

# Skogen, växthusgaserna och klimatförändringen

*elever, lärare och forskare i samverkan*



- **Beskrivning av hur ett samarbete kan byggas upp mellan gymnasielärare, elever och forskare**
- **Undervisningsmaterial och laborationer**

# Innehåll

Förord.....	3
SLU och Platengymnasiet - ett pilotprojekt.....	4
Mål med samarbetet och kopplingar till läroplan.....	6
Röster från elever.....	7
Idébank – att engagera gymnasieelever i klimatforskning.....	8
Demonstrationsförsök och laborationer.....	9
Mätning av koldioxid.....	10
Exempel på genomförda projektarbeten.....	11
Bakgrundsfakta -Skogens roll i växthusgasbalansen.....	11
Tips om litteratur, filmer, undervisningsmaterial och hemsidor.....	12
Lärare och forskare i samverkan.....	14
CD-skiva med extra material.....	15

**Grundform och original:** Monika Strömgren

**Redaktion:** Monika Strömgren

**Foto:** Rune Davidsson, Lennart Wallstedt, Monika Strömgren

**Text:** Rune Davidsson, Monika Strömgren, Lennart Wallstedt

**PowerPoint-presentation:** Mats Olsson

**Tryck:** SLU/Repro 2009

**ISBN:** 978-91-86197-51-3

Vid kopiering eller mångfaldigande av detta material, i delar eller helhet ska källan alltid anges. Kopiering eller mångfaldigande i komersiellt syfte är inte tillåten utan textförfattarnas tillstånd.

# Förord

Hur ett förändrat klimat kan påverka människan och miljön, vårt land och världen har blivit en gemensam oro. Vi hör många nyheter om effekterna av ett förändrat klimatet, ofta målas hotbilder upp som skrämmer. Forskare kan ge svar, men bland är den information vi får motsägelsefull och det kan vara svårt att veta vad som är ett reellt hot och vem som har rätt. Den kunskap vi har är inte statisk utan något som utvecklas allteftersom nya forskningsresultat kommer fram. I dagens samhälle är det viktigt för en elev att kunna förstå och sälla i den information de får så att de kan få en helhetsbild. Då kan de bli samhällsmedborgare som tar ansvar och gör medvetna val.

Med det här häftet vill vi ge inspiration och idéer till din undervisning om klimatfrågan och hur elever själva kan upptäcka skogens och markens roll i balansen av växthusgaser genom att använda samma teknik som används av forskare idag. Häftet innehåller undervisningsmaterial och laboration och man kan även ta del av de erfarenheter som ett samarbete mellan universitet och gymnasieskola kan ge. Materialet har utformats i nära samarbete mellan gymnasielärare och elever från Platengymnasiet i Motala och forskare från Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. Gymnasieelever har under ett par år gjort forskningsarbeten med tema om växthuseffekten, växthusgaser, klimatet och skogen.

Det finns redan mycket information om växthuseffekten ur olika aspekter och skolmaterial att ta del av som kan hämtas från böcker, filmer eller genom Internet. Vi ger i detta häfte tips om var man kan hitta mer inspiration, information, kortfattade presentationer om växthuseffekten, klimatscenarier, undervisningsmaterial och annat. Fokus i det här projektet ligger på skogen och de naturliga ekosystemens roll i balansen av växthusgaser och det är inom det området som idéer och laborationer som kan användas i gymnasieskolan tas upp.

Samarbetet mellan gymnasielärare från Platengymnasiet och forskare vid SLU har skett inom EU-projektet ”Teacher-Scientist-Partnership: a tool for professional development”. Samverkan mellan gymnasieskolor och forskningsinstitut har inom detta projekt även pågått i Tyskland, Nederländerna och Italien. Vi har inspirerats av andra länders olika aktiviteter och tagit med en del av dem här. Projektet finansieras genom Socrates-programmet och Comenius 2.1 (Training of School Education Staff) och SLU.

Uppsala augusti 2009

Monika Strömgren  
koordinator för ”Teacher-Scientist-Partnership: a tool for professional development” i Sverige

*Elever och lärare från Platengymnasiet i Motala gör mätningar av markrespiration och tar markprover i Skolskogen.*



# SLU och Platengymnasiet - ett pilotprojekt

*Här kan du steg för steg följa hur samarbetet mellan Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, och Platengymnasiet i Motala har vuxit fram.*

## **Skapa kontakt med en samarbetspartner på lämpligt universitet/högskola**

I vårt fall tog Monika Strömgren (doktor i ekologi och miljövärd) och Mats Olsson (professor i skoglig marklära) vid SLU kontakt med oss på Platengymnasiet. Vi träffades dels i Uppsala och dels på Platengymnasiet för att diskutera och planera samarbetet.

## **Skaffa en skolskog i närheten av skolan**

Vi utnyttjar ett skogsområde ca 5 km norr om skolan sedan tidigare använts i biologiundervisningen. Först ordnade vi en träff med markägaren för att tillsammans med Monika och Mats dels förklara projektets innehåll och be om tillåtelse för våra undersökningar, samt se ut lämpliga skogsområden. Med Mats och Monikas hjälp valde vi ut ett blötare skogsparti på torvmark och ett torrare på mer normal barrskogsmark.

