

# Hur vet träden att det är höst?

Slutrapport från Höstförsöket



**FORSKARFREDAGS.<sup>o</sup>  
MASSEXPERIMENT 2013**

**VA-RAPPORT 2014:1**

# Sammanfattning

Höstförsöket är ett massexperiment som undersöker utvecklingen av höstlöv i Sverige. Ett förändrat klimat påverkar när växtsäsongen i naturen börjar på våren och när den slutar på hösten. Tidigare forskning har visat att klimatförändringarna påverkar olika trädarter på olika sätt, och att förändringen varierar i olika regioner. Trots att det här är en viktig fråga som påverkar ekosystemen, vet vi inte så mycket om hur klimatförändringen påverkar höstlövsutvecklingen hos olika trädarter.

Ett sätt att mäta höstutvecklingen är att studera hur trädens löv ändrar färg. I Höstförsöket hjälpte drygt 10 000 skolelever till att undersöka höstlövsutvecklingen hos vanliga lövträd runt om i Sverige. Sammanlagt skickade eleverna in nästan 12 000 höstlövsrapporter om fler än 2 000 träd, från 378 olika platser i landet.

Med hjälp av rapporterna kunde forskarna undersöka skillnader mellan olika trädarter och regioner. Forskarna jämförde också elevernas data med historiska medelvärden och med satellitbilder.

Utvecklingen av höstlöv började allt från månadsskiftet augusti–september till slutet av oktober. Asp, björk och lönn var 0,5–1 vecka tidigare än de 100 år gamla medelvärdena, medan rönn var 1,5 vecka och ek 2,5 vecka tidigare. Ett enskilt träd kunde genomföra hela höstlövsutvecklingen (när ett träd går från sommargrönt till helt höst-lövsfärgat) på 1–7 veckor, där asp och lönn tog kortare tid på sig än ek, björk, glas-björk, rönn och vårtbjörk. För björk var höstlövsperioden 5 veckor på de sydligaste observationsplatserna; att jämföra med 3 veckor för de nordligaste. För övriga arter var motsvarande skillnader mycket små. De träd som startade höstlövsutvecklingen tidigt hade en mycket längre höstperiod (5–6 veckor) än de som startade sent (2 veckor).

Resultaten antyder att klimatförändringens påverkan på trädens höstlövsutveckling varierar stort mellan olika trädarter och regioner. Detta är fördelaktigt för att det svenska ekosystemet<sup>1</sup> ska kunna anpassa sig efter den mänskliga klimatpåverkan<sup>2</sup> så mycket som möjligt.

Höstförsöket är ett samarbetsprojekt mellan Vetenskap & Allmänhet, Sveriges lantbruksuniversitet, Lunds universitet samt Umeå universitet. Massexperimentet är en del av ForskarFredag, en vetenskapsfest som äger rum i hela Europa den sista fredagen i september varje år.

Varmt tack till alla elever, lärare och kontaktpersoner som gjorde Höstförsöket möjligt.

*Trevlig läsning!*

*Kjell Bolmgren*, Sveriges lantbruksuniversitet, *Lars Eklundh*, Lunds universitet, *Stefan Jansson*, Umeå universitet samt *Lotta Tomasson* och *Fredrik Brounéus*, Vetenskap & Allmänhet.

---

1 **Ekosystem** = allt som lever inom ett visst område, inklusive miljön det lever i. Ett ekosystem kan vara alltifrån en liten skogstjärn till hela jorden.

2 **Mänsklig klimatpåverkan** = bestående förändringar i klimatet till följd av mänskliga aktiviteter. Oftast syftar begreppet på en höjning av jordens medeltemperatur, orsakad av utsläpp av stora mängder koldioxid.

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
<b>Bakgrund och syfte.....</b>	<b>4</b>
Djupa andetag.....	4
Nytt klimat – nya förhållanden.....	5
Historiska jämförelser.....	6
Satelliter används för att följa växtsäsongerna.....	6
Genetisk variation och höstsignaler.....	7
Massexperimentet.....	8
<b>Genomförande.....</b>	<b>9</b>
Förberedelser.....	9
Datainsamling.....	9
Analys.....	10
<b>Resultat.....</b>	<b>11</b>
Höstlövsutvecklingen hos olika trädslag på olika platser i landet.....	11
Höstlövsperiodens längd hos olika trädslag.....	12
Klimatförändringarna och höstlövsutvecklingen hos svenska lövträd.....	13
Höstens utveckling sedd med satellitbilder.....	14
Hur vet trädet att det är höst?.....	16
<b>Slutsatser.....</b>	<b>17</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>20</b>

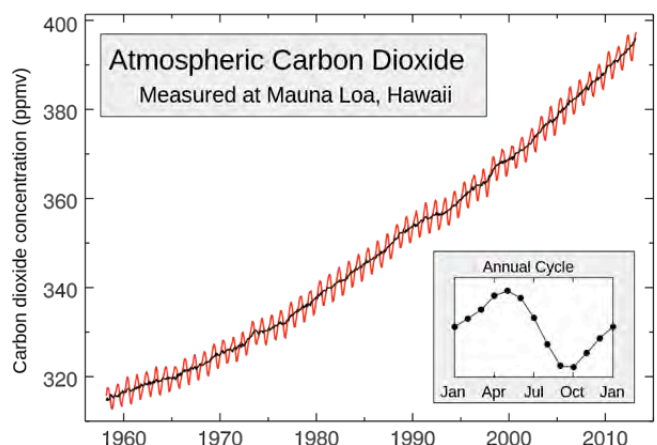
# Bakgrund och syfte

Hur vet träden att det är höst? Hur påverkas de svenska lövträdens höstutveckling av klimatförändringen? Finns det skillnader i höstlövsutvecklingen mellan olika träd och på olika platser i Sverige, och går det att studera hösten med hjälp av satellitbilder? Dessa frågor skulle massexperimentet Höstförsöket hjälpa forskarna att svara på.

