



***ETT MASSEXPERIMENT
OM LJUSFÖRORENINGAR***

Läroarhandledning & bakgrundsmaterial

Tack för att du vill delta i Stjärnförsöket!

ForskarFredags massexperiment är ett medborgarforskningsinitiativ som har arrangerats med ett nytt projekt varje år sedan 2009. Vi bjuder in skolklasser, föreningar och privatpersoner att bidra till ett riktigt forskningsprojekt och hjälpa forskare att ta fram ny kunskap. Du som deltar får chansen att hjälpa forskare och samtidigt lära dig mer om hur forskning går till. För forskarna är detta en unik möjlighet att samla in stora mängder data från hela Sverige som inte hade varit möjligt utan allmänhetens hjälp.

I år genomförs för första gången ett projekt om ljusföroreningar och astronomi, Stjärnförsöket. Syftet med projektet är att hjälpa forskare mäta ljusföroreningar med en ny, enkel metod och att undersöka hur väl denna metod fungerar i jämförelse med andra, som att mäta ljusföroreningar med hjälp av satellitbilder.

I den här handledningen får du veta mer om bakgrunden till projektet, instruktioner samt vägledning till hur projektet kopplar till målen i läroplanen, för dig som är lärare. Handledningen är utformad för att utgöra ett bra stöd för lärare som vill delta i Stjärnförsöket med sina elever men riktar sig till alla, även ledare i fritidsklubbar, friluftsföreningar, scoutkårer eller privatpersoner.

Stjärnförsöket bygger på en idé av forskaren Urban Eriksson vid Lunds universitet och Högskolan Kristianstad och genomförs i samarbete med föreningen Vetenskap & Allmänhet, Rymdstyrelsen, Vetenskapens hus och Umevatoriet. Experimentet finansieras av de deltagande organisationerna, av ForskarFredag via EU:s forsknings- och innovationsprogram Horisont 2020, GA No 818421 samt forskningsrådet Formas.

Mobilappen som används för att rapportera in observationerna heter **Stjärnförsöket** och är utvecklad av företaget SPOTTERON.

Den laddas ner på *App Store* och *Google play*.

OBS: Man kan delta i massexperimentet utan att ladda ner mobilapplikationen också.

Information om det praktiska genomförandet finns på *sidan 12* och i häftet Praktiska instruktioner, som går att ladda ner på ForskarFredags webbplats: www.forskarfredag.se/stjarnforsoket/instruktioner

Gå gärna med Stjärnförsökets Facebook-grupp: www.facebook.com/groups/stjarnforsoket.

Där kan du ställa frågor kring experimentet och se svar på frågor från andra klasser. Elever är också välkomna att gå med i Facebookgruppen!

Lycka till med ForskarFredags massexperiment 2019!

Urban Eriksson, forskare och universitetslektor i fysik med inriktning mot astronomi-didaktik, verksam vid Lunds universitet och Högskolan Kristianstad.

Lena Söderström, projektledare för Stjärnförsöket och ForskarFredag Sverige,
Martin Bergman, projektledare för Stjärnförsöket båda på Vetenskap & Allmänhet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SYFTE OCH BAKGRUND.....	4
Ljus - ett miljöproblem	5
Ljusföroreningar och djur.....	6
Ljusföroreningar och människokroppen	7
Ljusföroreningar och stadsplanering	8
Ljusföroreningar, människan och rymden	9
 GÖR SÅ HÄR!	 12
Material	12
Genomförande	12
<i>Innan observationen.....</i>	<i>12</i>
<i>Montera röret</i>	<i>13</i>
<i>Mall för gradskiva</i>	<i>14</i>
<i>Gör en gradskiva utan skrivare.....</i>	<i>16</i>
<i>På plats.....</i>	<i>17</i>
Rapportering.....	17
<i>Tabell 1.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabell 2.....</i>	<i>19</i>
Att tänka på.....	19
 Koppling till skolans läroplan	 20
Biologi	20
Fysik	21
 Mer information	 22
Vetenskaplig litteratur	22
Populärvetenskaplig litteratur och rapporter	22
Andra webbresurser om ljusföroreningar	22

SYFTE OCH BAKGRUND

Ljusföroreningar är idag ett växande problem i världen som många inte är medvetna om. Många människor bor i städer med mycket ljus i form av gatubelysning, skyltfönsterbelysning, bilar med mera, vilket gör natthimlen så ljus att man svårt kan se några stjärnor alls, eller endast ett fåtal. Studier visar att djur och insekter påverkas negativt av ljus på natten och att ljusföroreningar även har negativ inverkan på människors hälsa. En annan konsekvens blir att människors medvetenhet om stjärnhimlen och rymden minskar.

Syftet med massexperimentet¹ Stjärnförsöket är att testa en ny, enkel metod för att mäta de ljusföroreningar vi upplever, och om den här nya metoden är lika bra för att kartlägga ljusföroreningar (eller bättre) som andra metoder, till exempel satellitbilder, som mäter ljusföroreningar uppifrån.

Metoden är enkel och kräver inte någon dyr utrustning. Deltagarna räknar de stjärnor som går att se med blotta ögat genom ett enkelt pappersrör som riktas i nio olika riktningar mot natthimlen, se **bild 1** och rapporterar in information om tid, plats, antal stjärnor och väderförhållanden på datorn eller genom en app på telefonen. En matematisk formel används i rapporteringen för att räkna ut antalet stjärnor man kan se totalt sett över hela himlavalvet på just den platsen vid just den tidpunkten.

Materialet du behöver har du antagligen redan hemma: en hushållsrulle, snöre, tejp, en tyngd (till exempel en mutter) och en kompass.

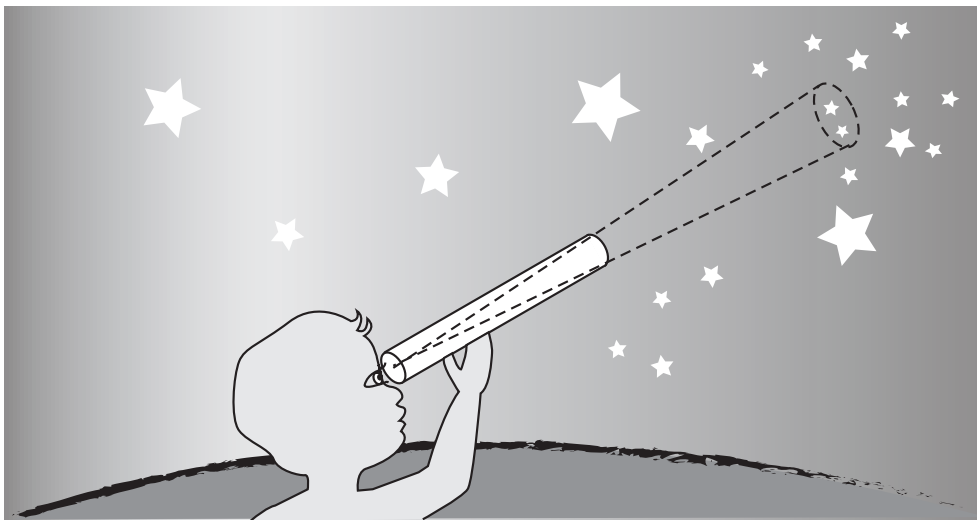


Bild 1. Metoden i Stjärnförsöket 2019. Ett rör hålls i 9 olika riktningar på himlen och observatören räknar antalet stjärnor i varje riktning. Resultaten och väderförhållandena rapporteras sedan in i en app för mobil och läsplatta. Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

¹ ForskarFredags massexperiment är en del av vetenskapsfestivalen ForskarFredag som uppmärksammas i hela Sverige den sista fredagen och lördagen i september varje år. ForskarFredag är en del av European Researchers' Night, ett initiativ av EU-kommissionen som uppmärksammas i över 340 städer runtom i Europa. ForskarFredag skapar mötesplatser mellan forskare och allmänhet, visar hur roligt, spännande och vardagsnära forskning kan vara och att forskare är helt vanliga människor med ovanligt spännande jobb. ForskarFredag och ForskarFredags massexperiment samordnas av föreningen Vetenskap & Allmänhet.

