



Lärarhandledning

Klimatfrågor berör inte enbart miljön utan hela samhällsstrukturen från hur den enskilde individen konsumerar, till hur bilaterala avtal mellan länder påverkar politiska beslut och näringslivets agerande. De miljöpåverkande faktorerna är dessutom komplexa då klimatet påverkas både lokalt och globalt och under en mycket lång tid. Därigenom blir många skolämnen involverade och klimatfrågor synnerligen lämpliga som ämnesövergripande temaprojekt.

Tanken med lärarhandledningen är att ge tips om vilka moment som kan ingå i ett projekt om klimatproblematiken. I anslutning till momenten ges hänvisningar till litteratur och databaser som är användbara. Eftersom den här lärarhandledningen vänder sig till lärare som undervisar från och med år åtta i grundskolan till sista året i gymnasiet på samtliga program, måste den av nödvändighet bli generell.

Lärarhandledningens innehåll

Var finns klimatfrågan i skolämnena?

✓ Geografi	4
✓ Samhällskunskap / ekonomi	5
✓ Religion och filosofi	6
✓ Fysik	6
✓ Biologi	7
✓ Kemi	8
✓ Teknik	8
✓ Engelska och moderna språk	8
✓ Hem- och konsumentkunskap	9
✓ Matematik	9
✓ Svenska	10
✓ Bild och media	10
✓ Engelska och moderna språk	10
✓ Idrott och hälsa	10

Studieplan för projektet KlimatAkuten i skolan 11

Grundläggande basfakta

✓ Den naturliga växthuseffekten	12
✓ Växthusgaserna	13
✓ Kolets kretslopp	13
✓ Kolsänkor	14
✓ Havet löser koldioxid	14
✓ Metan	14
✓ Lustgas	15
✓ Fotosyntesen och cellandningen	15
✓ Koldioxidneutral förbränning	16
✓ Energi	17
✓ Energins olika skepnader	17
✓ Energiomvandlingar	18
✓ Energiförbrukning	18
✓ Energi och/eller massa	18
✓ Mätbar energi	18
✓ Exergi	19
✓ Energislaget har betydelse	19
✓ All energi blir så småningom värme	19
✓ Med bil till Eiffeltornets topp	20
✓ Allt lägre energi höjer jordens temperatur	20
✓ Biobränslen	21
✓ Fossila bränslen	21
✓ Väder eller klimat	22

Värderingsövningar, debatter och skrivövningar	
✓ Fyra hörn	23
✓ Listning	24
✓ Rangordning	24
✓ Linje	25
✓ Oavslutade meningar	26
✓ Debattämnen	27
✓ Tidningsartoklar som leder till debatt	27
Livsstilen en klimatkfaktor – individ och familj	
✓ Den personliga växthusgasprofilen	28
✓ Livsstilsfrågor i bostaden	28
✓ Livsstilsfrågor vid matbordet	29
✓ Livsstilsfrågor vid resor	30
Sätt ögon på skolans växthuseffekt	
✓ Inventering av skolans energiförbrukning	31
✓ Inventering av transporter till skolan	31
✓ Åtgärdsförslag	32
Handlingsprogram för Stockholm mot växthusgaser	
✓ Stadsdelen	34
✓ Stockholms Stad	34
Växthuseffekten i ett globalt perspektiv	
✓ Transporter	35
✓ Närmare två kilo koldioxid per liter	35
✓ Med flyget far koldioxiden till väders	35
✓ Avsmältningen av polarområdena	36
✓ Oväder	36
✓ Torka	36
Kyotoavtalet	37
Förslag på redovisningsformer	
✓ Utställning	39
✓ Film	39
✓ Massmedia	39
Lathund – nyckeltal	40
Webbplatser	41

Klimatfrågan i skolarbetet

Skolämnen och undervisningsmoment som naturligt kan ingå i teman om klimatfrågor är många. Här följer en sammanställning ämne för ämne på vilka moment bland ordinarie som berör klimatfrågan. Beroende på vilken åldersgrupp, vilka skolämnen eller elevernas intresse avgör hur omfattande projektet blir. Tänk på att begränsa projektet. Alltför många infallsvinklar gör ämnet onödigt komplicerat.

Geografi

Ämnet geografi beskriver vad som sker på jorden med avseende på väder och klimat och ger således viktiga baskunskaper till eleverna vid studiet av klimatförändringar.

Väder och klimat – För att förstå vad som menas med klimatförändringar behöver eleverna förstå skillnaden på väder och klimat. Innan eller under arbetet med klimatfrågor behandlas avsnittet hur olika väder uppstår. (Med fördel görs det i samarbete med fysiken). I samband med väderarbetet studeras de globala klimatzonerna så att sambandet geografisk placering på jorden – väder – klimat blir tydligt för eleverna. [sid. 22]

Atmosfären, troposfären och stratosfären – Atmosfären kallas hela luftlagret ovanför jordklotet med en svårbestämd gräns ut mot kosmos. Nittionio procent av atmosfärens massa befinner sig under 80 kilometers höjd.

Troposfären sträcker sig från jordytan upp till cirka 15 kilometer. Inom skiktet finns i stort sett all atmosfärisk vattenånga, det vill säga vattnet som bildar molnen.

Stratosfären sträcker sig från troposfären upp till femtio kilometer. Här finns ozonskiktet och växthusgaserna.

Luftströmmar – Framför allt luftströmmarna har stor betydelse för klimatet efter-

som låg- och högtryckens rörelser över jorden är relativt statiska. Långvariga förändringar i dessa banor medför klimatförändringar.

Havsströmmar – I vilken utsträckning havsströmmarna har någon betydelse för klimatet är omtvistat. Lite då och då nämns Golfströmmen som en förutsättning för drägligt liv i norra Europa. I rapporter talas om konsekvenserna om Golfströmmen byter riktning. Vi vet att så skett under tidernas lopp vid istiderna. Inget tyder emellertid på att mänsklig aktivitet påverkar havsströmmarna.

Geografiska och befolkningsmässiga förlopp vid klimatförändringar – Översvämningar kommer att förändra kartbildningen då låglänta områden hamnar under vatten. Torka kommer att förändra förutsättningarna för jord- och skogsbruk. Högexploaterade områden påverkas mest vid klimatförändringar vilket leder till stora förändringar i var människor kommer att kunna bo och driva näringsverksamhet. [sid. 36]

Samhällskunskap / ekonomi

Arbeten om klimat och miljö får ofta en slagsida mot ett naturvetenskapligt betraktelsesätt. Men eftersom klimatfrågan påverkar människans livsvillkor på alla plan från individens konsumtion av varor till global ekonomi, är frågan i allra högsta grad humanistisk. I projektet KlimatAkuten bör stor vikt läggas på att låta eleverna arbeta med sociala och ekonomiska konsekvenser av en klimatförändring.

Ekonomiska och sociala konsekvenser av ett förändrat klimat – Översvämningar leder till att tätbefolkade områden blir obeboeliga. Enorma investeringar blir nödvändiga för att bygga nya städer. – Torka leder till behov av investeringar i bevattningsanläggningar, nya grödor och nyodlingar. Enskilda familjer drivs från gårdar som kanske brukats av slakten i århundraden. Hela näringsgrenar kan slås ut vilket blir förödande för vissa länders ekonomi. [sid. 36]

Klimatflyktingar – Eftersom det är kustnära områden där många människor bor idag som skulle påverkas vid översvämningar kan vi vänta oss att det blir stora folkflyttningar om medeltemperaturen på jorden höjs. Dessutom skulle ökenutbredningen påskyndas där det redan idag är ont om vatten. Följde blir att miljontals människor tvingas att söka sig nya boplatser – vi får klimatflyktingar framför allt från tätbefolkade delar av tredje världen. [sid. 36]

Internationella organ och sammanslutningar – FN, G-8, EU, intresseorganisationer.

Politiska beslutsprocesser – Politiker både på det lokala som globala planet har många intressegrupper att ta hänsyn till. Miljöfrågor har sedan några årtionden varit viktiga i politiken särskilt på det nationella planet. Klimatproblematikens karaktär gör att den med säkerhet kommer att bli en viktig internationell fråga på den politiska agendan.

Demokrati – Känslan för medbestämmande och demokrati är stor hos de flesta i Sverige. Men demokratiska processer kan vara komplicerade i många frågor särskilt om de involverar allt mellan den enskilde individens dagliga liv och länders och internationella företags intressen; som frågor av klimatproblematikens dignitet. [sid. 24]

U-länder kontra I-länder – Industrieländerna står idag för de största växthusgasutsläppen. Utvecklingsländernas rätt att nå samma materiella standard är självklar. Hur det ska gå till utan att klimatet påverkas ännu mer än idag är långt ifrån självklart. [sid. 27]

Frihandel och ekonomiska överenskommelsers konsekvenser på miljön – Frihandeln bygger på att varor exporteras och importeras fritt mellan alla länder. Inga tullhinder eller lagar ska begränsa handeln. För många fattiga länder i Asien och Latinamerika har denna utvecklig betytt oerhört mycket för ett förbättrat välstånd. Konsumenterna i I-länderna vinner på att det produceras varor i överflöd till billigt pris. Men priset vi alla på jorden får betala är klimatförändringar på grund av ökande transporter.

Kyotoprotokollet – Ett första försök till någon form av internationell överenskommelse om begränsningar av klimatpåverkande utsläpp gjordes i FN:s klimatkonvention 1992. Vid ett möte i den Japanska staden Kyoto 1997 enades man om bindande utfästelser om utsläppen av växthusgaser. [sid. 38]

Religion och filosofi

Majoriteten av naturvetenskapliga forskare är överens om att den globala uppvärmningen är en av människans största utmaningar. Även om det är människan som åstadkommit uppvärmningen, har vi inte lika lätt att se hur vi ska komma till rätta med den. Naturvetenskapen ser idag inga självklara lösningar. Troligen handlar det mer om ett förändrat förhållningssätt till vad livskvallitet är och hur resursutnyttjandet ska ske. Avgörande för om vi ska nå framgång är vilken acceptans jordens oliklottade befolkningsgrupper ger framtida lösningar på klimatfrågan.

Livsstilsfrågor – I västvärlden har vi vant oss vid att det året runt ska finnas alla slags varor att köpa helst så billigt som möjligt. Den livsstilen leder till många och långa transporter samt att grönsaker odlas i uppvärmda växthus. [sid. 28ff]

Solidaritet mellan resursstarka och svaga – Hur ska jordens gemensamma resurser i form av råvaror och energi fördelas mellan människor? Och hur ska vi handskas med avfall, föroreningar och klimatpåverkan?

Klimatförändringen drabbar oss alla oavsett var utsläppen skett. [sid. 26]

Rätten att använda/förbruka våra gemensamma resurser och tillgångar – Så som världen ser ut idag är det en minoritet av jordens befolkning som förbrukar merparten av resurserna i form av råvaror och energi. Men vad händer om hela världens befolkning kräver samma materiella levnadsstandard? Vem äger för övrigt jordens naturtillgångar? Vilket ansvar har vi för kommande generationer? [sid. 27]

Fysik

Människans användning av energi till transporter och industriella processer är enligt de flesta forskare huvudorsaken till klimatförändringen på jorden. Kunskaper om hur olika energikällor belastar omgivningen i form av utsläpp av växthusgaser är således viktig i arbetet om klimatet. Och då energimängden på jorden är begränsad bör också frågor om energihushållning ingå i projektet.