## Djupa andetag

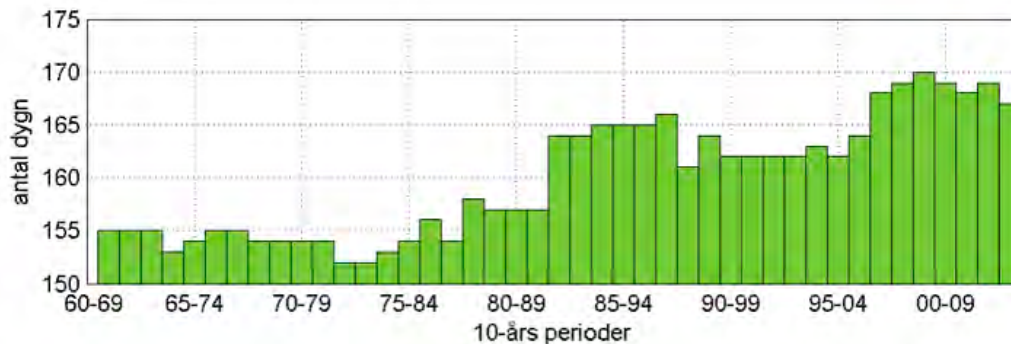
Man måste vara av det rätta virket för att klara en svensk vinter! Vinterns låga temperaturer och begränsade dagsljus, liksom tjäle och snötäcke, gör det svårt – eller rent av omöjligt – för växter att växa under denna del av året. Vi tar det ofta för givet, men det är egentligen fantastiskt att våra lövträd vet när det är dags att påbörja höstprocessen. I höstprocessen förbereder sig träden för vintern genom att återvinna viktiga näringsämnen ur sina blad och sedan tappa dem.

Lövsprickningen på våren och höstlövsutvecklingen på hösten kan liknas vid stora in- och utandningar av koldioxid: På våren spricker löven ut och växterna inleder ”inandningen” och på hösten kommer ”utandningen” när höstfärgerna utvecklas och löven slutligen faller. Denna ”in- och utandning” går att se i koldioxiddiagrammet från observatoriet på Mauna Loa, Hawaii (se figur 1). Diagrammet är välkänt i klimatförändringssammanhang, och visar växternas ”in- och utandning” av koldioxid – det vill säga skillnaden i växternas aktivitet mellan vinter- och sommarhalvår. Utöver att anpassa sig till de olika årstidernas utmaningar påverkar växterna alltså koncentrationerna (hur stor mängd av ett ämne som finns i en viss blandning) av växthusgaser<sup>3</sup> (även vattenånga) i atmosfären.



**Figur 1.** Koncentrationen av koldioxid i atmosfären mätt vid observatoriet Mauna Loa, Hawaii. (Obs. bruten skala på y-axeln)  
Källa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Mauna\\_Loa\\_Observatory](http://en.wikipedia.org/wiki/Mauna_Loa_Observatory)

<sup>3</sup> **Växthusgaser** = naturliga och konstgjorda gaser i atmosfären som bidrar till växthuseffekten – uppvärmningen av jordytan. Jordytan värms upp av solen, och när en del av denna värme sedan strålar tillbaka från jordytan mot rymden tas den upp av växthusgaserna, som sänder tillbaka den mot jorden igen.



**Figur 2.** Vegetationsperiodens längd i norra Sverige mätt som antal dygn med medeltemperatur över +5°C.  
Källa: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270>

## Nytt klimat – nya förhållanden

Den tydligaste biologiska effekten<sup>4</sup> av den nutida klimatförändringen är att tidpunkten för olika händelser i naturen ändras. En av de första vetenskapliga studierna av detta, som publicerades 1999, visade att lövsprickningen på våren tidigarelags med cirka 6 dagar och höstlövsperioden senarelags med cirka 5 dagar sedan 1960-talet (*se figur2*). Växtsäsongen i Europa har därmed förlängts med ungefär 11 dagar på 50 år. Senare studier har visat att olika trädslag påverkas olika och att det ser olika ut i olika regioner. I Sverige har vi data<sup>5</sup> som visar att perioden ”mellan hägg och syren”<sup>6</sup> tidigarelags med en dryg vecka under de senaste 50 åren.

Växtsäsongens längd är viktig hos de svenska ekosystemen, och att den förlängs påverkar skogens tillväxt, koldioxidutbyte, biologisk mångfald och mycket annat. SMHI:s temperaturobservationer visar att den s.k. vegetationsperioden<sup>7</sup> i Sverige har ökat med upp till två veckor, men detta är enbart baserat på temperaturmätningar och inte på observationer av själva växterna. En viktig anledning till att forskarna har mindre kunskap om hur växter och djur påverkas av klimatförändringens inverkan på hösten är att det saknas just observationer av hösttecknen i naturen. Detta beror in sin tur på att det är väldigt svårt för enskilda forskare att observera stora geografiska områden i sina experiment.

4 **Biologisk effekt** = påverkan på något levande.

5 **Data** = de observationer man samlar in i ett experiment.

6 **”Mellan hägg och syren”** är ett uttryck som ofta används för att beskriva en viss del av försommaren – perioden mellan att blommorna på först hägg och sedan syren slagit ut.

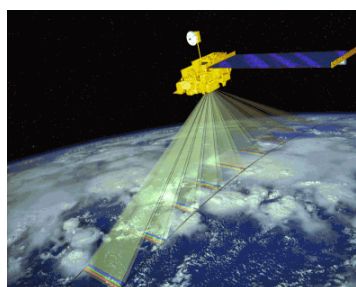
7 **Vegetationsperiod** = den period under året då medeltemperaturen är över +5 grader Celsius.

## Historiska jämförelser

För att kunna förstå och förutse klimatförändringens effekter på växtsäsongens längd (från lövsprickning till höstlöv) hos olika trädslag och i olika regioner behöver forskarna jämföra nutida observationer med observationer som gjorts tidigare i historien. Sådana jämförelser kan visa hur den ändrade växtsäsongen påverkar koncentrationen av växthusgaser i atmosfären (*se figur 1*) och därmed klimatets och ekosystemens utveckling.

## Satelliter används för att följa växtsäsongerna

Ett antal satelliter med kameror som avbildar jordytan cirklar runt jorden. Dessa s.k. jord-resurssatelliter används för att samla in information om hav, isar, vegetation samt människans aktiviteter som t.ex. jordbruk och infrastruktur<sup>8</sup>. Satelliternas kameror fotograferar markytan både i synligt ljus och i våglängder som människan inte kan se (t.ex. infrarött ljus).



