

# VÄXTHUSEFFEKTEN, TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET

PROJEKT NORDLAB-SE  
Inst för pedagogik och didaktik  
Göteborgs Universitet  
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>  
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)  
Fax: +46-(0)31-7732060  
E-post: [anita.wallin@ped.gu.se](mailto:anita.wallin@ped.gu.se)

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

## OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansiär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)  
Veijo Meisalo (FI)  
Baldur Gardarsson (IS)  
Thorvald Astrup (NO)  
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

## OM PROJEKTET NORDLAB-SE

### *Syfte*

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

### *Tonvikt på förståelse*

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

### *Teman*

*Naturvetenskapens arbetssätt.* Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

*Naturvetenskapens innehåll.* Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

*Naturvetenskapen i samhället.* I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

### *Användning*

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

### *Framtagen materiel*

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

*INNEHÅLL*

HUR ELEVER FÖRKLARAR VÄXTHUSEFFEKTEN	5
ANALYS AV ELEVSVAR	7
Växthuseffekten och växthusgaser	7
Sex förklaringskategorier	8
Växthuseffekten eller dess förskjutning?	9
Undervisningsmöjligheter	9
HUR STORA BÖR UTSLÄPP AV KOLDIOXID VARA FÖR I- OCH U-LÄNDER?	11
Tre uppgifter	11
Elevernas svar	13
FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER	16
ATT FUNDERA ÖVER DATA OM KOLDIOXIDUTSLÄPP FRÅN OLIKA LÄNDER	20
NOTER	25
REFERENSER	25

---

## *VÄXTHUSEFFEKTEN, TEKNIKEN OCH SAMHÄLLET*

---

Vad är växthuseffekten? Hur påverkas den av människans aktiviteter? Vad kan man göra för att motverka att den ökar? Elevers tankar om dessa och andra frågor behandlas i denna workshop, som inleds med att läsaren funderar över hur elever förklarar vad växthuseffekten är. Sedan presenteras sex kategorier som karaktäriserar elevernas förklaringar och som öppnar nya möjligheter att undervisa. Härefter redovisas elevers syn på hur stora utsläpp av koldioxid bör vara för i- respektive u-länder, och vilka följderna blir av en kraftig nedskärning av nuvarande utsläppsnivåer. Detta för in tekniken och samhället i resonemanget, och frågan om växthuseffekten och dess förstärkning framstår därmed i all sin komplexitet. Konsekvenser av detta för undervisningen diskuteras, och ett diagnostiskt test som speglar komplexiteten föreslås. Slutligen uppmärksammas en för undervisningen intressant databas, som bl. a. innehåller uppgifter om utsläpp av koldioxid från fossila bränslen för många av världens länder, i en del fall så långt tillbaka som 1700-talet.

### *HUR ELEVER FÖRKLARAR VÄXTHUSEFFEKTEN*

Följande fråga har ställts till elever i skolår 9 och 3 gy vid den nationella utvärderingen 1998<sup>1</sup>:

I många olika sammanhang talas det om växthuseffekten. Förklara med egna ord vad växthuseffekten är!
--

Här följer ett antal elevsvar:

1. Växthuseffekten innebär att det blir varmare och isen i polområdena smälter samt att vattennivån stiger med 70 meter.
2. Växthuseffekten påverkas av bilgaser, förbränning av kol m. m. Det är koldioxiden som gör att växthuseffekten ökar. När växthuseffekten ökar så höjs medeltemperaturen, detta gör att bl. a. att isen smälter vid polerna och att vattennivån höjs.
3. Typ ett lock över världen som gör att det blir varmare.

4. Orsakas av koldioxid som ligger som ett isolerande skikt runt jorden. Detta kommer från förbränning, främst av fossila bränslen.
5. Ozonet tunnas ut och mer av solens farliga och varma strålning höjer temperaturen och polarisarna smälter.
6. De miljögifter och övriga föroreningar som människan släppt ut de senaste 200 åren (då de i och med industrialismen och utvecklingen blev mer än bara lokala), växt till en sådan nivå att de börjat "äta" sig igenom ozonlagret, ett lager naturlig ozon (3 sammansatta O-molekyler), som skyddar världen från solens hetta och strålar. När ozonlagret försvinner, höjs jordens medeltemperatur, polerna smälter, havsnivån höjs, land översvämmas, kartan ändras, golfströmmen ändras, m.m. m.m.....
7. Avgaser och andra utsläpp gör att klimatet blir varmare genom att det bildas lager av ämnen i atmosfären som inte släpper ut värmen.
8. När vi kör bil och på andra sätt släpper ut gaser (som t. ex. koldioxid) i luften ökar värmen på jorden eftersom koldioxiden gör så att värmen stannar kvar istället för att åka ut i rymden igen.
9. Solstrålarna träffar jorden, men hindras att studsas tillbaka av ozonlagret.
10. Det är att koldioxidhalten ökar i atmosfären när man bränner bl. a. fossila bränslen. Koldioxiden lägger sig som ett inre skal och släpper inte ut solstrålarna efter att de har varit och studsat mot jorden!
11. Koldioxid kommer ut i atmosfären och den värms långsamt upp p.g.a. att det bildas ett slags täcke vilket solstrålar kommer in igenom, men värmen kommer inte ut.
12. Solens långvågiga strålar tränger lätt igenom atmosfären. De värmer upp jorden. Jordens kortvågiga värmestrålning däremot kan inte lika lätt tränga igenom vår atmosfär (som består av gaser). På så sätt hålls jorden varm som ett växthus.

### *UPPGIFT 1*

- A. Hur tycker du att en vanlig elev bör kunna svara på denna fråga efter avslutad grundskola? Efter avslutad gymnasium?
- B. Hur betydelsefullt är det att ha kunskap om vad växthuseffekten är när det gäller att förhålla sig till problemet med ökningen av växthuseffekten och följderna av denna?
- C. Ger elevsvaren upphov till några reflexioner om undervisningen angående växthuseffekten? I så fall vilka?