Termodynamikens lagar

Värmeläran

Energibegreppet, olika energislag, energiomvandlingar [sid. 17]

Energiprocesser och olika energikällors påverkan på klimat och miljö

Bränslecellen, solceller

Exergi – Begreppet exergi har än så länge inte fått någon större spridning, men tydliggör att det är väsentligt hur vi använder energin. Energiprincipen vid energiomvandlingar klargör att ingen energi vare sig tillförs eller förloras bara omvandlas. Men ser vi till jordens energibalans är beskriv-

ningen förrädisk. Energi tillförs jorden varje sekund likafullt som jorden utstrålar överskottsvärme till kosmos. För människans del är det dock av högsta intresse vilken form av energi vi disponerar. En motor kan drivas med relativt hög verkningsgrad med bensin eller el men knappast med lågtempererad värme eller ljud. [sid. 19]

Vågrörelser, våglängd – Solens infallande strålar är kortvågiga och tränger igenom atmosfären i högre grad än den långvågiga värmestrålningen som strålar ut från jorden.

Biologi

Kunskaper i biologi är naturligtvis centrala för att förstå klimatfrågan och vilka konsekvenser en global uppvärmning får på växt- och djurliv och därmed också på människans livsvillkor. Framför allt ekologi, fotosyntesen – cellandningen och självklart växthuseffektens funktion i balans och efter påverkan av växthusgaser måste ingå i projektet om klimatproblematiken.

Biologisk mångfald – En global uppvärmning innebär stora förändringar av befintliga växtzoner. Ökenutbredning leder till biologisk utarmning i vissa regioner. I andra regioner ersätts biotoper av mer värmetåliga. Polarområdenas växt- och djurliv kanske i det närmaste försvinner. Försurning av världshaven slår ut skaldjur som i sin tur helt förändrar de övriga djurens livsvillkor. [sid. 15 och 36]

Biosfären – Marknära ozon påverkar växternas förmåga att omsätta ämnen i fotosyntesen. Det vill säga de gröna växternas förmåga att ta hand om koldioxid försämras.

Växthuseffekten – Tack vare den naturliga växthuseffekten håller sig medeltemperaturen på jorden runt +13,6°C. I annat fall skulle jordens medeltemperatur vara -20°C. Växthusgaser som släpps ut till atmosfären på grund av trafik, industri och jordbruk påverkar växthuseffekten med minskad värmeutstrålning från jorden som följd. Redan en ökning av temperaturen med ett par grader, som många forskare anser kommer att ske även om vi genomför drastiska minskningar av dagens koldioxidutsläpp, medför betydande förändringar av klimatet. [sid. 12]

Fotosyntesen och cellandningen – Samspelet mellan fotosyntesen och cellandningen, vilka kemiska ämnen som omsätts och vilka konsekvenser det får om vi ökar eller minskar den globala biomassan är viktiga faktorer för mängden växthusgaser i atmosfären. Kolsänkor innebär biotoper som tar emot mer koldioxid än vad de avger. I Kyotoprotokollet tillmäts dessa kol-

sänkor stor betydelse för att beräkna hur mycket koldioxid ett land får släppa ut. [sid. 15]

Fossila bränslen och förnyelsebar energi – I de fossila bränslena finns bundet kol som frigörs vid förbränning med ökande mängd koldioxid i atmosfären som följd. [sid. 21]

Ekologi – Kunskaper om samspelet mellan växter, djur, markförhållanden, lokalt klimat o.s.v. är en förutsättning för förståelsen av alla klimat/miljöfrågor.

Lokala grödor kontra globala grödor – Storindustrin framställer idag grödor som ska vara så motståndskraftiga som möjligt mot sjukdomar och andra skador. Grödorna ska också ge maximal utdelning i stora skördar. Dessa grödor sprids över världen på bekostnad av lokala varianter som anpassat sig till naturen under århundraden.

Modernt jordbruk – Det moderna jordbruket innebär ett stort avsteg från det naturliga samspelet mellan flora, fauna och klimat/miljö. Stora djurbestånd innebär utsläpp av växthusgasen metan. Kväverik gödsel förändrar mineralbalansen i mark och vatten så att kallad övergödning samt ökar utsläppen av kväveoxider i luften. Risodling i stor skala läcker ut betydande mängder metan på grund av förruttelseprocesser i de grunda odlingsbassängerna. Förbränning av överproduktion av jordbruksprodukter och svedjebruk i u-länder ger ökade utsläpp av koldioxid i atmosfären. [sid. 15]

Kemi

Kemin hjälper oss att förstå vad som sker vid förbränningsprocesser. Vilka ämnen som måste tillföras och vilka som blir restprodukter. Vidare kan vi följa vilka ämnen som naturligt finns i atmosfären som svarar för växthuseffektens uppbyggnad och påspädning.

Förbränningsprocessers påverkan på klimat och miljö – All förbränning medför kemiska reaktioner som påverkar omgivningen. Koldioxidutsläpp är helt ofrånkomliga i naturliga processer och ofarliga när de sker i balans med omgivningen. Vid förbränning av fossila bränslen blir mängden koldioxid större än vad de gröna växterna kan ta hand om.

Växthusgaser – De så kallade växthusgaserna förekommer i en mängd kemiska föreningar. Till de naturliga räknas koldioxid [CO₂] metan [CH₄] och dikväveoxid [N₂O] Till de artificiella räknas bland annat fluorkolväten [HFC] perfluorklorväten [PFC] svavelhexafluorid [SF₆] kväveoxider [NO_x] kolmonoxid [CO] [NMVOC] och svaveldioxid [SO₂] [sid.13]

Vattenånga – Naturligt ingår vattenånga som en viktig del i atmosfären för att reglera jordens värmebalans. Med ökad för-

bränning ökar också mängden vattenånga vilket gör att detta till synes harmlösa ämne blir en skadlig växthusgas [sid. 13]

Ozon [O₃] freoner eller klorfluorkarboner [CFC] klorfluorkolväten [HCFC] haloner

Kretslopp; kolets, vattnets, syrets – De olika kretsloppen i naturen beskriver tydligt hur ämnen binds, frigörs och förenas till nya ämnen. [sid.13]

Bränslecellen – Ny teknik kan i vissa fall vara lösningen på dagens problem. Bränslecellen ser ovanligt lovande ut som ersättare för dagens bensin- och dieselmotorer. Men ingen teknik saknar naturligtvis problem. Avgörande för bränslecellens framgång är nog hur drivbränslet vätgas ska kunna produceras i tillräcklig mängd på ett miljövänligt vis.

Teknik

Modeller av energikällor och kraftverk – Som en hjälp till eleverna att förstå principen för energikällor och hur kraftverk fungerar kan man låta dem bygga åskådliga modeller.

Infrastruktur – Samhällets infrastruktur med transporter och energiförsörjning är av stor betydelse för hur mycket koldioxid som släpps ut.

Engelska och moderna språk

Det finns rikligt med material om växthuseffekten på engelska, franska, spanska och tyska. De flesta databaser från myndigheter och organisationer finns på flera språk. Andra bra databaser är:

<http://www.climnet.org>

<http://www.iclei.org>

Hem- och konsumentkunskap

Den enskilde individens konsumtion betyder oerhört mycket för hur stor klimatförändringen ska bli. En tredjedel av koldioxiden i atmosfären kommer från transporter d.v.s. från i stor utsträckning bil- och flygresor. Mycket av det vi köper som kläder, skor, och hemelektronik har producerats i borte Asien med långa transporter som följd. Maten vi äter kan ha framställts på mer eller mindre klimatvänligt sätt. Alla elever som deltar i projektet KlimatAkuten bör göra sin personliga växthusgasprofil. Vår förhoppning är att även skolans personal och elevernas och personalens familjer gör sina.

Individuell CO₂-profil – Vårt sätt att konsumera och resa innebär stora skillnader i hur mycket koldioxid vi lämnar efter oss i atmosfären. Klimatförändringen är alltså i hög grad beroende av var och en av oss. [sid. 28]

Kost och miljö – Valet av livsmedel har stor påverkan på klimatet. Gödsling av jordbruksmark ökar mängden av kväve i naturen. Storskalig djurhållning ökar mängden metangas. [sid. 14]

Varutransporter av varor; råvara – produktion – distribution – konsumtion – Det är många transporter som ligger bakom

alla varor vi konsumerar. Råvaror och energin som går åt vid produktionen ska först transporteras till tillverkaren. Sedan transporteras den färdiga produkten till affären, för att därefter forslas hem av konsumenten. Slutligen ska produkten tas omhand för återvinning eller som avfall när den tjänat ut. [sid. 28]

Livsstilsfrågor – Hur mycket vi konsumerar och vilken typ av varor som mat, res-sätt, resmål ger utslag på hur mycket vi som individ belastar klimatet. Vi kan alltså alla bestämma vilka avtryck vi lämnar efter oss. [sid. 28ff]

Matematik

I litteraturen och på hemsidorna som tar upp klimatfrågan finns mängder av diagram och tabeller. Eleverna står inför problemen att tolka stapel- linje- och cirkeldiagram samt histogram. I många fall även kombinationer av dem. Beroende på elevernas förkunskaper varierar det naturligtvis i vilken grad matematikundervisningen blir involverad. För de yngre eleverna och på gymnasieprogram med mindre mängd matematik är det nog bra att gå igenom/repetera avsnitten om statistik och procent. I alla händelser är matematiken ett viktigt kommunikationsspråk.

Statistik – tolkning av tabeller och diagram

Procent och promille – skillnaden på procentberäkning och procentenhet

ppm – Begreppet används främst för att beskriva hur stora koncentrationer av kemiska ämnen som förekommer.

Prefix – Framför allt Giga, Mega och Terra är frekvent förekommande prefix när det

gäller energiproduktion och förbrukning. [Sid. 39]

Index – Bland annat Kyotoprotokollet bygger på att alla åtaganden baseras på indexberäkningar från basåret 1990.

Beräkningar och sammanställningar av statistik av egna undersökningar.

Svenska

Skolämnet svenska kan lätt marginaliseras till att bara bli ett serviceämne till andra vid tema-projekt. Vi nöjer oss med att svenska är kommunikationsspråket vi använder. Men eftersom frågorna som tas upp i projektet KlimatAkuten handlar om allt från individers livskvallitet till hur länder och globala företag agerar brukar engagemanget vara stort hos alla och en var. Således ett tacksamt tillfälle att träna kritiskt tänkande och formulerande av väl motiverade argument.

Kritiskt granskande av texter – Många av de texter vi kommer i kontakt med, inte minst inom ämnesområdet miljö/klimat, är starkt färgade av budskapet författaren vill framföra. Vi har all anledning att förhålla oss kritiskt till texterna och ta för vana att kontrollera mot andra källor.

Skriva rapporter och artiklar – I informationssamhället räcker det inte med att ha åsikter, det gäller att kunna redovisa dem på ett övertygande sätt. [sid. 23ff]

Debattera och argumentera – Vi har nog alla ett stort engagemang i miljö/klimatfrågor, men behöver få bli motsagda för att utvecklas vidare. Debatter och läsning av artiklar från olika ”läger” tillhör viktiga inslag i en demokrati. [sid. 27]

Föredrag och redovisningar

Intervjuteknik – Om en intervju ska ge något gäller det att vara väl påläst och förberedd så det inte blir ”intervjuoffret” som styr vad som ska komma fram.

Bild och media

Målet med KlimatAkuten är att skapa debatt runt klimatfrågan. Få elever, deras familjer och personalen på skolorna medvetna om hur olika livssilar kan vara mer eller mindre klimatpåverkande. Samt att få stockholmarna engagerade i hur staden ska utvecklas mot en fossilbränslefri stad till år 2050. [sid. 37]

Affischer – Annonser och affischer tillhör vardagen omkring oss. En kommunikationsform som med en bild och kanske några få ord ska förmedla något viktigt till betraktaren. Vi ska bli berörda, börja fundera, ta ställning... allt det som projektet KlimatAkuten innehåller.

Utställningar – Eleverna stimuleras ofta extra mycket när de får visa upp sina tan-

kar och idéer för personer utanför skolan. Målet för elevernas arbete med KlimatAkuten kan vara att arrangera en utställning på stadsdelsbiblioteket eller annan lokal där allmänheten rör sig.