## **Informera elever**

I samband med att blivande åk 3-elever skulle välja område inför projektarbetet passade vi på att informera och inspirera elever till att delta i vårt samarbetsprojekt. Vi lyfte fram möjligheterna till att arbeta praktiskt med mätningar och beräkningar, att samarbeta med forskare kring ett ”riktigt”

forskarprojekt och fördjupa sig inom det aktuella området klimatförändringar. Under de två år som elever haft möjlighet att arbeta med detta har totalt 16 elever genomfört sitt projektarbete inom ramen för vårt EU-projekt.

## **Studieresor till SLU i Uppsala**

Våra projektarbetande elever har haft tät kontakt med Monika och Mats för att lösa problem och ställa frågor som vi lärare inte klarat av. Vi har genomfört en studieresa per år med våra projektarbetande elever till institutionen för Mark och miljö på SLU där eleverna bl a har fått hjälp med kolanalys av markprover och fått en inblick i hur forskare arbetar med koldioxid-mätningar. De har också fått möjlighet att diskutera sina projektarbeten med Monika och Mats och det är framför allt efter denna resa som eleverna på egen hand haft telefon- och mail-kontakt med dem, en kontakt som har ökat i intensitet i takt med att inlämningsdatumet för projektarbetena har närmat sig.

## **Lärofortbildning**

Samarbetet med SLU har varit mycket lärorikt för oss lärare. Genom elevernas arbeten har vi fått fördjupade kunskaper i mätmetoder, beräkningsmodeller och markens/skogens roll i kolets kretslopp. Monika och Mats har bidragit med kunskap och aspekter som annars är svåra att få tag på. Vi lärare har också deltagit i fortbildningsdagar, den sk Markdagen på SLU i Uppsala, för att fördjupa och bredda vår kunskap inom området.



*Hilmer Olai och Johan Björling mäter markrespiration i skolskogen 2007.*



*Professor Mats Olsson och Anton Vålek, elev på Platengymnasiet diskuterar det pågående projektarbetet*

## Integrering i andra kurser

Flera av de projektarbetande eleverna har ägnat mycket tid åt att utveckla metoder för koldioxid-mätningar, biomas-saberäkningar och kolförrådsberäkningar. Detta arbete utnyttjar vi till undervisningsmoment i andra kurser t ex till fält- och laborationsuppgifter. I Nk A- och Bi A-kurserna utnyttjar vi vår koldioxid-utrustning för att på olika sätt demonstrera fotosyntes och respiration. I den valbara kursen Miljökunskap får eleverna genomföra fältarbete för att sedan beräkna skogens upptag respektive avgivande av koldioxid för att få ett mått på skogens nettoupptag.

På Platengymnasiet har vi också en lokal kurs under det individuella valet, Miljökemi, där vi jämför blöt och torr skog med fält- och beräkningsarbete för att ta reda på om skogarna är koldioxid-fälla eller -källa. I denna kurs fokuserar vi mer på metoderna än i Miljökunskap, och har dessutom mer tid, och gör dem därför med större noggrannhet. Kursen kommer vi eventuellt göra om till en eller två Kemi C -kurser.

I alla kurser utgör demonstrationer, fält- och beräkningsarbete en utmärkt grund till analys och diskussion av metoder och resultat som går att koppla till växthuseffekten och klimatförändringar.

## Utvärdering

Ett viktigt redskap till att förbättra t ex projektarbeten och samarbeten är regelbunden utvärdering, framför allt av eleverna. De har bidragit till många nya idéer och förbättringsförslag.

## Kontakt med utländska samarbetspartner

Tyskland, Italien och Nederländerna genomför liknande samarbetsprojekt inom detta EU-projekt. Detta har inneburit att vi har haft möjlighet att träffa lärare och forskare från dessa länder vid några tillfällen. Det har varit inspirerande att ta del av forskning inom klimatförändringar och exempel på hur andra skolor utomlands arbetar med dessa frågor. Detta har också gett några av våra elever möjlighet att aktivt delta under EU-projektets slutkonferens i Italien.

## Fortsättningen...

När EU-projektet med dess ekonomiska bidrag avslutats, är vår förhoppning och ambition att vårt samarbete med framför allt Monika och Mats på SLU ska fortsätta. Det är oerhört värdefullt att ha en kontakt som vi lärare kan utnyttja när vår egen förmåga och kunskap inte räcker till.

*Rune Davidsson och Lennart Wallstedt, gymnasielärare på Platengymnasiet*



*Vi lärare har också deltagit i fortbildningsdagar. Här är vi på Markdagssektionen utanför Uppsala.*



*Studiebesök i Norunda, en forskningsskog där kolbalansen följs sekund för sekund.*

# Mål med samarbetet och kopplingar till läroplanerna

**Mål för samarbetet mellan gymnasiet och universitet är att eleverna ska...**

- Upptäcka och bättre förstå forskning och dess metoder.
- Få använda sig av aktuell forskning och forskningstekniker.
- Få en förståelse för naturens roll i växthusgasbalansen.
- Bli medvetna individer som kan göra välgrundade val.