**Figur 3.** Nasa-satelliten Terra.  
Källa: NASA (USAs federala myndighet för rymdfart)

Eftersom satelliterna snurrar runt jorden tar de regelbundet bilder av samma område. Detta gör det möjligt för forskare att följa årstidsskiftningarna över hela den yta satelliterna avbildar. Tyvärr är det inte alltid enkelt att tolka informationen i bilderna – satellitbilder är tagna från väldigt hög höjd (ca 800 km) och genom en atmosfär som kan innehålla dis och moln. Det har visat sig vara ganska svårt att se hur hösten framskrider i naturen utifrån enbart satellitbilder.

Forskarna jobbar i dag på att ta fram bättre metoder att följa växtsäsongerna från satellit. De hoppas kunna få fram metoder att snabbt och enkelt kunna studera till exempel avverkningar, skador av stormar, brand och insekter, tillväxt samt säsongsväxlingarna i skogar över hela jorden. För att utveckla sådana metoder behövs fältobservationer<sup>9</sup> att jämföra med satellitbilderna.

<sup>8</sup> **Infrastruktur** = byggnader och anläggningar som behövs för att vårt moderna samhälle ska fungera. Till exempel vägar, järnvägar, flygplatser, kraftverk och sjukhus.

<sup>9</sup> **Fältobservation** = att observera något i dess naturliga miljö. Kan till exempel jämföras med laboratorieobservation, när något studeras i ett laboratorium.

## Genetisk variation och höstsignaler

I ett land med så varierande klimatförhållanden och så olika långa växtsäsonger som vi har i Sverige är det lätt att förstå att växterna måste ha anpassat sig till sina lokala förhållanden. Detta betyder bland annat att de genomgår höstprocessen vid olika datum beroende på var de växer i landet.

En signal som växterna använder för att veta när hösten närmar sig är dagslängden. Koncentrationen av särskilda hormoner<sup>10</sup> i växtcellerna varierar med dagslängden, och när de når en viss koncentration så startar höstlövstillverkningen. Detta blir tydligt om man planterar ett träd inomhus och använder lampor så att dagslängden alltid är lika lång – då kan man fördröja höstlövsfasen med ett par månader. Vid sådana försök kan man också se att det ändå finns en skillnad mellan träd som kommer från södra respektive norra Sverige, trots att de inomhus får lika mycket ljus. Norrländska träd startar sin höstlövsfas tidigare än sydliga träd, eftersom de är anpassade till den tidigare hösten/vintern i landets norra delar (se figur 4.).



**Figur 4.** Allé med björkar på SLU Ultuna, Uppsala. Björkarna är insamlade från norr till söder i landet. Som bilden visar går de in i höstlövsfas vid olika tidpunkt, ett resultat av att de är lokalt anpassade till den växtsäsong de kommer ifrån. Källa: *Linnélektioner – Idéhäfte 6. Efter Linné. Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik.*

---

**10** **Hormoner** = molekyler som fungerar som budbärare från en cell eller organ till en annan cell eller grupp av celler. Alla djur och växter producerar hormoner.

Temperaturen har också en tydlig roll i höstlövsutvecklingen. När höstlövsfasen har börjat kommer temperaturen att styra hur snabbt den utvecklas (lägre temperaturer påskyndar höstlövsutvecklingen). Det finns forskningsresultat som visar att höstlövsutvecklingen går fortare ju senare den startar. Forskarna har däremot inte studerat om trädsdrag med sen start av höstlövsutvecklingen samt träd som växer i varmare (sydliga) områden är snabbare än de som startar tidigt respektive växer i kallare (nordliga) områden.

## Massexperimentet

Höstförsöket är en del av ForskarFredag, en vetenskapsfest som äger rum i hela Europa den sista fredagen i september varje år. Utöver de aktiviteter som erbjuds runt om i landet denna fredag görs en gemensam satsning på ett massexperiment<sup>11</sup>.

Under Höstförsöket samlade drygt 10 000 elever in observationer av höstlövsutveckling. I experimentet fick eleverna vara med i vetenskaplig forskning som kan kopplas till den högaktuella frågan om klimatförändringens effekter. På så sätt gav experimentet eleverna en introduktion till vetenskapligt tänkande, forskares arbete och vetenskaplig metod. Ur forskarnas synvinkel var det ett unikt tillfälle att genom massexperimentet få fältobservationer från drygt 10 000 forskningsassistenter runt om i Sverige!

---

11 Den sista fredagen i september har sedan 2005 utlysts som European Researchers' Night av EU-kommissionen. Runt om i hela Europa arrangeras då hundratals evenemang där allmänheten får träffa forskare under roliga och spännande former. I Sverige firas evenemanget på omkring 30 orter under det gemensamma namnet ForskarFredag. Vetenskap & Allmänhet samordnar evenemangen som genomförs av lokala arrangörer. ForskarFredag stöds av EU-kommissionen, Vetenskapsrådet och VINNOVA. Läs mer på [www.forskarfredag.se](http://www.forskarfredag.se).



# Genomförande

## Förberedelser

Höstförsöket utformades av forskare från Umeå universitet, Lunds universitet och Sveriges lantbruksuniversitet i samarbete med Vetenskap & Allmänhet (VA).

Under våren 2013 skickade VA ut en inbjudan till lärare att delta i Höstförsöket med sina skolklasser. Sista anmälningsdag var 14 augusti. På ForskarFredags webbsida publicerades under sommaren en lärarhandledning med förslag till hur massexperimentet kunde användas i undervisningen och med praktisk information om hur experimentet skulle gå till.

## Datainsamling

Eleverna fick välja ett friskt lövträd att observera under Höstförsöket. Trädet skulle helst växa ute i naturen, men även träd i parker eller bebyggelse fick vara med. Eleverna kunde antingen rapportera flera observationer under några veckors tid, eller endast en observation.


För att forskarna skulle kunna dra slutsatser av massexperimentet var det väldigt viktigt att alla som deltog i Höstförsöket observerade trädets löv på så lika sätt som möjligt. Eleverna hade därför en skala på fem faser som gick från Fas 0 (Helt sommargrön) till Fas 4 (Helt höstlövsfärgad), som de använde sig av när de rapporterade sina observationer på Höstförsökets hemsida (*se tabell 1*). Vid den första inloggningen på hemsidan registrerade eleverna trädets position i Sverige (latitud och longitud)<sup>12</sup>. De elever som ville kunde även bifoga fotografier på träden till sina rapporter.

