Bulletinen

1 april 2020 *Svenska Matematikersamfundets Bulletin*

Redaktör: Ulf Persson *Ansvarig utgivare:* Tomas Persson

ISSN **2003-055X** (Tryckt)
ISSN **2003-0541** (Online)

Vi minns Erik Palmgren: *Stoltenberg-Hansen, Dybjer, Coquand Pagin, Lumsdaine*

Hersh & Bârză: *U.Persson & LE.Persson, M.Pitici, B.Suceavă*

Matematik och Logik: *U.Persson*

Meteorologi och matematik: *A.Persson*

Jag och Yngve Domar: *Håkan Hedenmalm*

Lie groups and Mittag-Leffler: *Sigurdur Helgason*

Bulletinen

utkommer tre gånger per år I Januari, Maj och Oktober. Manusstopp är den första i respektive månad

Ansvarig utgivare: *Tomas Persson*

Redaktör: *Ulf Persson*

Adress: *Medlemsutskicket c/o Ulf Persson*
Matematiska institutionen
Chalmers tekniska högskola

Manus kan insändas i allehanda format `.ps, .pdf, .doc` Dock i tillägg önskas en ren text-fil. Alla texter omformas till `latex`

SVENSKA MATEMATIKERSAMFUNDET

är en sammanslutning av matematikens utövare och vänner. Samfundet har till ändamål att främja utvecklingen inom matematikens olika verksamhetsfält och att befordra samarbetet mellan matematiker och företrädare för ämnets tillämpningsområden.

För att bli medlem betala in avgiften på samfundets `plusgirokonto 43 43 50-5.`

Ange namn och adress på inbetalningsavin (samt om Du arbetar vid någon av landets institutioner för matematik).

Medlemsavgifter (per år)

Individuellt medlemskap, *200 kr*

Reciprocitetsmedlem *100 kr.*

(medlem i matematiskt samfund i annat land med vilket SMS har reciprocitetsavtal):
Doktorander gratis under två år

Gymnasieskolor: *300 kr.*

Matematiska institutioner: *Större 5 000 kr, mindre 2 500 kr*

(institutionerna får själva avgöra om de är större eller mindre).

Ständigt medlemskap: *2 500 kr (engångsinbetalning)*

Man kan även bli individuellt medlem av EMS genom att betala in 220 kr till Samfundet och skriva EMS på talongen.

HEMSIDA: `http://www.swe-math-soc.se`

Här återfinnes bl.a. protokoll från möten

STYRELSE:

ANNONSER

(Dessa publiceras inom en ram som denna)

helsida 3000 kr
halvsida 1500 kr
mindre 750 kr

Annonser i tre konsekutiva nummer ger endast dubbla priser d.v.s. 1/3 rabatt

Annonser inlämans som förlaga
samt i förekomamnde fall som text-fil, Dessa formateras om i PostScript

Detta Nummer

Ulf Persson

Detta nummer domineras av logikerns Erik Palmgrens tidiga frånfälle. Till bidragen om honom lägger jag min sedvanliga kappa och dessutom en personlig krönika om matematik och logik. Reuben Hersh dog strax efter nyår 92 år gammal mest känd för sina åsikter rörande matematikens filosofi. Jag lät för några år sedan publicera i Bulletinen en intervju jag gjorde med honom, nu skriver jag en kort runa. Den rumänske matematikern Ilie Barza verksam vid Karlstad avled i höstas vilket har rönt en viss internationell uppmärksamhet och två runor inkluderas, en av den personliga vännen Lars-Erik Persson som nyligen genomfört sitt 72:a Vasalopp, den andra av hans rumänska kolleger. Vidare bidrager Håkan Hedenmalm med några minnen om sin mentor och handledare Yngve Domar, som dog för drygt fem år sedan, samt om sin egen tidiga karriär. Som sedvanligt har Anders Persson skrivit lite om matematik och meteorologi. När det gäller Mittag-Leffler noterar jag att det nu under ett halvsekel har fungerat som ett matematiskt forskningsinstitut och jag har varit i kontakt med Sigurdur Helgasson som spenderade ett år vid institutet 1970–71 och tog sin roll som handledare och inspiratör för unga nordiska matematiker på stort allvar. I tillägg till detta återfinnes diverse notiser och sist men inte minst de avslutande lokala nyheterna.

Vad som inte återfinns i detta nummer är en kort artikel om de senaste händelserna vid Institut Mittag-Leffler som många läsare nog hört talas om ryktesvägen. Min intention var att helt kort beskriva vad som tilldrog sig den 12 december förra året och de konsekvenser detta har medfört. Ambitionen var att endast presentera de faktiska förhållandena och låta läsarna göra sina egna tolkningar och bedömningar. En del kommer att förfäras, andra kanska bara rycka på axlarna. För att sätta händelserna i ett sammanhang skrev jag en även längre redogöresle för Instititutets historia, dess särart, det enastående matematiska kulturarv det innebär, och Mikael Rågstedts unika roll som dess förvaltare. Tyvärr är det så att hela denna historia är mycket känslig, ledningen för Mittag-Leffler har avböjt att medverka och kommentera dessa händelser utan anser att överhuvudtaget beröra dem offentligt utgör ett svek mot Institutet i synnerhet och svensk matematik i allmänhet och kommer att skada dessa. Jag är av den bestämda uppfattningen att Institut Mittag-Leffler inte bara berör dess ledning, dess styrelse och dess ägare KVA utan alla svenska matematiker, ja rentav alla matematiker runt om i världen, speciell t matematikhistoriker som är mycket oroade över utvecklingen. Man kan betrakta Institutet som ett världsarv i UNESCO-mening och att undanhålla information utgör ett svek mot alla som av en eller annan anledning är engagerade i Institutet. Jag kan tyvärr meddela att Samfundets styrelse har beslutat att inget av detta material, inklusive den historiska översikten, får publiceras. Visserligen är Bulletinen inte styrelsens språkrör utan är till stor del oberoende av denna. I princip skall även styrelsen kunna kritiseras i Bulletinen, exempelvis är jag inte medlem av styrelsen och har inget formellt inflytande på den politik som Samfundet bedriver, men inte desto mindre är jag tillsatt av styrelsen och dess ordförande tillika Samfundets ordförande är dess ansvariga utgivare. Hans roll är därmed att vara ansvarig i de fall som publicering skulle strida mot tryckfrihetsförordningen (men kan givetvis även ha synpunkter på innehåll och formuleringar, vilket jag ofta noterat och dragit nytta av). Det faktum att styrelsen motsätter sig publicering i denna viktiga angelägenhet kan jag inte annat än tolka som att jag inte åtnjuter dess förtroende och lämnar mig inget annat val än att stiga ned som redaktör. Detta något rumphuggna nummer blir således mitt sista. Jag vill därmed tacka alla läsare och speciellt för de olika former av uppskattning jag har fått från Samfundsmedlemmar under de tjugo år som gått sedan jag grundade densamma under min ordförande tid 1999–2001. Innan dess existerade ingen tidskrift med artiklar utan endast ett lösbladssystem av notiser, därav det ursprungliga namnet - Utskicket.