## ANALYS AV ELEVSVAR

### *Växthuseffekten och växthusgaser<sup>2</sup>*

Vårt klot befinner sig i ett flöde av energi. I huvudsak kortvågig strålning från solen träffar jorden. En del går tillbaka ut i kosmos genom spridning i luften och reflexion mot moln och mark. Resten absorberas av hav och land och värmer planeten. Från dess yta avges långvågig s. k. värmestrålning. En klar natt är utflödet större än inflödet. Då blir det kallare. En solig dag råder det omvända förhållandet. Då blir det varmare. Processen 'inflöde-utflöde' tenderar att reglera sig själv så att energibalans inställer sig, d. v. s. inflödet är lika med utflödet.

Förhållandet mellan in- och utstrålning för en given ort varierar över tid. För en given tidpunkt är den olika för olika orter på jorden.

Om jorden vore utan atmosfär skulle medeltemperaturen vid ytan vara cirka  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Närvaron av atmosfär hindrar en del av den inkommande strålningen från att tränga igenom, men absorberar också en stor del av värmestrålningen från jordytan och återsänder den delvis till denna. Nettot blir att jorden vid sin yta mottar mer energi med atmosfär än utan, vilket gör att medeltemperaturen vid jordytan blir högre med än utan atmosfär ( $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Detta är innebörden i den s. k. växthuseffekten.

De gaser i atmosfären som absorberar den långvågiga strålningen från jordytan kallas drivhusgaser eller växthusgaser. Den mest förekommande är vattenånga. Andra växthusgaser är koldioxid, metan, dikväveoxid, ozon samt freoner.

Människans olika aktiviteter ökar mängden växthusgaser i atmosfären, vilket förstärker växthuseffekten. Det största bidraget är koldioxid, som bildas vid förbränning av fossila bränslen (olja, kol, gas och ur dessa raffinerade produkter). Som exempel kan nämnas att det är omkring en halv miljard bilar som rullar på vårt klot. För varje kilogram bensin de förbrukar avges cirka tre kilogram koldioxid.

Andelen koldioxid i atmosfären mäts i ppmv, som betyder 'part per million' och där v avser volymsandelar. Mätningar visar på en stadig ökning. Takten är gott och väl 1 ppmv per år. Ökningen sedan 1850 beräknas till 30%.

### Sex förklaringskategorier

För att beskriva elevernas svar på den inledande uppgiften har ett kategorischema skapats. Det bygger på att några komponenter måste integreras då man förklarar växthuseffekten. Dessa är inkommande strålning, utgående strålning, och ett hinder som utgör ett delsystem av atmosfären. Inkommande och utgående strålning passerar samma hinder, fast i olika riktning. Den förra kommer igenom ganska lätt, den senare med svårighet. För att förklara detta behöver man föra in olika egenskaper hos in- respektive utstrålning. Eleverna kan i sina svar ha med fler eller färre av dessa komponenter och i olika kombinationer. Så här ser schemat ut:

A BESKRIVER ENBART FÖLJDER AV, OCH/ELLER ORSAKER TILL, VÄXTHUSEFFEKTEN ELLER DESS FÖRSTÄRKNING

B ASSOCIATION MELLAN (MER AV) NÅGOT (I ATMOSFÄREN) OCH UPPVÄRMNING



———— (modell 1)

Enbart ett hinder införs. Det blir ett skikt, lock etc. av något, som isolerar, gör så att det blir varmt

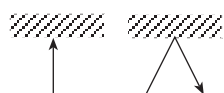
C FÖRVÄXLING MED 'OZONEFFEKTEN'



———— (modell 2)

Hinder samt inflöde finns med. Bl. a. säger eleverna att mindre ozon ger mer instrålning, vilket gör det varmare

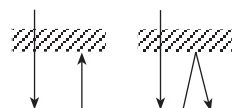
D VÄRME KOMMER INTE UT (STANNAR KVAR)/STUDSAR TILLBAKA PÅ GRUND AV HINDER



(modell 3)

Hinder och utflöde finns med.

E ÅTERKASTNING AV SOLSTRÅLNING(VÄRME) HINDRAS AV NÅGOT (DET SOM KOMMER IN KOMMER INTE UT, HÅLLS KVAR ETC). SAMMA ORD (OFTAST) FÖR INFLÖDE OCH UTFLÖDE



(modell 4)

Hinder samt in- och utflöde finns med. Ingen skillnad på flödena nämns. Ibland inför eleverna hindret först när de talar om utflödet.



F INFLÖDE OCH UTFLÖDE BETECKNAS MED OLIKA ORD; UTFLÖDE HINDRAS/REDUCERAS



Hinder samt in- och utflöde med olika egenskaper finns med.

(modell 5)

### UPPGIFT 2

Använd kategorischemat för att karaktärisera de tolv elevsvaren som listades inledningsvis och diskutera kategorisering med kurskamrater/kollegor.

#### *Växthuseffekten eller dess förstärkning?*

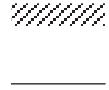
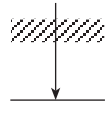
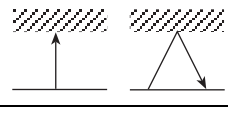
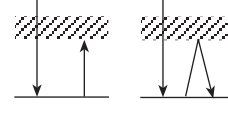
Det är vanligt att elever uppfattar växthuseffekten som det som i själva verket är 'växthuseffektens förstärkning', t. ex.:

- Växthuseffekten är den effekt som blir på grund av att vi människor släpper ut för mycket t. ex. koldioxid.
- Den värme som jorden och alla industrier avger studsar tillbaka ner mot jorden. På så sätt blir det varmare och varmare hela tiden.
- Gaser, som koldioxid och freon, som vi använder på jorden stiger upp till atmosfären där de bildar en hinna. Denna hinna gör att solstrålarna inte åker ut genom atmosfären efter det att de har reflekterats mot jorden. De studsar åter mot jorden och därför blir det duktigt varmt här. Genomsnittstempen höjs varje år.

