

MÖRKRET & MÄNNISKAN

JONAS ENANDER

Mörkret & människan

OM SVARTA HÅL OCH VÅR PLATS PÅ JORDEN

ALBERT BONNIERS FÖRLAG

Till Katinka

All översättning är gjord av författaren
om inget annat anges i noterna.



www.albertbonniersforlag.se

ISBN 978-91-0-080126-7

COPYRIGHT © Jonas Enander, 2024

OMSLAG Eva Wilsson

TRYCKNING 1

TRYCK ScandBook, EU 2024

INNEHÅLL

Ringens av ljus vid mörkrets slut 9

DEL I: BLAND STJÄRNOR, KRIG OCH MÖRKER

1. Prästen som ville väga stjärnorna 19
2. Vintergatans mörka hjärta 34
3. Astronomen vid Dödens berg 54
4. Einstein och den blinda skalbaggen 71
5. Bortom händelsehorisonten 89

DEL II: SVARTA HÅL I RYMDENS DJUP

6. Stjärndöd och rumtidsvirvlar 107
7. En kosmisk symfoni 127
8. Skuggjägarna 146
9. Jättarnas ursprung 173

DEL III: SVARTA HÅL OCH VÅR PLATS PÅ JORDEN

10. Pöwehi och makten över marken 201
11. Hotet från havet 227
12. Svarta hål är våra fäder 245
13. Hawkings sista färd 263
14. Lever vi i ett svart hål? 287

Tack 309

Noter 312

Källor 339

PROLOG

RINGEN AV LJUS VID MÖRKRETS SLUT

Ljuset bländar dig.

Du lyfter dina händer, håller dem framför ögonen och låter delar av det sippra in mellan fingrarna. Du ser hur vita, blåa och röda stjärnor lyser intensivt i mörkret.

Du svävar i rymden. Här finns inget upp eller ned. Det finns ingenting du kan ta tag i med händerna eller ta spjörn mot med fötterna. Allt som finns runt dig är ett vittomfattande tomrum. Du flyter i det likt en droppe i havet.

Tjocka, vita handskar täcker dina händer. De är en del av din rymddräkt, ditt enda skydd mot det dödliga vakuum som omgärdar dig.

Du sänker händerna och kisar. I stjärnfältet framför dig ser du ett mörker. Där finns inga stjärnor. Därifrån kommer inget ljus. Där finns endast nattsvart tomhet: ett svart hål.

Ett svart hål är en plats i universum med så stark gravitation att inget ljus kan färdas därifrån. Därför är det svarta hålet mörkt. Men mörkret handlar inte bara om frånvaron av ljus – det är också en gräns för kunskap. Inga partiklar, ingen strålning och ingen information kan lämna det svarta hålet. Om du vill ta reda på vad som sker i mörkret måste du färdas rakt in i det.

Du inser att mörkret framför dig har vuxit. Du faller mot det. Det finns inget du kan göra för att hindra ditt fall. Du har

inget rymdskepp, inga raketer, inget sätt att ändra din bana.

Mörkret känns både hotfullt och lockande. Likt gamla tidens upptäcktsresande kommer du att utforska det okända. Du kommer att få se vad som händer vid en av universums allra märkligaste platser, en plats som ingen människa har besökt.

Men till skillnad från upptäcktsresande på jorden kommer du inte att kunna återvända hem och berätta för dina medmänniskor vad du har varit med om. När du väl har fallit in i det svarta hålet kan du aldrig återvända. Mörkret kommer att sluka dig för alltid.

”I rymden omfattar och slukar universum mig likt en punkt, i tanken omfattar jag universum.” Så sade en gång den franske 1600-talsfilosofen Blaise Pascal. Han föreställde sig att människan med sin tankeförmåga kan överblicka och förstå hur universum fungerar. Men det svarta hålets mörker är så slutet i sig självt att människans sinnen inte kan få en inblick i det. Hur ska då du och andra människor kunna förstå vad ett svart hål är?