En särskild del av Höstförsöket gällde gener, arvsanlag hos trädarten asp. Elever som hade valt aspar som sina observationsträd kunde bidra till denna del genom att skicka ett grönt löv från trädet till forskarna för analys. Stefan Jansson på Umeå universitet berättar om resultaten från denna del av Höstförsöket i ett videoklipp på ForskarFredags webbplats: <http://forskarfredag.se/massexperimenti/hostforsoket-2013/>

---

<sup>12</sup> **Latitud (breddgrad)** och **longitud (längdgrad)** anger tillsammans en viss position i nord-sydlig samt öst-västlig riktning på jorden.

Tabell 1. Höstlövsutvecklingens faser. Här ses en vårtbjörk i fas 1–4.



Fas	Beskrivning
0	Sommargrön. Trädets alla löv har fortfarande kvar sin sommargröna färg.
1	Höstlövsfärgerna börjar synas. Alla löven är inte längre gröna.
2	En tredjedel höstlövsfärgad. Minst 1/3 av löven är inte längre gröna (eller har fällts).
3	Två tredjedelar höstlövsfärgad. Minst 2/3 av löven är inte längre gröna (eller har fällts).
4	Helt höstlövsfärgad. Inga (högst 5%) av löven är gröna.

## Analys

Forskarna analyserade elevernas rapporter för att få svar på fem frågor:

- 1) När börjar höstlövsutvecklingen för olika trädslag på olika platser i landet?
- 2) Hur skiljer sig höstlövsperiodens längd mellan olika arter, och mellan träd som får sina första gula löv tidigt jämfört med de som är helt gröna längre in på hösten?
- 3) Hur skiljde sig hösten 2013 från hur hösten var förr i tiden? Mellan åren 1873 och 1919 fanns ett nätverk av observatörer i Sverige, som gjorde liknande observationer som i Höstförsöket. Det gamla nätverket hade rapporterat lövträd som var i Fas 2. Forskarna jämförde elevernas rapporter av lövträd i Fas 2 med de historiska rapporterna för att se hur hösten 2013 skiljde sig från de historiska medelvärdena.
- 4) Går det att följa höstens utveckling med hjälp av satellitbilder? Så kallade jordresurssatelliter används för att fotografera jorden och på så sätt samla in information om till exempel hav, isar, växtlighet och jordbruk. Genom att jämföra satellitbilder med rapporterna från Höstförsöket ville forskarna lära sig mer om hur höstutvecklingen ser ut på satellitbilderna.
- 5) Hur vet trädet att det är höst? Forskarna undersökte arvsanlagen – generna – i asplöven som eleverna skickade in. De jämförde sedan sina resultat med elevernas rapporter och bilder av asparna, för att se om vissa gener påverkar asparnas höstlövsutveckling.

# Resultat

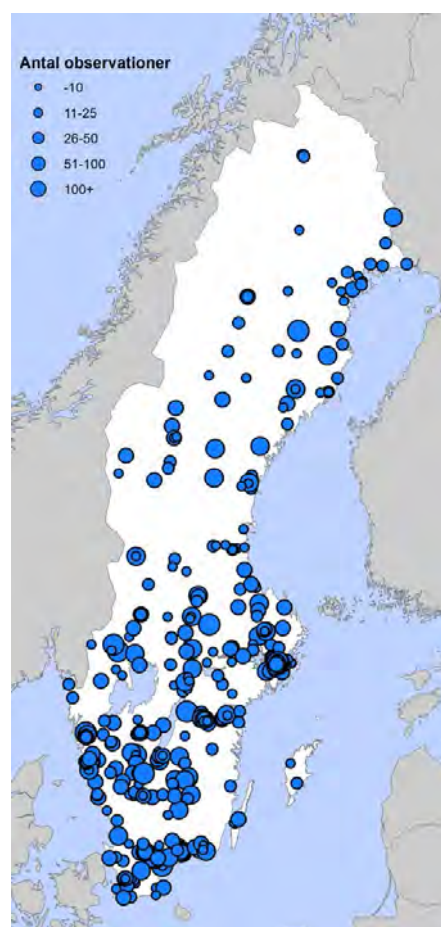
Drygt 10 000 elever deltog i Höstförsöket. Sammanlagt skickade eleverna in 11 785 höstlövsrapporter om totalt 2 054 träd och observationerna gjordes på 378 olika platser i landet. Drygt 1 500 av träden observerades minst 5 gånger. Det var en fantastisk tillgång för experimentet att så många elever runt om i Sverige följde sina träd och gjorde observationer under flera veckor!

## Höstlövsutvecklingen hos olika trädslag på olika platser i landet

Det varierade stort när träden i Höstförsöket fick sina första gula löv (fas 1). De tidigaste träden började skifta färg redan sista veckan i augusti, medan de sista var helt gröna fram till slutet av oktober.

Startdatum för fas 2 sträckte sig över en nästan lika lång period: från första veckan i september till sista veckan i oktober. Fas 4, det vill säga helt höstlövsfärgad, startade i mitten av september för de tidigaste träden, och i andra veckan i november för de senaste.

För björk, glasbjörk och asp började höstlövsutvecklingen 2,5–4 veckor tidigare på de nordligaste platserna jämfört med de sydligaste. För ek, som förekommer mest i den södra hälften av Sverige (Götaland och Svealand), skilde 1,5 vecka mellan de sydligaste och nordligaste platserna. Forskarna såg ingen skillnad i startdatum för höstlövsutvecklingen från norr till söder för trädslagen rönn, lönn (som också förekommer mest i Götaland och Svealand) eller vårtbjörk.