#### *Undervisningsmöjligheter*

Elevernas förklaringar av växthuseffekten öppnar en möjlighet att utmana deras tänkande. Man kan börja ämnesområdet genom att låta smågrupper diskutera sig fram till en beskrivning av vad växthuseffekten är och sedan redovisa inför klassen. Uppgiften är rimlig eftersom denna effekt är föremål för diskussioner och kommentarer i media. Man kan vänta sig att åtminstone en del av de beskrivna modellerna dyker upp i gruppernas redovisning. Läraren, och kanske andra elever, har då anledning att ställa en del frågor som utmanar respektive modell. Förslag till sådana utmaningar ges i figur 1 nedan. Frågorna till modell 1 går ut på att

stimulera introduktion av flöden eller strålar. Frågorna till de andra modellerna syftar till att vidareutveckla påbörjat flödes- eller strålningsstänkande.

<p><b>modell 1</b></p> 	<p><i>Det blir ett skikt, lock etc. som isolerar, gör så att det blir varmt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varifrån kommer värmen?</li> <li>• Hur går det till då locket isolerar?</li> <li>• Hur går det till då värmen försvinner om locket försvinner?</li> </ul>
<p><b>modell 2</b></p> 	<p><i>Mindre hinder – mer instrålning – varmare</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fylls det på hela tiden? I så fall borde det väl vara jättevarmt på jorden?</li> </ul>
<p><b>modell 3</b></p> 	<p><i>Värme kommer inte ut/studsar tillbaka mot hinder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varifrån kommer värmen?</li> <li>• Har inte den inkommande solstrålningen något med värmen att göra?</li> </ul>
<p><b>modell 4</b></p> 	<p><i>In- och utflöde samt hinder. Ingen skillnad på flödena.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hur kommer det sig att flödet/strålningen kommer in men inte ut genom samma atmosfär?</li> <li>• Om flödet inte kommer ut, borde då inte jorden bli märkbart varmare och varmare? Det är ju påfyllnad hela tiden...</li> </ul>

**Figur 1.** Förslag till frågor för att stimulera utveckling av modeller för växthuseffekten.

En undervisning i vilken frågor liknande dessa är levande och föremål för diskussion kan förväntas stimulera begreppsutveckling.

## *HUR STORA BÖR UTSLÄPP AV KOLDIOXID VARA FÖR I- OCH U-LÄNDER?*

### *Tre uppgifter*

Vid den nationella utvärderingen 1998 ingick också ett moment med frågor om konsekvenser av en förstärkt växthuseffekt och vad man bör göra för att reducera de hot som föreligger.<sup>3</sup> Eleverna, som var från år 9 på grundskolan och år 3 på gymnasiet, arbetade två och två med vissa uppgifter men svarade var och en för sig. Momentet inleddes med en orientering om växthuseffekten och dess förstärkning:

Utan växthuseffekten skulle jorden vara mycket kall och omöjlig att bo på. Men det finns också en risk för att människans utsläpp av s. k. växthusgaser förstärker den naturliga växthuseffekten så mycket att klimatet på jorden blir varmare. Det kan leda till torka inom stora jordbruksområden och översvämningar av kuster där det bor mycket folk. Men forskarna är inte säkra. Många anser att vi är på väg in i ett varmare klimat och att orsaken är människans utsläpp av växthusgaser. Andra tvivlar på detta.

Härefter vidtog följande uppgift:

Låt oss gå lite närmare in på vad man skulle kunna göra för att motverka en förstärkning av växthuseffekten. En viktig s. k. växthusgas är koldioxid. Det blir mer koldioxid i atmosfären år från år, vilket bidrar till en förstärkning av växthuseffekten. Orsaken till det årliga tillskottet är människans förbränning av fossila bränslen i t. ex. bilar, flygplan, kol- och oljekraftverk och värmepannor. Högt industrialiserade länder har stora utsläpp av koldioxid per person och år, t. ex. USA: 19,3 ton, Australien 15,3 ton, Japan 8,8 ton, Sverige 5,9 ton. I utvecklingsländer är utsläppen betydligt mindre per person och år, t. ex. Brasilien: 1,4 ton, Indien: 0,9 ton. [Värdena är från 1994]

Forskare och andra experter anser att utsläppstakten bara bör vara cirka 1 ton per person och år för att inte växthuseffekten skall skena iväg helt okontrollerat. Enighet råder inte bland experterna, men många anser att det är bråttom att ställa om.

Tänk dig att du deltar i en världskonferens om vad jordens länder skall få göra i detta läge. Fem förslag har lagts fram för i-länder och fem för u-länder.

Vilket förslag för i-länder kommer du att rösta på? Vilket för u-länder?

(forts på nästa sida)

I-LÄNDER SKALL	U-LÄNDER SKALL
A. skära ned sina utsläpp kraftigt till cirka 1 ton per person och år	A. inte få släppa ut mer än cirka 1 ton per person och år
B. skära ned sina utsläpp ganska kraftigt till några få ton per person och år	B. få släppa ut några få ton per person och år, men inte mer
C. skära ned sina utsläpp något	C. få släppa ut flera ton per person och år, men inte så mycket som i-länderna nu gör
D. hålla sig på dagens utsläppsnivå	D. få släppa ut så mycket per person och år som i-länderna nu gör
E. få släppa ut så mycket de vill	E. få släppa ut så mycket de vill

De elever som valde utsläppsalternativ A eller B för i-länder fick en följdfråga:

Hur många år anser du att det skall få gå innan nedskärningen är helt genomförd?

Slutligen ställdes följande två frågor:

Vilka blir konsekvenserna av att man genomför det alternativ du valt för i-länder?

Vilka blir konsekvenserna av att man genomför det alternativ du valt för u-länder?