**Här följer några exempel på mål i olika kursplaner som sammanfaller med målen för samarbetet:**

*Projektarbete (SKOLFS 2000:162)*

Eleven skall

- kunna välja ett kunskapsområde och inom detta avgränsa en uppgift eller ett problem,
- kunna välja relevant material och metod samt relevanta redskap,
- kunna föra loggbok över arbetets gång och fortlöpande redovisa processen,
- kunna diskutera arbetets utveckling med handledaren,
- kunna åstadkomma en slutprodukt som innebär en självständig lösning av den valda uppgiften eller det valda problemet,
- kunna göra en skriftlig redovisning av projektet som beskriver arbetets gång från idé till slutprodukt,

*Nk A (SKOLFS: 2000:9)*

Eleven skall

- kunna göra observationer och enkla experiment samt kunna analysera och tolka resultaten
- ha fördjupat sin kunskap om ekosystems struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald
- kunna beskriva naturliga kretslopp och av människan skapade materia- och energiflöden samt ha förståelse av termodynamikens lagar
- kunna beskriva miljöproblem utifrån studieinriktning och aktivt delta i diskussioner om möjligheten att påverka utvecklingen
- ha kunskaper om livsstilens betydelse för miljön och en hållbar ekologisk utveckling.

*Bi A (SKOLFS: 2000:19)*

Eleven skall

- kunna planera och genomföra fältstudier och experimentella undersökningar, tolka dessa samt redovisa arbetet både muntligt och skriftligt,
- ha kunskap om struktur och dynamik hos ekosystem.

*Miljökunskap (SKOLFS: 2000:85)*

Eleven skall

- ha kunskap om människans påverkan på naturliga kretslopp och ekosystem
- kunna genomföra mätningar av viktiga kemiska och fysikaliska parametrar samt kunna tolka resultaten och förstå mätmetodernas begränsningar
- kunna förklara ekosystemens begränsade bärförmåga för olika miljöbelastningar.

*Miljö kemi (Lokal kurs 100 p)*

Kursen är avsedd för elever på naturvetenskapliga programmet som vill ha en förstärkt miljöprofil på sin utbildning.

Eleven skall

- kunna tillämpa ett praktiskt och självständigt arbetssätt genom fältstudier och laborationer.
- ha fördjupat sin kunskap om aktuella miljöfrågor



*Miljökunskapseleven Andrea Filipovic uppkattar mängden trädbiomassa i skolskogen utanför Motala.*

## Röster från elever

"Jag är jättenöjd med min insats. Jag har gjort mitt allra bästa och så har jag lärt mig oerhört mycket. Jag har lagt ner hjärta och själ i detta..."

*Elev från Platengymnasiet, 2008*

*Projektarbetena utvärderades varje år. Här finns en sammanställning av elevernas svar.*

### Vad har varit bra?

Det har varit mycket intressant och givande med ett aktuellt ämnesområde och en bra kombination mellan ett praktiskt och teoretiskt arbetssätt. Bra och roligt med samarbetet med SLU, bra att ha tillgång till forskare och deras material. Mycket givande att besöka SLU och få inblick i forskning. Roligt och spännande att utifrån mätningar dra slutsatser och lösa problem. Kul att ha fått testa på naturvetenskap "på riktigt". Härligt att vara ute mycket i naturen. Bra kontakt med lärarna och positivt med ett nära samarbete i grupp. Roligt att lära sig något nytt.

### Hur tycker du att projektarbetet har påverkats av samarbetet med forskare från SLU?

Endast positivt. Det har blivit roligare och mer spännande. Det upplevs mer verklighetsförankrat och vetenskapligt. Vi skulle inte ha klarat oss så långt annars. De kunde hjälpa oss mer med metoden än våra lärare. Det har gett många uppslag som annars kanske inte kommit på tal. Bra att ha några att fråga då litteratur och lärare inte räckt till.

### Skulle du kunna rekommendera någon annan elev att göra ett liknande projektarbete?

Absolut. Självklart. Det är roligt och en chans som är dumt att missa. Man får delta i ett riktigt projekt. Det är både praktiskt och teoretiskt. Samarbetet med forskare var givande. Får lära sig mycket nytt. Insats för forskningen. Problemlösning. Aktuellt med klimatfrågor. Man bör dock vara intresserad av miljön.

### Har projektarbetet om skogen och klimatfrågan påverkat din syn på...

#### a) ...den förstärkta växthuseffekten och klimatförändringen?

Har gett mer insikt om skogens roll och skogsbrukets påverkan. Att skogen påverkar så pass mycket och markens roll. Om

kolsänkor. Fått mer ingående och praktisk kunskap. Hur viktigt det är att hitta framtida metoder som kan stoppa uppvärmningen. Jag tänker mer på miljön nu, åker t ex mycket mindre bil.

#### b) ...forskning?

Att forskning inte alltid är så tungt utan lite roligare. Att det skulle behöva gå snabbare och att det behövs mer pengar. Har blivit mer intresserad av forskning. Att den faktiskt ger svar på frågor om hur skogen fungerar. Att det finns så mycket att forska om. Bättre insyn i forskning, på hög nivå. Hur det faktiskt går till. Vilken djuplodad kunskap som krävs. Att man måste vara väldigt noggrann och arbeta fram en bra metod.