Enkelheten i metoden gör att alla kan hjälpa till att göra lokala mätningar där de befinner sig - på skolgården, på balkongen, i trädgården eller i parken. Vi mäter helt enkelt de ljusföroreningar som människor upplever i sin vardag. Den här enkla metoden kan vara avgörande för att bekämpa de växande problemen med ljusföroreningar. Det här är första gången ljusföroreningar mäts på det här sättet i stor skala. Ni är alltså med i ett unikt forskningsprojekt!

Ljusföroreningar

Ljus - ett miljöproblem

Miljöproblem har uppmärksammats i stor skala sedan 60-talet. Avgasutsläpp, användning av DDT och PCB, försurning och förtunning av ozonskiktet är exempel på miljöförstöring som har uppmärksammats globalt och där mänskligheten tagit ett ansvar och gjort förändringar i samhället. Det många kanske inte vet är att en av de snabbast växande miljöproblemen idag är den förändring som elektriskt ljus orsakar.



Bild 2. Satellitbild över ljus från större städer och tätbefolkade områden i Europa. *Illustration: Craig Mayhew and Robert Simmon from data provided by Christopher Elvidge of the NOAA National Geophysical Data Center. Public domain, via Wikimedia Commons.*

Ljus som är skapat av människan har varit en förutsättning för det moderna samhället. Ljuset har gett oss trygghet, säkerhet och utveckling. Men det elektriska ljuset har också förändrat miljön på stora delar av vår jord.

I dag bor 55 procent av världens befolkning i urbana² miljöer³ med gatubelysning, köpcentrum, skyltar, bilar och annat ljus som skapar en onaturligt upplyst nattmiljö och gör att vi kan se allt färre stjärnor på natthimlen.

De senaste åren har det även skett en revolution inom belysning genom införandet av LED-lampor, se **bild 3**. LED-lampan har den fantastiska egenskapen att den kräver mindre energi för att lysa lika starkt som en traditionell glödlampa. Detta innebär att vi använder mindre energi, men innebär ingen minskning i hur mycket ljus vi skapar. Snarare tvärtom. Vetenskapliga studier visar att upplysningen av jordens yta ökar i både utbredning och intensitet. Mellan 2012 och 2016 ökade den upplysta delen av jordytan med 2,2 procent per år, och de redan upplysta områdena blev i genomsnitt 2,2 procent ljusstarkare⁴.

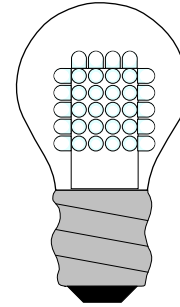


Bild 3. En LED-lampa är en lampa gjord med en eller flera lysdioder monterade i en standardsockel för att kunna ersätta vanliga glödlampor.
Illustration: Pixabay

Under de senaste decennierna har det kunskapen ökat om hur användningen av ljus påverkar organismers biologi, med oanade och oroande effekter på ekosystem, biologisk mångfald och människors hälsa. Problemen med artificiellt ljus skapat av människan kallas i folkmun för **ljusföroreningar**.

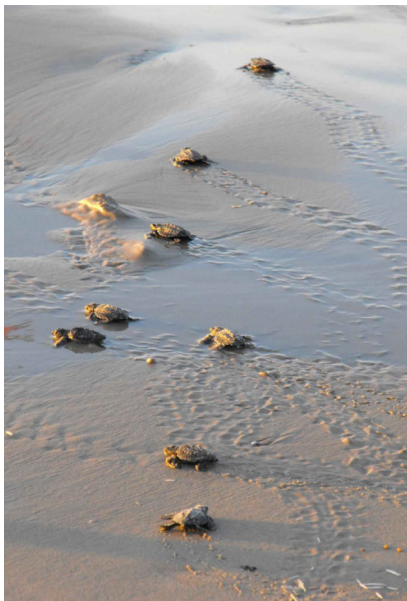


Bild 4. Nykläckta havssköldpaddor tar sig fram mot havet. Foto: U.S. Fish and Wildlife Service, Public domain, Wikimedia Commons

Ljusföroreningar och djur

Ljusföroreningar påverkar djur och växter på en mängd olika sätt. Konstgjord belysning påverkar djurs biologiska klocka, dygnsrytm, orienteringsförmåga och beteende, men påverkar även interaktioner mellan arter, till exempel rovdjur och dess byten. Exempel på hur ljusföroreningar påverkar djurens biologi är många och spänner över en mängd arter, från fåglar, grodor, reptiler, insekter och kräftdjur, till fiskar, fladdermöss och stora rovdjur.

Ett exempel på hur det ljus vi människor skapar kan ställa till det för djur hittar vi bland havssköldpaddor, se **bild 4**. Hos många arter av havssköldpaddor lägger honan sina ägg på stränder, nedgrävda i sanden. Honorna återvänder till samma strand de själva kläcktes på efter årtionden ute till havs. De nykläckta ungarna måste

² Storstäder

³ Se: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

⁴ Kyba, C. C. M. et al. (2017). Artificially lit surface of earth at night increasing in radiance and extent. Science Advances 3, 1-8.

själva ta sig ner i vattnet. Det gör de på natten, när havet normalt är det enda som är ljust när stjärnorna och månen reflekteras i vattenytan. De styr bort från mörkret och skuggorna på land. Men sedan människan bosatte sig vid havsbandet är inte havet den ljusaste delen av horisonten. Hus, gatlyktor och bilar skapar ljus och de nykläckta ungarna istället söker sig ännu längre upp mot land, mot bebyggelsen, istället för att krypa ner i vattnet.

Något som är lättare att relatera till för oss i Norden är hur nattaktiva flygande insekter ofta dras till ljuskällor som lampor och gatlyktor. De flygande insekterna navigerar vanligtvis efter månen, stjärnorna och den ljusa horisonten som riktmärke. En gatlampan distraherar insekterna som börjar cirkulera runt lampan istället för att söka efter mat eller en partner. Om ljuskällan är varm kan även insekten skadas eller dö och den blir även mer synlig för rovdjur.

Fladdermöss är ett annat exempel, se **bild 5**. De är aktiva under dygnets mörka timmar och väljer sina boplatser med omsorg för att undvika ljus. Studier visar att byggnader upplysta med fasadbelysning kan ha förödande konsekvenser för fladdermöss. De sitter under dagen gömda under fasaden och taket och väntar på att det ska bli mörkt så att de kan ge sig ut och jaga. När man lyser upp byggnader med fasadljus blir det aldrig mörkt och fladdermössen ger sig aldrig ut på jakt, vilket gör att de dör av svält. Men fladdermöss kan också dra nytta av ljusföroreningar. Flygande insekter kan ofta ses cirkulera runt lampor på natten, de utgör ett dukat bord för fladdermössen.