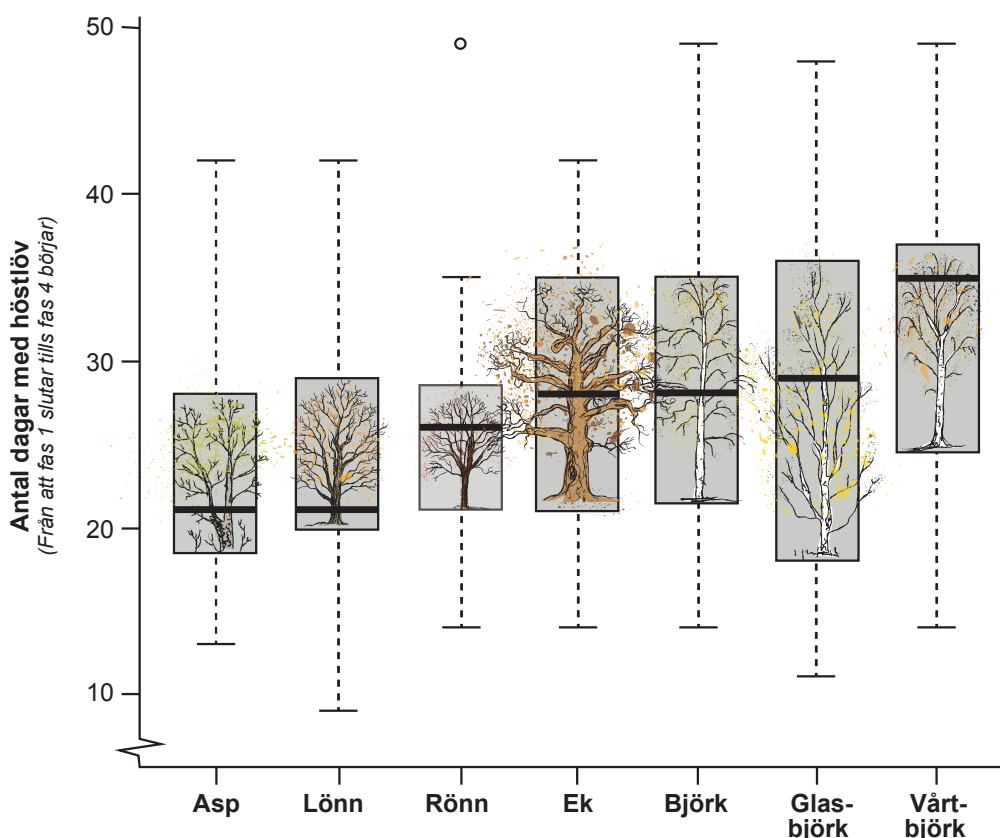
**Figur 5.** Höstförsöket fick in rapporter om 2 054 träd på 378 platser i landet. På kartan är alla dessa platser inprickade och storleken på den blå prickerna visar hur många observationer som gjordes på respektive plats.

## Höstlövsperiodens längd hos olika trädslag

Elevernas rapporter visade att höstlövsperiodens längd varierar, såväl mellan träd av samma art som mellan olika arter (se figur 6). I något fall gick hela höstlövsutvecklingen på bara 1 vecka och i andra fall tog den uppemot 7 veckor. I medeltal var asp och lönn snabbast med cirka 3 veckor, medan rönn, ek, björk och glasbjörk hade cirka 4 veckor och vårtbjörk i genomsnitt cirka 5 veckor lång höstlövsperiod.

Hos björk minskade höstlövsperiodens längd ju längre norrut i Sverige man kom – från 5 veckor i de sydligaste områdena till 3 veckor i norr. Det fanns ett liknande mönster hos glasbjörk och asp, men där var skillnaden mellan söder och norr bara lite mer än en halv vecka. Däremot såg forskarna ingen förändring i höstlövsperiodens längd från söder till norr för vårtbjörk, rönn, lönn eller ek.

Det var mycket stor skillnad i höstlövsperiodens längd mellan träd som startade sin höstlövsutveckling tidigt respektive sent. Hos asp, björk, ek, lönn och rönn var höstlövsperioden 5–6 veckor för de träd som startade tidigt, att jämföra med cirka 2 veckor för träd som fick sina första höstlöv i slutet av hösten.



**Figur 6.** Skillnader mellan arter i höstlövsperiodens längd. Det tjocka strecket inne i varje låda markerar medianvärdet och lådan omfattar 50% av variationen inom respektive art som observerats i Höstförsöket. Medianvärdet = det mittersta värdet i en serie observationer.

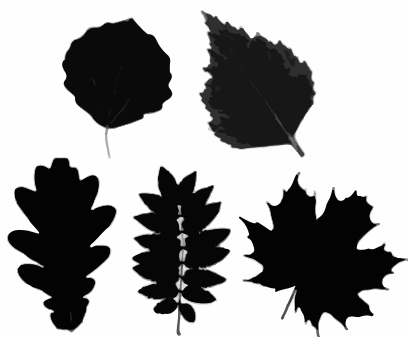
## Klimatförändringarna och höstlövsutvecklingen hos svenska lövträd

Samtliga trädarter som forskarna kunde jämföra mot de historiska observationerna från 1873 till 1919 (asp, björk, ek, lönn och rönn) hade en tidigare start av höstlövsutvecklingen 2013 jämfört med hur det var för 100 år sedan. Asp, björk och lönn var 0,5–1 vecka tidigare, medan rönnen var 1,5 vecka och eken 2,5 veckor tidigare. För rönn var den historiska skillnaden störst hos träd som växte i södra delen av landet.

Jämfört med de historiska siffrorna var hösten 2013 en mycket utdragen höstlövsperiod.