### Är du nöjd med din insats i projektarbetet och blev resultatet det du tänkt dig?

Jag är nöjd med sin insats. Jag är jättenöjd. Resultatet blev inte riktigt vad jag hade tänkt mig. Det var lite svårare och mer tidskrävande än jag trodde. Det blev till slut bättre än förväntat. Resultatet blev som man anat men mer djuplodat. En elev skriver till sist: "Jag är jättenöjd med min insats. Jag har gjort mitt allra bästa och så har jag lärt mig oerhört mycket. Jag har lagt ner hjärta och själ i detta ..."



*Elever på besök på forskningslab på institutionen för Mark och Miljö vid SLU, Uppsala.*

# Idébank – att engagera gymnasieelever i klimatforskning

I den här idébanken kan du hitta teman och frågeställningar för olika projekt. Metoder för fält- och laboriearbeten visas under sektionen ”Demonstrationsförsök och laborationer” och på CD:n längst bak i häftet.

## Är din skog en koldioxidfälla?

Hur mycket koldioxid tar en skog upp under ett år? Hur mycket koldioxid avger marken? Träden tar upp koldioxid och binder in den i sin biomassa. Hur mycket det är kan man uppskatta genom att mäta trädens tillväxt. Emissionen av koldioxid från marken kan mätas med en markrespirationsskyvett och en gasanalysator.

## Skogen år 2100

Hur ser skogen i din region ut år 2100? Hur förväntas klimatet ha förändrats? Hur skulle förändringen påverka det som växer i skogen såsom bär, trädarter, djurarter, tillväxt eller skogens kolbalans? Projektet kan göras som en litteraturstudie eller experimentellt där man studerar hur temperatur och vattentillgång påverkar fotosyntes och respiration.

## Vad är ett klimatsmart skogsbruk?

En skog tar upp och avger koldioxid ständigt. Hur påverkas kolbalansen av sättet som skogen brukas på (markbehandling, dikning, trädslagsval)? Ska skogen brukas eller ska den lämnas för fri utveckling? Är det bra att ha stora kolförråd i skogen? Man kan göra experimentella projekt där man jämför lövskog mot barrskog, dikning mot odikat etc.

## Kolförråd i jordbruksmark

Hur påverkas kolförrådet/humusmängden i jordbruksmark av olika skötseltekniker? Jämför till exempel åker med stråsäd som plöjs ofta och vall som plöjs ibland med betesmark eller en gräsmatta som aldrig plöjs.

## Mäta kolförråd i levande biomassa och mark

Hur stort är kolförrådet i mark och i levande biomassa? Gör en jämförelse mellan olika ekosystem. I laboriehandledningen finns tips om hur man uppskattar kolförrådet i träd, växter och mark. Gör gärna jämförelse mellan olika ekosystem och brukad mark som har olika skötsel!

## Markens koldioxidavgång

Finns det någon skillnad i mikrobiell aktivitet (respiration) mellan olika ekosystem eller behandlingar (gödning, plöjning, kalkning, askgödning)?

Hur varierar markrespirationen (rötter-jord) under en säsong? Hur påverkar temperatur och fuktighet? Skiljer det sig mellan olika behandlingar? Vad är orsaken till skillnaderna (tillväxtperiodens längd, mängden rötter, humushalt, temperatur, fuktighet)?

## Koldioxidens variation i luften

Hur varierar koldioxidkoncentrationen i luften i din skola? Sätt upp en klimatstation och låt en koldioxidanalysator gå kontinuerligt och analysera sedan resultaten. Påverkar trafiken eller ljusa dagar med mycket fotosyntes från växterna? Genom SchoolCO<sub>2</sub>-web (<http://www.carboeurope.org/education/schoolsweb.php>) kan man göra jämförelser med andra skolors försök i Europa. Vill man inte göra mätningar själv kan man ladda ned data från de försök som pågår i Europa.

## Markinfo - en webbaserad resurs

I markinventeringens databas (<http://www-markinfo.slu.se/>) finns information om hur marken ser ut i Sverige. Den används bland annat för att rapportera om förändringar i olika kolpooler i skogen enligt Kyotoprotokollet. Databasen är tillgänglig för alla. Förutom information om kolkoncentrationen för olika markdjup och jordar i olika regioner kan man även hitta data på pH, kväveinnehåll, basmättnadsgrad, katjonsutbyteskapacitet etc.

## Att följa sin egen skolskog

De olika projekten kan genomföras i vilken skog (eller annat ekosystem) som helst, men det finns en fördel med att knyta den till en egen skolskog. Det ger möjlighet för klasser, grupper eller enstaka elever att återkomma dit för att göra olika typer av mätningar. Det är då lättare att få fram bakgrundsinformation om skogen och det ger möjlighet att både följa utvecklingen av miljötillståndet över tiden och bygga upp en helhetsbild av skogen.

Man kan även ställa ut en klimatstation och följa klimatet i skogen för att relatera klimatdata till sina mätvärden.