Bild 5. Större brunfladdermus
Foto: Mnolf CC BY-SA 3.0
(creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/, Wikimedia Commons)

Ljusföroreningar och människokroppen

Forskare har i många år studerat hur den upplysta natten påverkar djurs beteende och ekologi, men vi vet mindre om hur artificiellt ljus nattetid påverkar oss människor. På senare år har forskarna börjat uppmärksamma även detta och vi vet nu mer och mer vilka risker ljusföroreningar utgör för vår hälsa.

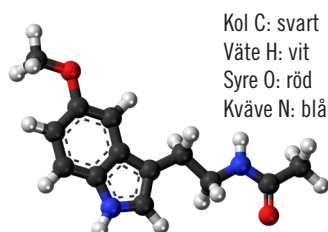


Bild 6. Molekylmodell av Melatonin. Ett hormon som styr dygnsrytmen hos djur.

Likt de flesta biologiska varelser på jorden har människan en dygnsrytm, eller *cirkadiansk rytm*, som fungerar som en inneboende biologiska klocka och delar upp dygnet i vila och aktivitet. Den här rytmen styr även produktionen av ett av kroppens viktigaste hormon, melatonin, som produceras under de mörka delarna av dygnet och gör oss trötta. Melatonin, se **bild 6**, styr i sin tur många processer i våra kroppar, till exempel i ämnesomsättningen, hur vi äter och balansen mellan vila och aktivitet. Den inre klockan

synkroniseras av ljus, för att se till att kroppen är i samma fas som omgivningen. Om vi utsätts för mycket ljus dygnet runt riskerar vi att ställa till det för flera viktiga funktioner i kroppen.

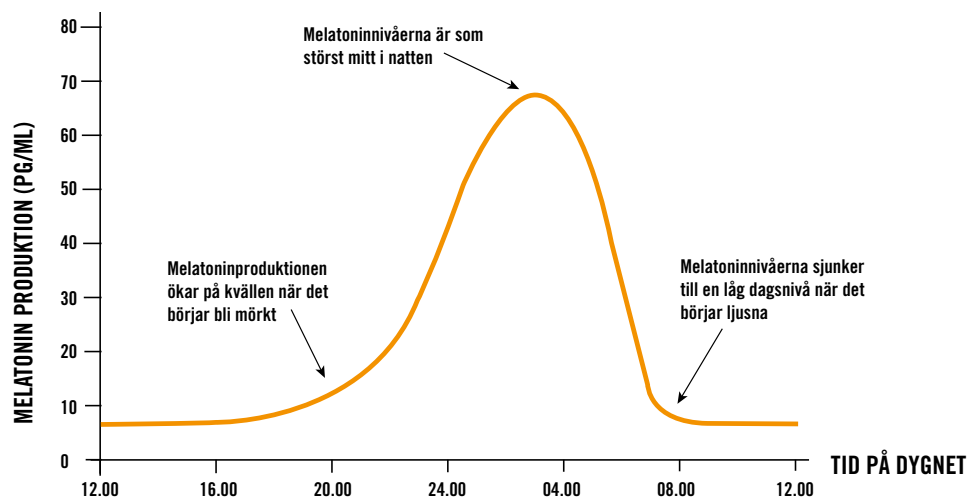


Bild 7. Graf över Melatoninproduktionen under ett dygn.

Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Om man utsätts för mycket ljus under dygnets mörka tider kan det sätta vår inre biologiska klocka ur spel och påverka vår melatoninproduktion, se **bild 7**. Melatonin har en avgörande roll som antioxidant⁵ och har en positiv inverkan på immunförsvaret. Även om forskarna ännu inte till fullo förstår de medicinska effekterna ljusföroreningar har på oss människor finns det starka vetenskapliga stöd för ett samband mellan ljusföroreningar och cancer⁶. Detta kan vara en följd av en minskad melatoninproduktion.

Ljusföroreningar och stadsplanering

För att minska de skadliga effekterna av ljusföroreningar och dess påverkan på miljön behöver vi ta hänsyn till detta vid planering och byggande av våra städer. Det krävs kunskap om hur stora problemen är och hur stadens och vägnätets belysning kan anpassas utan att ge avkall på de goda effekterna av belysning. Ljus kan ju också skapa trygghet för människor i staden och minska risken för till exempel brott eller trafikolyckor.

En lösning är att begränsa ljuskällan så att man bara lyser upp det som behöver lysas upp, så att ljuset inte riktas upp mot himlen, se **bild 8**.



Bild 8. Gatulampa som lyser uppåt mot himlen och närliggande träd. Foto: Lamiot, CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), Wikimedia Commons

⁵ Antioxidanter är kemiska föreningar som motverkar oxidering. Oxidering innebär att en eller flera elektroner förflyttas från en atom, molekyl eller jon till en annan.

⁶ Chepesiuk, R. (2009). Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117, A20-A2

Ljuset kanske inte heller behöver vara tätt hela dygnet. Vegetation, träd och buskar i stadsmiljön bör planteras i områden utan belysning, för att skydda de djur som dras till växtlighet.

Man kan även minska effekterna av ljusföroreningar genom att välja ljuskällor som är mest skonsamma för omgivningen. Olika ljuskällor avger olika typer av ljus, de har helt enkelt olika färger. Djuren kan i sin tur vara olika känsliga för olika färger, eller attraheras av olika färger. Genom att då välja ljuskällor vars färg har minst påverkan på djur som finns i området kan vara ett sätt att minska effekterna av ljusföroreningar. Det krävs mycket mer kunskap om hur olika djur påverkas av olika sorters ljus, vilket kräver mer forskning i framtiden.

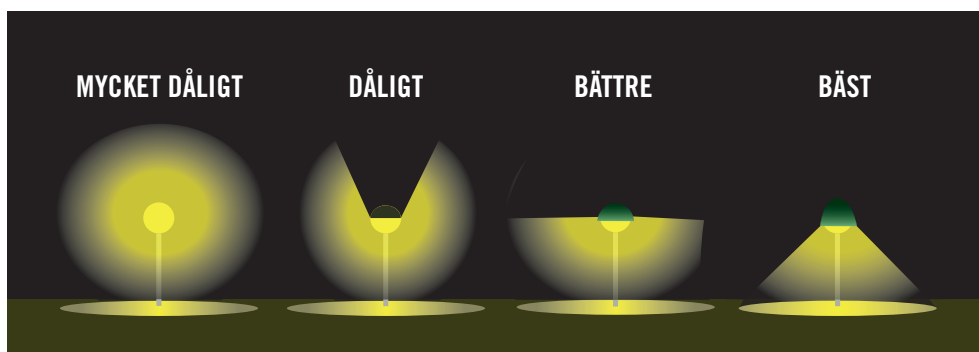


Bild 9. Exempel olika sorters gatubelysning och effekten på ljusföroreningar.

Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Det som är viktigast är att vi fortfarande vet relativt lite om vilka effekter ljusföroreningar har på oss och vår omgivning. Av den anledningen är den viktigaste åtgärden att användningen av belysning begränsas, tills vi vet mer. Detta kallas ibland för försiktighetsprincipen, att handla, planera och agera på ett sådant sätt att risker undviks.

Ljusföroreningar, människan och rymden

Ljusföroreningar påverkar starkt våra möjligheter att studera universum mer i detalj. Astronomer världen över är beroende av mörka himlar och sådana börjar det blir väldigt ont om. Det finns många äldre observatorium⁷ i städer som inte längre går att använda eftersom himlen blivit för ljus. Idag bygger man nya teleskop, på platser där ljusföroreningarna inte är så påtagliga. Dessa platser blir färre och färre när städer och byar växer och moderniseras med allt mer belysning.