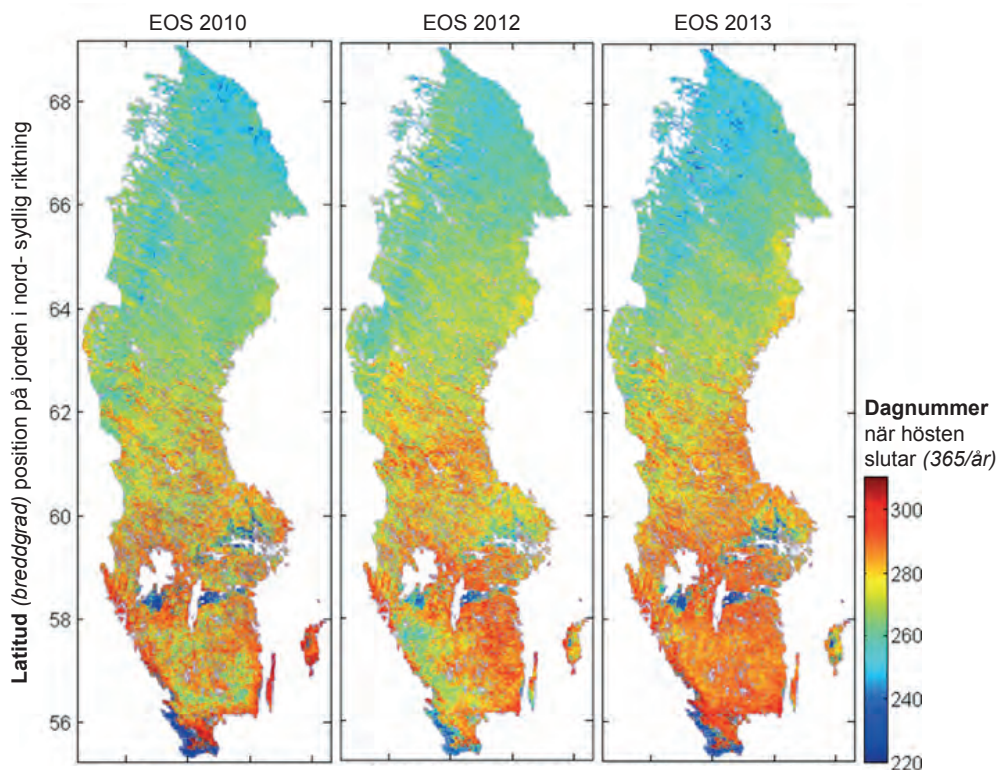
**Tabell 2.** Antal observerade träd av olika arter i Höstförsöket.

Art	Antal observerade träd
Alm	15
Ask	24
Asp	304
Björkar: Björk, Glasbjörk, Vårtbjörk	416 + 83 + 153 = 652
Bok	25
Ek	308
Gråal	2
Hägg	5
Klibbal	5
Lind	32
Lärk	2
Lönn	355
Rönn	306
Sälg	19
<b>TOTALT</b>	<b>2 054</b>



**Figur 7.** Siluetter av löv från (övre raden från vänster) asp, björk, ek, rönn och lönn. Detta var de prioriterade arterna i Höstförsöket.

## Höstens utveckling sedd med satellitbilder



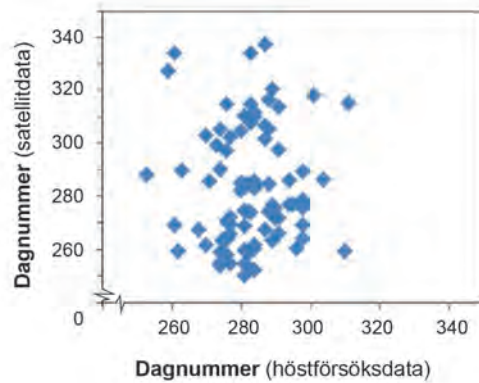
**Figur 8.** Dagnummer för när hösten slutade enligt satellitdata år 2010, 2012 respektive 2013. Färgskalan går från dagnummer 220 (=8 aug) till 300 (=27 okt). Bilderna är från The Earth Observing System (EOS). EOS är NASA:s jordobservationssystem som är en serie av satelliter i polär omlopps bana för långsiktiga globala observationer av landytan, atmosfären och haven. Notera starka mörkblå avvikelser: där styrs växtligheten av jordbrukets kalender (det vill säga när man sår och skördar).

I Höstförsöket deltog drygt 10 000 elever – att ha så många forskningsassistenter till sin hjälp är väldigt sällsynt i forskarvärlden! Ett enklare och billigare sätt att följa höstutvecklingen är att studera bilder tagna av satelliter. Problemet för forskarna är att veta hur satellitbilderna ska tolkas – för detta behövs rapporter från marken att jämföra med. Tack vare det stora antalet rapporter som eleverna skickade in i Höstförsöket, fick forskarna ett unikt underlag att jämföra satellitbilderna med.

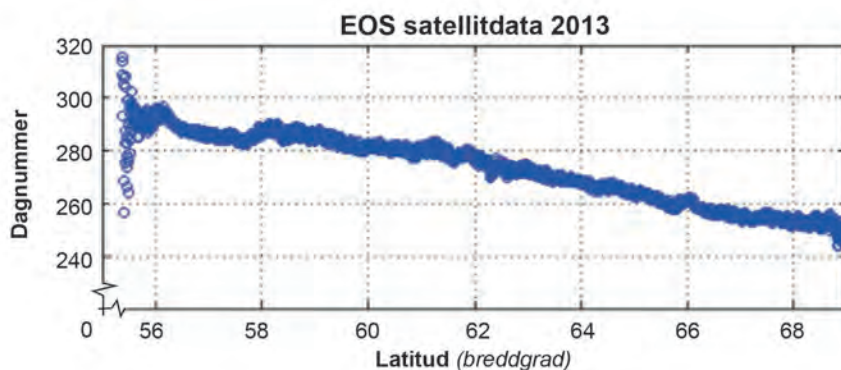
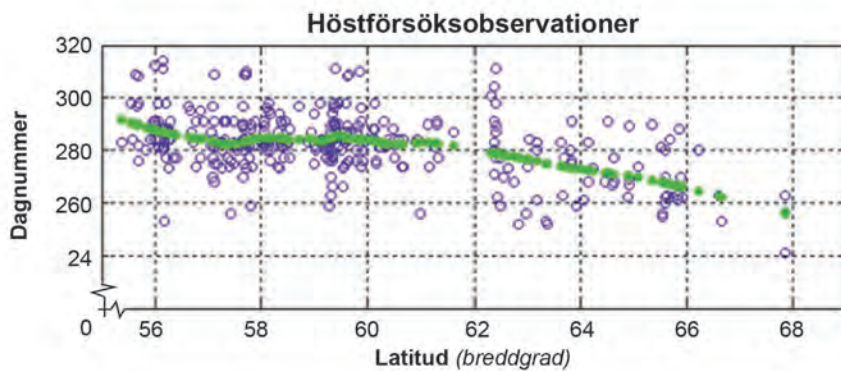
Enligt satellitdata som visas i *figur 8* slutar hösten tidigare i norr (gröngula färger) än i söder (orange-röda färger). Det finns också tydliga skillnader från Norrlandskusten upp mot fjällkedjan i nordvästra Sverige, eftersom det mildare kustklimatet gör att hösten slutar senare längs kusten. De blå färgerna i jordbruksområdena i Mälardalen, kring Väneren, Vättern och i södra Skåne visar att växtligheten här inte följer årstiderna

på samma sätt som i den övriga naturen, utan styrs av jordbrukets kalender (det vill säga när man sår och skördar).

