppar för att de ska bilda en regndroppe som faller ner mot marken. Ett moln innehåller ca 1000 miljoner individuella molndroppar. Alla startade som en partikel.

Partiklar och molnens egenskaper

Ett moln påverkar olika beroende på vad det innehåller och var det befinner sig.

Marknära vattenbaserade moln skuggar jorden och markytan blir kallare.

Moln med många små molndroppar gör att solens strålar får svårare att ta sig igenom molnet. I stället reflekteras mer av solljuset direkt upp i rymden utan att värma jorden. Moln med många små droppar ser vita ut.

Moln med färre och större droppar reflekterar inte solljuset lika effektivt och ser istället brungråa ut.

Torrare och kallare?

Människan ökar nu mängden partiklar i luften genom trafik- och industriutsläpp samt genom nya sätt att bruka jorden.

När antalet partiklar ökar blir det mindre mängd vattenånga för varje partikel. Resultatet blir fler och mindre molndroppar som ger vitare moln. Därför kan man säga att smutsiga moln är vita och rena moln är brungråa.

Med fler vita moln med mycket partiklar reflekteras mer ljus - jordytan blir kallare. Samtidigt har också många små droppar svårare att slå ihop sig och bilda regndroppar. Det regnar mindre.

Mer partikelutsläpp kan därför ge en

kallare och torrare jord i ett mycket komplext klimatsystem, som vi bara börjat förstå.

VÄDER – KLIMAT I ETT ÖGONBLICK

Människan har alltid försökt att förutspå vädret.

Förr användes abborrens ryggränder och svalans flykt.

I dag används satelliter och väderradar.



Skrock - före SMHI

För 200 år sedan fanns inte SMHI, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.

De flesta svenskar var jordbrukare och beroende av vädrets makter för att överleva.

På den tiden fick du helt andra råd om du ville veta hur vädret skulle bli. Ofta var de i form av ramsor, så att de blev lättare att komma ihåg.

I dag tror inte många på de gamla råden. Det verkar enklare och mycket säkrare att titta på väderleksrapporten.

Men det kanske bästa knepet om du vill förutspå väder gäller fortfarande: Räkna med att det blir samma väder i dag som i går! Ett slags väder, exempelvis sol eller gråmulet, håller nämligen ofta i sig i några dagar.

"På hösten ska du titta på abborrarnas ryggränder. Om ränderna nära huvudet är mörkast blir det kallast i början av vintern. Är ränderna längst bak mörkast, då blir det kallast i slutet av vintern."

När sädesärlan har kommit, är det dags att släppa ut får och så vårsådden.

"Sädesärlan, fåreskällan, stenskvättan, sädesskäppan följas åt"

Om det regnar på Gallusdagen, den 16 oktober, blir skörden god var man än sår.

"Regnar det på Galle växer det korn på knalle"

Är det en bikupa, eller...?

Så här har de flesta väderstationer sett ut i Sverige sedan början av 1900-talet. Den har tre termometrar. De visar den nuvarande temperaturen, samt den högsta - och lägsta temperaturen sedan de nollställdes senast.

Förr lästes de av manuellt flera gånger per dygn. Nu är nästan alla datoriserade.

Bredvid väderstationen står en regnmätare. Ovanför svävar Meteosat - Europas vädersatellit. I dag använder meteorologer också väderradar, system som hittar blixnar, väderbojar i haven och väderballonger.

Information om bland annat temperatur, luftfuktighet, vindstyrka, lufttryck och solinstrålning läggs in i mycket kraftfulla datorer. Datorernas beräkningar är grunden för väderleksrapporter.

Vädret från rymden

Satelliter fotograferar molnen och mäter strålning från atmosfären. De ger information om molnhöjd, fuktighet, temperatur och markytans tillstånd.

Två av de satelliter som SMHI tar hjälp av är Meteosat och NOAA. NOAA cirklar runt jorden.

Från 850 km höjd samlar den information från olika vyer över jorden.

Meteosat ligger på 36 000 km höjd. Den följer jordens rotation och visar därför samma utsnitt av jorden hela tiden. Aktuell bild från Meteosat visas här intill.

Det har alltid varit värre

Många kommer ihåg regnvädret i Fulufjället 1997 eller snöovädret i Gävle 1998.

Har de extrema väderfenomenen blivit fler på sista tiden?

Vädret under 1900-talet

Det stormar inte mer nu än det gjort tidigare under 1900-talet. Men det verkar som att vi har fått mer nederbörd i Sverige.

Nästan alla år under den senaste 20-årsperioden ligger över 1900-talets genomsnitt för nederbörd. De sista åren har också medeltemperaturen ökat i hela landet, mest under vintern i norr, men även under sommaren.

Under de sista 15 åren har vi haft bland de varmaste åren som någonsin uppmätts i Sverige.

Är väderextremerna tecken på en klimatförändring?

Regnrekord:

Fagerheden 28 juli 1997, 198 mm

Köldrekord:

Malgovik Luciamorgonen 1941, -53°C

Regnrekord under ett dygn:

Fulufjället 30-31 augusti 1997, 276 mm

Märkligaste lokala snöfallet:

Gävle 4-5 december 1998, 150 cm snö

Största hagel:

Ramnäs 4 juli 1953, 7x8 cm och 2 hekto tungt

Värsta orkanen:

Drabbade stora delar av landet, men värst på västkusten 22 september 1969

Värmerekord:

Målilla 29 juni 1947, 38°C

Vad ser vädersatelliten?

Satelliten Meteosat visar en aktuell bild av dagens väder.

Lätta stackmoln

Moln som ljusa bomullstussar visar på vackert väder

Upptornade stackmoln

Om stackmolnen växer till "blomkålshuvuden" kan det bli regn om några timmar.

Bymoln

Om blomkålsmolnen dras ut ännu mer och mörknar nertill, är det oväder på gång. Räkna med störtskurar och kanske åska.

Fjädermoln med krokar

En härlig sommardag med bara tunna långa fjäderliknande bitar av moln.

Men om slöjorna dras ut och tätar mot horisonten är det regn på gång inom 12 timmar

Slöjmoln

En slöja av moln sprider sig över himlen och runt solen bildas en ring; en halo. Både slöjan och ringen visar att sämre väder är på väg. Slöjmoln är blåaktiga på satellitbilden.

Skiktmoln

Skiktmoln på låg höjd döljer solen. Nu är det bara någon timme kvar till regn.

Regnmoln

I de tjocka regnmolnen har iskristaller eller vattendroppar gått ihop och börjat falla.

Dimma

Dimma och dimmoln syns gula på satellitbilden.

Väder och klimat

Hur kan vi vara säkra på om vår jord blir varmare?

Vi måste se tillbaka på hur jordens väder varit förut – försöka jämföra mätningar under många år. Det är först då vi vet hur vårt klimat har förändrats.

Klimatet = en sammanfattning av hur vädret har varit i ett visst område under en viss period.

Monter med väderinstrument**Temperatur**

De första termometrarna uppfanns för ca 400 år sedan.

När den första skalan gjordes efter 50 år, utgick den från två smältpunkter; vattnets och smörets!

Svensken Anders Celsius bestämde att det skulle vara 100 grader mellan vattnets fryspunkt och kokpunkt. Det var för 250 år sedan, och redan då användes kvicksilvertermometrar.

Idag mäts temperaturen på svenska väderstationer oftast med motståndstermometrar som är bättre för miljön.

Temperatur anges i grader Celsius. Max- och mintermometern är tillverkad på 1840-talet. Då kostade den hela 10 kronor. Väggtarmometern är från förra sekelskiftet.

Termometrarna är lånade från Tekniska Museet.