Kanske kan en jämförelse hjälpa till. Föreställ dig att du flyter i en flod. Det är natt. Floden forsar mot ett vattenfall. Förskräckt inser du att du måste simma mot strömmen för att undvika det. Men ju närmare vattenfallet du befinner dig, desto snabbare forsar floden. Till slut rör den sig så hastigt att du inte klarar av att simma därifrån. Hur mycket du än anstränger dig kommer du ofrånkomligen att dras mot och störta ner för vattenfallet. Floden rör sig för snabbt och du simmar för långsamt.

Men anta att någon kan simma snabbare än du. Vid den punkt där du inte förmår att simma bort från vattenfallet skulle denna simmare klara av det. Fast bara till en viss gräns. På ett visst avstånd från vattenfallet kommer även denna person att dras med i flodens rörelse eftersom vattnet forsar för kraftigt.

Den högsta hastighet som en människa klarar av att simma bildar därför en gräns i floden. Bortom denna gräns kan ingen simma mot flodens riktning. Men själva gränsen är osynlig. Det finns ingenting i vattnet som indikerar var den går.

Föreställ dig nu att floden är så bred att du inte ser dess sidor. Den är även så djup att du inte kan se dess botten. Eftersom du simmar på natten kan du endast urskilja stjärnorna. Ersätt nu floden med själva rummet och den maximala simhastigheten med ljusets hastighet. Då befinner du dig i en situation som är lik ditt fall mot det svarta hålet. Istället för att svepas med av flodens vatten förs du vidare av rummets rörelse.

Om du hade haft ett rymdskepp skulle du kunna vända om och färdas bort från mörkret. Men precis som det är omöjligt att simma motströms i floden efter en viss punkt, finns det en gräns vid det svarta hålet där du inte kan vända tillbaka. Det spelar ingen roll hur kraftiga rymdskeppets raketer är. Till slut flödar rummet så snabbt mot mörkret att inte ens ljus kan färdas i motsatt riktning. Den gräns som ljus inte kan lämna definierar det svarta hålets yta. Den bär namnet händelsehorisonten, och är en yta spunnen av rum och tid.

Det kanske låter märkligt att rummet kan flöda som floden. Men för mer än hundra år sedan insåg Albert Einstein att det är möjligt. Han upptäckte att materia och energi kan förvrida rum och tid. Istället för att vara statiska arenor som våra liv utspelar sig på, deltar rum och tid aktivt i universums drama. Men mer om det senare. Just nu ligger allt fokus på mörkret framför dig.

Du faller mot en avgrund i rummet och tiden som besitter en enorm gravitationell styrka. Men att falla i rymden är inte samma sak som att falla mot jorden. På jorden kan du känna luften mot ditt ansikte och höra dina kläder fladdra i vinden. I rymdens tomrum finns däremot ingen luft och inga ljud. Allt

du hör är dina andetag och allt du känner är din rymddräkt som snuddar vid din kropp. Du hör också ett dunkande som har ökat i styrka när mörkret har vuxit. Du inser att det är ljudet av ditt hjärta. Det slår allt mer intensivt ju närmare det svarta hålet du kommer. Det är som att ditt hjärta fruktar vad du kommer att möta i mörkret, som att det vet att du måste offra någonting för att få se vad som händer därinne.

Idén att kunskap kostar förekommer i flera myter. När Eva bet av frukten från kunskapens träd fördrevs hon och Adam från Edens lustgård. När Faust slöt ett avtal med djävulen för att få insikt om de yttersta tingen tvingades han betala med sin egen själ. Och när Oden ville uppnå kunskap om världen och framtiden fick han offra sitt ena öga, kasta sig på sitt eget spjut och hänga i en snara från trädet Yggdrasil.

Kunskap kostar. Ju större kunskapen är, desto högre är priset. För att få veta vad som händer vid en av universums mörkaste och mest säregna platser måste du betala med det högsta priset av alla: ditt liv.