Film, video m.m. – Rörliga bilder kan vara ett tacksamt medium för eleverna att uttrycka sitt engagemang med.

Idrott och hälsa

När vi arbetar med klimatfrågan finner vi att det till stora delar handlar om att minska utsläppen av växthusgaser. Jordens välbefinnande och vår egen går lyckligtvis hand i hand. Väljer vi att gå eller cykla ökar vi inte utsläppen av växthusgaser, samtidigt som vår egen hälsa blir bättre. Vikten av goda vardagsvanor blir en naturlig del i projektet KlimatAkuten.

Studieplan

för projektet KlimatAkuten i skolan

Grundläggande **basfakta om växthuseffekten**

- ✓ Den naturliga växthuseffekten
- ✓ Faktorer som påverkar växthuseffekten – växthusgaser, energihushållning

Värderingsövningar, debatter och skrivövningar

Utställningen ”Uppdrag Klimat” på Naturhistoriska Riksmuseet

Individens roll i klimatförändringen

- ✓ Växthusgasprofil
- ✓ Livsstilsfrågor

Skolans roll i klimatförändringen

Närsamhällets roll i klimatförändringen

Den **globala** utvecklingen av klimatförändringen

- ✓ Synliga eller troliga effekter av klimatförändringen
- ✓ Kyotoprotokollet

Grundläggande basfakta

Projektet KlimatAkuten på skolan delas gärna upp i flera teman som får löpa under en lång tid med uppehåll för andra studier däremellan. Fördelen med det arbets sättet är att man kan koncentrera sig på några problem åt gången, vilket vanligen ökar elevernas förmåga att ta till sig innehållet. Samtidigt får eleverna tid mellan tematillfällena att reflektera över vad de arbetat med. Förmodligen kommer det då att dyka upp nya funderingar hos eleverna som man kanske fångar in när frågan är aktuell, eller spinner vidare på vid nästa tematillfälle. Målet är naturligtvis att klimatfrågan hålls vid liv hela tiden oavsett vilket skolämne som står på schemat just för tillfället.

För att lyckas bra gäller det att eleverna så fort som möjligt förstår vad klimatfrågan handlar om. Till det behövs bakgrundkunskaper om kretslopp i naturen, fotosyntesen och cellandningen, energikällor och energiomvandlingar samt sist men inte minst vad vi menar med begreppet klimat. Parallellt med det arbetet kan man med fördel göra en del värderingsövningar (se nästa avsnitt) för att fånga in elevernas spontana känslor innan de påverkats av undervisningen.

Hur arbetet läggs upp blir naturligtvis i hög grad beroende på elevernas ålder och tidigare kunskaper. Här ges lite tips om vad eleverna bör känna till och hur man kan arbeta. Andra inspirationskällor är Svenska Naturskyddsföreningens läromedel ”Klimatresan” <http://www.snf.se/klimat/klimatresan> alternativt LIP-projektet Murbräckans läromedel ”Coola ner jorden” (en näst intill identisk variant av ”Klimatresan”).

Den naturliga växthuseffekten

Tack vare den naturliga växthuseffekten har jorden en lämplig medeltemperatur för liv, cirka +15°C. Utan däremot skulle temperaturen vara 35°C lägre det vill säga runt -20°C. De naturliga växthusgaserna, framför allt koldioxid och vattenånga absorberar värme från luften som strömmar ut från jordytan. Däremot kan inkommande solstrålar från kosmos i större utsträckning nå ner till jordytan. Växthusfenomenet beror på att det kortvågigare solljuset har större energi än den mer långvågiga värmeenergin från jorden. Den högre energin kan lättare passera igenom växthusgaserna än vad den svagare värmestrålningen förmår. Värmeenergin som inte kan passera igenom absorberas då i atmosfären. Men värmeenergin stannar inte där, utan strålar ut åt alla håll. En del sänds tillbaka mot jordytan, som därmed blir varmare. Andra delar sänds ut i kosmos. (Liknelsen med ett växthus av glas är alltså haltande eftersom glaset inte absorberar värme. I ett växthus

hindras den varma luften från att strömma ut ur huset. I atmosfären, och till viss del även växthuset, handlar det om värmestrålning).

Observera att energiprincipen som lär oss att energi varken kan skapas eller förintas gäller sett i universum som helhet. På jorden varierar mängden energi på grund av tillflödet från solen och utstrålningen av värmeenergi från jorden. Det är alltså viktigt hur vi utnyttjar energin på bästa sätt.

Någon fullständig balans uppstår troligen aldrig mellan in och utstrålning av värme. Jordens temperatur har varierat genom tiderna på grund av växtlighetens sammansättning, utbredningen av is och öknar med mera. Kritiker som ifrågasätter larmrapporterna om den ökande växthuseffekten tar ofta fasta på det. Kan vi verkligen med säkerhet veta att det är människan som påverkat jordens temperatur så att den höjts på senare tid? Naturligtvis inte. Däremot vet vi att mängden växthusgaser i

atmosfären ökar. Dessutom vet vi att det fordras relativt små förändringar av mängden växthusgas för att rubba balansen. Koncentrationen av vattenånga i atmosfä-

ren är 0,4% och alla övriga växthusgaser tillsammans 0,04%.

[Läs mer: "En varmare värld" sidorna 15 – 23]

Elevaktivitet – Bygg en sluten biologisk värld

Se instruktioner hur man kan göra i "Klimatresan" sidan 13. Observera att det går bra att använda en vanlig glasburk som kan vara så liten som en tredjedels liter.

Växthusgaserna

Klimatproblematiken och jordens uppvärmning handlar om hur stora mängder av växthusgaser som finns i atmosfären. De naturliga, som också släpps ut av människan, är koldioxid, metan och lustgas. Därutöver finns det ett flertal ozonnerbrytande samt fluorhaltiga växthusgaser ("En varmare värld" sidorna 76 - 77). Vattenånga svarar för en stor del av den naturliga växthuseffekten. En ökande mängd vattenånga i atmosfären innebär en ökande växthuseffekt. Således bör även vattenånga räknas till växthusgaserna.

Då mätningar visat att koldioxiden svarar för cirka 60% av samtliga växthusgasers totala påverkan, nöjer man sig i många sammanhang att tala om koldioxiden. För att förenkla gränsdragningar av utsläpp tillämpas omräkningar av de andra gaserna till motsvarande mängd koldioxid, så att kallade koldioxidekvivalenter. I Kyoto-protokollet till exempel tillämpas denna metod.

Vill man studera klimatförändringen utan alltför djuplodande naturvetenskapliga aspekter, kan man begränsa sig till koldioxiden.

Kolets kretslopp

Elevaktivitet – Kolets kretslopp

Låt eleverna rita kolets kretslopp för att de ska förstå i vilka former kol binds och hur koldioxid bildas. Viktigt är att belysa hur kol finns bundet i fossila bränslen (olja, naturgas och stenkol) respektive i biobränslen (ved) och grödor (mat till djur och människor). Hur kolet frigörs vid förbränning (transporter, produktion och cellandning hos växter och djur). Att en hel del kol tas emot av "kolsänkor" (hav, sjöar och vegetation; framför allt äldre skog). Samt hur en hel del kol i form av koldioxid (växthusgas) når atmosfären. Observera att det bara är en mindre del som utgör tillskottet på grund av transporter och produktion.

Hjälpmedel: "En varmare värld" sidorna 60 – 70.

Kolsänkor

Med kolsänkor menas naturens förmåga att binda koldioxid. I Kyotoprotokollet tillmäts denna förmåga stor betydelse. Länder med stora skogar som till exempel Sverige och Ryssland får räkna sig detta tillgodo. Det innebär att så länge landets koldioxidutsläpp understiger naturens förmåga att ta upp den, anses landet inte bidra till den globala ökningen av koldioxid. Däremot

har det visat sig svårt att beräkna hur mycket koldioxid de gröna växterna tar upp. Senare forskning tyder på att vi troligen överskattat naturen. Under tiden som växterna ökar sin biomassa avger de mer koldioxid än vad de tar emot. När det gäller barrskog kan det handla om att de första 15 – 20 åren är negativa.

Havet löser koldioxid

Koldioxid är lösligt i vatten. Egenskapen kan naturligtvis synas positiv med tanke på växthuseffekten. Problemet är dock att koldioxid och vatten bildar kolsyra. Visserligen en svag syra men tillräckligt

stark för att försura insjöar. Fenomenet är välkänt sedan ganska länge. Att vi belastar havens buffertverkan har kanske inte uppmärksammats lika mycket.

[Läs mer: Dagens Nyheter 10 juli 2005]

Elevaktivitet – Försurning av vatten

Tappa upp vatten i en bägare och mät pH. Led ner kolsyra i vattnet, till exempel genom att andas ut koldioxid genom ett sugrör. Mät därefter pH. Jämför mätvärdena och diskutera vad som har hänt.

Metan

När organiskt material bryts ner med tillräcklig tillgång på syre bildas koldioxid. Det vill säga den kemiska process som händer vid förbränning och förruttelse. Om det däremot saknas syre som när organiskt material bryts ner på botten av en sjö eller i en myr, så kallad anaerob nedbrytning, bildas metan. Gasen bubblar upp ur vattnet och når atmosfären där den medverkar i växthuseffekten. Detta sker helt naturligt och har pågått så länge det funnits växtlighet på jorden.

Vid odling av ris och deponering av avfall i stora tippar bildas stora mängder metan.

Idisslande boskap rapar upp gasen från vommen och nätmagen. Vid anläggandet av stora dammar till vattenkraftverk eller bevattningsanläggningar avgår under lång tid metangas. Gruvgasen som frigörs vid brytning av kol innehåller till den största delen metan. Således finns det många källor till metangasutsläpp.

Metans växthusverkan är över tjugo gånger större än vad koldioxid ger.

[Läs mer: "En varmare värld" sidorna 70 – 71.]

Elevaktivitet – Vad ska vi äta?

Jordbruket står för en stor del av tillskottet av metan på grund av boskap (kor och får), risodling och gödsling med stallgödsel (avföring från djur). Debattera vad vi ska äta och hur vi ska producera maten. Vad prioriterar vi – friheten att äta vad som helst i hur stor utsträckning som helst, eller nödvändigheten av att tänka på klimat och miljö?

Lustgas

Dikväveoxidutsläppen beror främst av gödsling i jordbruket. En tredjedel av den totala tillförseln av dikväveoxid till atmosfären anser man att människan bidrar med.

Lustgasens växthusverkan är nästan tre hundra gånger starkare än vad koldioxid ger.

[Läs mer: ”En varmare värld” sidorna 71 – 72.]

Fotosyntesen och cellandning

De gröna växternas förmåga att frigöra syre samtidigt som de bygger upp kolhydrater och binder solenergi kallas för fotosyntesen. Eller om man beskriver det kemisk innebär fotosyntesen att växterna suger åt sig vatten, koldioxid och solljus och omvandlar det till syre, sockerarter och biokemisk energi. Tillgång på syre är förutsättningen för i stort sett allt liv. Växter och djur behöver syret till den kemiska livsprocessen som kallas för cellandningen. Det som gör att växter och djur växer och att djuren kan röra sig.

Cellandningen är alltså namnet på den kemiska process som sker i växter och djurs celler. Den fungerar som fotosyntesen fast omvänt. Det vill säga cellen suger åt sig syre (som vi andas in) och kolhydrater (maten som vi äter) och kan på så sätt fri-

göra den biokemiska energin (som gör att vi växer, rör oss och till exempel blir varma). Vid processen omvandlas syret och kolhydraterna till vatten och koldioxid.