Solinstrålning

Heliografer användes på 1800-talet för att signalera med hjälp av solen. Den fungerade också att mäta solskenstid med.

Den stora glaskulan koncentrerar ljuset till en punkt. Om ljuset är tillräckligt starkt bränner det hål i papperet bakom. Idag använder meteorologerna pyranometrar för att mäta solinstrålning. Den har en svart platta som värms av solen. Plattans temperatur ger ett mått på solens styrka.

Solinstrålning anges i W/m^2

Tysk heliograf av äldre modell lånad av Tekniska Museet.

Luffuktighet

Har du märkt att håret blir krulligt i fuktig luft? Håret drar ihop sig olika mycket beroende på hur fuktigt det är. En hårhygrometer består av hårstrån kopplade till en visare och en skala.

Luffuktighet mäts också med psykrometrar. I den finns två termometrar. Den ena har en "strumpa" över sig som fuktas.

När luften blir torr, dunstar vattnet från strumpan. Avdunstningen sänker strumptometerens temperatur. Skillnaden mellan termometrarna visar luftens fuktighet.

Luffuktighet anges i procent av vad som är maximalt möjligt vid rådande lufftemperatur.

En äldre hårhygrometer som har ägts av Sveriges riksbank och en termohygrograf med skrivare från 1930.

Båda lånade från Tekniska Museet.

Lufftryck

Om du ställer två tomma stängda mått med olika volym på en balansvåg, märker du att jämvikten skiftar ibland. Det upptäckte vetenskapsmannen Leonardo da Vinci redan på 1400-talet. Leonardo förklarade fenomenet med att luftens täthet förändras, och det stämmer!

Idag fungerar de aneroidbarometrar vi använder på ungefär samma sätt. I dem trycks två tomma stängda mått ihop olika beroende på lufftrycket.

Lufftrycket anges i hektopascal (hPa), som är detsamma som millibar (mb). En aneroidbarometer från 1862, en liten barometer med höjdskala för fältbruk från 1800-talet och en utländsk barometer från 1889 på marmorplatta.

Lån från Tekniska Museet

Vindhastighet

Hur skulle vinden mätas och i vilket mått? En av de första skalorna som användes i England för 300 år sedan hade fem steg: lugnt, svag vind, stark vind, halv storm och storm. Sedan dess har vinden mätts på olika sätt och med olika instrument.

Idag använder vi skålkorsanemometrar. Den uppfanns 1923 av svensken J.W. Sandström och snurrade ett varv per 5 meters vindväg.

De skålkorsanemometrar som finns idag fungerar efter samma princip.

Idag anges vindhastighet i meter/sekund.

En anemometer med skålkors från ca 1925, tillverkad av SMHI och en tysk anemometer från ca 1955.

Båda är lån från Tekniska Museet.

Nederbörd

Den romerska väderguden Jupiter hade många smeknamn. När det regnade kallades han Pluvius. Regnmätaren har fått sitt namn efter guden.

Pluviometern är kanske det enklaste av alla väderinstrument. Kärlet som regnet faller i har en noga utmätt öppning uppåt. Efter regnet hålls vattnet i ett mätglas som läses av.

Regn anges i millimeter. Måttet gör att det motsvarar en liter per kvadratmeter.

Regnmätaren är från 1940-talet och är lånat från Stockholms Stadsmuseum.

KLIMATET; DÅ NU SEN?

Kontinenter på drift

**Millimeter för millimeter...
Kontinenternas rörelser har genom
årmiljoner påverkat jordens klimat.**

Havsströmmar som flyttas

Kontinenternas rörelser tvingar havens vatten att flytta på sig. Stora strömmar med varmt eller kallt vatten får ändrade banor och temperaturen

förändras.

För 100 miljoner år sedan var jordens klimat varmare än i dag. Jordens kontinenter låg tätt ihop.

Havsströmmar kunde utan hinder sprida värme från ekvatorns vatten.

För 30-35 miljoner år sedan frilades Antarktis från de andra kontinenterna. Strömmarnas väg ändrades till en bana runt den kalla kontinenten.

Södra halvklotet blev "hastigt" kallare. Det tog bara några tusen år.

Tropisk djungel på Grönland?

Hur var klimatet för 250 miljoner år sedan? En ledtråd är de växtfossil vi hittar från den tiden.

Genom att jämföra var de fossila växternas släktingar lever i dag kan vi dra slutsatser om hur klimatet var då.

Många av de djur och växter som inte blev fossil blev i stället stenkol, olja eller naturgas. De kallas fossila bränslen.

Montertext:

Brödfuktsträd från Grönland, 80 miljoner år gammalt. Finns i dag naturligt i Asien och odlas i tropikerna runt jorden.

Ormbunke från Bjuv i Skåne, 200 miljoner år gammalt. Närmaste släktingen som lever i dag finns i de asiatiska regnskogarna.

Glaciärens is - ett klimatarkiv

**Små bubblor i inlandsisen kan ge ledtrådar om forna tiders klimat.
Upp till 800 000 år gamla pusselbitar från jordens klimat finns i isen.**

Det som göms i snö...

Ända fram till i våra dagar har isen på Grönland och Antarktis gömt sin mångtusenåriga historia.

Det är först nu vi kan förstå vad isen kan visa. Ledtrådarna finns i isens partiklar och lösta ämnen.

Luften fanns i snön som föll i lager på lager för länge sedan. Snön pressades ihop och blev is.

Ju längre ner i isen man borrar, desto äldre är den. En av de äldre isborrkärnorna är den från Vostokstationen på Antarktis. Den visar klimatet 400 000 år tillbaka i tiden. De sista 10 000 åren har klimatet och halten partiklar i luften varit ganska jämt.

För 100 år sedan bröts dock mönstret. Rester av människans luftföroreningar spreds även på polernas isslätter. En försiktig temperaturhöjning började, som sedan ökat de sista 25 åren.

Livet på en forskningsstation

”Att bo och jobba på en avlägsen inlandsis månader i sträck är speciellt. Arbetsmiljön och vädret är extrema. På sommaren kan det vara 40 grader kallt fast solen strålar intensivt dygnet runt. Den vilda, ödsliga naturen är vacker och storslagen.

Det är spännande att borra upp urgammal is – nu är den äldsta som hittats ungefär 800 000 år! Men det kräver stort tålamod, och det är inte alltid det går som planerat.

Om något går sönder gäller det att vara uppfinningsrik, för det är långt till närmaste affär!”

Malin Stenberg, fil dr, Stockholms Universitet

Iskärnorna som visas här intill är från Tarfalaglaciären vid Kebnekaise.

Tack till Stockholms Universitet för borrhovning och Electrolux som har gjort det möjligt att visa isborrkärnorna i utställningen.

Montertext:

Detta är is som tagits från en glaciär i Kebnekaiseområdet. Glaciärens is kan ge oss ledtrådar till forna tiders klimat. Bland annat kan luftbubblornas halt av koldioxid analyseras. Glaciäris kan vara flera hundra tusen år gammal.

Naturens klimatminnen

Droppstenar, sjösediment och torvmossar fungerar som klimatarkiv. Uppbyggda lager på lager, kan de berätta om klimatet.

Droppar för 7000 år sedan

I underjordiska grottor sipprar ofta vatten ut i taket. Om vattnet är kalkhaltigt bildas droppstenar.

Långsamt byggs tunna lager av mineral och jordrester upp, som vattnet fört med sig på sin väg genom marken.

Ur syret och kolet i droppstenen går det bland annat att ta reda på hur varmt och regnigt det varit vid marken ovanför grottan.

I Sydafrika finns droppstenar som är närmare 7000 år gamla. De kan exempelvis ge information om värmen under vikingatiden och mycket mer.