När detta sker beror på det svarta hålets storlek. Ju större det är, desto längre kan du överleva. Det svarta hålet som du faller mot är nästan lika stort som solsystemet. Du kan passera dess yta smärtfritt, men därefter har du endast ett par timmar kvar i livet.

Det svarta hålets mörka sfär tar upp en allt större del av ditt synfält. I takt med att mörkret växer tycks ljuset kring det förändras. Du ser hur dubbletter av stjärnorna dyker upp på vardera sida om det svarta hålet. Samtidigt verkar stjärnornas ljus bli allt mer intensivt och tryckas ihop mot det svarta hålets rand. Du inser att mörkret styr ljusets färdvägar. Det svarta hålets intensiva gravitation får stjärnornas ljus att färdas längs egendomliga banor som mångfaldigar det. Likt luftspeglingar i öknen bildas stjärnhägringar i rymden. De märkliga

stjärndubbletterna gör dig desorienterad. Du vill berätta för dina vänner om hur det stundande mörkret skrämmer dig, hur stjärnornas ljus förvrids och hur hjälplös du känner dig. Men även om du hade en radiosändare skulle du inte kunna skicka någon signal till dem efter att du har passerat händelsehorisonten. Det du är med om under din sista tid i mörkret kommer bara du att veta.

Längst inne i den mörka avgrunden finns en punkt som är så obegripligt tät och intensiv att människans medvetande knappt kan begripa vad som händer där. Denna punkt kallas för singulariteten. I jämförelsen med floden motsvaras den av vattenfallet. När du sveptes med i floden kunde du till slut inte undvika vattenfallet. På motsvarande sätt kommer allt som passerar händelsehorisonten att nå singulariteten. Där kommer all materia och allt ljus att koncentreras i ett tillstånd som är så förvridet att själva rummet och tiden tycks upphöra att existera.

Ditt fall mot mörkret går allt snabbare. Det finns inget du kan göra för att hindra det. Du vrider på huvudet och ser dig omkring. Rymden bakom dig blir allt dunklare. Du tappar orienteringsförmågan. Du kan inte avgöra varifrån du kom. Du kan inte heller avgöra hur långt bort du är från det svarta hålet. Är du redan inne i det? Du vet inte. Det finns ingen skylt vid händelsehorisonten som säger ”du passerar nu punkten utan återvändo”.

Den mörka sfären verkar omsluta dig från alla riktningar. Du rör dina armar och ben i ett desperat försök att undvika din färd mot singulariteten. Men det är lönlöst. Singulariteten går inte att fly från. Det enda som händer är att du börjar svettas.

Du sluter ögonen, tar ett djupt andetag och tänker på vad som väntar dig. När du faller med fötterna före mot ett svart hål kan den nedre delen av din kropp känna av en större drag-

ningskraft än den övre. Du börjar då att sträckas ut. Men det sker inte på samma sätt som det skulle ha gjort i en sträckbänk. Allt i din kropp dras isär, från skelett, senor och muskler ända ner till dina nerver, celler och ditt DNA. Som tur är kommer du knappt att känna någon smärta när det sker. Från det att du märker hur en ilning skär genom din kropp till dess att du har slitits sönder tar det mindre än en sekund. Men till skillnad från på jorden, där de dödas kroppar kan begravas i marken, kommer du inte att lämna någonting efter dig. Din kropp kommer att upplösas i mörkret.

Lukten av din egen svett fyller rymddräkten. Du försöker ta långsamma andetag men hör hur du andas allt snabbare. Ett stråk av smärta ilar blixtsnabbt från dina fötter till ditt huvud. Du spänner varenda muskel i ett sista försök att hindra din kropp från att tänjas ut.

Du öppnar ögonen. Ljuset från miljarder stjärnor bländar dig. De ligger utanför det svarta hålet, men deras ljus har fokuserats i en tunn ring inuti det. Ringen är inklämd mellan mörkret framför och bakom dig. Du befinner dig i ringens mitt.