Ny teknik är inte heller alltid bra. Övergången till LED-belysning kan tyckas vara en god idé, den kräver inte lika mycket energi som äldre ljuskällor för att få en bra belysning. För astronomer får detta däremot negativa konsekvenser. Dagens LED-lampor lyser med i stort sett alla färger. Det gör att studier av stjärnor och andra himlakroppar blir mycket svåra att göra då stjärnljuset och ljusföroreningarna blandas med varandra.

⁷ En anläggning där vetenskapliga observationer av rymden görs, ofta genom att studera natthimlen genom teleskop.

Tidigare, när den dominerande ljuskällan var gatubelysning med natriumlampor, som nästan bara lyser med gult ljus, se **bild 10**⁸, kunde astronomerna sätta filter på sina teleskop som tog bort det störande ljuset. Idag, med LED-lampor som lyser i alla färger, kan vi inte längre tillämpa denna teknik, vilket försvårar eller omöjliggör noggranna observationer av objekt på stjärnhimlen. På grund av att LED-lamporna ger ifrån sig ljus av alla färger orsakar dessa mer än 3-8 gånger så mycket ljusföroreningar som olika typer av natriumlampor gör⁹.

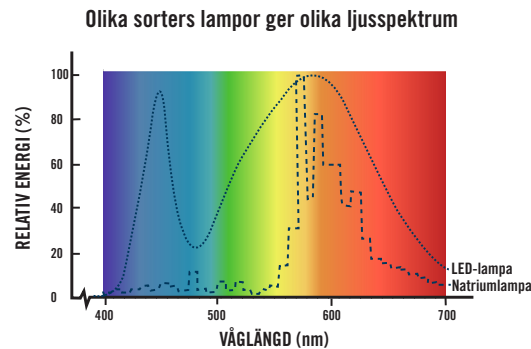


Bild 10. Grafen visar vilka ljus som två olika typer av lampor avger. *Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)*

Hur kommer det sig då att ljuset från lampor överhuvudtaget sprids i atmosfären och gör den ljus? Det finns flera olika mekanismer som bidrar till detta. *Airglow*, där luften på hög höjd kan lysa svagt grönt. Detta är en följd av kemiska reaktioner mellan syre och kväve, som av olika anledningar har blivit joniserade. När dessa atomer rekombinerar¹⁰ och reagerar med varandra kan ljus sändas ut - airglow! Man ser det ibland på bilder tagna med lång slutartid eller på bilder tagna av astronauter på till exempel International Space Station - ISS, se **bild 11**.

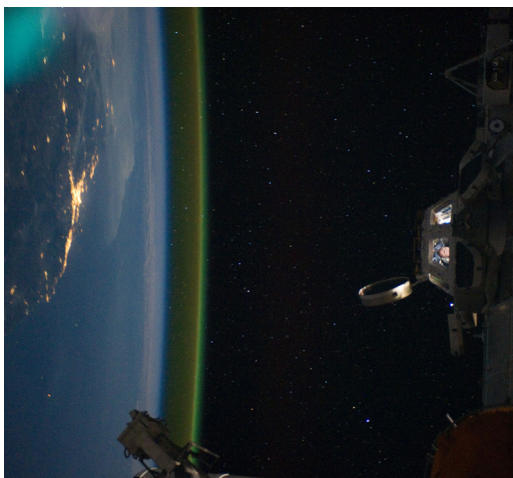


Bild 11. På denna bild syns tydligt fenomenet Airglow som det gröna området ovanför Jordens rand. *Foto: NASA [Public domain], Wikimedia Commons*

Ljus kan också studsas på luftens molekyler och partiklar. Detta är en helt naturlig process (vi ser det tydligt när det är dimmigt) men med ökande mängd föroreningar (sot, avgaser från bilar, med mera) i luften blir effekten mycket större. Ljusets färg samt partiklarnas storlek har betydelse, samt ögats förmåga att se färger i svag belysning. Med en ökande mängd partiklar i atmosfären, tillsammans med mer ljus i alla färger (LED-lampor), blir hela himlen betydligt ljusare nu än den var förr i tiden.

Det finns olika studier som visar på att himlen blivit allt ljusare. Dessa visade att mellan 1976 och 1990 ökade ljusstyrkan på himlen med vad astronomer

- 8 Pawson, S. M. & Bader, M. K.-F. (2014). LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. *Ecological Applications* 24, 1561-1568
- 9 Se: Luginbuhl, C. B. et al. (2014). The impact of light source spectral power distribution on sky glow. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 139, 21-26.
- 10 Rekombinera betyder att atomen fångar in en eller flera elektroner och blir neutral, eller "hel" igen.

säger ca 0.5 magnituder¹¹, vilket gör att man 1988 såg mycket färre ljussvaga stjärnor på himlen än ca 10 år tidigare¹². Senare studier visar på att denna trend håller i sig och har dessutom blivit allvarigare¹³.

Att himlen blir ljusare får direkta konsekvenser inte bara för astronomer som vill studera himlen, utan också för "vanligt folk". När vi inte kan se stjärnorna längre, hur påverkas då vår syn på vår plats i universum? Många människor på vår planet tillbringar hela sitt liv i städer som är så ljusförorenade att de aldrig ser stjärnhimlen! Människan har genom årmiljonerna varit starkt beroende av stjärnhimlen för att hålla koll på tideräkning, årstidsväxlingar, sådd, skörd, jakt, med mera. Om vi inte längre kan se stjärnhimlen riskerar denna kunskap att så sakta försvinna.

Varför är det då viktigt att studera universum? Människan är av naturen nyfiken. Det är den egenskapen som tagit oss fram till där vi är idag. I vår strävan att veta mer har vi utvecklat teknik och kunnande som tagit oss ut i rymden och gett oss teknik som gör vår vardag enklare till exempel satelliter, GPS-mottagare (Global Positioning System) som de flesta har i sin mobiltelefon och mycket mer.

Dessutom har många människor existentiella frågor som berör universum. Är vi ensamma eller finns det liv på andra planeter? Utforskningen av rymden har givit, och kommer att fortsätta att ge oss, svar på många frågor, samtidigt som nya frågor dykt upp längs vägen. Vi utvecklar hela tiden ny teknik för att lära oss mer.



Bild 12. Stjärnbilden Orion avbildad mot en mörk himmel respektive en stadshimmel i en tätort med 500 000 invånare. Jeremy Stanley [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], Wikimedia Commons

¹¹ Magnitud är ett mått på ljusstyrkan av en stjärna eller annat astronomiskt objekt.

¹² Lockwood et al. 1990; Uggren 1991

¹³ Cinzano, P. & Falchi, F. (2014). Quantifying light pollution. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 139, 13-20..

GÖR SÅ HÄR!

Material

Metoden bygger alltså på att uppskatta antalet stjärnor som man kan se där man befinner sig. Det material som behövs är:

- Ett enkelt **pappersrör**, typ det som hushållspapper är upprullat på eller liknande med ungefär samma storlek. Det är viktigt att veta är **längd** (L) och **diameter** (D) på röret, **se bild 13**.
- **Kompass** i mobilen eller en klassisk analog kompass.
- **Internetanslutning** och en dator eller **appen Stjärnförsöket** som finns för både mobil och läsplatta. Se häftet **praktiska instruktioner** som laddas ner på forskarfredag.se/stjarnforsoket/instruktioner.
- **Gradskiva**, **tråd** och **vikt** (t.ex. en mutter).
- **Information** om vilken tid solen går ner där du befinner dig. Det finns både appar och webbsidor med information om detta (t.ex. appen **Solen - Upp- och nedgång**). Gör dina observationer minst en timme efter solnedgången, gärna senare på kvällen.