I sedimentens lager

Skogens invånare lever och dör. I marken bryts djur och växter snabbt ner, men i sjöar, hav och blöta mossar går det mycket långsammare. Dött material hamnar lager på lager, och byggs på år för år.

För att få veta vilka växt- och djurarter som fanns tidigare, kan man ta prover på lager längre ned.

Provens pollen samt växt- och djurdelar visar vilket klimat det var när lagret bildades. Numera går det att analysera syre och kol i provet och få veta ännu mer om forna tiders klimat.

Bildtext:

Borrkärna med årsringar från sjöbotten.



Årsringarna avslöjar

Träd står still - därför kan de bara utnyttja ljus och vatten där de står. Tillväxten blir en återspeglning av regn och temperatur.

Varm sommar ger bredare ring

Varje sommar växer träden med några millimeter precis under barken. Ibland, under lagom varma och fuktiga somrar, växer de extra mycket. Om det är dåligt väder kan de stå nästan still i växten. Genom att jämföra de ringar som bildats, går det att avläsa olika somrars klimat.

Ibland syns dramatiska händelser från historien i trädens ringar. 1883 hade vulkanen Krakatao i Indonesien ett stort utbrott. Vulkanen kastade ut enorma mängder aska i jordens atmosfär. Året efter kallades "året utan sommar" och var så kall att träd över hela jorden växte sämre.

Uråldriga stammar

Jämtlandsfjällens "gammeltallar" har länge levt i ett hårt klimat. Tallarna har vuxit där i generationer. Ibland faller träden så att de hamnar i små fjällsjöar och begravs på botten. Den syrefria miljön i sedimenten stoppar förmultningen. Ett träds historia konserveras. Många träd från olika tider har dragits upp ur sjöar. Sommarringarnas bredder har pusslats ihop till en tidsskala.

De ger tillsammans en klar bild av hur sommarvädret har varit de senaste 7 500 åren.

Montertext:

Trädens årsringar berättar hur klimatet har varit. Träden växer på sommaren. En varm och nederbördsrik sommar ger en bredare ring.

Denna tall var närmare 300 år, när den fälldes på hösten 1946. Tallen växte troligen intill Naturhistoriska riksmuseet, i området som nu är nationalstadspark. Tidigaste årsringen är från 1675.

Jorden blir nu varmare

För 100 år sedan började vi ana; för 25 år sedan var det uppenbart; Klimat blir nu varmare i en allt snabbare takt.

Naturen visar förändringen

Ju mer koldioxid i luften, desto varmare klimat. Det är ett samband som syns både i iskärnor, droppstenar och sedimentkärnor.

Nu höjer människan halten koldioxid och andra växthusgaser i luften genom att använda fossila bränslen.

Vi har mer koldioxid i luften än vi haft under kanske en miljon år, och temperaturen stiger snabbare än den gjort på tusentals år.

Temperaturhöjningen är dock ojämnt fördelad över jorden. På norra halvklotet har temperaturen stigit mer

än på det södra. Ökningen är också olika från område till område.

IPCC - tillsammans är vi klokare

Hur blir framtidens klimat? FN: s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) består av klimatforskare från hela världen.

De sammanställer och granskar forskning om klimatets förändringar, förändringarnas följder och hur man skulle kunna förhindra dem.

Men hur världen och dess människor kommer att utvecklas vet ingen. Därför har IPCC tagit fram olika möjliga vägar. I beräkningarna har man utgått från olika utvecklingar för:

- Världsbefolkningens tillväxt
- Hur ny teknik utvecklas och sprids
- Satsningar på rättvisa och biologisk hållbarhet.

Världens klimat i framtiden



De klimatförändringar vi ser i dag kan vara en försiktig inledning på en omfattande förändring om hundra år.

Vi påverkar framtidens klimat

Framtidens klimat beror på hur mycket växthusgaser och partiklar vi släpper ut i dag.

Det kommer att ta tid att minska vårt

beroende av fossila bränslen. Innan människans utsläpp minskar kan jorden bli mellan 1 och 6 grader varmare fram till år 2100.

Förändringarna kommer att bli olika från plats till plats, och hur det blir beror på hur luftens och havens strömmar reagerar på värmen.

Både medelvärden och extremvärden kommer att påverkas. Om 100 år kanske en het sommardag i södra Sverige är 40 grader varm. I Spanien kan bli det +50°C.

Maxtemperaturen i Nordafrika skulle kunna bli varmare än det någonsin varit under vår tid – uppåt 60 grader.

Värme ger regn

Enligt FN: s klimatpanel kommer uppvärmningen att bli större i norr än söder och högre över land än vatten.

När värmen stiger avdunstar mer vatten från jordytan. När atmosfären innehåller mer vatten ökar nederbörden. Men nederbörden kommer inte att öka lika mycket över hela jorden.

Mycket talar för att det kommer att regna mer i redan fuktiga områden. Regn och snö kommer troligen också att öka över Arktis och Antarktis.

Vissa områden som redan i dag är torra, kommer att få ännu mindre nederbörd. Mexiko, Centralamerika, södra Afrika och Australien kommer troligen att bli torrare.

Europaklimatets framtid?

Europas temperatur beräknas stiga mer än jorden i genomsnitt.

Förändringarna kommer att bli ojämnt fördelade.

Blötare och varmare i norr

I vår världsdel kommer skillnader i nederbörd och temperatur att påverka länder i olika grad och under olika årstider.

Vintertemperaturen kommer att stiga mest i norr och öster. Områden som i dag är snötäckta kommer att få allt mer barmark.

Sommartemperaturen beräknas stiga mest i Central- och Sydeuropa. I samma områden kommer regnet att minska. Marken kommer att torka ut mer och oftare.

Nordeuropa kommer att få mer nederbörd på vintern och kanske mindre på sommaren.

Snö och is, havsnivå och kanske väderextremer kan förändras.

Sverige år 2100?

För att försöka förutspå hur klimatet ska bli i framtiden krävs en superdator.

En datamodell kan innehålla över 100 olika faktorer som påverkar klimatet. En 100-årsmodellering för världen behöver tusentals miljarder uträkningar.

Trots de avancerade superdatorernas kapacitet blir klimatsimuleringarna ganska grova. Det är svårt att utläsa hur Sveriges framtida klimat kan bli.

På Rossby Centre i Norrköping arbetar man med att göra modeller över hur Sveriges och Europas klimat kan bli under resten av det här århundradet.

Känn på jorden

Några grader varmare

År 2100 kan medeltemperaturen på jorden ha höjts från 14 till 18 grader. Det kanske inte låter så dramatiskt, men följderna kan bli omfattande. Förra gången Sverige hade fyra grader kallare var 2/3 av landets yta täckt av ett kilometertjockt istäcke. Det var istid.

Klotens temperatur är 10,14 och 18 grader.

Jordens klimatzoner

Likt band rund jorden kan vi följa klimatzonerna, från tundra och polartrakter till stäpp och öknar. Alla med sina arter, anpassade till miljön.



Nederbörd och temperatur är avgörande för vilket klimat som finns i ett område.

En omfattande klimatförändring kan snabbt förskjuta gränserna mellan klimatzonerna.

Polarklimat

Tundra

Barrskog

Lövskog

Medelhavsklimat

Tropisk regnskog

Savann och stäpp

Öken

VAD KAN HÄNDA?



En klimatförändring är på väg – men hur kommer den att påverka oss?

Osäkerheten är stor och effekterna kan bli mycket olika runt om vår jord. Här visas några exempel.