### UPPGIFT 3

A. Ställ hypoteser om hur elever i skolår 9 och/eller 3 gy besvarar dessa frågor.

B. Tror du att eleverna är radikala eller återhållsamma när det gäller nedskärningar av utsläpp? Varför?

C. Tror du att de anger få eller många konsekvenser? Varför?

### *Elevernas svar*

Elevernas val av utsläppsalternativ framgår av tabell 1. Svartalternativen har slagits samman enligt följande:

I-land: Kraftig begränsning (A + B), liten eller ingen begränsning (C+D+E)

U-land: Kraftig begränsning (A + B), liten eller ingen begränsning (C+D+E)

Tabell 1. Hur skall utsläpp av koldioxid per person och år begränsas i u-respektive i-land? Procentuell fördelning av elever på olika alternativ, skolår 9 och 3 gy.

	SKOLÅR	
	9 (n=309)	3 gy (n=328)
• kraftig begränsning för både u-land och i-land	73	77
• kraftig begränsning enbart för u- land	13	7
• kraftig begränsning enbart för i- land	9	10
• liten eller ingen begränsning för både u- och i-land	5	6

Beträffande hur många år som skall få gå innan nedskärningen är helt genomförd anger drygt 60% max 10 år. Av övriga svarade de flesta max 25 år.

Elevernas svar angående konsekvenser av en kraftig nedskärning för i-länder framgår av tabell 2 på nästa sida. Som huvudkategorier har identifierats ett antal sektorer av omvärlden som konsekvenserna gäller (A t. o. m. F). Ett elevsvar kan ibland höra till två eller flera huvudkategorier.

Eleverna använder i medeltal en huvudkategori (A t. o. m. F) då de svarar.

Kategorisystemet fångar inte upp eventuella relationer mellan konsekvenser, som eleven uttrycker. Jämför följande svar:

–Ja levnadsstandarden måste sänkas betydligt. Vi måste satsa betydligt mer på miljövänliga artiklar, bilar mm. Vi måste även hitta miljövänliga energikällor, använda oss av vatten, vind och solen. Fabrikers utsläpp måste också minimeras betydligt.

–...Vidare så när det är nästan ingen som får köra bil så behövs inte bilindustrin, det leder till minskad stålproduktion. ...

Det första svaret är en uppräkningslista av konsekvenser. Eleven uttrycker inte några samband mellan dessa. Det andra är en konsekvenskedja: ingen bilkörning leder till att bilindustrin inte behövs, vilket i sin tur leder till att stålproduktionen minskar. Man kan inte säga att det första svaret är tecken på att konsekvenstänkande i det aktuella sammanhanget saknas. Eleven svarar ju på frågan vilka konsekvenserna blir av att man genomför ett visst utsläppsalternativ. Men det

andra svaret kan sägas gå lite längre. Eleven anger konsekvenser av en konsekvens. Man kan säga att det första svaret bara innehåller primära konsekvenser (i förhållande till den fråga eleven besvarar). Det andra innehåller också sekundära konsekvenser. Andelen svar som innehåller sekundära konsekvenser har uppskattats. För år 9 är den 15% och för år 3 gy 17%. För pojkar är den 8% och för flickor 23%. Den samlade bilden är tydlig – eleven har få huvudkategorier i sina svar och de anger huvudsakligen primära konsekvenser. Sekundära tas mera sällan upp.

Tabell 2. Konsekvenser för i-länder av olika utsläppsalternativ. Översikt av sektorer som konsekvenserna gäller, samt procentuella andelen elever skolårsvis som har med respektive sektor i sitt svar.

KATEGORI	år 9 (n=318)	år 3 gy (n=334)
A. SOCIAL SEKTOR (sänkt standard, ändrad arbetsmarknad, protester)	19	28
B. TRANSPORTER (mindre bilåkning, mer kollektivtrafik)	23	19
C. MILJÖ/HÄLSA (mindre utsläpp, bättre miljö)	23	12
D. INDUSTRI/TILLVERKNING/FORSKNING (mindre produktion, nedläggningar, miljövänlig forskning)	17	16
E. ENERGI (övergång till miljövänligt bränsle, mindre fossila bränslen, sparande)	11	15
F. EKONOMI (omställningen kostar mycket)	10	16
ALLMÄNT UTTRYCKTA KONSEKVENSER	17	16
ÖVRIGT	12	25
EJ BESVARAT	15	11

Man kan se tabell 2 ur olika perspektiv. Som grupp uppvisar eleverna en god bredd, både i år 9 och i år 3 gy. Men om vi går till den enskilde eleven har han eller hon oftast få huvudkategorier i sina svar och tänkandet är för det mesta begränsat till det vi benämnt 'primärkonsekvenser'. Konsekvenser av konsekvenserna tas mera sällan upp.

Denna bild blir mer accentuerad då det gäller svaren för u-land. En bidragande orsak kan vara att eleverna saknar egna konkreta erfarenheter av hur det är att leva i ett sådant land. Några elever reflekterar över de sociala och utvecklingsmässiga problem som en kraftig begränsning av koldioxidutsläpp kan medföra för utvecklingsländerna, men de flesta gör det inte.