En liknande kemisk process som vid cellandningen sker vid all förbränning oavsett om det handlar om ved, kol, gas eller olja. När vi eldar behövs syre som tillsammans med det vi eldar frigör den bundna biokemiska energin i bränslet. Det som skapar värmen eller rörelsen hos till exempel en bil. Samtidigt frigörs vattenånga och koldioxid. Utsläppen av koldioxid kan skapa problem med ökande mängd koldioxid i atmosfären. Framför allt när vi eldar med fossila bränslen, eftersom vi då frigör kol som annars legat bundet i jordskorpan. Mer om detta nedan...

Elevaktivitet – Livet alstrar värme

Bygg en låda av papp stor nog att rymma en människa. Isolera lådan med filt eller isolering. Installera en termometer, gärna en elektronisk som mäter tiondels grader.

1. Stäng in en försöksperson i lådan och avläs termometern var 30:e sekund under minst femton minuter.
2. Släpp ut försökspersonen och vädra ur lådan så att den återfår rumstemperaturen. Gör om försöket med glödlampor med olika effekt; 40W, 60W och 100W.
3. Jämför resultaten i till exempel ett diagram. Diskutera varifrån värmen kommer hos respektive människan och lamporna. Hur många watts effekt alstrar en människa?
4. Låt på samma sätt en försöksperson utföra ett fysiskt ansträngande arbete i lådan, till exempel lyfta tyngder. Varför ökar temperaturen mer vid detta försök?
5. Använd lågenergilampor i lådan, 7W, 9W eller 11W. Varför avger inte dessa lampor lika mycket värme som de andra lamporna?

Koldioxidneutral förbränning

Koldioxidneutral förbränning innebär att det vid förbränningen alstras lika mycket koldioxid vid förbränningsprocessen som motsvarande mängd gröna växter kan ta upp koldioxid vid fotosyntesen. Man menar att koldioxiden i atmosfären inte ökar eftersom den frigjorda koldioxiden sugas upp av levande växter. Eldning av biomassa som ved från skogen eller alkohol (metanol, etanol m.m.) är exempel på koldioxidneutral förbränning. Förutsatt att vi

inte hugger ner skog utan att återplantera ny och att vi låter skogen bli tillräckligt gammal innan den avverkas.

Ökenutbredning, nedhuggning av regnskog och ökande urbanisering innebär att mängden gröna växter på jorden minskar. Det leder till att jordens förmåga att ta hand om koldioxid minskar.

[Läs mer: ”Lite dyrare bensin kan betala träd” SvD 24 augusti 2005]

Energi

Energianvändningen är central även för klimatpåverkan. Det finns forskare som menar att klimatet påverkas mer av spillvärme vid energiutvinning från olja och uran än av växthusgasutsläpp. [Läs mer: ”Global uppvärmning orsakas av värmeutsläpp” av Bo Nordell]

Energi är rörelse

Energi är rörelse eller förmåga till rörelse av atomer eller mellan atomer. Till exempel så är elenergi elektroner som rör sig mellan olika atomer. Om vi tänker oss en tänd lampa så rör sig elektroner mellan atomerna i lampsladden och elenergin omvandlas då till ljusenergi och värmeenergi i lampan. När vi släcker lampan stannar elektronerna kvar vid närmaste atom och förblir där tills vi tänder lampan igen (d.v.s. inga rörelser av elektroner mellan atomerna ger ingen energi).

All energi som människan nyttjar på jorden (och som vi känner till) har sitt ursprung i nukleär energi d.v.s. energi från atomkärnor eller energi mellan atomkärnor och elektroner. I solen bildas energi genom att små atomer slås samman (fusion). På jorden finns solenergin omvandlad till värme, ljus, ljud, kinetisk energi, potentiell energi, kemisk energi och elektromagnetisk energi. På jorden finns nukleär energi naturligt i form av radioaktiva ämnen (t. ex uran), kemisk energi i all materia och elektromagnetisk energi.

Energins olika skepnader

Energi finns i många olika former:

Elenergi – elektroner som rör sig mellan atomer.

Kemiskenergi – energi bundet i materia (egentligen energi som håller ihop atomer i materia). Finns i batterier, människans fettvävnader, växtfibrer (energi från solen binds i växten vid fotosyntesen) mm.

Kärnenergi – energi bundet i materia (egentligen energi som håller ihop atomkärnor). Finns i all materia men utnyttjas praktiskt bara i atomkraftverk då man klyver atomkärnor (så kallad fission) och i solen som slår ihop atomkärnor (så kallad fusion).

Rörelseenergi kallas också **kinetisk energi** – atomer (eller materia) som rör sig. Före-

kommer överallt där något rör sig t.ex. vattnet i en älv eller vind.

Lägesenergi kallas också för **potentiell energi** – atomer (eller materia) som kan komma i rörelse. Utnyttjas främst i vattenkraftverk där hög fallhöjd för vattnet innebär hög potentiell energi.

Värmeenergi – atomer som rör sig. Ju snabbare atomerna rör sig desto högre värmeenergi (temperatur).

Elektromagnetisk energi – (fortfarande inte helt utrett av naturvetarna vad det är men energin frigörs från atomer) Exempel är radioaktiv strålning, röntgenstrålning, solstrålning, värmestrålning, ljus, radio-TV- och mobiltelefonvågor, vågor i mikro vågsugnen mm.

Ljusenergi – är egentligen en form av elektromagnetisk energi (begränsad våglängd av elektromagnetisk energi som våra sinnen uppfattar som ljus). Ljusenergi fri-

görs då elektroner flyttar sig närmare atomkärnan.

Ljudenergi – atomer som rör sig. Ju fler atomer som rör sig desto starkare ljud.

Energiomvandlingar

Energi (och materia) kan inte försvinna, utan enbart omvandlas. Så säger energiprincipen eller termodynamikens första lag. Det låter ju lugnande. Då spelar det knappast någon roll hur vi utnyttjar energin. Den kan alltid omvandlas till den energiform vi önskar ha för stunden.

I verkligheten är det tyvärr inte så välordnat. De olika energislagen har olika nytta för oss människor. Och i vilken form energin finns på jorden är väsentligt för klimatet.

Energiförbrukning

Energiförbrukning är egentligen ett helt felaktigt ord (i alla fall naturvetenskapligt). Energi kan aldrig förbrukas utan bara omvandlas mellan olika energiformer. Kör man till exempel bil förbrukas ingen energi däremot omvandlas den kemiska energin i bensinen till rörelse- värme- och ljudenergi. Som slutligen alla övergår till värmeenergi.

Energiförluster är också ett oegentligt uttryck. Det vore riktigare att tala om mer eller mindre ”nyttig” energi beroende på vilket arbete vi vill ska uträttas. Kör vi bil till exempel önskar vi att all energi kunde föra oss framåt. Att motorn och däcken blir varma och att det bullrar är ju oönskade effekter.

Energi och/eller massa

Enligt Einsteins relativitetsteori är egentligen även massa en form av energi. Det innebär att massa kan omvandlas till energi och omvänt. Detta utnyttjar vi i kärnkraftverk där massa till viss del omvandlas till

energi. Det leder till att utnyttjandet av kärnenergi tillför värmeenergi till atmosfären. Energi som annars vore bunden i materian i jordskorpan och ej temperaturhöjande.

Mätbar energi

Energi mäts i Joule (J). 1 Joule definieras som den energi som fordras för att lyfta 1 Newton (cirka 100 gram) 1 meter.

1 Joule kan också härledas ur enheten för effekt (watt) enligt: energi per tid är lika med effekt. Matematiskt uttryckt blir det: $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$ där s står för sekunder och W för watt. Omvänt ger det att $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$. På elräkningar och dylikt är det en alldeles för liten enhet varför vi där använder kilowatt-

timmar (kWh). $1 \text{ kWh} = 3,6$ miljoner Joule.

En äldre enhet för energi, som numera väl enbart används av viktväktarna, är kalori (cal). En kalori motsvarar den energi som fordras för att värma ett gram vatten en grad. Räknar man om kalori till Joule erhålles att $1 \text{ cal} = 4,19 \text{ J}$.

Exergi

Exergi skulle med ett dagligt ord kunna kallas för energikvalitet. Begreppet infördes av termofysikern Gibbs för att bättre kunna förklara vad som sker vid energiomvandlingar. Han hade funnit att energiprincipen (att energi bara kan omvandlas ej förstöras eller skapas) inte förklarar vad som sker i naturen. Till exempel kan all rörelseenergi omvandlas till värmeenergi vid friktion. Däremot kan aldrig all värmeenergi omvandlas tillbaka till rörelseenergi. Mekanisk energi (rörelseenergi och lägesenergi) har alltså högre exergi (kvalitet) än värmeenergi. H D Baehr formulerade en definition av begreppet exergi där han säger att ”Exergi är den i alla olika energiformer omvandlingsbara delen av energi”. Exergi anges precis som energi i Joule eller Wattsekund.

Energislaget har betydelse

Gibbs gjorde beräkningar som gav vid handen att energiomvandlingar mellan mekanisk – kemisk – magnetisk (el) energi ger ett totalt utbyte. Den energin menade han har den högsta exergin, vilken han gav värdet 1. Solenergi har värdet 0,95, värmeenergi med hög värme (vattenånga i kärnkraftverk och kraftvärmeverk) 0,5 och värme med låg temperatur (rumsvärme) 0,1. Detta betyder att om vi vill omvandla solenergin till elenergi kommer vi att kunna erhålla el till 95% och att 5% förblir

värme. Vill vi omvandla rumsvärme till elenergi blir bara 10% el och resterande 90% kvarstår som värme. Åt andra hållet däremot får vi totalt utbyte. Det vill säga att elenergin alltid kan omvandlas till hundra procent till värme. I exemplen ovan kan man jämföra elenergi med kemisk och mekanisk energi.

Matematiskt uttrycks resonemanget med formeln: $E = U \cdot q$ där E = exergin, U = energin och q = konstanten enligt ovan.

All energi blir så småningom värme

Vid alla energiomvandlingar uppstår eller kvarstår således alltid värme. Eller uttryckt på ett annat vis, vid alla energiomvandlingar går vi alltid mot en allt lägre exergi. Sett i ett mycket långt perspektiv leder

detta till att all energi är omvandlad till värme, något som fysikerna kallar för värmedöden för hela universum där alla fysikaliska och kemiska processer avstannat.

Elevaktivitet – Energiomvandlingar

Fyll en stark påse med blyhagel. (Färdiga påsar finns att köpa av läromedelsförlagen) Mät temperaturen i påsen innan den knyts igen noggrant. Ställ en person på ett bord och en annan nedanför bordet. Personen på bordet släpper påsen som får falla fritt till golvet. Så fort påsen landar tar den andre personen upp påsen och räcker den tillbaka till personen på bordet som släpper den igen. Låt påsen på så sätt falla femtio gånger och mät sedan temperaturen i påsen så fort som möjligt efter sista fallet.

Diskutera vilka energiomvandlingar som skett från musklerna hos personen som lyfter påsen till värmen som genererats i påsen. (biokemiskenergi i muskeln – lägesenergi – rörelseenergi – ljudenergi – värmeenergi). Har all energi som den lyftande personen använt överförts till påsen? Om inte - vart har den tagit vägen?

Kan ni komma på fler energiomvandlingskedjor som slutar med värme?

Med bil till Eiffeltornets topp

Ett exempel kan kanske förtydliga skillnaden mellan energi och exergi: Om vi ska lyfta en bil till Eiffeltornets topp fordras energin 1kWh oberoende av vilket energislag vi använder.