Vatten en bristvara

Torka och missväxt kan öka i länder som redan nu har lite nederbörd. Många gånger kommer de som redan har knappa resurser att drabbas.

Antalet miljöflyktingar från fattiga, torra delar av världen riskerar att öka till många miljoner.

Den uråldriga isen smälter

Många av jordens stora bergskedjor har glaciärer - stora istäcken som ligger kvar året runt. Glaciärerna ger

vatten till bergens floder även under varma torrperioder.

Nu smälter glaciärer jorden runt med en oroväckande hastighet.

Kommer väderkatastrofer att öka?

Under de senaste åren har oväder världen över vållat stora skador. Det behöver inte betyda att ovädren har blivit fler eller våldsammare.

Kommer extrema väderfenomen att bli vanligare i framtiden? – Kanske, men det är osäkert på vilket sätt.

Sjukdomar kan spridas

Många insekter trivs bättre i ett varmare klimat. Om insekterna bär på parasiter sprids de också.

I områden nära ekvatorn riskerar malaria att spridas med myggor, särskilt i de områden som blir både varmare och fuktigare.

Sverige överlever fästingar allt längre norrut, och med dem borrelia och TBE.

Havsnivån höjs

När jorden blir varmare expanderar haven och havsnivån höjs. Is från glaciärer kommer att smälta och höja vattennivån ytterligare.

FN:s klimatpanel har beräknat att havsnivån kommer att höjas med ca en halvmeter på hundra år. Smältande havsisar vid Grönland och Antarktis kan få havsytan att stiga ännu mer. Om havet vid Bangladesh höjdes en meter, skulle mer än 40 miljoner människor tvingas flytta.

Förändrade havsströmmar

Sverige ligger lika långt norrut på jorden som Alaska, men vårt klimat är varmare. Det är tack vare Golfströmmen som för med sig varmt vatten från ekvatorn.

Om avsmältning och ökad nederbörd skulle ändra Golfströmmens bana; då skulle vi i Norden istället kunna få ett kallare klimat.

Wasaloppets framtid?

Ett varmare klimat kan göra vita vintrar mer sällsynta i södra och mellersta Sverige. Isläggningsen på Östersjön kommer att påverkas. Kommer nästa generation att kunna njuta av skidor och långfärdsskridskor på samma sätt som vi?'

Tusentals arter försvinner?

Om temperaturen höjs kommer förutsättningarna för livet på jorden att förändras.

En del arter kommer att klara sig bättre än tidigare, men de flesta av jordens djur och växter kommer att få det svårare. Tusentals riskerar att dö ut.

"Vinnare"

Maskrosor, flygande insekter, råttor och kackerlackor. Arter som kan överleva på många platser, flytta sig snabbt eller trivs nära människan.

"Förlorare"

Specialiserade arter som javanoshörningen och pandan. De är arter som har svårt att flytta när klimatet förändras. Träd växer långsamt och hör också till förlorarna.

Kalfjället – ett hotat ekosystem

Ett varmare klimat i Sverige gör att trädgränsen flyttas uppåt i fjällregionen.

Kalfjällets växter och djur kommer att bli alltmer undanträngda. Snabbväxande gräs och buskar sprider sig längre upp på fjället. Ett exempel på en hotad djurart är fjällräven.

Effekterna samverkar

Det är svårt att förutse följderna när många effekter samverkar. Vad händer när en art i ett ekosystem minskar i antal? Ett exempel är bakterier som lever på polarisens undersida.

Bakterierna är föda åt havets växtplankton.

Växtplankton äts av djurplankton, som äts av krill - en liten räka. Krillen är huvudföda för många fiskar och valar.

Om polarisen smälter och dessa bakterier blir färre kan det påverka världens störta djur, valarna.

Ingen kan förutse hur en klimatförändring skulle påverka miljontals djur och växter och vilka följder det skulle få för oss.

Korallreven värms upp

Korallrev hör till de mest artrika ekosystemen i världen. För miljontals människor betyder de mat, inkomster från turism och skydd från havets nötning av stranden. Korallreven ger också råmaterial till mediciner.

Ökningen av koldioxid i luften gör att havens temperatur stiger och att mängden kalciumkarbonat i vattnet minskar. Korallreven får svårare att överleva och växa till. De blir också känsligare för miljögifter, övergödning och hårt fiske.

En tredjedel av jordens korallrev är redan allvarligt skadade. Flera marina reservat och minskade utsläpp av växthusgaser skulle hjälpa. Än är det inte för sent att rädda många av korallreven. Men det börjar bli bråttom.

Nord och Syd

Vilka påverkar – vilka påverkas?

En förändring av klimatet påverkar världens regioner olika.

De fattiga drabbas hårdast. Samtidigt är deras bidrag till växthuseffekten minst.

Hur ser framtiden ut?

Många fattiga människor får det allt bättre. Man vill ha en högre levnadsstandard, en ökad frihet och möjlighet att resa.

I dag släpper en afrikan i genomsnitt ut en tjugondel så mycket koldioxid som en amerikan. Vad händer när deras utsläpp är lika stora?

Ny teknik åt alla

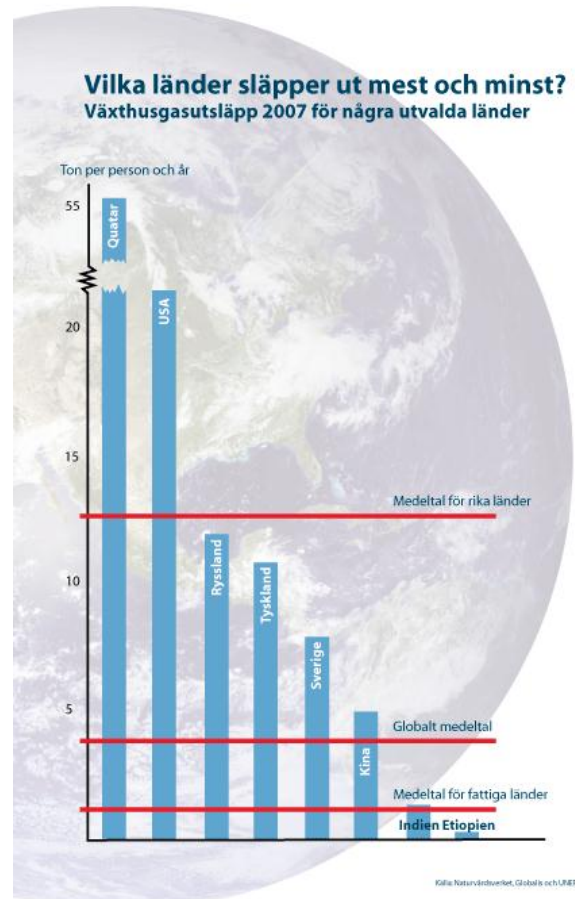
Att den tredje världen utvecklas är positivt. Tillväxt gör att fler barn slipper svälta och att färre dör i sjukdomar.

Vi kan och ska inte hindra den processen, men kan kanske hjälpa till med teknik som är bättre för klimatet.

När en miljard kineser skaffar bil borde de kunna köpa sådana som drivs av biobränsle eller bränsleceller.

Fast bara om vi själva väljer rätt väg.

Människans påverkan på klimatet är en utmaning för alla på jorden. Lösningen kräver rättvisa och samtal mellan världens fattiga och rika.



Anna

14 år.

Bor i Trosa, Sverige.

Går i skolan 6 timmar om dagen.

Har 40 toppar och 15 par byxor.

Brukar måla och träffa kompisar.

Familjen lagar mat på elspis.

Favoriträtt: Köttbullar och makaroner.

Familjen äger två bilar.

Vill bli kläddesigner.