De läsare som vore nyfikna på vad dessa artiklar innehåller är givetvis välkomna att kontakta mig privat.

Ordföranden har ordet

Tomas Persson

Kära läsare!

I dessa svåra tider av epidemi vill jag först önska er och era nära en god hälsa och hoppas att ni är vid gott humör! Tag väl vara på er!

Som ni vet är det mycket som ställs in på grund av den rådande epidemin, och Svenska matematikersamfundet ger här sitt bidrag. Årsmötet var i år utlyst till den 1 juni vid Stockholms universitet. **Styrelsen har beslutat att ställa in årsmötet. I stället kommer årsmötet att hållas i samband med höstmötet fredagen den 20 november i Göteborg.**

Slutligen vill jag kort nämna det som hänt vid institut Mittag-Leffler, och som vissa av er har hört talas om. Institut Mittag-Leffler som ligger under Kungliga Vetenskapsakademin har inget organisatoriskt samband med Svenska matematikersamfundet, men är en viktig del av den svenska och nordiska matematiken, och det är säkert av intresse för samfundets medlemmar att känna till vad som händer där. Viss omorganisation har ägt och äger rum vid institutet, och i december sades två sekreterare och en bibliotekarie upp. Det förekommer en del rykten, såväl sanna som falska, och det finns olika åsikter om vad som är det bästa för institutet.

Bortsett från nuvarande störningar på grund av epidemin fortgår institutets verksamhet, och dess ekonomi är så vitt jag förstår god.

Som Ulf Persson har nämnt i det föregående, har han velat uttrycka sin syn på institut Mittag-Leffler här i Bulletinen, men institutets föreståndare Tobias Ekholm har tyvärr på förfrågan avböjt att delge sin mening här. För att inte ge en allt för ensidig bild av situation, har styrelsen för SMS därför valt att inte publicera något av Ulf Persson.

Jag vill framföra ett stort tack till Ulf för det stora arbete han har lagt ner på Bulletinen genom åren. Bulletinen har varit ett viktigt sammanhållande organ för svensk matematik. Det har i min mening varit intressant och underhållande läsning.

Slutligen vill jag också tacka Mikael Rågstedt för det viktiga arbete han genom åren utfört på institut Mittag-Leffler. Institut Mittag-Leffler har varit och är alltjämt viktigt för många matematikers karriärer, även för min. Mikael Rågstedt har gett ett betydande bidrag till institutets framgång.

Jag finner referensen till ensidigheten missvisande även om jag kan uppskatta det diplomatiska anslaget. Temperamentsmässigt är jag dock mer rättfram. Eftersom detta nummer är i viss mening ett temanummer för logik, kan man göra en kort logisk utredning.

En del av mitt journalistiska uppdrag som redaktör för Bulletinen är att granska företeelser i den svenska matematikervärlden. I samband med detta har jag granskat händelserna vid Mittag-Leffler och det har framkommit graverande uppgifter som jag förstår att ledningen helst inte vill skall komma fram i ljuset. Därvidlag skiljer sig mycket riktigt min syn (och många andras) från ledningens. Å ena sidan glasnost på den andra sidan locket på. Bägge dessa kan inte presenteras samtidigt ty den ena dödar den andra. Med andra ord en motsägelse, samtidigt måste en av dem gälla, så ensidigheten är oundviklig i rapporteringen, såvida inte styrelsen har hittat ett tredje alternativ. Styrelsen har därmed gjort det moraliska valet att åtminstone passivt stödja maktens position inte den lilla människans. Som jag redan tidigare har påpekat lämnar detta mig inget val.

[`Red.anm.`]

Erik Palmgren död

Ulf Persson

Jag misstänker att inte många av Bulletinens läsare skulle kunna placera orten Måttsund på kartan. Det är en liten ort på ett par tusen invånare i övre delen av Norrland, mer specifikt beläget längs E4:an (gamla rikstretton för oss vilkas minne går tillbaka till forntiden) strax söder om Luleå. Jag måste ha kört igenom den ett otal gånger under årens lopp utan att ens reagera. Konsulterar man svenska Wikipedia upptäcker man att orten ståtar med två framstående ishockey-spelare (som jag givetvis aldrig har hört talas om) men inte ett ord om att ortens store son är en svensk logiker vid namn Erik Palmgren. Vem bryr sig? Hur många av ortens invånare känner ens till det? Med andra ord: han kom mer eller mindre från ingenstans. Huruvida detta var ett handikapp, som många debattörer hävdar, eller inte tänker jag inte uttala mig om.