(Beräkningen görs med formeln: $U = mgh$; U är erforderlig energi, bilen väger 1200 kilo (m), jordens gravitation ≈ 10 newton (g) och Eiffeltornets höjd är 300 meter (h). $1200 \cdot 10 \cdot 300 = 3600000$ Joule = 1 kWh). Exergin i de olika energislagen skiljer dock d.v.s. hur mycket av tillgänglig energi som kan lyfta bilen. Använder vi el omvandlas

(teoretiskt) all elenergi till mekanisk energi som lyfter bilen; energi = exergi (lite energispill blir det i elmotorn i form av friktionsvärme och ljud). Alltså räcker exergin för att lyfta bilen trehundra meter till tornets topp. Om vi däremot använder vattenånga (550°C , 19MPa) skulle vi kunna lyfta bilen bara 132 meter då enbart 44 % av värmeenergin kan omvandlas till mekanisk energi (exergin = $0,44 \cdot$ energin). Resterande 66% av energin strålar ut som värme i luften.

Allt lägre energi höjer jordens temperatur

Enligt vedertagna definitioner finns det en viss mängd energi som inte kan förstöras och att ny inte heller kan skapas. Det är naturligtvis rätt om vi ser till hela universum. Till och från jorden däremot sker ett ständigt energiflöde. Ny energi tillförs jorden från framför allt solen och värmeenergi strålar ut i universum från jorden. Är systemet i balans är in- och utstrålningarna lika stora och jordklotets temperatur konstant. Sedan några årtionden tillbaka noterar vi emellertid att jordens temperatur stiger. En förklaring till detta är troligen människans slösaktiga energianvändande. Varje gång vi gör en energiomvandling går vi mot en allt lägre exergi. Samtidigt ökar

mängden värme av relativt låg temperatur. Denna värme måste ta vägen någonstans. En del strålar ut i rymden. Men en hel del fastnar kvar på grund av växthusgaserna i atmosfären. Vill vi undvika en klimatförändring måste vi alltså både minska mängden växthusgaser och använda energin på mest effektiva sätt.

Begreppet exergi hjälper oss att förstå att det är viktigt att använda energiresurser rätt så vi maximerar nyttoeffekten vid energival. Och att energiomvandlingar är det samma som energianvändning och att det alltid leder till förluster.

Biobränslen

Biobränslen är som namnet antyder bränslen hämtade ur biologiskt material. Till gruppen räknas alla former av skogsråvara som ved, bark, flis från grenar och energiskogar. Vidare halm, vass, gödsel och diverse grödor från jordbruk. Dessutom avfall från hushåll och industri (framför allt byggnads- och pappersmasseindustrin). Biobränslen används huvudsakligen till uppvärmning av byggnader och i tredje världen vid matlagning. I allt större utsträckning utnyttjas biobränslen i kraftvärmeverk där både värme och elenergi bildas. Till en mindre del omvandlas det

biologiska materialet till andra bränslen som biogas, alkoholer och vätgas. Stora förhoppningar knyts till att vi vartefter ska ersätta diesel och bensin med biogas och etanol i befintliga bilmotorer. I framtiden kan det bli aktuellt att använda vätgas till bränsleceller.

Fördelen med biobränslen är att de ger koldioxidneutral förbränning. Däremot får vi inte bortse från att all förbränning leder till miljöproblem. Utsläppen av andra ämnen än koldioxid kan vara skadliga. Exempel på sådana ämnen är svavel, metan, kolmonoxid, fosfater m.m.

Fossila bränslen

Till de fossila bränslena räknas stenkol, olja och naturgas. Dessa bildades av att döda växter och vattendjur hamnade på botten av sjöar och hav. Allteftersom täcktes de av lera och sand som så småningom packades ihop till berg av trycket och hög temperatur. På så sätt bevarades rester av organiskt material som innehåller hög koncentration av grundämnet kol djupt ner i berget. Nybildningen av olja, stenkol och naturgas sker kontinuerligt. Men i försumbar utsträckning mot den takt vi konsumera dessa bränslen. Aldern på det fossila bränslet vi förbrukar idag ligger mellan 50 och 500 miljoner år.

Även torv, som är ett förstadium av stenkol, kan räknas till de fossila bränslena. Processen att skapa torv tar dock några tusen år.

När vi idag förbränner fossila bränslen frigör vi således kol som legat bundet i jordskorpan under åtskilliga miljoner år. Kol som inte genom några naturliga kretslopp kunnat nå atmosfären frigör vi tillsammans med syre som koldioxid. Det är genom människans agerande som balansen av aktiva kemiska ämnen i atmosfären rubbas.

[Läs mer: "Glaciärer smälter snabbare än befarat" SvD 22 juli 2005]

[Läs mer: "Värmen hotar hela världen" SvD 24 juli 2005]

[Läs mer: "Energitörsten hotar Alaska" SvD 24 juli 2005]

[Läs mer: "Australien värms upp snabbt" SvD 27 juli 2005]

[Läs mer: "Stockholm har blivit hetare" SvD 12 augusti 2005]

[Läs mer: "Glaciär kollapsade av det varmare klimatet" SvD 17 augusti 2005]

Väder eller klimat

Det är viktigt att hålla isär begreppen klimat och väder. Enkelt uttryckt kan man säga att väder bara finns för stunden. Det skiftar ständigt från dag till dag, ibland från den ena minuten till den andra. Klimatet beskriver hur man kan förvänta sig att vädret ska bli inom ett större område och över en längre tid. Beskrivningen av ett klimat baserar sig på statistik från många års väderobservationer.

Elevaktivitet - Väderobservationer

För att förstå skillnaden mellan väder och klimat kan man låta eleverna följa vädrets förändringar under ett par veckor och sedan jämföra huruvida vädret under perioden överensstämmer med klimatet så som det beskrivs i tabeller och på kartor.

Observera att även om vädret kanske avviker från klimatbeskrivningen för perioden betyder det inte att ni observerat en klimatförändring. Vädret överraskar ju ganska ofta!

Hjälpmedel: <http://www.smhi.se>

Skillnaden mellan klimatförändring och miljöförstöring

Deponering av sopor kan innebära både ett miljö- och klimatproblem. Lakvatten från soporna förgiftar till exempel grundvattnet, sprider dålig lukt och ökar risken för spridning av sjukdomar. Allt detta kallar vi för miljöproblem. Men det innebär också ett klimatproblem då de ruttande soporna alstrar stora mängder metangas. Soporna

frigör en växthusgas som påverkar atmosfären och därmed klimatet.

Även bilkörning ger oss exempel på både miljö- och klimatproblem. Miljöproblem är buller, ökande mängd partiklar och ohälsosamma ämnen i luften mm. Klimatproblem uppstår då bensin eller diesel förbränns i motorn. Som restprodukter får vi växthusgasen koldioxid och vattenånga.

Elevaktivitet – Vad ger klimatförändringar eller miljöförändringar

Låt eleverna komma på fler tydliga exempel på enbart klimatproblem respektive miljöproblem. Gör en tredje grupp där både klimat- och miljöproblem förekommer som i exemplen ovan. Diskutera elevernas exempel så det blir klart för dem att klimatförändringen till syvende och sist troligen beror på växthusgaser som i ökande mängd i atmosfären höjer jordens temperatur. (Även användningen av fossila bränslen och uran kan vara klimatförändrande, då de vid energiomvandlingen frigör värme).

Värderingsövningar

debatter och skrivövningar

För att entusiasmera eleverna och väcka tankar om att klimatfrågan är komplex föreslår vi att man i inledningen av projektarbetet har några värderingsövningar. Känner Du dig osäker på hur man arbetar med värderingsövningar finns det bra tips i lärarhandledningen till Klimatresan sid. 6 – 12. <http://www.snf.se/klimat/klimatresan>

Det viktigaste att tänka på är att det aldrig finns något rätt eller fel vid värderingsövningar och att ingen ska känna sig tvungen att motivera sitt ställningstagande.

Här följer förslag på övningar som rör klimatfrågan. Vissa övningar kanske passar bättre att använda när eleverna är inne i arbetet och hunnit skaffa sig grundkunskaper. Det kan variera från klass till klass och mellan åldersgrupper.

”Fyra hörn”

Om man vill kan man låta eleverna i varje hörn motivera för varandra varför de ställt sig där. En elev från varje hörn redovisar

sedan deras ställningstaganden för hela klassen.

Mitt i rummet kan man ha en frizon för de som inte vill eller kan ta ställning.

I. Vad gör vi åt den ökande växthuseffekten?

Hörn 1: Jag tycker att problemet är överdrivet – förmodligen är förändringarna ofarliga.

Hörn 2: Jag tror att det är ”kört” – det är för sent att göra något.

Hörn 3: Jag tror att vi kan lösa problemet med bättre teknik.

Hörn 4: Jag tror att vi kan minska problemet om vi ändrar vårt sätt att leva.

II. Vilka har störst möjlighet att agera för att begränsa klimatförändringarna?

Hörn 1: I en demokrati är det politikerna som måste ta initiativet – det är enbart med politiska beslut man kan uppnå förbättringar.

Hörn 2: Det är viktigt att varje individ bidrar med sitt.

Hörn 3: Det är industrin som bär huvudansvaret och därför de som måste ta ansvaret.

Hörn 4: Det är naivt att tro att man kan påverka – förändringar tillhör den mänskliga utvecklingen.

III. Vilka länder måste ta ett större ansvar för att begränsa klimatförändringarna?

Hörn 1: Ansvaret ligger på länder som misshushållar med naturen genom att till exempel hugga ner regnskogarna.

Hörn 2: Ansvaret ligger på länder som inte skriver på internationella överenskommelser om begränsningar av växthusgasutsläpp.

Hörn 3: Ansvaret ligger på alla industriländer – det är där utsläppen av växthusgaser är störst.

Hörn 4: Ansvaret ligger på alla länder – vi bär alla ett lika stort ansvar för vår gemensamma jord.

IV. Vilken är huvudorsaken till klimatförändringen på jorden?

Hörn 1: Orsaken till den ökande växthuseffekten beror av helt naturliga förändringar av klimatet – sådana förändringar har skett flera gånger tidigare på jorden.

Hörn 2: Den viktigaste orsaken är det moderna jordbruket med konstgödning och skogsskövling av regnskog.

Hörn 3: Den viktigaste orsaken är globaliseringen – att människor i allt större utsträckning bor i storstäder.

Hörn 4: Den viktigaste orsaken är enskilda människors livsstil med hög individuell konsumtion av varor och energi.

V. Vad kan vi i Sverige göra för att minska klimatförändringen i världen?

Hörn 1: Vi i Sverige kan inte göra så värst mycket mer – vi har redan genomfört nästan allt som är realistiskt att göra för att värna/skydda miljö och klimat.

Hörn 2: Som konsumenter ska vi se till att köpa svensktillverkade produkter i så stor utsträckning som möjligt.

Hörn 3: Vad vi i Sverige gör spelar ingen roll – vi är ändå ett så litet land så vår påverkan på klimatet är försumbar.

Hörn 4: Svenska regeringen måste agera i till exempel EU och FN för internationella överenskommelser i klimatfrågan.

Listning

Listning och rangordning kan med fördel kombineras. Låt eleverna först enskilt eller i grupp lista alla tänkbara förslag de kan komma på och därefter rangordna dem i fallande skala. Vill man utöka övningen till en diskussion som engagerar hela klassen

kan man låta målet för övningen bli att sträva mot en gemensam klassens lista. På så vis blir övningen en bra träning i att genomföra ett demokratiskt arbetsätt vid svåra ställningstaganden.

I. Vilka är de viktigaste miljöfrågorna?

II. Vad innebär "ett gott liv" för dig/er?

III. Vilka åtgärder måste vi vidta för att minska växthuseffekten?

IV. Vilka är de viktigaste orsakerna till den ökande växthuseffekten?

Rangordning

Den bästa resan? – ett scenario som leder fram till behovet av att rangordna inför ett beslut:

Ni ska göra en resa mellan Stockholm och Luleå för att delta i en idrottsturnering. Resan kan företas med bil (räkna med att det behövs flera bilar om ni alla ska få plats), buss, tåg eller flyg. Rangordna resalternativen utifrån olika aspekter där en naturligtvis ska vara påverkan på växthuseffekten. Diskutera och motivera ert slutliga beslut för hur ni reser.