## Andra frågeställningar

Man kan givetvis komplettera projekten med andra frågeställningar för att få en vidare syn på klimatfrågan:

- Vad är växthuseffekten?
- Vilka aktiviteter bidrar till utsläpp av växthusgaser i Sverige och globalt?
- Hur förändras klimatet i Sverige och i övriga världen?
- Vilka effekter får ett förändrat klimat på olika ekosystem, livsmedelsproduktion och samhälle?
- Vad kan vi göra för att minska den förstärkta växthuseffekten?
- Hur gör Sverige för att minska utsläppen av växthusgaser?
- Vad innebär Kyotoavtalet och hur pågår klimatförhandlingarna mellan olika länder?



# Demonstrationsförsök och laborationer

Här finns exempel på olika demonstrationsförsök och laborationer. Steg för steg-handledningar som kan användas direkt i undervisningen finns i CD:n längst bak i häftet. De är framtagna i samarbete mellan elever, lärare och forskare.

## Koldioxidmätningar i klassrummet

Biologi-, ekologi- och miljöundervisningen innehåller många teoretiska begrepp och modeller. Eleverna behöver ofta hjälp att förstå både de enkla och de mera komplexa sambanden. Enkla försök och demonstrationer kan ge en ökad förståelse och stimulera eleven att ställa egna frågor som bidrar till elevens kunskapsbyggande.

Genom att mäta koldioxidhalten kan flera olika biologiska grundbegrepp och miljöfrågor visualiseras på ett enkelt och påtagligt sätt.

Exempel på grundgrepp som kan demonstreras: Fotosyntes, respiration, kompensationspunkt, kolkälla, kolfälla, markrespiration, nedbrytning, kretslopp

Exempel på frågeställningar som kan undersökas:

- Fotosyntesens beroende av: ljusintensitet, temperatur, växtmaterial
- Respirationens beroende av: vattenhalt, temperatur, substrat

Försöken är lämpliga att utföra som demonstrationsförsök. Fördjupningar och utvidgningar av försöken kan göras som elevlaborationer eller som projektarbeten.

## Träden som koldioxidfälla

I denna laborationsövning beräknas hur mycket koldioxid ett träd tar upp genom fotosyntes under en säsong. Genom att mäta höjden och diametern på ett antal träd och dessutom uppskatta hur tätt träden står kan man också beräkna kolupptaget i ett skogsområde.

*Syfte:*

Att kunna genomföra fältmätningar och beräkningar av biomassa och få en ökad förståelse för fotosyntesen och kolets kretslopp.

*Tidsåtgång:*

Fältarbete 1-2h. Lektionsarbete med beräkningar och diskussion av resultaten 1-2h.

## Skogen som koldioxidfälla

I denna laborationsövning beräknas hur mycket koldioxid skogen dels avger genom respiration och dels tar upp genom fotosyntes. Man kan sedan beräkna nettoupptaget av kol. Laborationshandledningen är gjord för att användas i granskog. Det kan vara lämpligt att jämföra två skogstyper, t ex granskog på blöt torvmark med gran på moränmark.

*Syfte:*

Få en fördjupad kunskap om skogens roll i kolets kretslopp och kunna genomföra mätningar och beräkningar av koldioxid samt kunna tolka resultaten och förstå mätmetodernas begränsningar.

*Tidsåtgång:*

Fältarbete 2-3 h per tillfälle. Ett tillfälle räcker om det finns respirationsmätningar gjorda i samma område tidigare, annars minst tre tillfällen. Koldioxidmätningar och mätningar av tr addediameter, trädhöjd etc kan göras vid samma tillfälle. Lektionsarbete med Excel-fil och beräkningar tar 2-3 h och 1 h till analys och diskussion av resultaten i den.

## Att uppskatta kolförråd i mark

I denna laborationsövning beräknas hur mycket kol som finns lagrad i marken. Man kan t ex jämföra torvmark med moränmark.

*Syfte:*

Få en fördjupad kunskap om markens roll i kolets kretslopp och kunna genomföra provtagningar och beräkningar av kolmängder samt kunna tolka resultaten och förstå mätmetodernas begränsningar.

*Tidsåtgång:*

Fältarbete ca 2 h. Laborationsarbete med jordprover och beräkningar 2-3 h och 1 h till analys och diskussion av resultaten.



Fotosyntesförsök i klassrummet.

# Mätning av koldioxid

För att kunna mäta koldioxidkoncentrationen i luften behövs en koldioxidanalysator. Med den som bas kan man sedan själv göra tillbehör för att mäta respiration eller fotosyntes. Här följer tre exempel på analysatorer i de lägre prisklasserna, som är lätta att använda. I pilotprojektet i Motala användes PPsystems EGM-4.