*UPPGIFT 4*

Diskutera hur de ovan redovisade resultaten kan användas för att utveckla undervisningen. För gärna denna diskussion med kurskamrater/kollegor både inom No- och So-området

## *FÖRSLAG TILL TESTUPPGIFTER*

För att kunna göra rimliga förutsägelser angående vilka konsekvenser det blir av en kraftig nedskärning av koldioxidutsläpp behöver man förstå koldioxidfrågan som ett systemproblem, som gäller natur, teknik och samhälle (system NTS). Till delen 'natur' hör kunskaper om växthuseffekten och vilken roll emission av koldioxid spelar för att förstärka denna. Kunskaper om delen 'teknik' innefattar kunskap om att drygt 80% av människans energiförsörjning tillgodoses av olja, kol och gas, och att veta vilka tekniska system som avger koldioxid, bl. a. elkraftverk och explosionsmotorer i en halv miljard bilar. Bilkörning och elproduktion står för en tredjedel av den årliga världsförbrukningen av olja, kol och gas. Tekniken är invävd i samhället, och det gäller för eleverna att ha en uppfattning om vad förbränning av fossila bränslen betyder för människa och samhälle i i- och u-länder. Följande testuppgifter försöker fånga upp en del av dessa aspekter. De kan användas för exempelvis utvärdering, som utgångspunkt för diskussioner och som hemuppgifter

### **1. Vad är växthuseffekten?**

Ta ställning till om följande påståenden är rätt eller fel (sätt kryss):

	RÄTT	FEL
A. Växthuseffekten är att det blir varmare på jorden därför att vissa ämnen i atmosfären tunnas ut, vilket gör att instrålningen från solen ökar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Växthuseffekten är att ämnen i atmosfären gör att en del av värmeutstrålningen går tillbaka till jorden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Växthuseffekten är att det blir varmare därför att utsläpp lägger sig som ett slags lock över jorden och hindrar värme från att komma ut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### **2. Vad betyder växthuseffekten för människan?**

I en klassdiskussion påstår en elev att om inte växthuseffekten fanns så skulle människan inte kunna leva på jorden. Har eleven rätt eller fel? Bedöm elevens påstående och förklara hur du tänkte!



### 3. Vad kan hända om växthuseffekten ökar?

Här följer några påståenden angående vad som händer om växthuseffekten ökar. Ta ställning till om de är rätt eller fel (sätt kryss):

	TRO- LIGT	OSANNO- LIKT
A. Det smälter en del is vid polerna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Fler människor kommer att få hudcancer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Det blir mer vulkanutbrott och jordskalv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. Det blir mer översvämningar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 4 Vad bidrar till att växthuseffekten ökar eller minskar?

Vad kan man göra för att hejda en ökning av växthuseffekten?

### 5. När avges koldioxid?

Här följer en lista över olika händelser. Om du anser att det avges koldioxid vid händelsen så kryssar du i JA, om inte kryssar du i NEJ.

	JA	NEJ
A. Ett jetplan flyger	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. Svavel brinner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Stenkol brinner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. En människa ligger och sover	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E. Ett kärnkraftverk är igång och levererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F. Ett vindkraftverk är igång och levererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G. En oljepanna eldas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 6. När tas koldioxid upp?

Här följer en lista över olika händelser. Om du anser att det tas upp koldioxid vid händelsen så kryssar du i JA, om inte kryssar du i NEJ.

	JA	NEJ
A. Ett träd växer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B. En komposthög förmultnar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C. Alger växer i havet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D. En solcell genererar el	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E. Torv och flis eldas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 7. Koldioxiden i avgaserna

I ett laboratorietest tankar man en bil med 50 kg bensen. Man kör så motorn tills tanken är tom och tar reda på hur mycket koldioxid som kommer ut ur avgasröret under tiden. Vad blir resultatet? Sätt kryss!

- cirka 0,15 kg
- cirka 1,5 kg
- cirka 15 kg
- cirka 150 kg
- cirka 1500 kg

### 8. Andelen olja, kol och gas

Alla människor på jorden använder tillsammans mycket energi. Energin behövs till transporter, uppvärmning, belysning och annat. Viktiga energikällor är olja, kol och gas. Hur stor del av den energi som alla människor på jorden tillsammans använder kommer från olja, kol och gas? Sätt kryss!

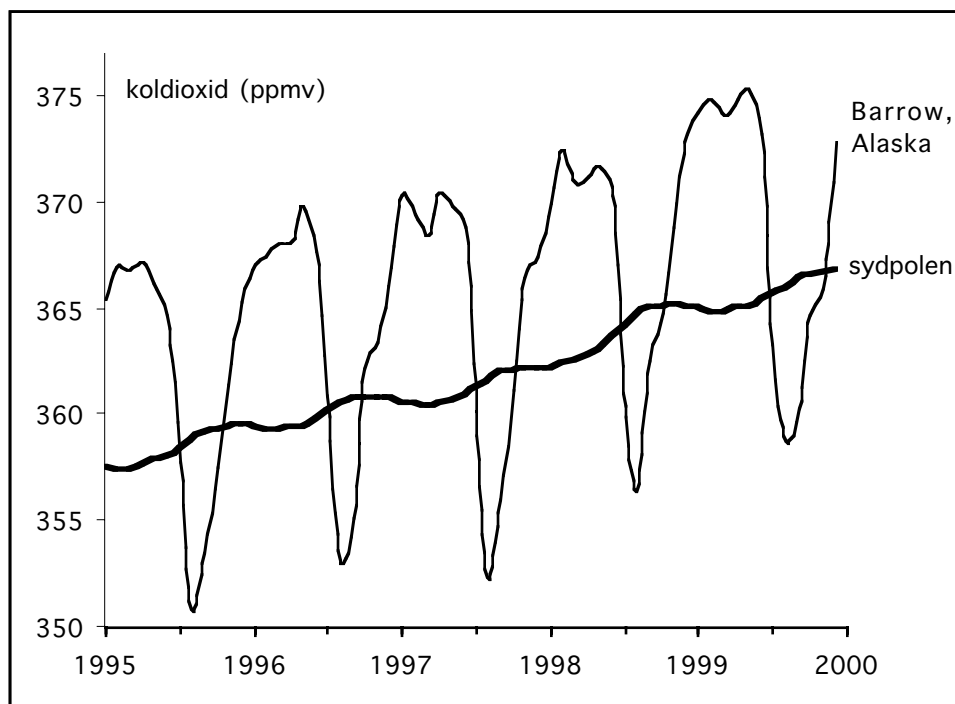
- lite (några procent)
- en del (10-20%)
- ganska mycket (30-40%)
- mycket (50-60%)
- det mesta (70-80%)

### 9. Antal bilar i världen

Ungefär hur många bilar är det som rullar i världen i dag?