Erik kom som grundstudent till Uppsala i början av 80-talet, samtidigt som jag var anställd där, men min sejour var alltför kort för att jag då skulle bli varse honom. Jag har bett hans handledare Viggo Stoltenberg-Hansen att berätta sina minnen av sin student. Första gången jag träffade på Erik var några år efter hans disputation 1991. Han spenderade då en termin (eller två?) vid Chalmers-GU. Det var endast något år eller så efter att vi 1993 flyttat till det nybyggda matematik-centrumet i Chalmers' utkant. Strax intill låg en gammal villa som Chalmers hade lagt vantarna på och som åtminstone inledningsvis tjänade som bostad för gästforskare. Där, tio meter från institutionen, bodde Erik under sin vistelse. Han gjorde inte mycket väsen av sig och jag fruktar att han nog var ganska isolerad bland matematikerna, men kanske det inte bekom honom eftersom även datavetarna var tillgängliga i byggnaden. Jag minns ett föredrag han gav som bevistades av mig och Leif Arkeryd och kanske någon annan. Arkeryd var intresserad av icke-standard analys, och jag kommer ihåg att vår föredragshållare talade om icke-standard modeller för de naturliga talen. Detta förundrade mig något ty jag var inte då medveten om att Peanoaxiomen kan antingen uttryckas strikt med första ordningens predikatlogik, där induktions-axiomet ersatts av en oändlig rekursiv radda av axiom, eller med andra ordningens predikatlogik där man i svepande termer kan tala om godtyckliga delmängder, och är uppenbarligen den version som man som gymnasist först träffar på. Denna version tillåter inte några icke-standard modeller av de naturliga talen.

På den tiden hyste jag som matematiker en viss fördom gentemot logiken. Jag såg logikerna antingen som pedanter och som led av 'arrested development', eller som sysslade med något slags krystad matematik som inte hade något med matematikens fundament att göra. Detta var en fördom som jag nog delade med många andra matematiker och som nog är ganska naturlig (kanske fysiker såg på matematiker på samma sätt som matematiker såg på logiker?). En av pionjärerna inom den matematiska logiken C. S. Peirce skriver att de naturliga talen är mera fundamentala än logiken, och att matematiken är inte vetenskapen om det logiska tänkandet utan vetenskapen som bedrivs *par excellence* genom det logiska tänkandets restriktioner. Pierce påpekar även att de komplexa deduktiva tankekedjor som utmärker matematiken har ingen motsvarighet i någon annan vetenskaplig eller intellektuell verksamhet, minst av allt inom filosofin (där han ger en känga åt sina filosofiska kolleger). Med andra ord som matematiker behöver man inte studera logik, det logiska tänkandet är helt enkelt 'second nature'. Att utveckla detta tema vidare i denna kappa skulle bli för vidlyftigt för dess modesta ambition, och jag uppskjuter detta till en krönika längre fram i numret, i vilken läsarna skall bland annat få stifta närmare bekantskap med Pierce.

Mina kontakter med Erik fortsatte att vara sporadiska. Jag kom i kontakt med honom när en matematisk läsebok skrevs vid millennieskiftet i NCM:s regi där vi båda var bidragsgivare, och också i samband med artiklar för Utskicket och Normat, i det förra fallet 2006 vid hundraårsminnet av Gödels födelse och i det senare om icke-standard analys. Men våren 2007 förvånade han mig med sitt klara engagemang i samband med vad som då benämndes 'Uppsala Blodbad'. Visserligen framstod han som snäll och försynt men visade sig inte vara rädd att stå upp för vad som var rätt.

Men kanske man kan se det som ett utslag av en logikers rättspatos, ty det logiska sanningslidelsen och rättviseaspekten i det dagliga livet är djupt moraliskt förbundna; ja vår vän Pierce talar om att logiken som fundament för tänkandet, speciellt inom matematiken, hör hemma inom moralfilsofin. Visst om rättspatosen drivs för långt leder det till anspelningar till 'rättshaveri', vilket dock inte har med 'haveri' och därmed närliggande associationer till 'sabotage' att göra, utan är helt enkelt en i raden av förvanskningar av tyska uttryck i svenska språket i detta fall av 'Rechthaberei'. Men Erik var alltför socialt smidig för att falla i sådana fällor, ej heller hade han det erforderliga påstridiga temperamentet. I vilket fall som helst ledde 'blodbadet' till att vi under ett par månader hade en ganska intensiv e-postkontakt som sedan fortsatte under fem år då om andra saker, specifikt vad kan jag inte påminna mig och det är inte heller så viktigt annat än som ett symptom på en ömsesidig sympati. Tyvärr tappade vi kontakten, som det då och då lätt händer. Jag minns några snabba möten som vid ECM i Amsterdam 2008 då han var inbjuden föreläsare och givetvis vid Per Martin-Löfs pensioneringskonferens i Uppsala 2009. Sista gången jag träffade honom måste ha varit vid en logikkonferens i Roskilde sommaren 2012. Som något av ett kuriosum kan nämnas att en av mina brorsöner doktorerat för honom.

I tillägg till Stoltenberg-Hansens bidrag har jag även bett Peter Dybjer och Thierry Coquand att kortfattat skriva om hans logiska arbeten och fått tillåtelse av filsofen Peter Pagin att publicera dennes tal vid minneshögtiden strax efter hans död, liksom jag även fått tillåtelse att publicera den 'officiella' dödsrunan av Peter Lumsdaine som står att finna på matematiska institutionens hemsida.

Erik Palmgren, 1963–2019

Peter LeFanu Lumsdaine

Erik Palmgren, professor of mathematical logic at Stockholm University and an eminent researcher in constructive mathematics and categorical logic, passed away unexpectedly in early November 2019 after a short period of ill health.

Erik was born in 1963, near Luleå in northern Sweden. He studied in Uppsala, where after a masters in computer science, a desire for increased rigour led him to a PhD in mathematical logic under Viggo Stoltenberg-Hansen, completed in 1991. Aside from short spells in Amsterdam, Munich, and Göteborg, Erik remained at Uppsala until 2011, as research assistant, university lecturer, and finally professor of mathematics. In 2011 he was recruited to Stockholm as professor, where he was employed until his death.

As a researcher and writer, Erik was thoughtful, reflective, and deliberate. His papers don't try to tell you in the abstract why to be excited by them; it's in looking back after reading that you find yourself appreciating their authoritative and insightful treatment of a topic or result. His research lay generally in the intertwined traditions of constructive mathematics, categorical logic, and type theory. Specific recurring themes in his work include categorical semantics of type theories; setoid-based mathematics, both concrete applications and big-picture analyses; formal topology; constructive nonstandard analysis; and other topics motivated by constructive-predicativist concerns.