## EGM-4 från PPsystems

EGM-4 är en gasanalysator med litet underhåll och som är relativt lättanvänd. Analysatorn har inbyggd pump och luften cirkuleras. Läs mer om instrumentet på leverantörens egen hemsida (<http://www.ppsystems.com>). Återförsäljare i Sverige: Toragon AB, Umeå ([www.toragon.se](http://www.toragon.se))

*Bra att veta:*

- Hydrofoba filter är bra att sätta in för att hindra smuts och vatten från att komma in i analysatorn. (Det är billigt att byta ett filter jämfört med att skicka apparaten utomlands för reparation).
- Det interna batteriet ska hålla i fyra timmar. Det gör det enbart under gynnsamma förhållanden. För att vara på säkra sidan kan man antingen köpa EGM-4 med internt batteri med extra lång hållbarhet eller koppla in ett externt 12V batteri, t ex ett batteri för motorcyklar.
- Sensor för luftfuktighet kan fås inbyggt i instrumentet. Koldioxidanalysatorn kan inte "se skillnad" mellan vattenånga och koldioxid. Med fuktighetssensorn kan koldioxidkoncentrationen korrigeras för vattenångan i luften. Vid de flesta mätningar av respiration och fotosyntes påverkar korrigeringen inte slutvärdet betydande.
- Marktemperatursensor kan även kopplas in och loggas samtidigt som annan data. Det kan vara smidigt, men det finns betydligt billigare termometrar på annat håll.
- Det finns även mätkyvetter att köpa som passar till koldioxidanalysatorn. De kan ibland kännas onödigt dyra och det är ganska enkelt att bygga något själv av en stor glasburk när man vill mäta fotosyntes eller avloppsrör och lock när man vill mäta respiration (Se labhandledning om koldioxidmätningar i klassrummet).

*Prisklass: ca 35 000 kr (4300 USD)*



*En koldioxidanalysator från PPsystems används här till en hemgjord fotosynteskyvett. Mätvärdena visas samtidigt på en dator.*

## GMP343 från Vaisala

Den här analysatorn från Vaisala är också lättanvänd och mer robust än EGM-4. Den finns i en version med diffusion och en annan där luften kan cirkuleras. I det senare fallet behövs en liten pump införskaffas för att cirkulera luften. Tänk på att en extern pump ändrar trycket i mätcellen. Välj därför en pump som inte har för högt luftflöde. Analysatorn kan kopplas direkt till en dator eller till en mätindikator (MI70). Läs mer om analysatorn och dess mätindikator på Vaisalas egna hemsida ([www.vaisala.se](http://www.vaisala.se))

Även här påverkas mätvärdet av luftfuktighet och lufttryck. Innan mätningen påbörjas kan dessa värden knappas in i mätindikatorn för att få ett korrigerat värde på koldioxidkoncentrationen sker för detta automatiskt. Det finns även andra sensorer för fuktighet, temperatur mm som samtidigt kan kopplas till mätindikatorn.

Om pump används, bör även i denna analysator hydrofoba filter att användas för att hindra smuts eller vatten att komma in i mätcellen.

*Prisklass: 23 000 kr (GMP343) och 7 900 kr (MI70)*

## GM70 från Vaisala

Den här versionen av koldioxidanalysator från Vaisala är billigare och inte lika noggrann som ovanstående. Den finns i två versioner där luften når sensorn genom diffusion eller genom att cirkuleras med en pump. Mätindikator (MI70) krävs för att samla in mätdata.

*Prisklass: 8 200 kr (GM70) och 7 900 kr (MI70)*



*Koldioxidanalysatorer från Vaisala. Bilden till vänster visar två GMP343, på den vänstra sker mätningen genom diffusion och i den till höger kan luft strömma igenom sensorn. Den högra bilden visar en enklare analysator (GM70) kopplad till en pump och en mätindikator (MI70). Foto: Vaisala*

## Exempel på genomförda projektarbeten

Här är några exempel på titlar på de olika projektarbeten som har genomförts under pilotprojektet i Motala. Några av elevernas arbeten finns i sin helhet i den medföljande CD:n längst bak i häftet.

Linus Svensson (2008) Koldioxid – Dess förhållande till vädret.

Ida Wernström (2008) Skogens nettoflöde av koldioxid – sänka eller källa?

Hilmer Olai (2008) Analys av markens kolförråd i Kolmetorp.

Johan Björling (2008) Skogsmarkernas klimatpåverkan.

Camilla Carlsson och Hannan Gawriye (2008) Årliga tillväxten i Kolmetorpskogen. Hur mycket kol som har inlagrats i biomassan på ett år.

Oscar Düring och Christopher Pettersson (2008) Skogens roll i växthusdramat. Kan skogen vara boven?

Linda Karlsson och Kristina Karlsson (2008) Vilken skog avger mest koldioxid, löv- eller barrskog?

Anton Valek, Jakob Wodlin, Moa Asplind och Oscar Lindell (2009) Skogens nettoflöde av kol.

Robert Larsson och Martin Waern (2009) Markrespirationen i åker- och betesmark.

## Bakgrundsfakta – Skogens roll i växthusgasbalansen



Forskningsprogrammet LUSTRA har gett ut tre häften om skogens roll i växthusgasbalansen i serien "Kolet, klimatet och skogen". Informationshäftena kan laddas ned från LUSTRAs hemsida (<http://www.mistra.org/lustraraweb>) eller beställas från Utbudet (<http://www.utbudet.com>).

Del 1. Så funkar det

Del 2. Så kan skogsbruket påverka

Del 3. Skogsklädda torvtäckta marker.

### PowerPoint: Klimatförändringar – Om hur skogen kan motverka

En presentation om kolet, klimatet och skogen gjord i PowerPoint finns i den medföljande CD:n. Den innehåller även föreläsninganteckningar för den som presenterar.