Genomförande

Innan observationen

- Mät rörets diameter och längd (*i mm, jättenoga!*), **se bild 13**. Detta ska skrivas in när du rapporterar, se häftet **praktiska instruktioner**.
- Gör din gradskiva enligt mallen på nästa uppslag och fäst den på röret, **se bild 14**.
- Lär dig att använda kompassen för att hitta väderstrecken, **se bild 15**.
- Ladda eventuellt ner appen Stjärnsöket för att se hur den fungerar. Se häftet **Appmanual**.
- Om du inte använder Stjärnförsöket-appen behöver du ta reda på exakt position eller adress för platsen du gör din observation på. Du kan t.ex. använda kartfunktionen i en mobiltelefon, om du där markerar din plats och skrollar ner så ser du adress och gps-position (*detta görs automatiskt om du använder appen*).
- Gå igenom alla instruktioner och testa i dagsljus innan du går ut på kvällen.



Bild 13. Mät rörets diameter och längd NOGA.

Montera röret

1. Limma fast en pappersgradskiva, *se mall på kommande sidor*, på en bit kartong och klipp ut.
2. Fäst gradskivan längst fram på ditt pappersrör med tejp. Längs kanten, inte in på pappersröret.
3. Dra sedan ett snöre genom hålet du gjort genom den svarta pricken och knyt fast en tyngd, förslagsvis en mutter.

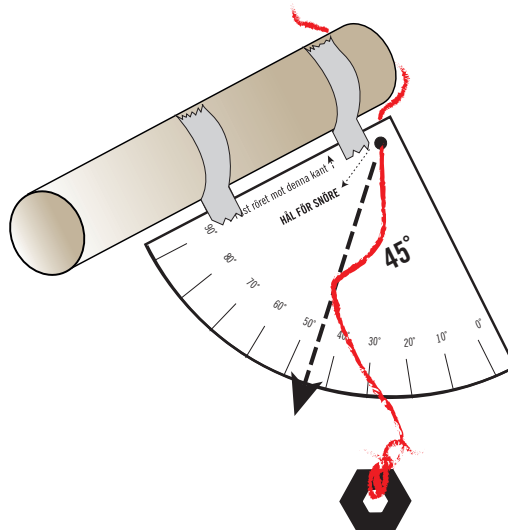
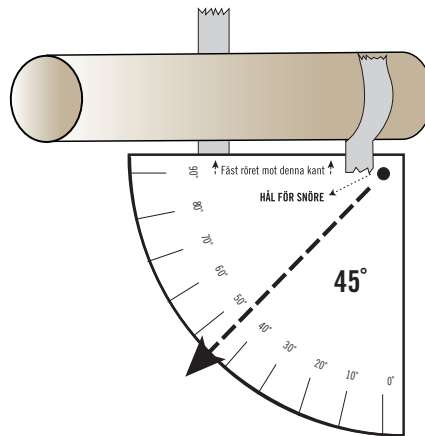
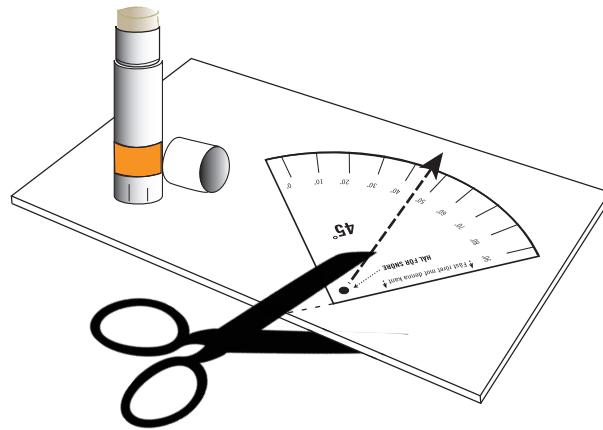
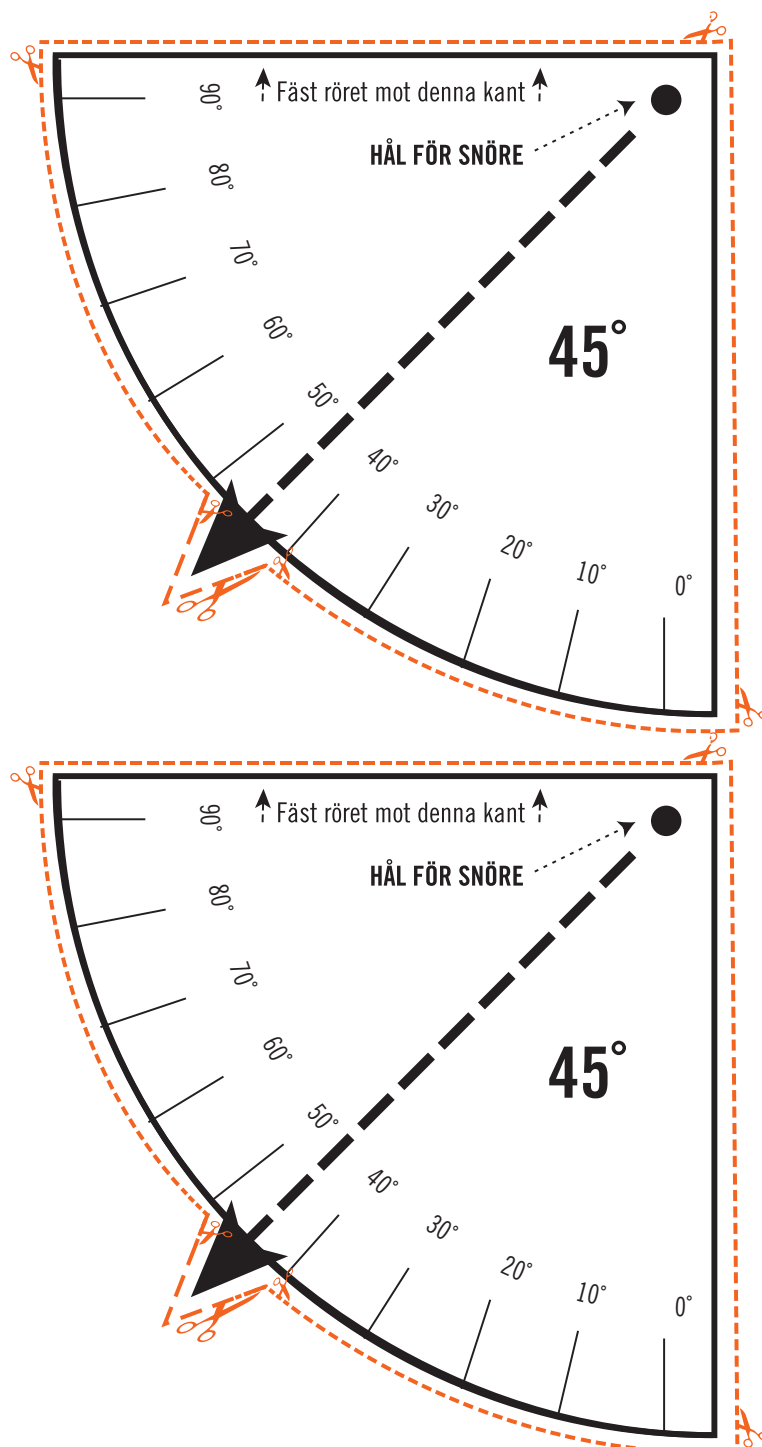


Bild 14. Montering av gradskiva på rör.