Beyond his own research, Erik devoted great care and energy to teaching, mentoring, and service to the mathematical community. He was primary supervisor for eight PhD students, and a mentor to many more students and younger researchers in Stockholm, Uppsala, and further afield. From 2013 to 2015 he was vice-director of the Stockholm Mathematics Centre, besides serving on numerous other scientific committees and editorial boards over the years. From his arrival in Stockholm in 2011, he gradually built up logic's presence in the department from a one-man operation to a significant research group.

Personally, Erik was quiet, modest, and much more a listener than talker – not perhaps typical traits in a mathematician. But his reserved demeanour did little to hide a deep warmth of feeling and care for others: in the appreciations from colleagues after his death, many mentioned how much he had meant not only as a mathematical collaborator, but also as a friend. Slightly less often on display, perhaps, were his great sense of fun, and his non-mathematical interests, which included Scotch whisky, powerful cars, contrarianism, and doom metal music.

Erik's death came quite unexpectedly, following what had seemed merely minor health problems. He had no immediate family; he is mourned by his cousins, friends, and colleagues, in Sweden and around the world. His passing is a great shock and loss to us all.

His personal website, including publications, can be found at https://staff.math.su.se/palmgren

Min student Erik Palmgren

Viggo Stoltenberg-Hansen

Erik Palmgren föddes i Måttsund utanför Luleå 1963. Hans mamma var distriktsköterska och hans pappa institutionstekniker. Efter studentexamen och militärtjänstgöring sökte han till och kom med i den första kullen på det nystartade Datavetenskapliga programmet i Uppsala (1983 eller möjligtvis 1984). Programmet skulle skilja sig drastiskt från den tidens IT utbildningar genom att det skulle baseras på logik och abstrakt algebra. Således skulle mycket av den sedvanliga analyskursen elimineras och senareläggas. Linjär algebra ansågs som onödigt och utgick, men det ändrades efter något år. Som första programmeringsspråk valdes inte något av de vanliga imperativa språken. Istället bestämdes LISP, ett funktionellt språk. Logikprogrammering skulle vara ett flaggskepp i utbildningen. Sten-Åke Tärnlund var den drivande i utformningen och kanske även i uppkomsten av programmet. Som ofta med något radikalt nytt så sker det inte utan ett visst mått av friktion. Även så i det här fallet. Men programmet blev, enligt min uppfattning, lyckosamt och attraherade många framstående och sedermera mycket framgångsrika studenter. Däribland Erik.

Jag träffade Erik för första gången på kursen i abstrakt algebra (typ grupper, ringar, kroppar) som gavs tidigt, kanske redan andra terminen. Han kom fram till mig i samband med inlämning av uppgifter, såg något bekymrad ut och uttryckte att det här var svårt! Hans uppgifter var förstås utmärkta. Han hade bara insett skillnaden mellan mer algoritmisk gymnasiematematik och ”riktig” matematik. Jag noterade och kom ihåg. Erik hade potential och var seriös.

Vid den här tiden ville institutionen knyta närmare band med IT institutionerna (de var flera då) via logik och inte bara på grundutbildningsnivå. Det ansågs därför lämpligt att som ett första steg söka en NFR-finansierad doktorandtjänst i matematisk logik. Eriks intressen hade då fokuserats till logik och matematik. På så sätt kunde institutionen argumentera att det fanns åtminstone en excellent potentiell kandidat. Tjänsten blev av och Erik sökte och fick den. Han antogs till forskarutbildningen i matematik 1987. Då fanns inte matematisk logik som ett eget forskarutbildningsämne men blev det senare. Numera finns det sannolikt inte kvar i Uppsala. Erik disputerade 1991 och således i matematik. Eriks tjänst i Stockholm benämndes matematisk logik.

Under sin forskarutbildning deltog Erik i en sommarskola i bevisteori med Solomon Feferman som huvudföreläsare. (Feferman (med ett f!) är en mycket framstående logiker från Stanford. Som lokal anknytning kan nämnas att han förärades med Rolf Schock priset 2003 i Logik och filosofi.) Det normala är, enligt min erfarenhet, att studenter på en sommarskola ofta deltar i någon fysisk aktivitet efter dagens föreläsningar och social aktivitet på kvällen. Inte Erik. Efter hemkomsten uttryckte han uppriktig förvåning över att så många av studenterna där inte hade utnyttjat chansen att till fullo fördjupa sig i ämnet så mycket det gick, då när världsledande experter fanns omedelbart tillgängliga.

Sedan början av 80-talet hade logikgruppen i Uppsala ett organiserat samarbete med Stockholm i ett gemensamt logikseminarium. Erik deltog i seminariet på ett tidigt stadium. Seminariet hade stort inflytande på honom i det att han började visa intresse för konstruktiv matematik och speciellt

Martin-Löf typteori. Intresset var genuint och centralt under hela hans karriär. Eriks avhandling bestod av fem uppsatser med titeln *On fixed point operators, inductive definitions and universes in Martin-Löf type theory*. Per Martin-Löfs viktiga inflytande, både direkt och indirekt, är tydlig.

Erik stannade kvar på institutionen i Uppsala efter sin examen förutom under några kortare perioder som postdoc i Amsterdam och München och en termin som universitetslektor i Göteborg. Erik blev docent 1994 och professor 2003. 2011 flyttade Erik till Stockholm som innehavare av professuren i matematisk logik efter Per Martin-Löf.

Under tjugo års tid träffade jag Erik i stort sett dagligen, först som forskarstuderande och sedan som den betydelsefulla kollega han blev. Förutom matematiska diskussioner (vi har några gemensamma arbeten) använde jag Erik som ett bollplank vad gällde institutionsangelägenheter. Vi pratade också ofta om alldagliga saker, även politik. Erik sade sig, då, vara en konservativ person. Konservativ i den goda bemärkelsen som det numera inte verkar finnas många kvar av. Trots delvis olika utgångspunkter kunde vi mötas i våra diskussioner.