En svensk 14-åring släpper ut ca 1700 kg koldioxid per år.

Mängden koldioxid som Sverige släpper ut motsvarar ca 8 ton per invånare och år. Det är lägre än snittet

i Europa som ligger på 10 ton. I USA är utsläppen 22 ton per person och år. Om klimatet förändras kommer det troligen att bli varmare, regna lite mer och kanske storma mer i vårt land.

Sverige har redan kommit en bit på väg med förberedelserna inför en eventuell klimatförändring.

Chai

14 år.

Bor i Kâmpóng Saôm, Kambodja.

Går i skolan 6 timmar om dagen.

Har 4 toppar och 2 par byxor.

Brukar sälja frukt och träffa kompisar.

Familjen lagar mat med vedspis.

Favoriträtt: Fisk och ris.

Familjen äger en moped.

Vill bli läkare.

Chai släpper ut ungefär 140 kg koldioxid per år.

Mängden koldioxid som Kambodja släpper ut motsvarar 0,3 ton per år och invånare.

Jordbruket i Kambodja är beroende av ett stabilt klimat med torr- och regnperioder. En klimatförändring riskerar att göra vädret mer oförutsägbart. Om torkan förvärras eller regnet ökar, drabbas Kambodja hårt.

Stora delar av landet riskerar också att översvämmas av Mekongfloden eller den stigande havsnivån.

Kambodja är ett av världens fattigaste länder och har inte möjlighet att förbereda sig för sådana förändringar.

LÖSNINGARNA FINNS

Överallt pågår arbetet med att minska vår påverkan på klimatet. Samarbete krävs på alla nivåer.

Vad gör politikerna?

Klimatförändringarna är ett globalt problem som världens länder måste lösa tillsammans. Redan 1992 skrev 166 länder under en FN-konvention om att minska utsläppen av växthusgaser till en nivå som inte påverkar klimatet på ett farligt sätt.

Kyotoprotokollet ett första steg

I Kyoto i Japan bestämdes 1997 att industriländernas utsläpp skulle minska med 5 % fram till år 2012. Utvecklingsländerna behövde inte minska sina utsläpp alls under den här perioden.

Idag har nästan 200 länder skrivit under protokollet, men fortfarande saknas flera av de stora utsläppsländerna. Nu går arbetet vidare för att ena hela världen kring ett nytt klimatavtal.

Målet i framtiden?

Alla är överens om att vi måste göra något åt klimatförändringarna. Trots det fortsätter utsläppen att öka, men målet är att de totala utsläppen ska sluta öka år 2020.

Ett annat politiskt mål är att 2050 ska de rika ländernas utsläpp ha minskat med 85-90 %. Världens totala utsläpp ska då ha minskat med 50 %, jämfört med 1990.

Inte mer än två grader varmare!

Många forskare menar att om vi kan begränsa uppvärmningen till 2 grader under det här seklet kan vi hantera effekterna av klimatförändringarna. Det kanske går med de utsläppsminskningar som politikerna föreslår. Andra menar att redan 2 grader varmare kan innebära katastrof för människor och många djur och växter.

Vem ska betala?

Den stora tvistefrågan vid klimatförhandlingarna är vilka som ska betala för de nödvändiga klimatåtgärderna. Det är främst en konflikt mellan rika och fattiga länder. Enligt den sk Sternrapporten från 2006 skulle det kosta 3000 miljarder kronor/år att hantera de klimatförändringar vi står inför. Det är oerhört mycket pengar, men ändå bara ca en procent av världens BNP. Många menar att kostnaden för att inte göra någonting alls kan vara den tiodubbla.

Handel med utsläppsrätter – ett sätt att minska utsläppen

Handeln med utsläppsrätter utgår från att det inte spelar någon roll var utsläppen minskas – effekten blir densamma för jordens atmosfär.

En utsläppsrätt ger ett företag rätten att släppa ut ett ton koldioxid. Om företaget minskar sina utsläpp kan det sälja utsläppsrätter till ett annat företag som vill släppa ut mer. Systemet innebär att det blir dyrare att släppa ut mer koldioxid.

Det finns bara ett visst antal utsläppsrätter, vilket gör att de totala utsläppen inte ska kunna öka. Tanken är att antalet utsläppsrätter ska minska hela tiden, så att även utsläppen minskar.

Svensk klimatstrategi

I Sverige råder stor politisk enighet om att vi måste minska vår energianvändning. Vi måste också ersätta de fossila bränslena med förnybar energi och bättre teknik. Grunden för den svenska klimatpolitiken är ett av miljöbalkens miljömål: "Begränsad klimatpåverkan".

I dag släpper svensken ut i genomsnitt 8 ton koldioxid per år. Det är lite jämfört med andra länder i Europa eller

USA, men mycket jämfört med länder som Indien och Bangladesh. Två skäl till våra låga utsläpp är vår energibesättning och att vi har stor tillgång till fossilfria energikällor som vattenkraft, kärnkraft och biobränsle.

Ett steg i taget

Sverige var ett av de länder som skrev under Kyotoprotokollet om att minska sina utsläpp. Nu skärps utsläppskraven och några framtida mål är:

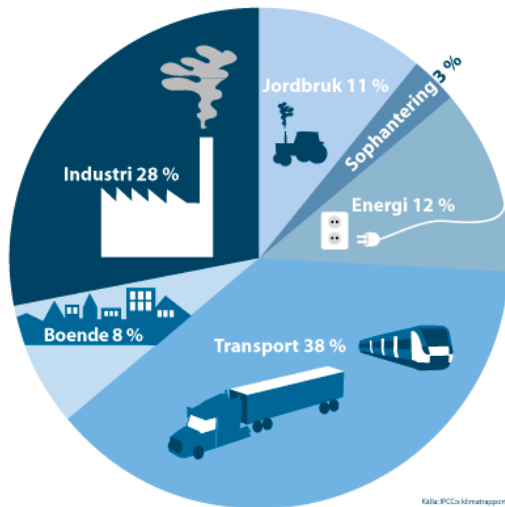
- att år 2020 står förnybara energikällor för 50 % av vår energiförsörjning
- att Sverige år 2030 bör ha en fordonsflotta som är oberoende av fossil energi
- att Sverige år 2050 inte har några nettoutsläpp av växthusgaser

Hur ska det gå till?

För att Sverige ska klara målen föreslås ett antal åtgärder:

- flyget och sjöfarten ska också betala för sina utsläpp
- jordbruket ska minska sina utsläpp och bönderna ska stödjas att producera mer biogas
- höjt bensin- och dieselpris och höjd skatt på fordon med stora utsläpp
- bygg ut järnvägen, månadskortet blir skattefritt
- höjd skatt för industrier med höga utsläpp samt krav på minskad energiförbrukning
- hårdare krav på energisnål teknik i bostäder
- ekonomiskt bidrag till forskning och produktion av biodrivmedel för bilar
- fortsatta ekonomiska bidrag till kommuners och företags klimatåtgärder
- klimatanpassat bistånd

Utsläpp av växthusgaser från det svenska samhället 2005

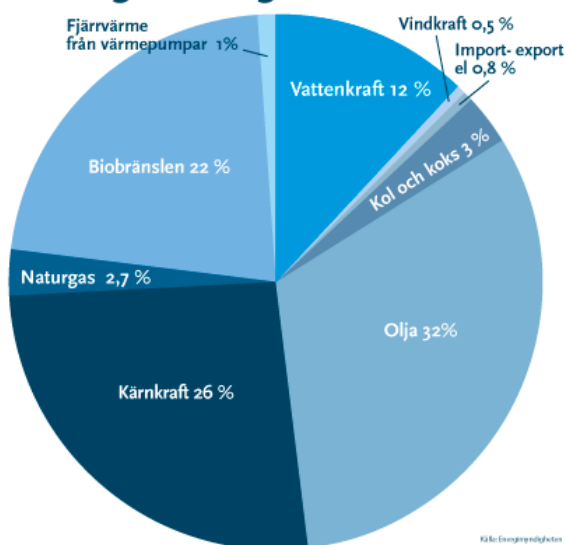


Källa: IPCC Klimatrapport 2007

Sol, vind och vatten

En av de viktigaste åtgärderna för att bromsa klimatförändringarna är att ersätta fossila bränslen med förnybar energi. Det är energi som inte höjer halten av växthusgaser i atmosfären, t.ex. solenergi, vindkraft, biobränslen eller vattenkraft. I Sverige kommer ca 45 % av energin från förnybara energikällor.