När man jämför Höstförsökets observationer med satellitdata genom att rita ut dem i ett diagram med Höstförsökets data på x-axeln och satellitdata på y-axeln så får man ett stort moln av punkter (se figur 9). "Molnet" visar att det inte finns något statistiskt samband mellan vad satelliterna fotograferat och vad eleverna rapporterat. Höstförsökets observationer av höstutvecklingen på enskilda träd stämmer alltså inte överens med vad satelliterna "ser" i samma område.



**Figur 9.** Jämförelse av Höstförsökets observationer av höstens slut (fas 4) med höstens slut tolkat från satellitbilder. "Molnet" visar att det inte finns något statistiskt samband mellan vad satelliterna fotograferat och vad eleverna rapporterat, det är ingen rak linje.



**Figur 10.** Trender i dagnummer (y-axeln) med latitud (x-axeln) från Höstförsöket (överst), och satellitdata (nederst). En utjämnad kurva från Höstförsöket visas med fyllda prickar i det övre diagrammet. Notera avvikelserna längst i söder från satellitdata, som beror på jordbruksområdena där (se figur 8).

Men om man i stället studerar trenden i data (den generella riktningen av ett antal värden), det vill säga hur höstens slut ändrar sig i genomsnitt från norr till söder följer Höstförsökets data och satellitdata i stort sett samma trend (se figur 10).

## Hur vet trädet att det är höst?

Resultaten från denna del av Höstförsöket kommer att publiceras som en egen rapport framåt sommaren 2014. En förklaring av vad forskarna i Umeå gör finns på ett videoklipp på ForskarFredags hemsida. Stefan Jansson på Umeå universitet berättar om hur han gör för att analysera asparnas gener i sitt laboratorium: <http://forskarfredag.se/massexperiment/hostforsoket-2013/>



**Figur 11.** Professorn och forskaren Stefan Jansson på Umeå universitet analyserar vilka gener, arvsanlag, hos aspen som styr när bladen ska ändra färg.



# Slutsatser

Den globala uppvärmningen påverkar grundläggande förhållanden för växter och djur. Den tydligaste biologiska effekten av klimatförändringen är att växtsäsongen förlängs.

Många vetenskapliga studier har visat att vårtecken, såsom lövsprickning och blomning, kommer tidigare i ett varmare klimat. Trots att en förändring av hösten kan ha lika stor betydelse för växtsäsongens längd som förändringen av våren har hösten inte studerats i samma utsträckning. Det behövs därför mer kunskap om hur olika trädslags höstfaser påverkas av ett förändrat klimat.

I massexperimentet Höstförsöket studerade elever och forskare höstfasernas utveckling hos de vanligaste lövfällande träden (träd som tappar sina löv på hösten varje år) i Sverige. Tack vare att tusentals elever – från Skåne i söder till Lappland i norr – deltog i Höstförsöket, kunde experimentet omfatta hela Sverige. För forskarna är detta särskilt intressant av flera skäl.

- Det är ovanligt att kunna göra observationer över ett så stort område samtidigt – för en enskild forskargrupp är det helt omöjligt.
- Klimatet är olika på olika platser i landet, och kommer att förändras på olika sätt av den globala uppvärmningen.
- Växterna har ofta anpassat sig till de lokala förhållandena där de växer. De kan till exempel ha anpassat sin årsrytm och de signaler de använder för att veta när det är höst.

Genom att samla in data om flera arter samtidigt över ett så stort område som Sverige går det att jämföra hur olika arters höstlövsbeteende skiljer sig åt och om det är olika i olika delar av landet.

Vädret kan variera väldigt mycket från år till år. Ett år kan vara hösten mild och utdragen och ett annat år kan den vara den kall och kort. Därför går det aldrig att använda ett enskilt år för att dra slutsatser om hur mycket hösten förändrats. För att kunna dra sådana slutsatser behövs observationer under många år.

Det som däremot går att analysera utifrån resultaten i Höstförsöket är hur hösten 2013 var: Var den sen eller tidig jämfört med hur det var för 100 år sedan? Det går även att studera skillnader mellan olika trädslag: Var det större skillnad mot hur det var för 100 år sedan för björkarna än för asparna och ekarna? Vad beror i så fall detta på?

Slutligen kan man jämföra den höstutveckling som eleverna observerade med den höstutveckling som satellitbilderna beskrev.

Det första resultatet från Höstförsöket var att hösten 2013 kom tidigare än för 100 år sedan. Alla de trädslag som eleverna observerade fick höstlöv tidigare, men hur stor tidigareläggningen var varierade mellan arter. På björk, asp och lönn kom höstlöven mindre än en vecka tidigare år 2013 jämfört med för 100 år sedan, medan tidigareläggningen var 1,5 vecka för rönn och 2,5 vecka för ek. Det går inte att säga att denna tidareläggning är en effekt av klimatförändringen, men däremot blir forskarna nyfikna på vad som orsakade skillnaderna mellan arterna. Varför hade inte alla arter tidigarelagts lika mycket?

Sommartorka kan göra att höstlövsfärger dyker upp tidigare på träden och under sommaren 2013 var det torka i södra Sverige. Sommartorkan skulle alltså kunna vara en förklaring till varför höstlöven generellt sett utvecklades tidigare hösten 2013 än för 100 år sedan. Däremot förklarar det inte varför ekens höstlöv tidigarelades mer än rönn respektive björk, asp och lönn. Ett intressant mönster var att de arter som normalt får höstlöv tidigast (lönn, asp, björk) hade den minsta tidigareläggningen i Höstförsöket, och att eken, som normalt får höstlöv sist, var den som tidigarelade sina höstlöv mest jämfört med hur det var för 100 år sedan. Är det möjligt att ju senare ett träd får höstlöv, desto mer anpassningsbart är det i sin höstlövsutveckling? Detta vore i så fall en höstens motsvarighet till hur det är på våren, där de tidigaste värtecknen är de som kan ändra sig mest från år till år.