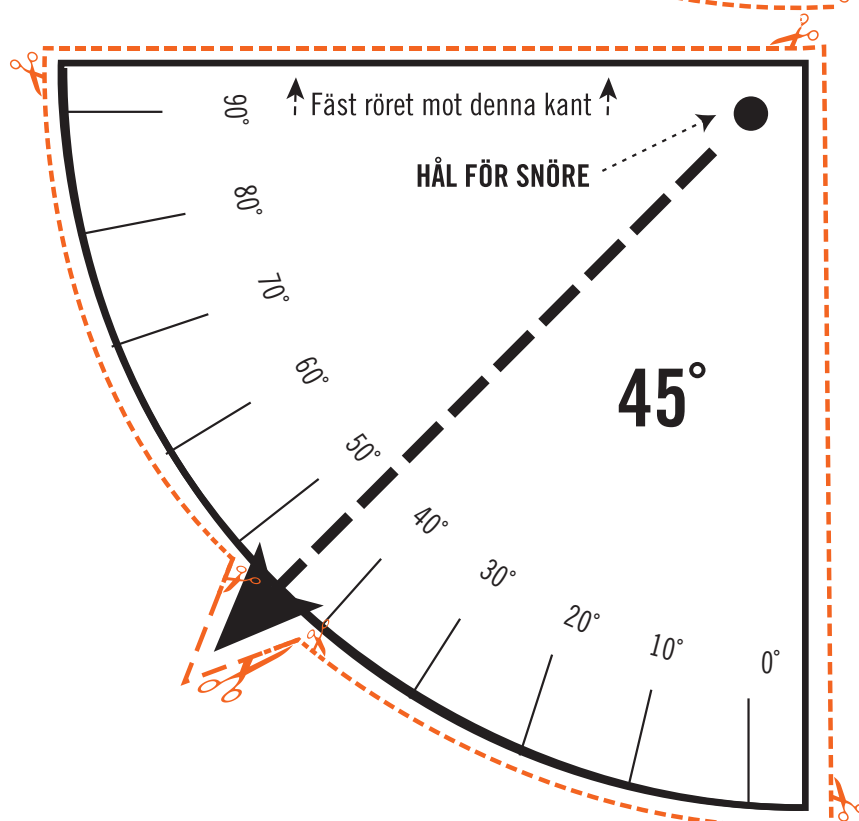
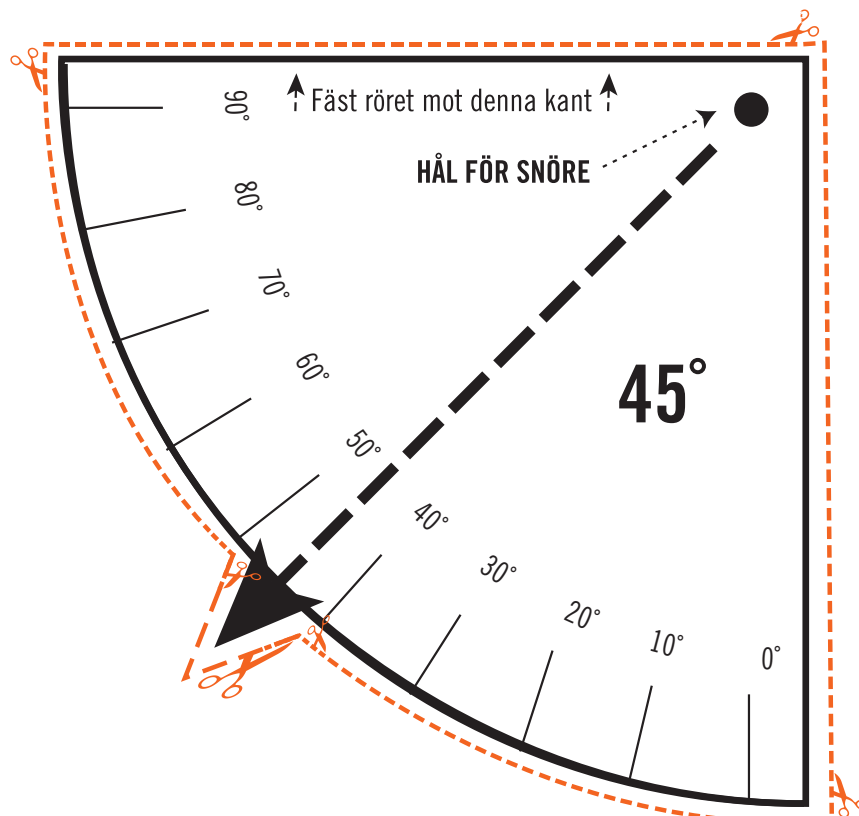
Mall för gradskiva

Beronde på rörstorlek finns gradskivemallarna i två storlekar.

Gradskiva – liten



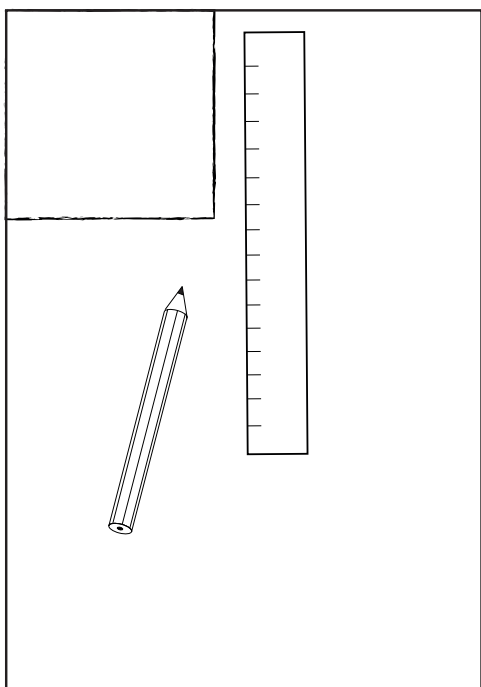
Gradskiva – stor



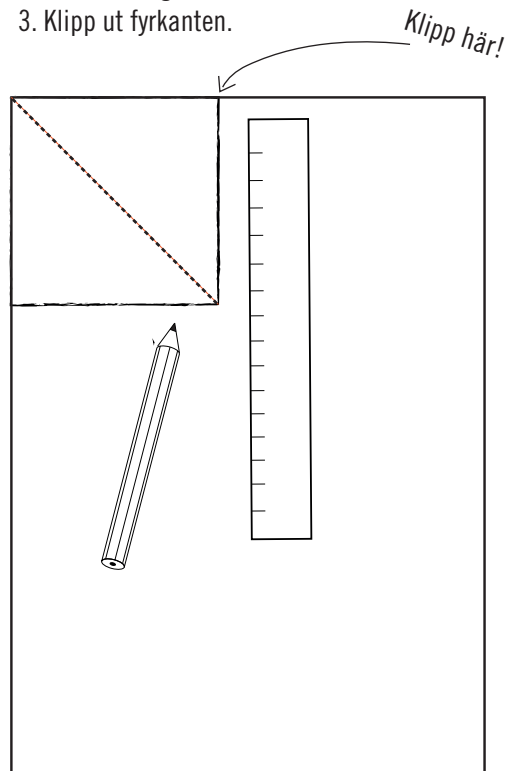
Gör en gradskiva utan skrivare

Om du inte har tillgång till en skrivare så kan du göra en 45-gradig skiva själv. Följ stegen nedan.