- 0,5 miljoner
- 5 miljoner
- 50 miljoner
- 500 miljoner
- 5000 miljoner

### 10. Vad kan man utläsa ur kurvorna?

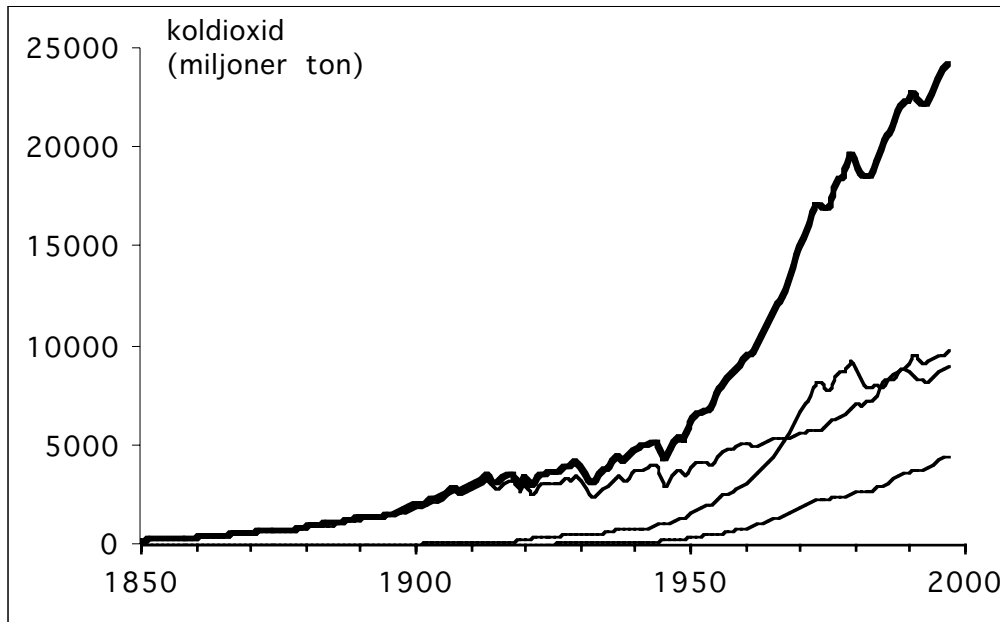


Bilden visar hur koldioxidhalten i atmosfären varierar över tid vid två platser, sydpolen och Barrow, Alaska. Mätningarna är gjorda en gång per månad.<sup>4</sup>

- A. Förklara varför båda kurvorna lutar uppåt om man går framåt i tiden!
- B. Förklara varför båda kurvorna pendlar fram och tillbaka.
- C. Förklara varför pendlingen är liten vid sydpolen och stor vid Barrow.
- D. Förklara varför sydpols-kurvan har dalar (minima) samtidigt som barrow-kurvan har toppar (maxima).

## *ATT FUNDERA ÖVER DATA OM KOLDIOXIDUTSLÄPP FRÅN OLIKA LÄNDER<sup>5</sup>*

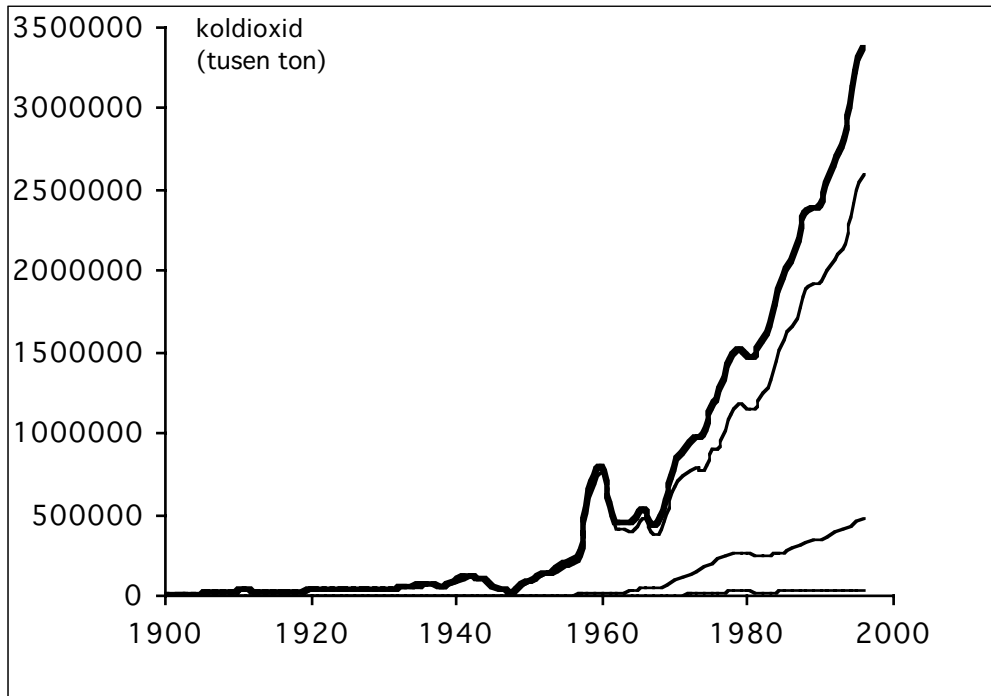
### Uppgift 1. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, hela världen



Den tjockare kurvan visar världens samlade CO<sub>2</sub>-emission till atmosfären per år från fossila bränslen sedan 1850. De tunnare kurvorna visar bidragen från fasta, flytande respektive gasformiga fossila bränslen.

Ange vilka av dessa tunnare kurvor som visar fasta, flytande respektive gasformiga bränslen och motivera ditt svar!