Den bästa åtgärden? – rangordna påståenden. Vilken åtgärd tycker du är bäst då det gäller att minska den globala uppvärmningen? Ordna åtgärderna med den mest effektiva först och den som du tycker ger minst effekt sist:

Förbjud oljeeldning vid uppvärmning.
Minska bilåkandet radikalt.
Förbjud bilåkande i städer.
Forska fram annat bränsle i stället för bensin till bilarna.
Sänk temperaturen inomhus.
Minska elförbrukningen genom kraftiga prishöjningar.
Satsa stort på förnyelsebar energi.
Förbjud lastbilar på sträckor där det går att frakta varorna med tåg.

Linje

Vid linjeövningar ska eleverna ”betygsätta” olika påståenden. Betygsskalan bör vara fyra- fem- eller sexgradig. I den femgradiga skalan finns betyget tre för den som inte direkt tar ställning. Vill man undvika den möjligheten väljer man en fyra eller sexgradig skala. I betygsskalan betyder betyget ett att man inte håller med alls i påståendet och högsta betyget att man håller med helt och hållet. Övningen kan göras på golvet där eleverna ställer sig vid utlagda lappar med betygen

angivna. Då kan man låta elever som satt samma betyg diskutera om vilka motiv de haft för sitt val.

Alternativt låter man eleverna göra betygssättningen individuellt utifrån påståenden skrivna på papper. Vid den varianten får eleverna ta ställning till flera påståenden på en gång och tar ställning utan att se hur kamraterna gör. Efteråt går man igenom de olika påståendena och låter elever som vill kommentera sina ställningstaganden.

I. Att upphöra med användningen av fossila bränslen är omöjligt.

II. Levnadsstandarden kommer att försämrats påtagligt om vi tvingas att minska utsläppen av växthusgaser.

III. Påståendena att det är människans aktiviteter som bilkörning och industriproduktion som får jordens temperatur att höjas är överdrivna.

IV. Hur vi lever och konsumerar som enskilda individer har betydelse för hur mycket klimatet kommer att förändras framöver.

V. Med ny teknik kommer vi att kunna lösa problemen med den ökande växthuseffekten.

VI. Låt alla arbetslösa människor ersätta maskiner där det går så minskar både arbetslösheten och utsläppen av växthusgaser.

VII. Öka bensin och dieselpriiserna drastiskt så minskar biltrafiken till förmån för mer klimatvänliga transportsätt som tåg och cykel.

VIII. Vi bör äta mer vegetarisk föda eftersom intensiv djurhållning släpper ut stora mängder växthusgas i form av metan.

IX. Det är viktigt att köpa mat som producerats i vår närhet för att på så sätt minska transporterna och därmed utsläppen av växthusgaser.

X. Det är orimligt att tänka sig att vi skulle minska på varuutbudet bara för att vi ska minska transporterna och utsläppen av växthusgaser.

XI. Det är självklart att man ska kunna flyga på sol- och badsemester till resmål vart som helst på jorden.

XII. Det är alldeles för jobbigt att hela tiden tänka på miljön. Låt politikerna ta det ansvaret, det är därför de finns.

Oavslutade meningar

I den här övningen ska eleverna avsluta påbörjade meningar. Alternativt kan de oavslutade meningarna användas som inspiration till uppsatsämnen. Meningarna är ställda i motsatspar där det främst är tänkt att eleverna väljer att avsluta ett av alter-

nativen. Naturligtvis kan man låta eleverna arbeta med bägge i en övning att försöka tänka sig in i hur andra kan resonera. Efter det att eleverna skrivit klart meningarna vidtar diskussioner i grupper eller helklass.

I A. Att vi arbetar med klimatfrågan i skolan är viktigt därför att...
I B. Vi arbetar inte med klimatfrågan i skolan därför att...

II A. Jag lever miljömedvetet eftersom jag...
II B. Jag behöver inte leva miljömedvetet därför att...

III A. Jag kan minska min klimatpåverkan genom att...
III B. Jag försöker inte att minska min klimatpåverkan därför att...

IV A. Den ökade växthuseffekten skrämmer mig därför att...
IV B. Jag oroar mig inte för den ökade växthuseffekten eftersom...

V A. Jag tror att den ökade växthuseffekten beror på...
V B. Jag är inte övertygad om att växthuseffekten har ökat utan tror istället att...

VI A. Jag skulle kunna leva resurssnålare genom att...
VI B. Det finns ingen anledning för mig att leva resurssnålare eftersom...

VII A. Det går att behålla nuvarande levnadsstandard även med minskad klimatpåverkan om vi...
VII B. Minskad klimatpåverkan leder till sänkt levnadsstandard eftersom...

VIII A. Den bästa åtgärden för att minska klimatpåverkan vore att...

VIII B. Det absolut sämsta man skulle kunna göra för att minska klimatpåverkan vore att...

IX A. Det är människan som står för den största klimatförändringen genom att...

IX B. Människans klimatpåverkan är liten jämfört med den naturliga uppvärmningen som beror på...

X A. Den nya teknik som kan lösa klimatpåverkan är...

X B. Ny teknik kan lösa klimatpåverkan enbart marginellt eftersom...

Debattämnen

Elevaktivitet – Utvecklingsländernas utveckling

Debattera hur välståndet ska kunna höjas i u-länderna utan att koldioxidutsläppen ökar - eller är det oundvikligt att utsläppen ökar?

Elevaktivitet – Koldioxidutsläppen drabbar alla

Debattera vilken rätt man som individer, företag eller länder har att fritt släppa ut koldioxid då det drabbar allt liv på jorden.

Elevaktivitet – Mitt koldioxidkonto

I Storbritannien framkastade miljöministern ett förslag om att invånarna skulle få ett koldioxidkonto, lika stort för alla. När man sedan köper varor och transporter dras koldioxidpoäng från kontot. På så sätt skulle koldioxidutsläppen fördelas rättvist och individen får själv avgöra hur han/hon vill konsumera. Kör man till exempel miljöbil kan man företa en långväga semesterresa med flyg. Den som föredrar en energislukande större bil får nöja sig med att fotvandra på semestern.

Debattera förslaget; skulle det gå att genomföra? Vore det rättvist? Och i så fall, hur stort koldioxidutsläpp borde det finnas på kontot?

Tidningsartiklar som kan leda till debatter

”Klimatpolitiken föder nya industrier” DN 29 juli 2005

”Människans inverkan överdrivs kraftigt” SvD 3 augusti 2005

”Vad kan vi göra åt vädret?” SvD 15 augusti 2005

”Hoppet står till giganten i öst” DN 22 augusti 2005

”Människan inte skuld till allt” SvD 22 augusti 2005

”Lite dyrare bensin kan betala träd” SvD 24 augusti 2005

”Klimatet kan ge nya jobb” DN 26 augusti 2005

<http://www.dn.se>

<http://www.svd.se>

Livsstilen en klimatfaktor individ och familj

Som enskild individ kan man göra en hel del för att minska de personliga koldioxidutsläppen. Det handlar om vilken livsstil vi väljer. Hur vi konsumerar i hemmet, hur vi reser till och från skolan/arbetet och hur vi agerar på ett så energisnålt sätt som möjligt. I det här projektet koncentrerar vi oss på klimatfrågan. Medvetna miljöval innebär inte nödvändigtvis en liten belastning på klimatet. Även om det ofta hänger ihop.

Växthusgasprofilen

Elevaktivitet – Min växthusgasprofil

För att få en uppfattning om vilken klimatpåverkan man som individ åstadkommer, bör varje elev göra sin "växthusgasprofil" i inledningen av arbetet med livsstilsfrågor. Den finns på miljöförvaltningens hemsida: [www.stockholm.se/vaxthuseffekten] Klicka på "TEST! Hur mycket växthusgaser släpper du ut?". En liknande test finns på utställningen "Uppdrag Klimat", men vi föreslår att alla använder Miljöförvaltningens version så kan man lätt jämföra olika klassers/skolors resultat.

Troligen kan eleverna inte fylla i testet fullständigt vid första tillfället då det finns siffervärden de vanligen inte känner till. Låt därför eleverna bekanta sig med testet första gången. Ge dem sedan i hemläxa att fylla i alla frågorna och göra den personliga sammanräkningen. Intressant kan då vara att passa på att låta övriga familjemedlemmar, pappa, mamma och syskon, göra sina tester. Eftersom många frågor handlar om bostaden, matvanor och fritidsresor blir det möjligen lättare att räkna fram familjens sammanlagda koldioxidutsläpp. Sedan kan man dividera med antalet familjemedlemmar för att få en rättvis bild av den personliga statusen.

Tillbaka i skolan gör man övningar där eleverna får testa vad som händer om de förändrar sitt sätt att leva.

I samband med testet kan man diskutera vilka frågor som fattas, eller vilka som kunde vara mer precisa, för att ge en bra bild av individens koldioxidprofil.

Hjälpmedel: <http://www.stockholm.se/vaxthuseffekten>

Livsstilsfrågor i bostaden

Bostadens koldioxidutsläpp kommer utslutande från hur mycket energi som fordras till uppvärmning, varmvatten och elapparater. Beroende på hur man bor varierar det stort vad man kan påverka eftersom det är ägaren av fastigheten som beslutar om vilken typ av värmeanläggning som används. Förbrukningen av energi till apparater däremot kan vi alla påverka.

Att köpa nyare energisnålare maskiner är inte alltid den bästa lösningen. Det går ju åt energi för tillverkning av apparater. Vid produktionen av en bil till exempel går det åt energi motsvarande 16 000 liter olja. Det vill säga ungefär lika mycket energi som bilen konsumerar under sin livslängd. Det fordras förnuftiga avväganden på det individuella planet, men även samhällsaspekten är viktig.

Elevaktivitet – Elförbrukning vid standby

Räkna på hur mycket elenergi (kWh) man spar årligen genom att stänga av teven (eller någon annan apparat med standby) helt då den inte används jämfört med då den står på standby.

Exempel: Teven används 3 timmar per dag och drar vid användning 100W och vid standby 10W.

Energiförbrukningen per år blir då: $100W * 3h * 365 \text{ dygn} = 109\,500W \approx 110 \text{ kWh}$.

Standby-läge: $10W * 21h (24 - 3 = 21) * 365 \text{ dygn} = 76\,650 \text{ Wh} \approx 77 \text{ kWh}$.

Procent av elförbrukningen vid standby blir: $76\,650 / 185\,760 = 0,4126... \approx 41\%$

Låt eleverna räkna på energiförbrukningen för några olika apparater, gärna modeller de själva har. Tag reda på vad en kilowattimme kostar och räkna även ut hur mycket pengar man kan spara.

Hjälpmedel: Förbrukningsuppgifter från tillverkare och leverantörer.

Elevaktivitet – Elförbrukningen i hushållet

Låt eleverna räkna på den totala elförbrukningen (kWh) för samtliga apparater i hushållet (datorer, teve, stereo, kyl- och frys, spis, diskmaskin, tvättmaskin, lampor m.m.) Uppskatta hur många timmar de förbrukar el. Gör sedan en kalkyl på hur mycket det skulle gå att spara genom förständig användning eller byte av energislukande apparater och lampor. Beräkna besparingen för elförbrukning (kWh), elförbrukningen omräknad till koldioxid samt kostnaden i kronor.

Hjälpmedel: Omräkningstabell av el till koldioxid sid. 40

Livsstilsfrågor vid matbordet

Maten i sig har inga växthusgasutsläpp, det är hur och var den framställs som är avgörande. I Sverige blir vi ofta tvungna att odla grönsaker i uppvärmda växthus. Odlar man till exempel tomater blir energiförbrukningen då större för uppvärmningen, än vad energiåtgången blir vid transporten av tomater som odlats i Spanien.