Sveriges energitillförsel 2009



Källa: Energiproduktion

Vindens kraft på väg med stormsteg

Världen satsar stort på vindkraft – år 2014 beräknas vindkraften producera mer energi än kärnkraften. I dag satsar många europeiska länder stort på vindkraften och Tyskland, Spanien och Italien ligger i täten. År 2010 producerade Tysklands vindkraft tre gånger så mycket elektricitet som alla Sveriges kärnkraftverk.

I Sverige ligger vi långt efter, men en allt större del av elen kommer från vindkraft. Målet är att vindkraften ska stå för 8-10 % av vår elförsörjning år 2020.

När det inte blåser

Ett sätt att lagra vindens energi är att låta elen producera vätgas. Gasen kan utnyttjas i bränsleceller för att driva fordon eller som bränsle i kraftvärmeverk.

Energi från solens strålar

Solens energi kan både användas till uppvärmning av hus och till att producera elektricitet. Tekniken släpper inte ut några växthusgaser, men än så länge svarar solenergin för bara 0,5 % av världens energiproduktion. Men utvecklingen går snabbt och år 2050 beräknas solenergin stå för en fjärdedel av jordens energiproduktion.

Solen värmer

Solfångare för uppvärmning av byggnader blir allt vanligare. Kina står för cirka 75% av världsmarknaden, men Europa kommer på andra plats med länder som Tyskland och Cypern i täten. Många av de största solvärmearläggningarna i världen bygger på svensk teknik.

El från solen

Den första solcellen hade en verkningsgrad på några få procent. Dagens solceller kan fånga upp ca 20

% av solens energi och omvandla den till el. Solceller är användbara på platser som saknar elnät. I dag producerar de en liten del av vår el, men de senaste årtiondena har marknaden ökat med 40-50 % per år.

Men på natten?

När solen inte lyser kan solelen sparas i uppladdningsbara batterier. I framtiden skulle solenergin kunna användas till vätgastillverkning. Gasen kan sparas och användas i värmeverk eller till bränsleceller.

Världsmästare i Uppsala

Några forskare som gjort en av de mest effektiva solcellerna finns i Uppsala. Deras solceller är tunnare än ett hårstrå. Solfilmen är lätt att sätta upp på glas eller en metallfolie och mycket billigare än dagens kiselceller. Nu har dessa tunnfilmceller börjat produceras i större skala.

Vattenkraften ökar i framtiden?

Med vattenkraft kan man producera el när den behövs som bäst. Vattenkraftverken lagrar vattnet i stora magasin som fylls på av snösmältning och regn under vår, sommar och höst. När vintern kommer och efterfrågan på energi är störst, släpper man i väg så mycket vatten som behövs för att få tillräckligt med el.

Vattenkraften står för nästan hälften av Sveriges elproduktion. Kraftverksdammarna orsakar dock stora ingrepp i naturen.

I framtiden kan energiproduktionen från vattenkraften öka. Prognoserna pekar på en allt större nederbörd i Sverige.

Biobränslen

Pellets, skogs- och sågverksavfall, ved och energiskog är exempel på

biobränsle. Det används i första hand till uppvärmning. Utsläppen av koldioxid från biobränslen ökar inte utsläppen av växthusgaser. Förutsättningen är att den förbrända biomassan ersätts med nya träd som kan ta upp den frigjorda koldioxiden. Förbränningen blir en del av kolets naturliga kretslopp.

Framtidens energikällor

Av framtida energiteknik brukar bränsleceller och fusionsenergi nämnas. Medan bränslecellerna redan är här så lär det dröja ända till 2050 innan en kommersiell fusionsreaktor kan vara i drift.

Bränslecellen

Elbilar som drivs med bränsleceller är på väg.

Världens stora biltillverkare producerar allt fler bilmodeller som drivs med bränsleceller.

De är enkla att tillverka, mycket energieffektiva, behöver inget fossilt bränsle och släpper bara ut vattenånga!

Bränslecellen fungerar ungefär som ett batteri, men drivs av vätgas. Vätgasen kan utvinnas från vatten, metanol, biogas och mycket annat.

Eftersom bränslecellen inte behöver el, passar den bra i många sammanhang.

Många länder satsar nu på att få fram bränslecellsdrivna produkter. Det finns redan mobiltelefoner, bärbara datorer, värmeelement och mycket annat som drivs med bränsleceller.

För att bränslecellsdrivna bilar ska bli fler måste de bli billigare att tillverka.

Ett bra system för att producera och forsla vätgas måste också utvecklas.

Bildtext till modellen:

Vätgas + syre = vatten + energi

Solcellen ger energi till katalysatorn som delar vatten till vätgas och syre. Syret leds in i det ena röret, vätgas i det andra. Vätgasen leds till bränslecellen som producerar el till snurran.

Klimatsmarta transporter

Transporterna är en av de största mänskliga utsläppskällorna av växthusgaser. Men nu finns allt fler alternativ för den som vill resa eller frakta varor utan att påverka klimatet.

Nya bränslen, ny teknik och bättre kollektivtrafik gör det lättare att minska användningen av fossila bränslen.

Många alternativa bränslen

I dag finns många alternativ till bensin och diesel. Biogas, etanol och dimetyleter (DME) är några exempel på biodrivmedel. Mest effektivt är biobränsle från massaindustrin, gjort på svartlut. Däremot är etanol från raps och vete inga energivinnare. Dessutom konkurrerar de med våra livsmedelsgrödor. För att hjälpa konsumenterna att välja rätt, finns sedan 2008 en miljömärkning för drivmedel i Sverige.

Trafikens utsläpp fortsätter att öka

Trots mer bränslesnåla fordon och alternativa bränslen fortsätter trafikens utsläpp att öka. Det beror på att bilarna blir fler och antalet resor ökar.

Det är inte bara utsläpp av växthusgaser som är problemet med trafiken. I Sverige dör ca 500 personer och ca 4 000 skadas allvarligt i trafikolyckor varje år. Allt för många dör för tidigt på grund av avgaser i storstäderna.

Flyg mer sällan

Dagens flygplan är mer bränslesnåla, tystare och renare än äldre flygplan. Men allt fler transporter går med flyg och därför ökar utsläppen.

Det bästa sättet är att flyga mera sällan. Inom Europa är i många fall tåget ett realistiskt alternativ.

Köp utsläppsrätter

Om man ändå måste flyga kan man köpa utsläppsrätter. Vid fotbolls-VM i Tyskland 2006 orsakade åskådarnas resor utsläpp av 100 000 ton koldioxid. Arrangörerna samlade då in 11 miljoner kr från sina sponsorer för att köpa utsläppsrätter som kompenserade åskådarnas resor. Dessa pengar användes till klimatåtgärder, t.ex. plantering av regnskog.