## Uppgift 2. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Kina

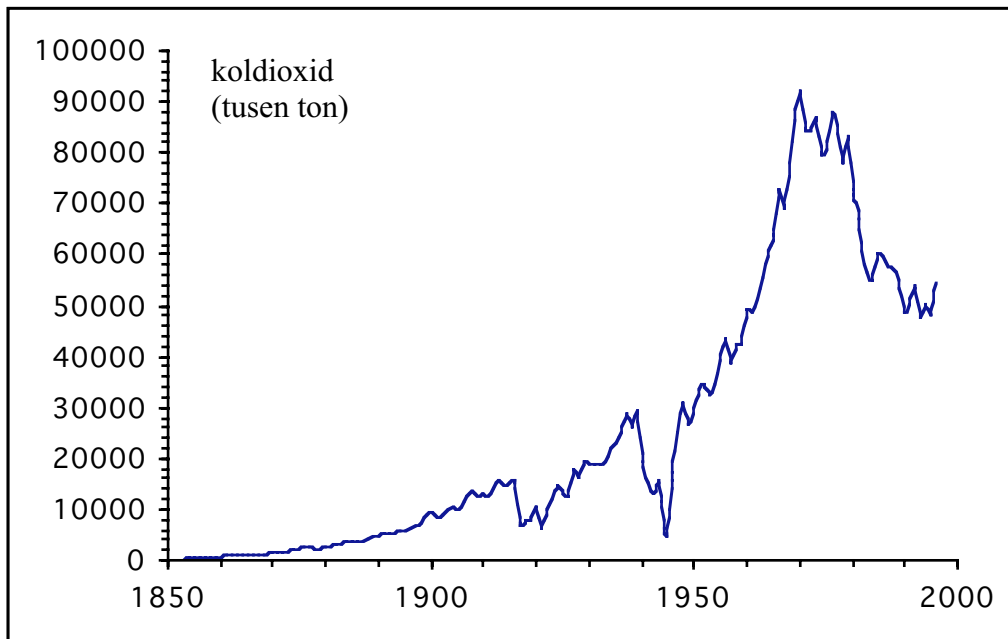


Den tjockare kurvan visar Kinas samlade CO<sub>2</sub>-emission per år till atmosfären från fossila bränslen sedan 1900. De tunnare kurvorna visar bidragen från fasta, flytande respektive gasformiga fossila bränslen.

A. Ange vilka av dessa tunnare kurvor som visar fasta, flytande respektive gasformiga bränslen och motivera ditt svar!

B. Hur kan det komma sig att ett slags fossilbränsle är så dominerande?

C. Under 60-talet är det en påtaglig nedgång i CO<sub>2</sub>-emissionen. Försök förklara denna nedgång genom att koppla den till händelser i det kinesiska samhällets historia.

**Uppgift 3. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, Sverige**

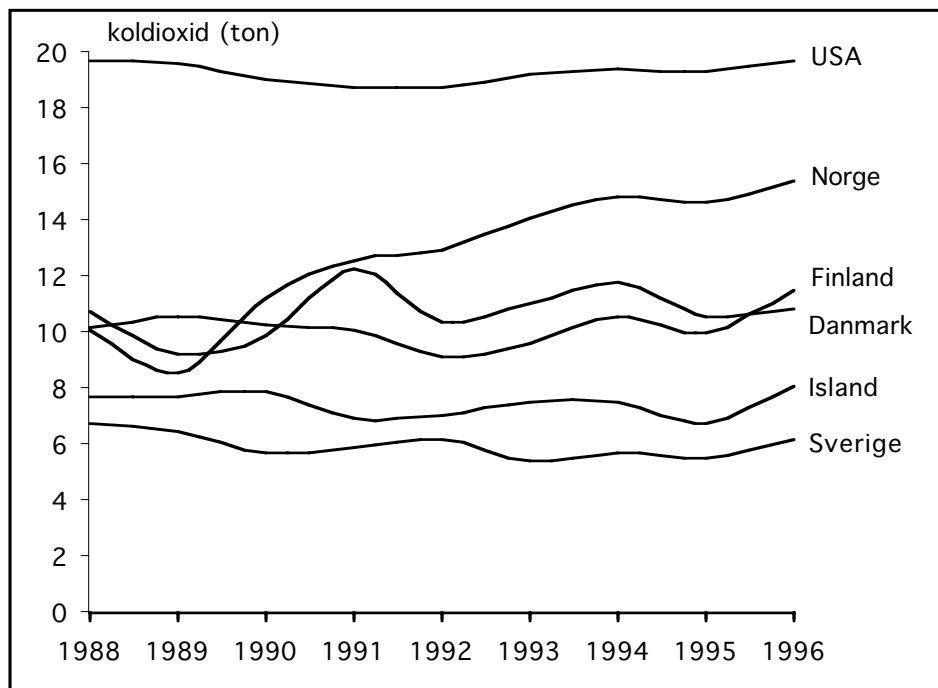
Kurvan visar Sveriges samlade CO<sub>2</sub>-emission till atmosfären per år från fossila bränslen sedan 1850.

A. Förklara de båda nedgångarna under 1900-talets första hälft!

B. Förklara varför kurvan har en så kraftig nedgång från 70-talet och framåt!

C. För Kina i förra uppgiften fanns uttritat bidragen till CO<sub>2</sub>-emission från fasta, flytande respektive gasformiga bränslen. Hur tror du motsvarande bidrag ser ut när det gäller Sverige?

#### Uppgift 4. CO<sub>2</sub>-emission, fossilbränslen, nordiska länder samt USA



Bilden visar emission per capita och år av CO<sub>2</sub> till atmosfären från de nordiska länderna samt USA.