Produktionen av nöt- och färskött leder till utsläpp av metangas. Gasen har tjugo gånger kraftigare växthusverkan än koldioxid och påverkar alltså klimatet även i

relativt små mängder. För att tillgodose efterfrågan på kött huggs stora arealer skog ner och omställs till betesmarker.

Livsmedel har blivit en global handelsvara. Konsumenterna har önskemål om lågt pris och tillgång på alla slags frukter och grönsaker året om. Producenterna utnyttjar arbetskraften i låglöneländer till förädlingen av råvaror till halvfabrikat eller färdiga maträtter. Utvecklingen leder till allt fler och längre transporter av livsmedlen.

Elevaktivitet – Matresan

Arrangera två måltider där maten är exakt densamma men där ursprungsländerna/platserna för råvarorna är extremt olika. Tag med kartbokens hjälp reda på hur långt de bägge måltiderna rest innan de hamnar på matbordet. Beakta gärna att skaldjur och fisk ofta fångas långt ut till havs. Diskutera vad transporterna betyder för koldioxidutsläppen.

Hjälpmedel: <http://www.ntm.a.se/ntmcalc>

Livsstilsfrågor vid resor

Hushållens dagliga resor mellan hem och skola eller arbetsplats utgör en betydande del av alla resor som företas. Det är alltså viktigt med hänsyn till koldioxidutsläppen vilket transportmedel vi väljer. Resorna är dessutom ofta ganska korta, runt en halv

mil. På dessa sträckor hinner inte bilmotorn börja arbeta optimalt. Tester har visat att utsläppen av koldioxid kan vara fördubblade jämfört med vid landsvägskörning.

Elevaktivitet – De dagliga resorna

Låt eleverna göra en sammanställning på alla resor som familjemedlemmarna gör under en vecka. Resor till och från skolan, arbetet, affären eller fritidsaktiviteter. (I den här övningen tar vi inte med längre tjänste- eller semesterresor). Beräkna hur mycket koldioxid resorna bidragit med. Föreslå förändringar av färdmedel och se vilka effekter det skulle ge.

Hjälpmedel: ”Bilar, bränsleförbrukning och vår miljö”

Finns även som databas: <http://www.konsumentverket.se>

Spartips för hemmet se miljöförvaltningens databas:

http://www.miljo.stockholm.se/ext/klimat/vaxthuseffekten/vad_hemmet.asp

http://www.miljo.stockholm.se/ext/klimat/vaxthuseffekten/vad_resor.asp

Sätt ögon på skolans växthuseffekt

Åtgärderna man kan vidta i skolan liknar de som gäller bostaden, med den skillnaden att besparingarna blir desto större. Arbetet med skolans bidrag till växthuseffekten blir konkret och ger eleverna en möjlighet att se hur deras arbete kan leda till positiva förändringar.

Energiförbrukning

Elevaktivitet – Inventering av skolans energiförbrukning

Låt eleverna inventera skolan så noga det går avseende energiförbrukning samt transporter. Energiförbrukningen kan delas upp i:

- ✓ Energi till uppvärmning – Hur mycket energi det går åt till uppvärmningen av skolans lokaler. Vilken typ av energi som används vid uppvärmningen.
- ✓ Energi till varmvatten – Tag reda på hur många liter varmvatten som förbrukas per år.
- ✓ Elenergi till apparater – Gör en inventering av hur många apparater av olika slag som finns på skolan. Läs på apparaternas märketiketter hur många watt de förbrukar. Glöm inte att många apparater har standby-funktion som också drar el. Uppskatta hur många timmar apparaterna används respektive står i standby. Gör en sammanställning av elförbrukningen för de olika kategorierna av apparater.
- ✓ Elenergi till belysning – Inventera antalet lampor i ett klassrum samt hur många watt varje lampa har. Uppskatta hur många timmar lamporna är tända. Gör motsvarande inventering av belysningen i övriga lokaler på skolan.

Sammanställ den totala energiförbrukningen. Räkna om energiförbrukningen till koldioxid. Hjälpmedel: Omräkningstal se sid. 40.

Transporter

Elevaktivitet – Inventering av transporter till skolan

Låt eleverna inventera hur många transporter med bil det är till skolan per år.

Transporter av gods:

- ✓ Mat till skolbispisningen – Hur ofta sker leveranser av mat till skolan. Hur många kilometer kör bilen från leverantören.
- ✓ Varor till expedition och vaktmästeri – Hur ofta sker leveranser av varor till skolan. Titta även på postgången.
- ✓ Avfall – Hur ofta hämtas avfall; tänk på att det oftast är olika bilar som hämtar vid avfalls-sortering.
- ✓ Drift och underhåll – Hur många bilar med hantverkare kör till skolan; tänk på att mycket av underhållet sker på sommaren. Hur många kilometer bort ligger byggnadsfirmorna.

Transporter av personer med personbil:

- ✓ Personal – Hur många av personalen använder bil dagligen till resorna till och från skolan. Hur många kilometer kör dessa bilar.
- ✓ Elever – Hur många föräldrar skjutsar sina barn i bil till skolan dagligen. Uppskatta hur många kilometer dessa bilar kör.

Transporter av personer med kollektivtrafiken:

- ✓ Personal – Hur många av personalen åker med buss, tunnelbana eller pendeltåg till och från skolan. Hur många kilometer bussresor respektive tågresor blir det sammanlagt.
- ✓ Elever – Hur många av eleverna åker med buss, tunnelbana eller pendeltåg till och från skolan. Hur många kilometer bussresor respektive tågresor blir det sammanlagt.

Sammanställ transporterna och beräkna hur många kilo koldioxid bilarna, bussresorna och tågresorna i respektive kategori släpper ut.

Hjälpmedel: <http://www.ntm.a.se/ntmcalc>

Elevaktivitet – Förslag till åtgärder avseende energi och transporter

Utifrån inventeringarna arbetar eleverna fram förslag på åtgärder som minskar energiförbrukningen och biltransporterna. Tänk på att ju noggrannare inventeringen och åtgärdsförslagen är gjorda, desto större chans är det att få gehör för dem hos ansvariga personer. Beräkna alltså även för förslagen hur stora besparingar som görs. Tag då även med ekonomiska besparingar. Lämpligen delar man in förslagen efter hur lång tid genomförandet bör ta:

Mer eller mindre omgående – Dessa förslag presenterar eleverna för intendent, vaktmästare och skolledning, kanske elevråd. Önskvärt är att tillsammans upprätta ett handlingsprogram med tidplan för genomförandet; eleverna ser då ett tydligt resultat av sitt arbete.

Inom ett år – Dessa förslag kanske kräver vissa investeringar. Här blir eventuellt även fastighetsägaren inblandad, som i många fall är SISAB.

På längre sikt – I vissa fall kanske det fordras ombyggnader. Andra förslag kan innebära att man måste invänta att löpande kontrakt upphör att gälla innan nya kan skrivas med andra leverantörer. Åtgärdsförslag av det slaget kan behöva presenteras till tjänstemän på kommunalförvaltningen och politiker. Ett bra tillfälle för eleverna att delta i demokratiska processer utanför skolan.

Åtgärdsförslag

Eftersom det kan vara svårt att komma på förslag till åtgärder som leder till en minskning av utsläppen av växthusgaser följer några nedan. Bäst är det naturligtvis om eleverna själva kommer på och arbetar fram sina förslag.

Elförbrukning apparater: Stäng av apparater med standby när de inte används.

Elförbrukning lampor: Släck alla lampor i rum där ingen vistas för ögonblicket (raster). Installera automatisk släckning vid en viss tid i byggnaden. Byt ut alla lampor som inte är av lågenergityp.

Energiförbrukning varmvatten: Installera kranar som stänger av efter en kort tid.

Energiförbrukning av värme: Lämna aldrig fönster öppna en längre tid när det är

uppvärmningssäsong. Samma sak för ytterdörrar. Täta dragiga fönster. Installera solskydd vid fönster till lokaler som blir alltför varma vid solsken. Justera värmeanläggningen så det blir jämnvarmt i hela byggnaden. Samma sak för ventilationen.

Transporter av livsmedel: Undersök möjligheten till leveranser mer sällan. Minska antalet leverantörer om det är flera. Byt till en fullgod leverantör närmare skolan.

Transporter av varor: Samordna beställningarna inom hela skolan. Det kanske till

och med går att samarbeta med grannskolor.

Transporter av avfall: Om det är flera entreprenörer, undersöka om det går att minska till helst en.

Persontransporter: Initiera en tävling mellan elever och personal. Vilken grupp minskar sitt bilresande till skolan mest.

Se även miljöförvaltningens databas:

http://www.miljo.stockholm.se/ext/klimat/vaxthuseffekten/vad_skolan.asp

Handlingsprogram för Stockholm

I april 2003 beslöt kommunpolitikerna att anta ett handlingsprogram mot växthusgaser. I handlingsprogrammet finns en mängd åtgärder stipulerade. Åtgärderna har delats in i tre kategorier: pågående, planerade och tänkbara. De pågående är idag 2005 till stor del genomförda och uppnådda. Planerade åtgärder arbetas det just nu med och de ska vara genomförda 2006 med några justeringar. Tänkbara åtgärder är av mer långsiktig karaktär, med siktet inställt på att de ska vara genomförda senast år 2050.

Stadsdelen

Elevaktivitet – Stockholms handlingsprogram mot växthusgaser i stadsdelen

Inventera stadsdelen runt skolan.

- ✓ Vilka åtgärder enligt handlingsprogrammet har blivit genomförda. (Så kallade pågående).
- ✓ Vilka åtgärder är för närvarande på gång. (Så kallade planerade).
- ✓ Finns det några tänkbara åtgärder där det pågår konkret planering för genomförande.
- ✓ Föreslå andra åtgärder utöver de som nämns i handlingsprogrammet, som ni tycker vore realistiska att genomföra i stadsdelen.

Hjälpmedel: ”Stockholms handlingsprogram mot växthusgaser”

Stockholms Stad

Elevaktivitet – Stockholms handlingsprogram mot växthusgaser i staden

Gör ett motsvarande arbete enligt ovan där ni studerar hela Stockholm. Eventuellt kan förslag på mer omfattande åtgärder vara mer realiserbara om de sker i större skala.

Hjälpmedel: ”Stockholms handlingsprogram mot växthusgaser”

Växthuseffekten i ett globalt perspektiv

Transporter

Transporter står för en stor del av koldioxidutsläppen. År 2000 kom nära hälften av Sveriges koldioxidutsläpp från transporter. Och eftersom transporter förbrukar stora mängder fossila bränslen i form av bensin och diesel i bilar och bussar, fotogen i flygplan och brännolja i fartyg, står transporterna för en betydande del av tillskottet av koldioxid till atmosfären.

Närmare två kilo koldioxid per liter

Genom de kemiska processerna i en personbilmotor omvandlas ett kilo bensin, eller 1,35 liter om man så vill, till 2,5 kilo koldioxid. Omräknat ger en liter bensin 1,875 kilo koldioxid. Medelbilen i Sverige körs 1500 mil per år och drar strax under en liter milen vid blandad körning. Det ger

vid handen att varje svensk bil lämnar 2,8 ton koldioxid efter sig årligen i genomsnitt. Med över fyra miljoner inregistrerade personbilar blir det närmare tolv miljoner ton koldioxid årligen.

Observera att katalysatorn inte reducerar mängden koldioxid i avgaserna.