Vi kände varandra väl på många områden. Däremot hade jag inga djupare kunskaper om Eriks privatliv. Min uppfattning, som grundades under hans studietid, var att Erik var en mycket ”ordentlig” person i någon gammaldags mening. En dag föreslog han att vi skulle åka till Knivsta och äta lunch. Han hade just köpt en bil, en nästan ny och avancerad Mercedes, och ville passa på att visa den. Numera är det mera känt att en av Eriks böjelser var snabba bilar, men det var det inte då och definitivt inte av mig. Vägen till Knivsta är kurvrik och Erik illustrerade rikligt bilens vägförmågor. Själv badade jag i svett och illamående men bet ihop för att inte förstöra glädjen för honom. Lunchen har jag inget minne av. Vägen tillbaka valde Erik E4:an för att minska mitt obehag. Mindre kurvigt. Istället förevisade han bilens kvalité vid höga hastigheter, vid några tillfällen nära det dubbla tillåtna. Reaktionen för mig förblev densamma. Dock måste tilläggas att jag därefter åkte med honom åtskilliga gånger till seminariet i Stockholm och då körde han exemplariskt som den ”ordentlige” person jag alltid trott honom vara.

Sista gången jag träffade Erik var för cirka två år sedan och då hade vi inte träffats på ett bra tag. Jag var på ett av mina sällsynta besök i Stockholm då jag spontant beslöt att besöka logikseminariet. Seminariet äger rum i hus 16 medan institutionens arbetsrum ligger i hus 15. Jag kom från bussen någon minut före seminariets början. När jag kom fram till gårdsplanen mellan husen såg jag Erik gå i mycket långsam takt från hus 15 till hus 16. Istället för att ropa avvaktade jag tills han hade gått in. Min första tanke, och en bild som ännu inte lämnat mig, var att där gick Bo Rothstein (det var bakifrån). Det var hans frisyr och sätt att gå (jag har dock aldrig sett Rothstein gå). Jag vet att Erik brevväxlade med Rothstein 2007 i samband med tiden för Rothsteins debattartikel i DN där han föreslog att Uppsala universitet skulle läggas ner. Erik uttryckte då stor respekt för Rothstein som en självständig intellektuell. Det är även så jag tänker mig Erik.

Erik var inte en person som framhävde sig själv i alla lägen. I vissa situationer skulle man kalla honom tystlåten. Men han var vänlig, socialt omtänksam och ansvarsfull. Han hade ett stort internationellt kontaktnät med forskare inom sina intresseområden och han vårdade dessa kontakter väl. Erik var oerhört kunnig, intresserad och informerad om universitetet, samhället och världen i stort, kort sagt en bildad person. Han hade styrka och integritet och han stod upp för och försvarade akademisk frihet. Det kostade honom.

Erik Palmgren som logiker

Thierry Coquand & Peter Dybjer

Introduction

We shall exemplify Erik's work by summarising three important contributions:

- the domain interpretation of Martin-Löf's intuitionistic type theory,
- the extension of intuitionistic type theory into the higher infinite,
- the constructive development of non standard analysis.

In all these works he combines elegant mathematical structures, high technicality, and deep motivations.

Domain interpretations

Erik's PhD thesis was on the domain interpretation of intuitionistic type theory. This theory was introduced by Martin-Löf in the 1970s to serve as a foundational framework for constructive (or intuitionistic) mathematics. In the early 1980s Martin-Löf worked on an extension of his theory with Brouwer's choice sequences, that is, infinite streams of data. To model this extension he made use of the domain theory developed by the American logician Dana Scott, where a domain is an unconventional (typically non Hausdorff) topological space. This theory has become important in computer science, since it is appropriate for modelling programming languages, where programs may not terminate, and may produce potentially infinite sequences of outputs. In fact this was the motivation for Scott while cooperating with computer scientists at Oxford. Intuitionistic type theory can also be viewed as a programming language, and Erik Palmgren's thesis contained a detailed domain-theoretic model of the whole of this theory.

The higher infinite in intuitionistic type theory

Intuitionistic type theory contains a variety of type formers: finite types, natural numbers, cartesian products, disjoint unions, and well-founded trees. Moreover, there are "universes" which are types closed under all constructions of "small" types. They are thus analogous to the set-theoretic universes introduced by Grothendieck for the foundations of category theory. However, universes play a more basic role in type theory than in set theory, since they allow the definition of indexed families of types by induction on the index type.

Intuitionistic type theory also introduced a countably infinite sequence of universes, so that each type in his theory is a member of another type. As a consequence the theory had infinitely many inference rules.

Erik showed how to give a finite axiomatization of the theory by introducing an internal type forming operation that constructed the next universe in the sequence from the previous one. He came to think about this construction while modelling universes in his domain interpretation. Moreover, Erik introduced a "super universe" which is closed under the next universe operation as well as under all the usual operations for forming small types. This was the beginning of the extension of type theory into the "higher infinite" and Erik continued this investigation with even stronger universe hierarchies. In this way you get constructive versions of large cardinals in set theory, and it turns out that there are close connections with recent development in the proof theory of subsystems of analysis. It is surprising to many that a constructive type theory in a natural and perfectly constructive way can be extended with analogues of large cardinals: inaccessible, hyperinaccessible, Mahlo, and even larger cardinals.

Non-standard analysis

Finally, Erik has made decisive contributions to the field of constructive non standard analysis. Abraham Robinson (1965) used a highly non effective notion (non principal ultrafilters) to make sense of old reasoning about infinitesimals. He thus provided a very interesting historical reading of some proofs by Euler and Cauchy. It is however somewhat unsatisfactory to explain Euler's reasoning using such notions, and the practice of non standard analysis has a definite constructive flavour. It is less known that a more elementary version of non-standard analysis preceded the work of Robinson: Schmieden-Laugwitz' Ω-calculus (1958). Instead of a non principal ultrafilter they use the elementary notion of Fréchet filter (cofinite subsets of the set of natural numbers). While being more elementary, this work was still non effective.

Constructively, one needs to introduce independent infinite quantities and a single infinite object Ω is not enough. A key observation was made by Ieke Moerdijk, who realized that one can provide a constructive version of non standard arithmetic by working with a "varying" notion of filter, formalised as a sheaf model over a (Grothendieck) site. Erik extended this to a complete model of non standard analysis, and provided a deep study of this model, convincing us that non standard analysis not only works constructively, but reveals elegant mathematical structures.