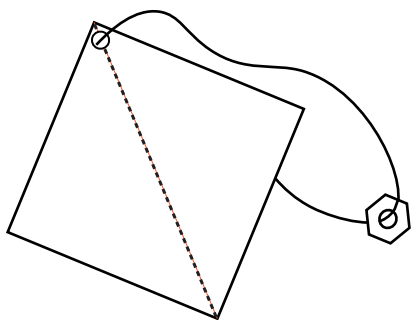
1. Rita en fyrkant där alla sidor är lika långa och alla vinklar är 90 grader.



2. Rita ett diagonalt streck.
3. Klipp ut fyrkanten.

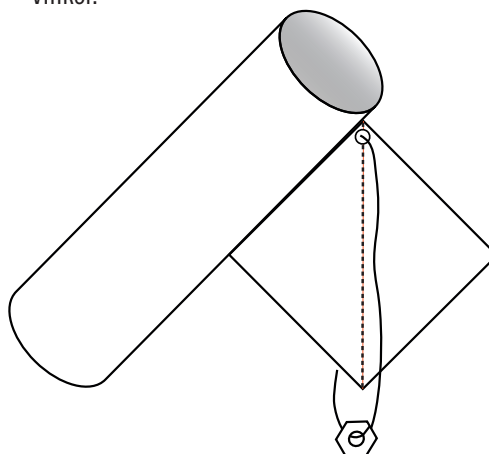


4. Fäst tråden på det diagonala strecket i ena hörnet.



5. Fäst skivan med tråd på röret.

När snöret hänger rakt längsmed det diagonala strecket så tittar du i 45 graders vinkel.



På plats

Börja dina observationer när det blivit tillräckligt mörkt, **minst en timme efter solnedgången**, gärna senare.

- Gå ut och **vänta i ca 10 minuter** utan att titta mot någon ljuskälla. Titta istället på himlen och låt ögonen vänja sig vid mörker.
- Tag röret och rikta det mot himlen i 45° lutning rakt mot Norr (**N**).
- Använd en kompass för att hitta rätt väderstreck, se **bild 15**.
- Använd gradskivan för att hitta rätt vinkel, se **bild 14**. Försök vara så noggrann som möjligt.
- Håll röret stilla mot ögat och räkna antalet stjärnor du ser genom röret. Notera antalet i **tabell 1** eller direkt i appen. Se häftet **Appmanual**.
- Vrid dig mot Nordost (**NO**) och upprepa observationen.
- Fortsätt med observationer mot Öst (**Ö**), Sydost (**SO**), Söder (**S**), Sydväst (**SV**), Väst (**V**) och Nordväst (**NV**).
- Avsluta med att rikta röret **rakt upp** i zenit och observera antalet stjärnor där också. (Då skall tråden med tyngden hänga på 90°, d.v.s. rakt ner)
- Totalt ger detta alltså nio värden på det antal stjärnor man kan se från sin position.
- Om du inte kan se himlen åt något håll (*på grund av att ett hus, en vägg, eller att ett träd är i vägen*) lämna helt enkelt rutan tom. Gör en anteckning varför vissa väderstreck i din observation är tomma, längst ner i kommentarsfältet på din observation när du rapporterar.
- Skriv **noll (0)**, om du kan se himlen men inga stjärnor på den. **Noll är också ett resultat - inte ett misslyckande!**
- Fyll i vädret, månfasen och rörets diameter och längd samt datum och tid för observationen direkt i appen eller i **tabell 2**. Se häftet **praktiska instruktioner** och häftet **Appmanual**.

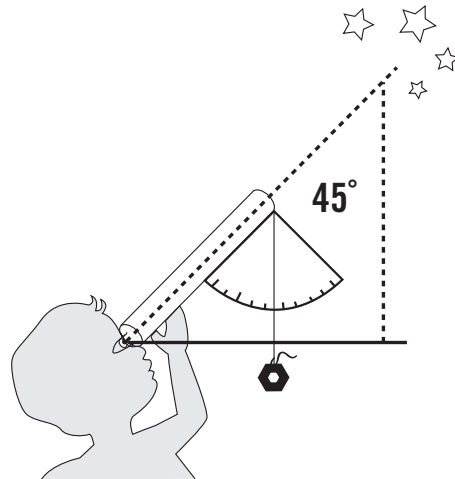


Bild 14. Så här använder du gradskivan och röret. Observera att tråden skall hänga ner vid 45°. *Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)*

Rapportering

Rapportera direkt i appen Stjärnförsöket eller använd pappersformuläret, se **tabell 1 och 2** nedan för att rapportera in senare via Stjärnförsökets rapporteringssida via din dator. För detaljer se häftet **Appmanual**.

När ni rapporterar in era data fås direkt feedback i form av en uträkning kring dels hur stor ljusföroreningen är där man befinner sig, dels antalet stjärnor man kan se totalt sett över hela himlavalvet på just den platsen. Du ser detta när du går in på din observation i efterhand. Man kan även gå in på och se resultatet av andra personers observationer på en karta, se **Appmanual**.

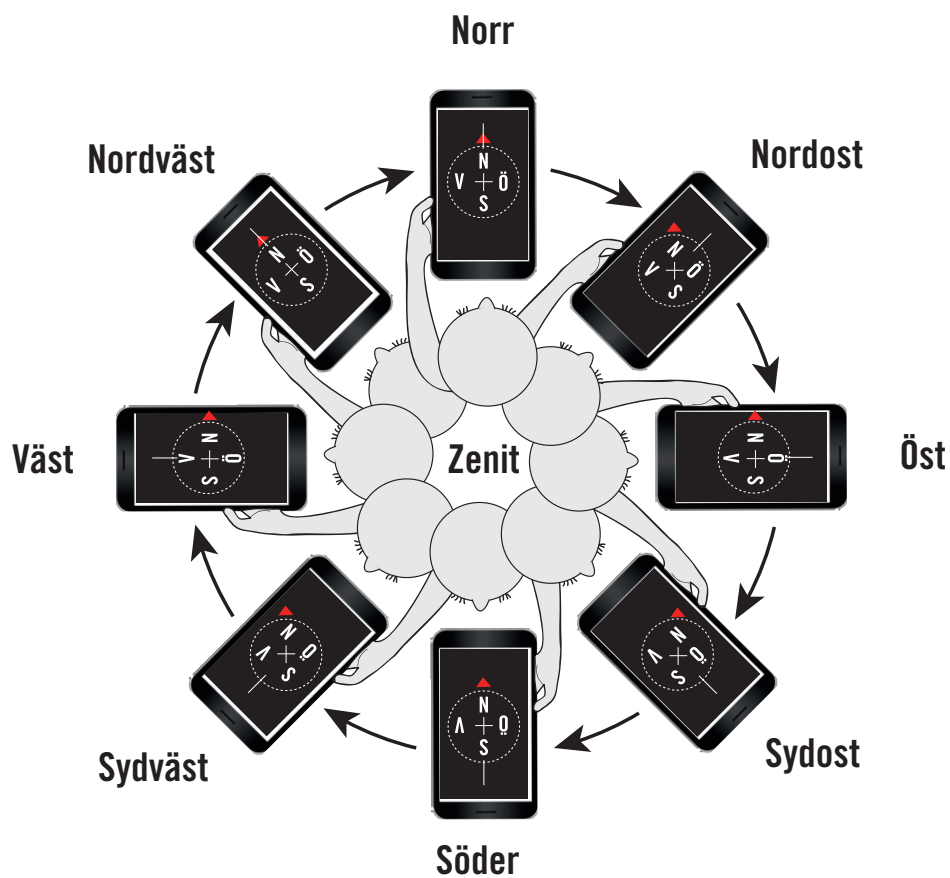


Bild 15. Så här använder du en kompass i Stjärnförsöket. Vrid dig åtta gånger och sedan rakt upp i zenit.
 Illustration: Lotta Tomasson/VA CC BY-NC 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Tabell 1.