Res klimatvänligt

En tredjedel av hushållens utsläpp kommer från våra resor. Här är några tips på hur du kan resa på ett mer klimatvänligt sätt:

- Gå eller cykla korta sträckor istället för att ta bil eller buss – det är bra för både plånbok, hälsa och miljö
- Om du ska resa inom Sverige – ta tåget!
- Koldioxidkompensera dina flygresor genom utsläppsrätter. Pengarna går till plantering av ny skog som tar upp dina utsläpp
- Gå med i en bilpool. Det är både billigare och mer klimatsmart

- Undvik korta bilresor. Koldioxidutsläppen är störst de första 5 kilometrarna
- Kör mjukt och jämt så sparar du 10 % bensin i stadskörning. Om du kör 90 istället för 110 minskar du bränsleförbrukningen med 10-20 %
- Ha rätt lufttryck i däcken. Det spar både bränsle och minskar utsläppen. Om alla Stockholms bilister hade rätt däcktryck skulle de årliga utsläppen av koldioxid minska med nästan 50 000 ton
- Res kollektivt om du har möjlighet, bra för både plånboken och miljön



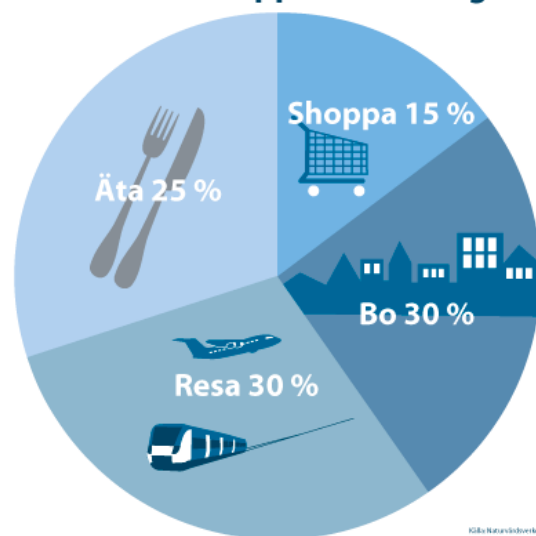
Jämför olika sätt att resa på www.sj.se/miljökalkyl och www.lfv.se (luftfartsverket)

Minska dina utsläpp

Det viktigaste vi kan göra för att minska vår klimatpåverkan är att välja alternativa energikällor och minska vår energiförbrukning. Både hushåll, företag och länder tjänar på att använda mindre energi.

Den renaste och billigaste energin är den som aldrig används!

Hushållens utsläpp av växthusgaser



Dina val spelar roll

Hushållen står för nästan hälften av Sveriges totala koldioxidutsläpp. De största utsläppskällorna är maten, boendet, shopping och resandet. Därför kan våra val både i skolan, på arbetet och på fritiden vara avgörande för vår framtid.

Varje svensk släpper i genomsnitt ut 8 ton koldioxid/person och år. Räknar vi med våra indirekta utsläpp från varor som producerats utomlands, ökar siffran till 10 ton. Många forskare menar att om vi ska nå den nivå som naturen tål, måste vi banta till 1-2 ton/person och år.

Så här kan du minska din energiförbrukning

Följande områden är avgörande för hur du kommer att lyckas att minska dina utsläpp av växthusgaser:

- Hur mycket och vilken bil du åker
- Hur du värmer din bostad
- Hur mycket el som används i bostaden
- Vilken mat du väljer
- Hur mycket och vilket kött du äter
- Hur långt och hur ofta du flyger

Klimatanpassad mat

Maten står för en tredjedel av svenskens klimatpåverkan. Varje svensk konsumerar ungefär 800 kg livsmedel per år. Nästan 40 procent kan vara importerat. Livsmedel tillhör ett av de mest miljöbelastande produktområdena med stor energianvändning och stora utsläpp.

Våra val i mataffären kan därför påverka klimatets framtid mer än många tror. Köp ekologiskt och närproducerat – det är dels bättre för miljön och transportererna blir kortare.

Ät mindre nötkött

Att äta mindre kött är ett vanligt råd om man vill minska utsläppen. Men det är skillnad på kött och kött. Nötkött ger högst utsläpp – t.ex. mer än tio gånger högre utsläpp än kyckling. Men nötboskap är bra landskapsvårdare och viktiga för den biologiska mångfalden. Djur i svenska naturbetesmarker har lägre påverkan än konventionellt uppfödda nötdjur. Det beror på att de är mindre foderkrävande och utsläppen blir lägre eftersom de gräsmarker som betas binder koldioxid.

Bli en rik klimathjälte

Vill du spara pengar och samtidigt minska dina utsläpp rejält kan de här tipsen göra stor skillnad för både din klimatpåverkan och din plånbok:

- Sänk inomhustemperaturen med 1 grad, och du kan tjäna mer än 1000 kr om året
- Byt till lågenergilampor och ledlampor. Elanvändningen för belysning kan halveras utan att ljuskvaliteten försämras
- Byt ut riset i maten mot potatis, det minskar utsläppen avsevärt
- Duscha i stället för att bada, det minskar energiförbrukningen rejält

- Stäng av eldrivna system när de inte används. Video, dator, TV och stereo drar energi även i stand by-läge
- Köp energisnåla vitvaror
- Möblera inte framför element, här sparar du mycket energi
- Återvinn eller köp begagnat i stället för att köpa nytt
- Tvätta alltid med full maskin
- Tina fryst mat i kylan i stället för i mikrovågsugnen
- Köp den energisnålaste elektronikutrustningen, det kan minska utsläppen med 0,5 ton koldioxid per år
- Köp färre prylar. Varje ny produkt kräver energi och orsakar utsläpp
- Om du har möjlighet - värm ditt hus med bergvärme eller biobränsle
- Välj miljömärkt el - då går dina pengar till förnybara energikällor
- Använd miljömärkta och återvinningsbara datorer. Om alla svenskar skulle göra det uppskattar TCO att koldioxidutsläppen skulle minska med 142 miljoner ton. Det motsvarar utsläppen från en bil som kört 19 miljoner varv runt jorden!

Goda klimatinitiativ

För att kunna lösa klimatproblemen måste alla hjälpas åt. Politiker, företag och forskare måste dra sitt strå till stacken. Men även dina val både i skolan, på arbetet och på fritiden kan vara avgörande för vår framtid. Här är några goda exempel på vad som redan görs världen över.

Tåg i stället för lastbil minskade utsläppen

Göteborgs hamn minskade på ett år sina koldioxidutsläpp med 42 000 ton genom att 40 % av godset kom dit med tåg istället för med lastbil.

E-fakturor bra för miljön

E-fakturan skulle kunna minska koldioxidutsläppen i Sverige med 40 000 ton/år. Det är lika mycket som 13 000 bilar släpper ut varje år. Det visar en rapport från bl a KTH och nio olika samarbetspartners.

Kyrka med solpaneler

Bua kyrka i Halland blev Sveriges första kyrka med solpaneler på taket. När kyrkan renoverades monterades solpanelerna upp på kyrksalens tak. Panelerna producerar mer el än vad kyrkan behöver och överskottet ska levereras ut på elnätet.

Flyget går på kokosnötter

Den första flygturen med biobränsle från kokosnötter i tanken genomfördes nyligen mellan Amsterdam och London. Flygningen gjordes med en Boeing 747 från flygbolaget Virgin Atlantic.

Kina har mest vindkraft i världen

År 2010 gick Kina om USA när det gäller mest installerad vindkraft i världen. Den snabbt växande sektorn för förnybar energi i Kina sysselsätter idag drygt en miljon människor.