Erik min vän och kollega

Peter Pagin

Jag kände Erik Palmgren framför allt genom samarbetet mellan de filosofiska och matematiska institutionerna vid Stockholms universitet. Det gällde forskningsseminarier i logik och det gemensamma grundprogrammet i matematik och filosofi. Ibland gällde det också andra saker, som de stora logikarrangemangen, inklusive Logic Colloquium, i Stockholm i augusti 2017. I alla frågor av mer administrativ karaktär finns bara gott att säga om Erik: han var alltid snabb, effektiv och pålitlig och visade alltid gott omdöme. Han var en klippa, helt enkelt.

Som filosof med viss orientering mot logik, utan att kunna räkna mig som logiker själv, var Eriks egen forskning inte lätt för mig att förstå i detalj. Men några gånger talade vi mer allmänt om den typ av forskning han ägnade sig åt, och jag slogs då alltid det breda perspektiv och det lågmälda djupsinne Erik visade upp. De breda perspektiven gällde inte bara matematisk logik. Erik visade också intresse för frågor om akademisk frihet och följde debatten om forskning och högre utbildning i Sverige. Inte heller i de frågorna fann jag någonsin skäl att tycka annorlunda än Erik.

Liksom så många andra gjorde vid minnesstunden för Erik på matematiska institutionen, vill jag också framhålla Eriks vänlighet och generositet. Det som kom att involvera mig själv närmast var de ansträngningar Erik gjorde för Roussanka Loukanova, matematisk lingvist från Bulgarien, som varit anställd vid Uppsala universitet men som förlorat sin anställning där i samband med uppslitande omvälvningar på Institutionen för datorlingvistik där. Erik ordnade med en ettårig anställning för Roussanka vid Matematiska institution och var sedan drivande bakom en följande likadan anställning vid Filosofiska institutionen. Erik hjälpte till med ansökningar och ordnade med praktiska detaljer för de konferenser Roussanka kunde organisera vid Matematikum.

Jag har förstått att Eriks alltför tidiga bortgång är en svår förlust för logiken i Sverige. Jag kan själv intyga att det är en svår förlust för filosofi- och matematiksamarbetet vid Stockholms universitet. Det är också en personlig förlust. Eriks lite Buddha-liknande gestalt utstrålade alltid förståelse, lugn och godhet. Den kommer jag att sakna.

Memorial Conference for Erik Palmgren, 1963–2019

May 7–8 2020
Department of Mathematics, Stockholm University.

Erik Palmgren, professor of Mathematical Logic at Stockholm University, passed away unexpectedly in November 2019.

This conference will be a two-day workshop to remember and celebrate Erik's life and work. There will be talks by Erik's friends and colleagues, as well as time for discussions and exchange of memories during breaks. Talks may be about any topics that Erik would have enjoyed, including but not limited to (in Erik's words):

- Type theory and its models. The relation between type theory and homotopy theory.
- Categorical logic and category-theoretic foundations.
- Constructive mathematics, especially formal topology and reverse constructive mathematics.
- Nonstandard analysis, especially its constructive aspects
- Philosophy of mathematics related to constructivism.

Information

Confirmed speakers

- Douglas Bridges (University of Canterbury, New Zealand)
- Christian Espíndola (Masaryk University, Czech Republic)
- Jacopo Emmenegger (University of Genoa, Italy)
- Håkon Gylterud (University of Bergen, Norway)
- Hajime Ishihara (JAIST, Japan)
- Maria Emilia Maietti (University of Padua, Italy)
- Ieke Moerdijk (Utrecht University, Netherlands)
- Peter Schuster (University of Verona, Italy)

There is some space for contributed talks. If you would like to speak, please send a title and abstract to palmgren-memorial@math.su.se by Friday March 6. Contributions are especially encouraged from those who knew and worked with Erik.

Registration and travel funding

Registration is free; please email `palmgren-memorial@math.su.se` by **Friday 3 April** if you plan to attend.

Some travel funding is available for early-career participants. To apply, please let us know in your registration email by Friday March 6. **Program**

Talks will take place during **9:30–17:30 on Thursday and Friday 7–8 May**, with a group **dinner on the Thursday evening**. There will also be a group **excursion on Saturday 9 May**, for those who are able to stay an extra day.

Full schedule to be decided.

Local information

The meeting will take place at the **Stockholm University Mathematics Department** in Kräftriket.

More information about accommodation and other practical matters will appear soon.

Organizers

The memorial conference is organized by Erik's students and colleagues at Stockholm University:

- Guillaume Brunerie
- Menno de Boer
- Henrik Forssell
- Peter LeFanu Lumsdaine
- Johan Lindberg
- Per Martin-Löf
- Anna Montaruli
- Anders Mörtberg

For any questions, please email `palmgren-memorial@math.su.se`.

In Memoriam: Ilie Bârză (1946–2019)

Mircea Pitici and Bogdan Suceavă

Ilie Bârză inspired and mentored many young mathematicians. His life story was exceptional in academic quality and intellectual generosity.

Bârză was born on April 20/21, 1946, in the Southern Transylvanian village of Gura Râului, Romania, in a family with 15 children. Despite spending a part of his childhood in hardship conditions (including orphanage), by the time Bârză reached high-school senior year he represented Romania at the International Mathematical Olympiad (Moscow, 1964). Bârză went on to study mathematics at the University of Bucharest, where he defended his doctoral thesis under the coordination of Dr. Cabiria Andreian-Cazacu, in 1980, with the title *Non-orientable Riemann Surfaces*. Some of the results from his thesis can be found in the paper *Fonctions de type méromorphe sur la bouteille de Klein*, published in 1980 in *Revue Roumaine de Mathématiques Pures et Appliquées*. After graduation, Bârză taught mathematical analysis at the University of Bucharest up to 1987–with a 2-year interruption, when he taught at Université de Kinshasa in Zaire (presently the Democratic Republic of the Congo).