### MOTALA - VADSTENA

Arbets Motala: kl 8.30–12.30 och kl 13.30–16.30  
tel 0541-23 96 00, fax 0541-23 95 05  
mejlst: annons@corres.se

Om tidningen uteblir:  
ring 0141-54340  
må–fre 7–10, lö–sö 10

Linköping B2 Mjölby B8 Motala Vadstena B12 Kinds B84 Åtvidsberg B15

## Elever på Platen får resa till Italien

**MOTALA**  
I ett år har elever på Platengymnasiet mätt koldioxidhalten i skogs- och jordbruksmark. Nästa torsdag åker de till Italien för att dela med sig av sina resultat.

Som projektarbete har sex elever valt att delta i ett EU-projekt där forskare, elever och lärare från fyra länder arbetar med att mäta koldioxid i mark och luft. Fyra av eleverna på Platengymnasiet har gjort mätningar i skogen och två har gjort mätningar på åker- och betesmark.

– Vi har undersökt om skogen släpper ut mer koldioxid än vad den tar upp, säger Jakob Wodlin som är med i skogsgruppen.

Projektet ska ge deltagarna en bättre förståelse för den förstärka växthus-effekten. Eleverna har fått fundera över hur man kan förebygga problemet genom att ändra brukningsmetoderna för skog- och jordbruksmark så att markens antingen tar upp mer eller avsködar mindre koldioxid. Ungdomarna som



Sedan förra sommaren har de arbetat med att mäta skogs- och jordbruksmarkens utsläpp och upptagning av koldioxid.

Överst från vänster: Jakob Wodlin, Robert Larsson, Martin Waern, nederst från vänster: Oscar Lindell, läraren Rune Davidsson och Moa Asplind.

I Pistoia utanför Florens

BILD: JEPPE GUSTAFSSON

Under läsåret 08/09 gjorde sex elever på Platengymnasiet sina projektarbeten inom ramen för samarbetet mellan gymnasiet och SLU. I april fick de vara med på en EU-konferens i Italien och presentera sina resultat. Tidningsurklipp från Östgöta Correspondenten 18 april 2009.

# Tips om litteratur, filmer, undervisningsmaterial och hemsidor

Det här är en kortfattad sammanställning över litteratur, och var man kan hitta undervisningsmaterial som handlar om klimatförändringen. Det finns mycket information, den här är tar upp några viktiga. För en mer omfattande lista hänvisas till Klimatkampens hemsida (<http://www.klimatkampen.se>).

## Litteratur

*Makten över klimatet.* Christian Azar. Albert Bonniers förlag, 2008. ISBN 978-91-85555-06-2.

*Meteorologernas väderbok.* Claes Bernes och Pär Holmgren. Förlag Medströms Bokförlag AB, 2006. ISBN 13 9789173290005

*En varmare värld. Växthuseffekten och klimatets förändringar.* Claes Bernes. Naturvårdsverket, 2003. ISBN 9789162012281

*En ännu varmare värld.* Claes Bernes. Naturvårdsverket, 2007. ISBN 978-91-620-1261-8.

## Filmer

*En obekvämlig sanning*

En dokumentär av Al Gore, f d vicepresident i USA, som förklarar växthuseffekten och dess konsekvenser för samhälle och ekosystem.

*The Day After Tomorrow*

En science-fiction film där den globala uppvärmningen utlöser en ny istid.

*Planeten*

Glaciärer som smälter, ett jordsystem som håller på att rubbas utöver sina normala gränser och en miljö som inte mår bra. Stämmer det att vi människor är orsaken bakom dessa förändringar? Kan vi påverka vår framtid? Planeten är en dokumentär-serie av SVT från 2006 som går att se på webb-TV. (<http://svt.se/planeten>)



## Undervisningsmateriel

### *Keep cool*

Ett spel för upp till sex aktörer som representerar olika länder. För att vinna ska aktörerna ta hänsyn både till deras egna länders ekonomiska intressen och världens klimat. Spelet finns på tyska och engelska. Utges av Spieltrieb, i Tyskland. <http://www.spieltriebgr.de>

*Många av hemsidorna innehåller även material som går att använda i undervisningssyfte.*

## Hemsidor

### **CarboSchools**

Här finns dokument om klimatförändringen och miljön, ideér på hur man startar ett samarbete mellan forskare och lärare, samt förslag på aktiviteter för skolelever i olika åldrar.

<http://www.carboschools.org>

### **Energimyndigheten**

Här finns information om hur Sverige arbetar för att minska växthusgasutsläppen från energisektorn.

<http://www.energimyndigheten.se>

### **EU:s klimatkampanj**

EU:s hemsida om klimatförändringen och hur du kan påverka den. Här finns material för skolor, mm

<http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/>

### **FN:s klimatpanel**

FN:s klimatpanel (IPCC) består av ett stort antal framstående klimatforskare från många olika länder. Deras uppgift är att förse politiker och samhällsplanerare med bästa möjliga sammanställning av befintlig kunskap.

<http://www.ipcc.ch>

### **Klimatkampen**

Klimatkampen är en tävling där gymnasieelever ska komma på effektiva sätt att på lokal nivå minska växthuseffekten. Bakom tävlingen finns ett projekt, som drivs av IVL Svenska Miljöinstitutet, där lärare, elever och sakkunniga arbetar med nya sätt att lära kring hållbar utveckling. På Klimatkampens hemsida finns aktuella tips om undervisningsmaterial, litteratur, andra hemsidor etc.