Gödsel och fritureolja värmer skola

Vid Plönninge naturbruksgymnasium utanför Halmstad omvandlas avfall från den egna gården och överbliven fritureolja från en hamburgerrestaurang till biogas som värmer upp skolans lokaler.

Kartonger värmer Lindesberg

I Lindesberg har spillvärmen från kartongbruket Korsnäs Frövi nästan helt ersatt de fossila bränslena i kommunens fjärrvärmenät. Med hjälp av spillvärme och bioenergi har utsläppen av koldioxid minskat med ca 16 000 ton/år. Fjärrvärmen levereras till ca 4 500 lägenheter, skolor, industrier och offentliga byggnader.

Jorden runt med soldriven bil

Den schweiziske läraren Louis Palmer har genomfört en jorden runt-resa med en soldriven bil. Bilen drog ett släp med sex kvadratmeter solpaneler. Enligt Palmer var tillverkningskostnaden som för två ferraribilar och toppfarten 90 km/tim. Palmer hoppas att hans resa ska inspirera biltillverkarna att tillverka miljövänligare modeller.

Hus värms av kroppsvärme

I Lindås utanför Göteborg finns hus utan element. De har värmeväxlare, kraftig isolering, och rejäla dörrar och fönster. Det räcker med kroppsvärme och spillvärme från elsystemen för att husen ska värmas upp. Idag finns dessa passivhus i omkring 15 svenska städer.

Dela bil med din polare

I Tyskland är över 100 000 invånare delaktiga i en bilpool och den årliga ökningen är 20%. Staden Bremen vill ge sina invånare en helhetslösning med kollektivtrafik, taxi, cykelutlåning och bilpooler för att minska antalet bilar. Det ger mer plats för gröna ytor och lekplatser. Liknande system finns

på flera platser i Europa och idéerna sprider sig.

Växjö blir fossilfritt

Växjö kommun har som mål att minska koldioxidutsläppen med 70 % till år 2025.

Genom satsningar på kollektivtrafik, stöd till alternativa drivmedel och utbyggnad av fjärrvärme vill man nå framtidsvisionen; ett helt fossilfritt Växjö år 2030.

Tröttnat på bilen? Ät upp den!

Biltillverkaren Ford har gjort en nästan helt återvinningsbar bil.

Däck, suflett och mattor är av majsstärkelse, säten av sojaböner och inredning av återvinningsbar polyester. Bilen har 151 hästkrafter och drivs med vätgas och bränsleceller. Körsträckan på en tank är 480 km.

FRAMTIDPERSPEKTIV

”Redan i dag dör flera miljoner människor i tropikerna av malaria varje år.

Om klimatet blir varmare kommer både myggor och malariaparasiter kunna sprida sig till nya områden.

Jag arbetar med en ny medicin mot malaria. Klimatförändringen är ett av skälen till att det är viktigt att få fram den snabbt.”

Mita Maini-Thapar
Malarialaboratoriet, Karolinska sjukhuset.

”Om klimatforskarnas prognoser stämmer kommer det att regna mer i Sverige.

Då måste de enorma dammarna till våra vattenkraftverk klara mer vatten. Jag är en av dem som beräknar hur dammarna ska byggas om för att hålla för framtidens klimat.”

Carl Oscar Nilsson

Dammsäkerhet, Eon

”Klimatförändringarna är en risk för framtidens marknad. Det är ett faktum som måste beaktas nu.

Som återförsäkringsbolag lägger vi ner stora resurser på att räkna på och informera om klimatförändringarnas följder.

Bruno Porro
Chef för riskavdelningen på Swiss Re, Schweiz

”Resandet och godstransporterna ökar varje år. Alla dessa transporter är idag helt beroende av fossil olja som förvärrar växthuseffekten. Dessutom är oljan snart slut.

Våra drivmedel måste istället vara förnybara och helst också möjliga att producera lokalt.

Jag och mina kollegor ser därför till att så många bussar och tåg som möjligt drivs med förnybar energi – som biogas, etanol, vätgas, vattenkraft och vindkraft.”

Jonas Strömberg
Miljöansvarig, Storstockholms Lokaltrafik, SL

”Stora delar av världen som redan nu har ett varmt klimat kommer att bli ännu torrare och varmare.

För att befolkningen ska klara sig måste de odla mer torktåliga grödor. Växter och träd binder också den torra jorden så att den inte spolats bort när regnet väl kommer.”

Rael Koech
Farm manager OPAC
(Olof Palme Agroforestry Center)

”Kristianstad är Sveriges lägst belägna stad. Den ligger mer än två meter under havsytan, och vi måste pumpa ut regnvatten från stadens gator.

Helge å som rinner genom staden har

svämmat över flera gånger under de senaste 20 åren. Det är mer än normalt.

Om havsnivån stiger eller nederbörden ökar kan läget för vår stad bli kritiskt. Vi bygger vallar runtom Kristianstad för att klara en sådan situation.”

Fredrik Wettemark
Projektledare för arbetet att skydda Kristianstad mot översvämningar.

Utställningen är producerad av Naturhistoriska riksmuseet (NRM) 2004

Huvudsponsorer:

AB Storstockholms Lokaltrafik (SL)
Sydkraft AB

Övriga samarbetspartners och finansiärer:

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI),
Stockholms Universitet (SU),
Naturvårdsverket,
Världsnaturfonden WWF
Folksam

Projektledare

Claes Enger NRM

Formgivare

Björn Ed

Innehållsansvarig

Bror Jönsson, SU

Textredaktör/pedagog

Linda Wirén NRM

Referensgrupp

Caroline Leck SU

Styrgrupp NRM

Markku Rummukainen SMHI
Marianne Liliesköld Naturvårdsverket
Christina Hallman (museichef),
Staffan Thorman (ansv utgivare),
Göran Adenskog (sponsoransvarig)

Ljussättning och teknisk konsult

Ljusdesign AB

Grafisk form

Jonas Lindkvist Design AB

Filmproducent "Stormens Öga"

Crossroads Media; Rick Pedolsky

Filmproducent "Framtidsperspektiv"

Hanser Produktion AB; Anders Wigforss

Snickeriarbeten NRM

Markku Turpeinen

Nils Sandblom

Bernt Lindberg

Nils-Erik Jacobsson

Isabell Liljehamman

Stefan Ohlsson

Björn Lindsay von Julin

Mekanik och data NRM

Mats Bergström

Thomas Vikberg

Målning "Jordens energibalans"

Bosse Falk

Planetmodeller mm

Michael Crisp

Växthus och växter

Pro Gro och Rentokil

Interaktiva stationer

Tom Tits Experiment, Teknikens Hus och NRM

Dataprogram

Deutsches Museum, SMHI, Bror Jönsson

Väderinstrument

Lån från Tekniska museet

Droppsten och isjärna

Stockholms Universitet

Foto

Pressens Bild,

EyeQnet,

Naturbild,

Skylight,

Scanpix,

Tiofoto,

Crossroads,

Bror Jönsson

Bildredaktör:

Staffan Waerndt NRM

Kartor och diagram

SweClim/Naturvårdsverket "En varmare värld"

Översättning

Al Burke

Utställningskatalog

NRM i samarbete med Forskning & Framsteg

För varor och tjänster som välvilligt ställts till förfogande vill vi särskilt tacka:

Electrolux
Deutsches Museum
Svenska Naturskyddsföreningen
Statens Fastighetsverk
SIDA
SMHI

Övriga leverantörer:

Informationsteknik AB
John Berger Svenska AB
Larsson och Öhrnmark AB
Nordström & Karlsson EI AB
Sonny Svenson Konsult AB
Storstockholms EI AB

Tack även till alla som på olika sätt bidraget med textmaterial och innehåll.

Karta till utställningen