Ilie Bârză's doctoral mentor was an international personality for the mathematical community, and much of her academic quality passed to her student. Dr. Cabiria Andreian-Cazacu was a visiting professor at Freie Universität Berlin in 1974, 1976 and 1977. She held numerous scientific communications at prestigious international scientific conferences and seminars, in Belgium, Bulgaria, Canada, Czech Republic, Finland, France, Germany, Hungary, Israel, Italy, Republic of Moldova, Poland, Russia, Spain, Switzerland, Ukraine, and Great Britain. Among her many projects on behalf of the mathematical community, she served as the main Romanian organizer of eleven Romanian–Finnish seminars on complex functions, which Ilie Bârză highly valued and much appreciated. The contributions of four such seminars appeared in the *Lecture Notes in Mathematics* series, published by Springer-Verlag (namely the volumes 743, 783, 1013, 1014, for which Cabiria Andreian-Cazacu served as editor). Ilie Bârză traveled to Finland in the summer of 1987 for a new edition of the Romanian–Finnish seminars on complex functions, where he presented his most recent mathematical results. His departure took place during a time of increasing tensions at the University of Bucharest, motivated by the political context of late-communism crisis. Bârză discussed those circumstances later in the Swedish media, for instance in an interview with *Tranås Tidning* published on April 11, 1989. After the conference in Finland, Ilie Bârză pursued his choice for freedom of thought and expression and traveled to Sweden. He lived initially as refugee in Avesta, Eksjö and Hollahult, until 1991, when he joined the faculty at the Technical University of Luleå. Ilie Bârză moved with his family in Karlstad in 1999, where he was a member of the faculty until his retirement in 2013. He passed away on October 18, 2019, in Karlstad.

Among Bârză's research work, we mention two joint contributions with Dorin Ghișă (from York Univ., Canada), both published by *Mathematica Bohemica*. In their 2009 paper, the authors show that, under very general conditions, Blaschke products generate branched covering surfaces of the Riemann sphere. Bârză and Ghișă present in their work a method of finding fundamental domains of such coverings and investigate the corresponding groups of covering transformations. In one of his later works, published in 2009 in *Annales Polonici Mathematici*, written in collaboration with Viorel Vâjâitu (from the Institute of the Romanian Academy and Université de Lille), Ilie Bârză investigated Cousin-I spaces and domains of holomorphy, with focus on the connection between irreducible projective surfaces and locally Stein surfaces.

Ilie Bârză remains in our memory as an authentic intellectual, thoroughly involved in the problems of his time, reflecting on how he could best serve the interests of his students, always ready to help and support the students motivated to succeed. Ilie Bârză was a genuine research mathematician who never set for himself the aim to publish much, but who was authentically interested in the depth of the outcome of his efforts. His research work was mainly in complex analysis, but he extended his investigations towards several complex variables, differential geometry and topology. Bârză's legacy of ethical rectitude stands as an example of professional and moral integrity confronting the challenges of his historical times. We will always remember him with profound respect, warm friendship, and collegial admiration.

Authors addresses:

Mircea Pitici, Department of Mathematics, Syracuse University, Syracuse, USA

Bogdan Suceavă, Department of Mathematics, California State University, Fullerton, 800 N. State College, Fullerton CA 92834-6850, USA

Ilie Barza 1946-2019

Lars-Erik Persson

Efter en tids sjukdom har vår käre vän och kollega universitetslektor Ilie Barza lämnat vår krets. Det är en enkel sanning att vi alla dör, den enda osäkerheten är när? Men ändå är det så tragiskt och känslosamt när det sker, speciellt i sådant mycket speciellt fall som det med Ilie Barza. Jag har själv känt honom sedan 1990, när han anställdes som universitetslektor i matematik vid Luleå tekniska universitet. Jag blev Pers(s)onligen snabbt mycket imponerad av Ilie och hans bakgrund, rättvisepatos och kämpanda. Det har även påverkat mig och mitt sätt att verka på. Han blev snabbt mycket uppskattad av både studenter och kollegor vid universitetet.

Det hela utvecklades sedan till att bli en livslång djup vänskap inte bara mellan Ilie och mig utan även mellan våra familjer. Hans hustru Sorina (numera Professor i matematik vid Karlstads universitet) anslöt i Luleå 1992 och de fick döttrarna Lucia 1993 och Elisabeta 1995. De är numera båda utbildade läkare och det var en stor ära för oss Pers(s)onligen att jag fick bli deras gudfar, och min hustru Lena deras gudmor.

Ilie föddes 20/21 april 1946 i Gura Râului, Sibiu, Rumänien i en bondefamilj med 15 syskon. Han studerade matematik på universitetet i Bukarest och blev sedan även professor där. Som elev i Sibiu deltog han i Matematikolympiaden i Moskva 1964 där han lyckades mycket bra och bland annat fick ett pris för bästa lösningen på en uppgift.

Ilie jobbade också två år i Zaire (Congo Kinshasa), och 1987 kom han som politisk flykting till Sverige, efter att ha deltagit i en rumänsk-finsk konferens. Detta var två år innan kommunismens fall i Rumänien. Han var alltid en kämpe emot kommunismen och regimens förtryck i Rumänien och han stod alltid öppet upp för det. Ilie bodde på flyktingförläggningar i Avesta, Eksjö och Hållahult när han först kom till Sverige och innan han fick jobb som universitetslektor i matematik på Luleå tekniska universitet 1990. Ilie flyttade till Karlstad 1999 och jobbade som universitetslektor i matematik på Karlstads Universitet fram tills sin pension 2013.

Ilies forskningsintresse rörde sig inom komplex analys, speciellt inom området analys på icke-orienterbara ytor (t.ex. Möbiusband, Kleinflaskor, etc). Han doktorerade inom detta område i Bukarest, Rumänien, 1980 under handledning av prof. Cabiria Andreian Cazacu.

Ilie älskade och brann för matematik och sina studenter. Några andra av hans övriga intressen var att läsa, historia, att umgås med sina vänner, att resa och att arbeta i trädgården. Han var en speciellt älskad, humoristisk, genuin och generös make, pappa, morfar, morbror, bror och vän. Ilie lämnar efter sig i enormt stor sorg och saknad hustru Sorina, fyra döttrar, syskon, barnbarn, syskonbarn samt övrig familj och många vänner. Han kommer att vara djupt saknad av många och lämnar ett stort tomrum efter sig.