Innan du hinner skrika har ditt livs sista sekund passerat.

Du har slitits isär av mörkret.



BLAND STJÄRNOR, KRIG OCH MÖRKER

I Vintergatans nav är det fullt av stoft och stjärnor, höga hastigheter och urgamla mönster. Stjärnorna cirklar runt i en elliptisk dans. Likt eldflugor i natten tycks de dels röra sig på sin egen nyckfulla färd, dels dela en gemenskap i mörkret. En av stjärnorna ilar fram med en enorm hastighet. Den får smak för hur det känns att färdas nära ljusfarten och slungas runt på sin elliptiska bana. På bara sexton år fullbordar den ett varv runt det mörker som leder stjärndansen: ett enormt svart hål.

KAPITEL 1

PRÄSTEN SOM VILLE VÄGA STJÄRNORNA

Jag vet inte om någon författare önskar inleda en bok med att ta livet av läsaren. Men jag ville berätta för dig vad du skulle uppleva om du föll in i ett svart hål. Som tur är riskerar varken du eller någon annan att uppleva den dramatiska resan in i ett sådant objekt – ingen människa har ens varit i närheten av ett.

Men även om ingen har rört sig *mot* ett svart hål, så rör vi oss alla just nu *runt* ett. Denna kosmiska jätte kallas för Sagittarius A*, har en massa motsvarande mer än fyra miljoner solar och befinner sig i mitten av Vintergatan. Precis som att planeterna färdas kring solen, färdas vårt solsystem kring Vintergatans centrum. Det tar 230 miljoner år att fullborda ett varv, och färden för oss runt miljarder stjärnor, storslagna stoftmoln – och det svarta hålet Sagittarius A*. Men oroa dig inte, vi befinner oss så långt bort att det inte finns någon risk att dras in i det.

Idag vet astronomerna att sådana gigantiska svarta hål finns i mitten av de flesta galaxer. De uppskattar också att det i Vintergatan finns mer än 100 miljoner svarta hål som har skapats då olika stjärnor har dött och imploderat. I den här boken kommer jag att berätta för dig hur dessa svarta hål fungerar, var de kommer ifrån och vilken roll de spelar i universum. Du kommer också att få veta hur astronomerna överhuvudtaget kan slå fast att svarta hål finns trots att de är helt mörka. Och

så kommer jag att berätta för dig om det som har överraskat mig mest, nämligen att svarta hål spelar en roll för våra liv på jorden. Genom att studera rymdens svarta hål kan vi lära oss mer om villkoren för vår egen existens. De ger oss även nya insikter om relationen mellan ljus och mörker, skapelse och förstörelse – till och med om liv och död.

Historien om hur människan började utforska rymdens mörka himlakroppar inleds på en oväntad plats: i en prästgård i den lilla staden Thornhill i mellersta England i slutet av 1700-talet. Där bodde en kyrkoherde vid namn John Michell. Han var den förste som räknade ut att en himlakropps gravitation kan bli så stark att inget ljus kan lämna den, och han insåg det när han försökte väga natthimlens stjärnor. Vår berättelse om svarta hål börjar därför med honom.

EN HIMLENS CARL VON LINNÉ

Om John Michell var nöjd när han år 1767 började arbeta som kyrkoherde i Thornhills församling går inte att säga. Han efterlämnade inga dagböcker och de fåtal brev som finns kvar röjer inte mycket om hans känsloliv. Vi vet knappt ens hur han såg ut. Allt vi har att utgå från är ett brev från en samtida med Michell som beskriver honom som kort, tjock och med mörka anletsdrag.

Vad vi däremot vet är att när Michell bestämde sig för att bli präst övergav han en framgångsrik karriär som forskare. Vid Cambridges anrika universitet hade han undersökt hur det går att skapa artificiella magneter, hur jordbävningar sprids i jordskorpan och om det finns en struktur bakom stjärnornas till synes slumpmässiga fördelning på himlavalvet. Han var medlem i det prestigefyllda sällskapet Royal Society, behärskade klassisk grekiska och hebreiska och blev utnämnd till

professor i geologi när han var 38 år gammal. Han var kort sagt en bildad och skicklig forskare som var respekterad och omtyckt av sina kollegor.