Elevaktivitet – Min drömbil

Beräkna hur mycket koldioxid olika bilmodeller släpper ut årligen. Variera också körsträckorna för att se vad det innebär att använda bilen till och från arbetet, till långkörningar m.m. Vill man, kan man låta eleverna välja sin drömbil förutsättningslöst. Sedan ber man dem räkna på bilens koldioxidutsläpp. Diskutera vilka värden som väger tyngst vid valet av bilmodell.

Hjälpmedel: "Bilar, bränsleförbrukning och miljö"

Finns även som databas: <http://www.konsumentverket.se>

Med flyget far koldioxiden till väders

Flyget leder överlägset koldioxidligan om man räknar utsläppt mängd koldioxid per transporterat ton gods.

Tågtrafik anser vi i Sverige inte utgöra något problem med avseende på koldioxid eftersom våra tåg drivs med el. Man kan

därför se tabeller där koldioxidbelastningen från tågtrafik anges till noll. I länder med högre elpris drivs tåg med stora bränsleslukande dieselmotorer. Där blir tågtrafiken ett koldioxidproblem.

Elevaktivitet – Min drömsemester

I den här övningen ska eleverna analysera sin drömsemester. Låt dem planera en semesterresa och beräkna sedan resans totala koldioxidutsläpp. Diskutera alternativ som ger motsvarande upplevelser men lägre klimatpåverkan.

Hjälpmedel: <http://www.luftfartsverket.se>

<http://www.ntm.a.se/ntmcalc>

Elevaktivitet – Från Stockholm till Paris

Jämför skillnaden i koldioxidutsläpp från olika färdssätt mellan Stockholm och Paris. Gör beräkningarna för en person som väljer mellan att åka med tåg, bil eller flyg.

Hjälpmedel: se föregående elevaktivitet

Avsmältningen i polarområdena

Avsmältningen av permafrost i polarområdena är ett nyligen uppmärksammat klimatproblem. Med uppvärmningen smälter permafrosten på tundrorna i Ryssland, Kanada, Sverige och Norge. Då isen försvin-

ner från marken tar de kemiska processerna fart. Metangas bildas under anaerob nedbrytning i den vattenmättade och syrefattiga marken.

Oväder

Ovädren har inte blivit fler till antalet de senaste åren. Men i nyhetsrapporteringen läser vi om förödelse av långt större slag än vad som var vanligt tidigare. Det verkar som om ovädren blivit kraftigare. Klimat-

forskare förklarar förändringen med att högre temperatur av land, hav och luft frigör större energi i luftlagren. Vindhastigheterna blir då högre och därigenom havsvågorna kraftigare.

[Läs mer: "Ovädren blir kraftigare när världen blir varmare" SvD 4 september 2005]

[Läs mer: "Lyssna på varningarna från meteorologerna" DN 7 september 2005]

Elevaktivitet – Översvämningar

Studera vilka konsekvenser det får för befolkningarna som bor i låglänta områden längst kusterna vid översvämningar. Uppskatta hur många miljoner människor som tvingas flytta om havsnivån stiger ett par meter. (Problem för alla områden som ligger under havsytan).

Gör nya uppskattningar om havsytan stiger tio meter.

Diskutera varför det ofta är extremt tätbefolkat i låglänta områden nära havet.

Hjälpmedel: "En varmare värld" sid. 132 – 136.

Kartor med nivåkurvor.

Torka

Redan torra områden drabbas värst när jordens temperatur höjs. Torkan omvandlar allt större arealer till öken. I Spanien, stora delar av Afrika, södra Kina, västra Australien samt de inre och södra delarna av USA har jordbruket stora svårigheter att överleva. Bränder blir vanligare och mer omfattande.

[Läs mer: "Torkan förstör för miljarder" SvD 25 juli 2005]

Kyotoprotokollet

Vid FN:s möte om miljö och utveckling i Rio de Janeiro år 1992 antogs en klimatkonvention. Fem år senare vid ett möte i den Japanska staden Kyoto konkretiserades konventionen med juridiskt bindande utfästelser. Enligt Kyotoprotokollet ska i-ländernas utsläpp av växthusgaser minska med 5 procent räknat från år 1990 under perioden 2008 till 2012. Övriga länders utsläpp regleras inte av protokollet. Till i-länder räknas Canada, USA, EU-länderna, Norge, Island, Schweiz, Ryssland, Slovakien, Kroatien, Slovenien, Ukraina, Georgien, Rumänien, Bulgarien, Japan, Australien och Nya Zeeland.

Avtalet träder i kraft först då minst 55 konventionsparter, som tillsammans svarar för 55 procent av industriländernas utsläpp, har ratificerat protokollet. Den 16 februari 2005 då Ryssland skrev under avtalet uppfylldes kravet och protokollet trädde i kraft. För närvarande har 141 länder skrivit under avtalet. USA och Australien, som står för över en tredjedel av världens koldioxidutsläpp, har ännu inte skrivit under.

[Läs mer: ”En varmare värld sid. 158 - 161]

Handel med utsläpp

Kyotoavtalet tilldelar i-länderna utsläppsrätter d.v.s. hur mycket koldioxid de får släppa ut inom åtagandet om begränsningar av utsläppen. Länder som inte önskar utnyttja sin utsläppsrätt kan sälja den till nå-

got land, som därmed kan öka sina utsläpp i motsvarande grad. Denna utsläppshandel pågår för fullt sedan en tid.

[Läs mer: ”Sverige vill släppa ut mer” SvD 2 augusti 2005]

Utsläpp och sänkor

Fördelningen av hur stora utsläppen av växthusgaser får vara har förhandlats fram utifrån landets industriella struktur, trafikintensitet och natur. Tätbefolkade länder med tung verkstadsindustri som Tyskland och Storbritannien måste göra de största minskningarna. För Tysklands del innebär överenskommelsen till exempel en minskning med tjugo procent. Länder med stora skogar, som anses kunna ta emot kol-

dioxid genom fotosyntesen, får tillgodoräkna sig denna naturliga absorption, så kallade kolsänkor, genom avräkning av utsläpp från industri och trafik. Exempel på sådana länder är Ryssland och Sverige. Enligt avtalet har Sverige rätt att öka sina utsläpp med fyra procent, men riksdagen har beslutat att istället minska utsläppen med fyra procent.

En pakt utanför Kyotoavtalet

USA, som valt att stå utanför Kyotoprotokollet, har bildat en växthuspakt tillsammans med Kina, Indien, Sydkorea och Australien. Vad denna överenskommelse innebär har hittills inte offentliggjorts. Vid en presskonferens den 28 augusti 2005 förklarade USA-administrationen att över-

enskommelsen innebär frivilliga åtaganden om satsningar på forskning och övergång till senaste teknik.

[Läs mer: ”Kyoto möter utmanare för en svalare värld” DN 28 juli 2005] [Läs mer: ”USA bakom ny växthuspakt” SvD 28 juli 2005]

Elevaktivitet – Kyoto, lösning på klimatförändringen?

Debattera Kyotoavtalets innebörd. Dela in eleverna i förespråkare respektive kritiker. Låt dem förbereda argument utifrån tidningsartiklar och samhällsdebatt. Diskussionspunkter kan till exempel vara:

- ✓ Räcker Kyotoavtalets åtagande för att komma till rätta med klimatförändringen?
- ✓ Är utsläppsrätterna rättvist fördelade mellan länderna?
- ✓ Är definitionen av i-land/u-land adekvat med tanke på industrialiseringen av länder som Kina och Indien?

[Läs mer: ”Myten om Kyoto är avslöjad” SvD 13 juli 2005]

Förslag på arbets- och redovisningsformer

Utställning

Gör en utställning om skolans projektarbete KlimatAkuten på stadsdelsbiblioteket eller annan lokal där allmänheten passerar. Bjud in stadsdelspolitiker och journalister från lokaltidningar. Presentera era inventeringar om hemmet, skolan och stadsdelen. Marknadsför era förslag på åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser.

Film

Dokumentera skolans arbete i projektet KlimatAkuten på film. Tankarna runt klimatförändringen är många liksom infallsvinklarna. Filmmediet är då tacksamt och erbjuder för eleverna att låta kreativiteten få friare spelrum. Man kan tänka sig filmteman från sakliga faktafilmer och reportage till fiktion:

- ✓ Följ personer i deras vardag där olika livsstilers konsekvenser ställs mot varandra.
- ✓ Gör ett reportage om en persons vardagsliv sett ur klimatperspektivet.
- ✓ Gör reportage om olika verksamheter som tillverkning eller transporter.
- ✓ Undersökande journalistik om växthuseffekten i Stockholm. Begränsa till något angeläget klimatproblem i staden. Intervjua ansvariga politiker, tjänstemän och näringslivsrepresentanter. Fråga allmänheten vad de anser.

Massmedia

Bevaka vad som nämns om växthuseffekten i massmedia. Ordna med en anslagstavla där aktuella tidningsurklipp sätts upp.

Lathund – nyckeltal

4,5 ton koldioxid per stockholmare

Varje svensk ger årligen upphov till 6,3 ton koldioxidutsläpp från fossila källor räknat på all verksamhet. Det vill säga i siffran inräknas inte enbart de personliga utsläppen, utan även utsläpp på grund av produktion i jordbruket och industrin. Siffran är alltså en per capita siffra. För Stockholms invånare beräknas utsläppen år 2000 till 4,5 ton om man bortser från transporter till och från staden.

Uppgifter om koldioxidutsläpp per capita i världen se ”En varmare värld” sid. 63.

Omräkning till koldioxid

1000 kWh vanlig el = 37,1 kilo CO₂

1000 kWh el enligt bra miljöval = 1 kilo CO₂

100 liter bensin = 248 kilo CO₂

100 kilo biogas = 0 kilo CO₂

100 liter etanol = 38 kilo CO₂

100 liter RME = 30 kilo CO₂

RME står för rapsoljaemulsiöler och kan användas i vissa dieseldrivna bilar.

Prefix

När man anger energi och effekt är enheterna oftast alltför små för att vara praktiskt hanterbara. Man använder då prefix kombinerat med grundenheten. Så heter till exempel 1000 meter en kilometer eftersom kilo betyder tusen. På samma sätt finns följande prefix:

1 000 000 000 000	tusen miljarder	tera	T	10 ¹²
1 000 000 000	en miljard	giga	G	10 ⁹
1 000 000	en miljon	mega	M	10 ⁶
1 000	ett tusen	kilo	k	10 ³

Effekt

Effekten talar om hur mycket energi per sekund som en apparat (eller lampa) ”förbrukar”. Egentligen bör man säga omvandlar till annan energi i stället för förbrukar.

Effekt mäts i watt (W)

1 W = 1 J/s

Webbplatser

Dagens Nyheter

<http://www.dn.se>

Energimyndigheten

<http://www.stem.se>

Håll Sverige Rent

<http://www.hsr.se>

Konsumentverket

<http://www.konsumentverket.se>

KlimatAkuten

<http://www.stockholm.se/vaxthuseffekten>

Luftfartsverket

<http://www.luftfartsverket.se>

Miljöförvaltningen Stockholms Stad

<http://www.miljo.stockholm.se>

Naturhistoriska Riksmuseet

<http://www.nrm.se>

Naturvårdsverket

<http://www.naturvardsverket.se>

NTM

<http://www.ntm.a.se/ntmcalc>

Svenska Dagbladet

<http://www.svd.se>

Svenska Naturskyddsföreningen

<http://www.snf.se>

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI)

<http://www.smhi.se>

Vi tar tacksamt emot synpunkter och förslag på förbättringar
av lärarhandledningen.

Charlotta Hedvik
charlott.hedvik@miljo.stockholm.se
tel. 508 28 941

Örjan Lönngrén
orjan.lonngrén@miljo.stockholm.se
tel. 508 35 211



Miljöförvaltningen i Stockholm
Rosenlundsgatan 60, Box 38024, 100 64 Stockholm
Tel. 08 508 28 800
www.stockholm.se/vaxthuseffekten