<http://www.klimatkampen.se>

### **KUNSKAP DIREKT**

Ett kunskapssystem om skogsbruk och skogsskötsel som tagits fram av SkogForsk. Här kan man lära sig mycket om skog och hur man uppskattar höjd, stamvolym mm.

<http://www.skogforsk.se/kunskapdirekt>

### **LUSTRA**

Ett forskningsprogram om hur skogen och skogsskötsel inverkar på växthusgaskoncentrationen i luften

<http://www.mistra.org/lustraweb>

## MarkInfo

Här kan man få fram kartor över pH, och koncentrationer av olika näringsämnen i skogsmarken i Sverige.

<http://www-markinfo.slu.se/>

## Naturvårdsverket

Naturvårdsverket har ett aktivt arbete med hela klimatfrågan. Här finns tips om litteratur och färdiga OH-presentationer färdiga att använda. Här kan man även anmäla sig till deras klimatnyhetsbrev "Klimataktuellt" som skickas ut via e-mail.

<http://www.naturvardsverket.se>

## Regeringen

På regeringens hemsida kan man läsa mer om Sveriges klimatpolitik.

<http://www.regeringen.se>

## Skogen i Skolan

Skogen i Skolan är ett samverkansprogram mellan skolan och skogliga intressenter. Här finns undervisningsmateriel och många länkar.

<http://www.skogeniskolan.se/>

## Skogsstyrelsen

Skogsstyrelsen är myndigheten som behandlar frågor om skog. Här finns information om svenskt skogsbruk, Sveriges och världens skogar.

<http://www.skogsstyrelsen.se>

## SkogsSverige

Skogsnäringens portal på Internet med länkar till andra skogsrelaterade sidor.

<http://www.skogssverige.se>

## SMHI

SMHI gör prognoser om hur klimatet ska förändras i Sverige.

<http://www.smhi.se>

## SNF

Svenska Naturskyddsföreningen har information om klimatfrågor och även skolmateriel.

<http://www.snf.se>

Med länk till deras skolmateriel "Klimatresan":

<http://www.snf.se/verksamhet/klimat/klimatresan.htm>



Elever från Platengymnasiet diskuterar sina projektarbeten med Monika Strömgren, forskare på SLU i Uppsala.

## Lärare och forskare i samverkan

Vill även ni starta upp ett samverkansprojekt mellan er skola och ett universitet? Inom SLU bedrivs forskning kring många av våra svenska miljömål. Kontakta gärna SLU:s informationsavdelning (rekrytering@slu.se eller 018-67 10 00) för att få hjälp med att starta ett samarbete med en forskare.

I "Teacher – Scientist Partnership guide" finns tips om vad man bör tänka på för att projektet verkligen ska komma igång. Guiden har skrivits av gymnasielärare och forskare i Europa med erfarenhet av samverkansprojekt. Guiden finns på CD:n men kan också laddas ned i helhet på CarboSchools hemsida <http://www.carboschools.org>. Här kommer ett utdrag från några av guidens tolv små steg för ett lyckat samarbete:

- "Teachers & Scientists need to have commitment & desire to make the project work"
- "Activities should be driven by teacher needs"
- "Expect teacher to make first contact"
- "Plan activities jointly, ahead of working with pupils, ideally within informal settings (eg. over coffee or in the pub)"
- "Try to make frequent contact (direct/indirect), particularly initially "
- "Grow into your partnership: small goals, smart experiences"

"Forskarkontakten har varit ovärderlig för att utveckla nya praktiska metoder till miljöundervisningen."

*Lennart Wällstedt, lärare på Platengymnasiet*

"Det har varit fantastiskt att samarbeta med gymnasielärare och elever. Deras entusiasm och engagemang smittar..."

*Monika Strömgren, forskare vid SLU*

"Gymnasieeleverna är vår framtid!  
Dem måste vi nå ut till."  
*Mats Olsson, professor vid SLU*

"If both are giving something to the  
partnership, they should both get  
something out of it..."  
*Maxine Woods, lärare & Phil Smith, forskare*

"Samarbetet med SLU har varit en  
utmärkt lärarfortbildning. Jag har  
fått inblick i aktuell forskning och  
fått inspiration till nya  
undervisningsmetoder."  
*Rune Davidsson, lärare på Platengymnasiet*

Plats för CD

# Skogen, växthusgaserna och klimatförändringen

- **elever, lärare och forskare i samverkan**

Det här är ett arbetsmaterial om klimatförändringen, växthusgaserna och skogen. Det innehåller information och material som kan användas i undervisningen, men även tips om hur man kan bygga upp ett samarbete mellan gymnasieskolor och universitet.

Analysen och laborationerna ligger nära de som forskare själva använder, men är avsedda att användas på gymnasienivå i enskilda projektarbeten eller som moment i andra kurser.

Det här arbetsmaterialet är en produkt av samarbetsprojektet mellan Platengymnasiet i Motala och SLU som har genomförts under åren 2006-2009. Projektet finansieras av EU genom Socra-tesprogrammet (Comenius 2.1) och av SLU.