Trots detta valde Michell att lämna sin tjänst som professor efter endast två år. Anledningen var kärlek. Michell ville gifta sig, men enligt traditionen skulle professorerna vid universitet leva i celibat. Exakt vad Michell tänkte om detta krav vet vi inte, men hans handlingar talar sitt tydliga språk: han sade upp sig och gifte sig kort därefter. Samtidigt sökte han en prestigefull tjänst som Astronomer Royal, vilket utöver en stadig inkomst skulle ge honom tillgång till några av Englands främsta teleskop.

Michell valdes ut som en av tio kandidater till uppdraget, men fick i slutändan inte tjänsten. Vid samma tid dog hans fru i sviterna av en förlossning. Plötsligt var Michell utan både jobb och hustru, och han måste ensam uppfostra och försörja sitt enda barn. I jakten efter en tryggare tillvaro valde Michell därför att helt överge forskarkarriären och bli kyrkoherde.

43 år gammal flyttade Michell in i Thornhills prästgård för att påbörja sitt nya arbete. Han anlät smeder, rörmokare och glasmästare för att restaurera stadens gamla stenkyrka. Utanför prästgården anlade han en botanisk trädgård. I den odlade han druvor, jordgubbar och exotiska växter från så avlägsna platser som Mexiko, Indien och Kina. Han gifte också om sig med en kvinna från trakten.

Michells tillvaro började se idyllisk ut, men runt omkring honom var stora omvälvningar på gång. Det sjuåriga kriget, då europeiska stormakter stred på fem kontinenter om kontrollen över sina kolonier, hade avslutats, men konflikter fortsatte att växa inom och mellan stormakterna. I Frankrike ledde dåliga skördar till en allt skarpare kritik mot adeln och dess landrättigheter. På andra sidan Atlanten ökade spänningarna

mellan amerikanska nybyggare och det brittiska imperiet. Den franska revolutionen och det nordamerikanska frihetskriget stod för dörren. Den värld som Michell levde i var på väg att stöpas om i grunden.

Men det var inte bara politiska och sociala orosmoln som vittnade om kommande omvälvningar. Människans upplevelse av rum och tid förändrades, och med den insikten om hennes plats i kosmos. Skotten James Hutton, idag känd som "geologins fader", hade studerat sediment och klippor längs Skottlands östra kust. Han insåg att de hade bildats i långsamma geologiska processer och att jordens ålder inte skulle räknas i tusentals utan i miljontals år (idag vet vi att jorden är betydligt äldre än så: 4,5 miljarder år). "Medvetandet tycks få yrsel genom att se så långt ner i tidens avgrund", skrev en av Huttons vänner.

Samtidigt som geologerna insåg att jordens tidsskalor var enorma, förstod astronomerna att detsamma gällde för rymdens avstånd. På 1500-talet hade den polske astronomen Kopernikus argumenterat för att det inte är jorden utan snarare solen som befinner sig i universums centrum. På 1700-talet insåg astronomerna att inte heller solen är i centrum. Den är blott en stjärna bland andra som rör sig i den stora stjärnansamling vi kallar Vintergatan. Flera av upplysningstidens tänkare misstänkte dessutom att inte ens Vintergatan var kosmos mittpunkt, utan att det fanns andra Vintergator i rymdens djup. Den franske fysikern och matematikern Pierre-Simon de Laplace sammanfattade i slutet av 1700-talet den nya kosmiska uppfattningen när han skrev att människan blott är "boende på en liten planet, nästan omöjlig att observera i solsystemets stora omfång, vilken självt bara är en oigenkännlig punkt i den väldiga rymden".

Det var som om människans plats i kosmos krympte.