Riktning	Antal stjärnor
Norr (N)	
Nordost (NÖ)	
Öst (Ö)	
Sydost (SÖ)	
Söder (S)	
Sydväst (SV)	
Väst (V)	
Nordväst (NV)	
ZENIT - rakt upp	

Tabell 2.

Berätta för oss om du ser moln! (Sätt kryss i rutan)

Ja, himlen är molnig	Nej, det är klar himmel
----------------------	-------------------------

Om du kan, försök avgöra hur stor del av himlen som är täckt av moln:

(Sätt kryss i rutan)

0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%

Kan du se månen? (Sätt kryss i rutan)

Ja	Nej
----	-----

Om ja, hur ser månen ut? (Sätt kryss i rutan)

							
NYMÅNE	1/4	HALVMÅNE	3/4	FULLMÅNE	3/4	HALVMÅNE	1/4

Berätta mer om röret du använder för observationen! Vilka mått har ditt rör?

Diametern (D) av ditt rör i millimeter (mm):	
Längden (L) av ditt rör i millimeter (mm):	

Datum och tid:

Tabellerna finns som formulär för utskrift på webben:

forskarfredag.se/stjarnforsoket/instruktioner

Att tänka på

Optimalt är att göra övningen då det är nymåne och alltså inget naturligt störande ljus.

Om en grupp gör detta experiment är det lämpligt att alla gruppmedlemmar/elever gör observationer och rapporterar individuellt, men de får gärna hjälpa varandra, det kan vara svårt att själv se om röret hålls i rätt vinkel. Alla kan använda samma konto och inlogg, se häftet **Appmanual**.

KOPPLING TILL SKOLANS LÄROPLAN

Massexperimentet Stjärnförsoket knyter väl an till läroplanen i flera ämnen. Nedan följer några exempel hämtade från kursplanerna i biologi och fysik för respektive årskurser. Stjärnförsoket kan såklart även hjälpa till att uppfylla målen i andra ämnen i läroplanerna. Punkterna återfinns under avsnittet centralt innehåll i respektive kursplan.

Biologi

Årskurs 1–3

Året runt i naturen

- Jordens, solens och månens rörelser i förhållande till varandra. Månens olika faser. Stjärnbilder och stjärnhimlens utseende vid olika tider på året.
- Årstidsväxlingar i naturen och hur man känner igen årstider. Djurs och växters livscyklar och anpassningar till olika årstider.

Metoder och arbetssätt

- Enkla fältstudier och observationer i närmiljön.
- Enkla naturvetenskapliga undersökningar.
- Dokumentation av naturvetenskapliga undersökningar med text, bild och andra uttrycksformer, såväl med som utan digitala verktyg.

Årskurs 4–6

Natur och samhälle

- Människans beroende av och påverkan på naturen och vad detta innebär för en hållbar utveckling. Ekosystemtjänster, till exempel nedbrytning, pollinering och rening av vatten och luft.
- Ekosystem i närmiljön, samband mellan olika organismer och namn på vanligt förekommande arter. Samband mellan organismer och den icke levande miljön.
- Naturen som resurs för rekreation och upplevelser och vilket ansvar vi har när vi nyttjar den.

Biologins metoder och arbetssätt

- Enkla fältstudier och experiment. Planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av enkla undersökningar med tabeller, bilder och enkla skriftliga rapporter, såväl med som utan digitala verktyg.

Årskurs 7–9

Natur och samhälle

- Människans påverkan på naturen lokalt och globalt. Möjligheter att som konsument och samhällsmedborgare bidra till en hållbar utveckling.
- Aktuella samhällsfrågor som rör biologi.

Kropp och hälsa

- Hur den fysiska och psykiska hälsan påverkas av sömn.

Biologins metoder och arbetssätt

- Fältstudier, experiment och hur simuleringar kan användas som stöd vid modellering. Formulering av enkla frågeställningar, planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av undersökningar med tabeller, diagram, bilder och skriftliga rapporter, såväl med som utan digitala verktyg.

Fysik

Årskurs 1-3

Metoder och arbetssätt

- Enkla fältstudier och observationer i närmiljön.

Årskurs 4-6

Fysiken och vardagslivet

- Ljusets utbredning från vanliga ljuskällor och hur detta kan förklara ljusområdets och skuggors form och storlek samt hur ljus uppfattas av ögat.

Fysiken och världsbilden

- Solsystemets himlakroppar och deras rörelser i förhållande till varandra. Hur dag, natt, månader, år och årstider kan förklaras.
- Människan i rymden och användningen av satelliter.

Fysikens metoder och arbetssätt

- Enkla systematiska undersökningar. Planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av enkla undersökningar med tabeller, bilder och enkla skriftliga rapporter såväl med som utan digitala verktyg.

Årskurs 7–9

Fysiken i naturen och samhället

- Elproduktion, eldistribution och elanvändning i samhället.
- Försörjning och användning av energi historiskt och i nutid samt tänkbara möjligheter och begränsningar i framtiden.
- Aktuella samhällsfrågor som rör fysik.

Fysiken och vardagslivet

- Ljusets utbredning, reflektion och brytning i vardagliga sammanhang. Förklaringsmodeller för hur ögat uppfattar färg.

Fysikens metoder och arbetssätt

- Systematiska undersökningar och hur simuleringar kan användas som stöd vid modellering. Formulering av enkla frågeställningar, planering, utförande och utvärdering.
- Dokumentation av undersökningar med tabeller, diagram, bilder och skriftliga rapporter, såväl med som utan digitala verktyg.

MER INFORMATION

Vetenskaplig litteratur:

Chepesiuk, R. (2009). Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117, A20-A27.

Gaston, K. J. et al. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological reviews*, 88, 912-927.

Kyba, C. C. M. et al. (2017). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Science Advances* 3, 1-8.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2, 191-198.

Populärvetenskaplig litteratur och rapporter:

Calluna (2011). Vägbelysningens påverkan på djur och växter samt rekommendationer för val av ljus. (Länk)

Eklöf, J. & Rydell, J. (2018). Det dödliga ljuset. *Forskning & Framsteg* 8, 26-33.

Andra webbresurser om ljusföroreningar:

www.darksky.org

www.globeatnight.org

www.darkskiesawareness.org

www.lightpollutionmap.info



FORSKAR FREDAG²⁰¹⁹

STJÄRNFÖRSÖKET

LYCKA TILL!



FORSKARFREDAG
— En del av European Researchers' Night —

Stort tack för din medverkan!

www.forskarfredag.se/stjarnforsoket