Det fanns inget exakt samband mellan de data som eleverna samlade in och det som satellitbilderna beskrev under Höstförsöket. Däremot är det helt klart att både eleverna och satelliterna såg en liknande trend i sina observationer, det vill säga hur datum för lövfällning ändras när man förflyttar sig från söder till norr i landet.

Varför "ser" då inte satelliterna exakt samma sak som eleverna? En viktig orsak är att medan eleverna studerat enskilda träd, har satelliterna observerat betydligt större områden. Förutom träden ser satelliterna till exempel gräsmattor, hustak och vägar inom området. En ytterligare orsak är att höstlöven kan variera mellan olika träd som växer ganska nära varandra, dels på grund av genetiska skillnader men också beroende på var träden växer. Träd som står på olika platser kan få olika mängd näring och vatten, och även påverkas av diverse andra faktorer. Ett exempel: Träd som växer nära hus eller mitt inne i en skog har det troligen lite varmare än träd som står ensamma på ett öppet fält. Sådana skillnader gör att två träd som växer nära varandra kan få höstlöv vid olika tidpunkter. Satelliterna "ser" ju många träd och annan grönska samtidigt och ger därför ett slags medelvärde



**Figur 12.** Professorn och forskaren Lars Eklundh på Lunds universitet utvecklar metoder för att följa höstens utveckling med hjälp av satellitbilder.

för området. Slutligen finns det vissa fel i satellitdata, till exempel på grund av atmosfärens påverkan. De generella trenderna i elevernas observationer och satellitdata är ändå en viktig bekräftelse på att de båda datakällorna i genomsnitt stämmer överens. Det går därför att använda Höstförsökets resultat som en bekräftelse på vad satellitbilder kan användas till.

Hur klimatförändringen kommer att påverka olika trädslag har ett samband med hur höstlövsutvecklingen skiljer sig åt mellan olika trädslag. Ett träd som startar sin höstutveckling vid en viss dagslängd (= ett visst datum) och sedan har en snabb och inte så temperaturberoende höstlövsutveckling kommer troligen inte kunna dra så stor nytta av den förlängning av växtsäsongen som ett varmare klimat leder till. Ett träd som i stället låter hastigheten i höstlövsutvecklingen styras av temperaturen (ju varmare

desto långsammare) kommer att kunna fortsätta växa och behålla sina löv längre in på hösten i ett varmare klimat.



**Figur 13.** Forskaren Kjell Bolmgren vid SLU, Sveriges lantbruksuniversitet som utvecklade och utformade ForskarFredags massexperiment 2013 i samarbete med Vetenskap & Allmänhet.

Det är, som sagt, inte möjligt att dra några generella slutsatser av bara ett års studier, men det är intressant att asp och björk som tillhör de arter som startar sin höstlövsutveckling tidigt skiljer sig mycket i hur lång deras höstlövsperiod är. I Höstförsöket hade asparna en mycket kortare höstlövsperiod, framför allt i södra Sverige, vilket skulle kunna vara en nackdel i ett varmare klimat. På liknande sätt är det en intressant skillnad mellan de två sydliga arterna ek och lönn. Lönn som i regel

skiftar färg tidigare än eken har också en kortare höstlövsperiod, vilket då skulle tala till ekens fördel i ett framtida varmare klimat. Eken skulle alltså kunna fortsätta växa längre in på hösten än lönnen. Det är viktigt att minnas att ett varmare klimat även kan ändra andra grundläggande faktorer som påverkar träden, till exempel hur mycket vatten det finns i marken.

Sammantaget var Höstförsöket ett mycket lyckat experiment som bidrar till bättre kunskaper om intressanta skillnader mellan våra vanliga lövträd, och som väcker nya frågor att utforska i framtida studier. Ett varmt tack till alla elever, lärare, kontaktpersoner som gjorde Höstförsöket möjligt!

# Referenser

**Arnell H.W.** 1923. Vegetationens årliga utvecklingsgång i Svealand. Meddelanden från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt 2: 1–79.

**Arnell K.** 1927. Vegetationens utvecklingsgång i Norrland. Meddelanden från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt 4: 1–28.

**Arnell K., Arnell S.** 1930. Vegetationens utveckling i Götaland. Meddelanden från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt 6: 1–70.

**Bolmgren, K., A. Miller-Rushing & D. Vanhoenacker** 2013. One man, 73 years, and 25 species. Evaluating phenological responses using a lifelong study of first flowering dates. *International Journal of Biometeorology* 57:367–75

**Hassel, L. och K. Bolmgren** 2013. Naturens kalender. Förslag till ny miljöövervakning och nya miljömålsindikatorer. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande nr 2013:13.

**Hassel, L., Bolmgren, K. och O. Langvall** 2010. Upptäck effekterna av klimatpåverkan. Regionalt fenologinätverk som underlag till indikator för miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande nr 2010:07.

**Wolkovich, E. M., B. I. Cook, J. M. Allen, T. M. Crimmins, J. L. Betancourt, S. Travers, S. Pau, J. Regetz, T. J. Davies, N. J. B. Kraft, T. R. Ault, K. Bolmgren, S. J. Mazer, G. J. McCabe, B. J. McGill, C. Parmesan, N. Salamin, M. D. Schwartz & Cleland, E. E.** 2012. Warming experiments underpredict plant phenological responses to climate change. *Nature* 485:494–497.



**VA-rapport 2014:1**

ISSN: 1653-6843

ISBN: 978-91-85585-71-7

Utgivare: Vetenskap & Allmänhet, VA, i mars 2014

Box 5073, 102 42 Stockholm

Telefon: 08-791 29 00

Fax: 08-611 56 23

E-post: [info@v-a.se](mailto:info@v-a.se)

Webbplats: [www.v-a.se](http://www.v-a.se)

Författare: Kjell Bolmgren, Lars Eklundh, Stefan Jansson & Fredrik Brounéus

Layout: Lotta Tomasson & Pelle Isaksson



HÖST-  
FÖRSÖKET

# FORSKAR FREDAG 2013

[www.forskarfredag.se](http://www.forskarfredag.se)