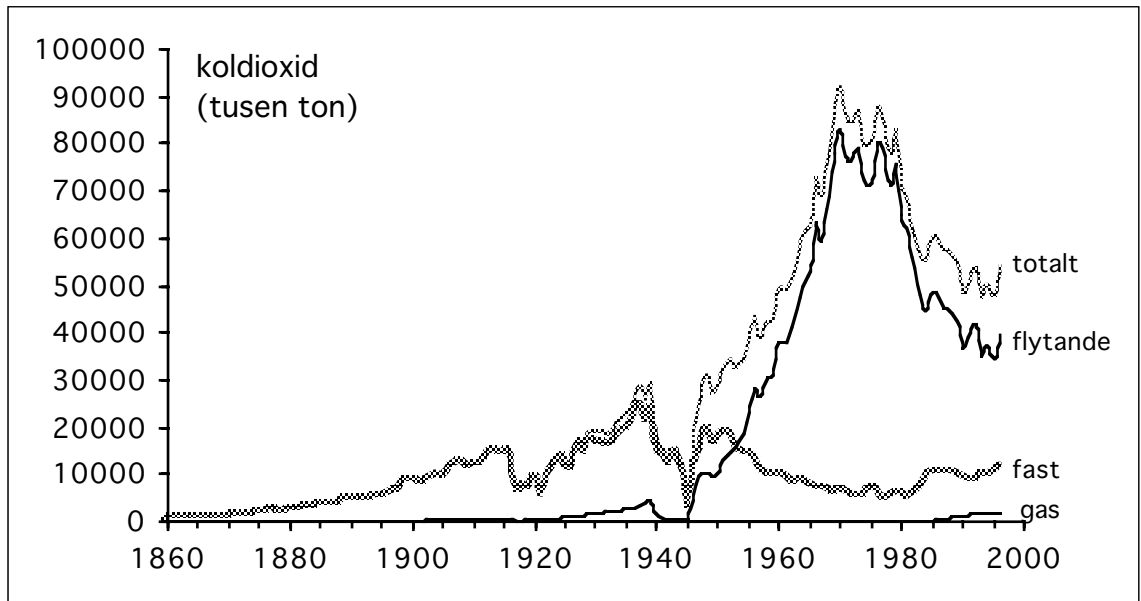
A. Hur kan det komma sig att Sverige ligger lägst?

B. Hur kan det komma sig att Island inte ligger lägre än Sverige trots landets goda tillgång på bl. a. termisk energi från jorden och andra förnybara energikällor?

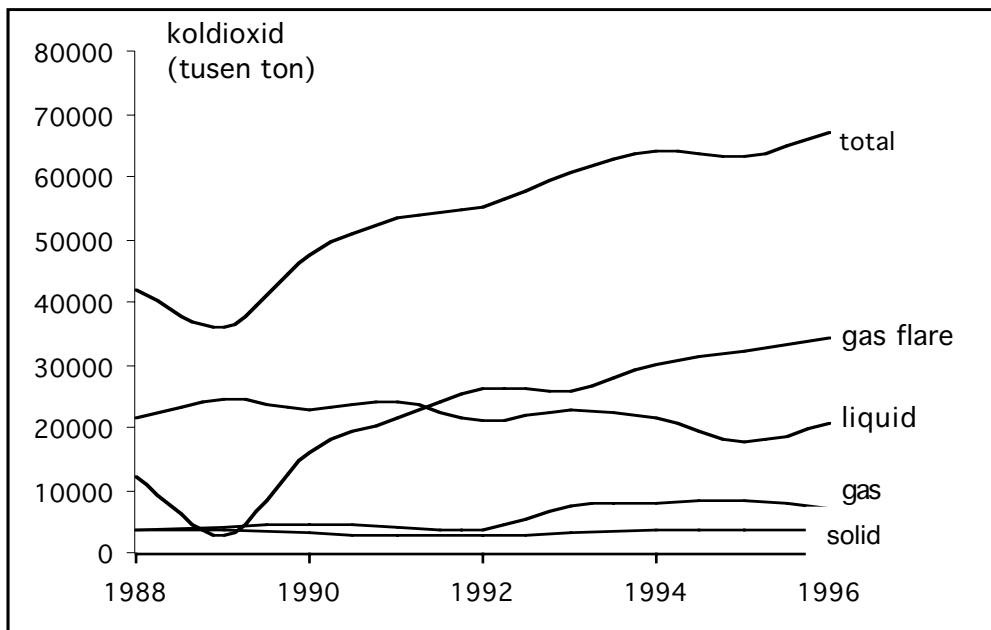
C. Hur vill du förklara att Danmark har nästan dubbelt så stor emission per capita som Sverige, trots att Sverige har ett nordligare läge?

D. Hur kan det komma sig att Norge så markant toppar den nordiska listan?

Facit till fråga 3C.



Ledtråd till fråga 4D.



Samlad emission av CO<sub>2</sub> per år från olika källor, Norge (1988-96)



## NOTER

1. Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin (1999).
2. För dig som vill veta mera om växthuseffekten och dess förstärkning hänvisar vi till Areskoug (1999) och Egeland, Henriksen & Kanestrøm (1999).
3. Andersson, Kärrqvist, Löfstedt, Oscarsson & Wallin (1999).
4. Mätdata till detta diagram har hämtats från <http://cdiac.esd.ornl.gov>  
CDIAC betyder Carbon Dioxide Information Analysis Center . Data har laddats ned från internet och importerats i Excel, som sedan ritat upp diagrammet.
5. Data till de diagram som nu följer har hämtats från CDIAC. Se vidare under not 4.

## REFERENSER

- Andersson, B., Kärrqvist, C., Löfstedt, A., Oscarsson, V., & Wallin, A. (1999). *Nationell utvärdering 98 – tema 'Tillståndet i världen'* (NA-SPEKTRUM, nr 21). Mölndal: Göteborgs universitet, Inst. för pedagogik och didaktik.
- Areskoug, M. (1999). *Miljöfysik. Energi och klimat*. Lund: Studentlitteratur.
- Egeland, A., Henriksen, T., & Kanestrøm, I. (1999). *Drivhuseffekten. Jordens Atmosfære og magnetfält*. Universitetet i Oslo.

*Översikt av enheter i projektet NORDLAB-SE*  
(15 okt 2003)

**Naturvetenskapens karaktär**

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

**Naturvetenskapens innehåll**

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik
  
- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme
  
- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

**Naturvetenskapen i samhället**

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>