Ilie älskade livet fram till sista dagen han levde och önskade inget annat än att få fortsätta att njuta av livet. Det blev inte så. Men jag vet att det Ilie stod för, hans principfasthet, hans kämpaanda, hans sinne för humor, hans glöd for forskning och undervisning, hans starka moral och människokärlek kommer alla att leva vidare i minnet hos många av oss bl.a. mig Pers(s)onligen.

Reuben Hersh 1927–2020

Ulf Persson

Reuben Hersh died just after New Year having just turned ninety-two. I first heard of him in the early 80's in connection with his book *The Mathematical Experience* which had just made a splash, as far as a mathematically oriented book can make a splash. It had been reviewed by Martin Gardner in the New York Review of Books, which was considered as an honor. I do not recall exactly how I came across it, even if I was already then a regular reader of the Review I cannot recall a review. Anyway it is a wonderful book, written by regular mathematicians and not philosophers or journalists. Armand Borel at the Institute praised it, partly for that reason. Although I loved the book I cannot really recall its contents. This is typical when you read something and thoroughly digest it. You may not be consciously aware of it but it has worked its influence deeply. Flipping through the pages after I returned home from Chile, I realized that many things I know I had picked up there, and many things I thought I had made up myself, I could find likewise in its pages.

The book although initiated by Hersh was eventually written jointly with Philip Davis, a numerical analyst at Brown. The two became a team and went on to write one more joint book (*Descartes' Dream*). Hersh would then eventually strike out on his own and write books with titles as *What is mathematics*, Really? and his last effort, joint by his partner Vera *Loving and Hating Mathematics*. Although it was the book *the Mathematical Experience* which put their names on my mind, I had in fact encountered an article by Hersh already in the fall of 1969, a popular article in the Scientific American, a magazine with which he would be connected in his youth eventually as an editor. The article concerned harmonic functions and probability theory and is of course standard by now, but Hersh and his co-writer tried to popularize it. I also had encountered Philip Davies, and then even earlier, although it would take some time for me to realize it. As a young teenager I came across a pocket book *De Stora Talens Värld* (The Lore of large Numbers) which made quite an impression on me at that age. Hersh came to be a proponent of mathematics not as a Platonic phenomenon but as a human cultural construct like language, law and literature, objective at the level of the individual but subjective at the collective level. One may think of money. It is a social construct and does not mean anything beyond a collective agreement, but on the level of the individual a lack of money is as real as a lack of food.

In 2007 I picked up Hersh's *What is mathematics, really?* the title being an obvious take off on the book by Courant and Robbins *What is mathematics?* (which I incidentally read too in my youth and enjoyed, although I will be hard pressed now to account for its contents). As was my habit at the time, if I read an interesting book I contacted the author. Many times you were ignored, but it worked more often than not, and if so it led to interesting e-mail exchanges, some of which have been going on for years. Hersh was one example of the latter and a delightful correspondence ensued only terminated by his death a dozen years later. In early 2011 Bengt Johansson arranged to send me to New Mexico in order to interview Hersh (he must have liked my previous interviews with du Sautoy and Devlin) and we met for the first and sadly enough only time. I stayed over at his place a couple of nights and we had a very long conversation touching on many topics, some of which appeared in a write-up, which appeared a few years ago in the Bulletin. Due to the biographical material in it, I will refrain from repeating any of it here but refer to the relevant back-issue. Hersh was an old man by the time I met him just having turned eighty three, but he had a full head of white hair and showed not the slightest trace of dotage that not seldom dulls the thought of the elderly, although he regretted that it was a long time since he was able to do any serious mathematics. His features were craggy and they reminded me of an old American Indian chief, and in fact more distinguished than those featured in his more youthful portraits that I have seen. At the very end of his life he sported a long white beard and took to calling himself Laznovsky in homage to his Jewish origin, the name Hersh having been imposed on him by his father. Those likenesses make me think of Walt Whitman, a poet sage out of the 19th century. A memorial site can be found at Hersh.

Matematik och Logik

Ulf Persson

Är grunden för matematik logik? Utan logik ingen matematik? Men vad är då grunden för logik? C.S. Peirce (1839–1914) var en amerikansk filosof och samtida med psykologen William-James (1842–1910). Han var son till Benjamin Peirce (1809–1880) som var en tidig amerikansk matematiker verksam vid Harvard och numera mest känd för att den prestigefyllda post-doc positionen vid detta universitet är uppkallad efter honom[1]. Sonens Charles Sanders var en pionjär inom matematisk logik men utgör även ett centralt namn inom semiotiken och vetenskapsfilosofin. Peirce var under yngre år verksam vid the United States Coast Survey sedemera the United States Coast and Geodetic Survey, och dessa praktiska erfarenheter skulle senare ha ett stort inflytande på hans filosofi. Hans försök till en akademisk karriär var dock inte så lyckosamma och begränsades till en temporär anställning vid Johns Hopkins. Han hade mäktiga fiender och ansågs vara en 'svår person' som inte passade riktigt in. Som en följd därav levde han en stor del av sitt liv i fattigdom. Hans vän William James förbarmade sig över honom och gav honom tillfällen att föreläsa vid sitt universitet (Harvard). Men medan James föreläsningar var välbesökta, han var redan en legend via sitt pionjärverk *Principles of Psychology* i två delar och som publicerades på 1890-talet, var det få om ens några som hade tålamod att åhöra Peirce betydligt mera esoteriska förläsningar. Han var, som man brukar säga, före sin tid och har först postumt rönt den uppskattning som han förtjänade[2]. Bertrand Russell hade mycket att tacka honom för vilket denne dock aldrig erkände, men lovordade honom som en av 1800-talets mest originella tänkare och amerikas störste filosof. Som filosof hävdade Peirce pragmatismens betydelse, som t.ex. om två fenomen har helt identiska konsekvenser är det meningslöst att göra en distinktion mellan dem. Detta togs entusiastiskt upp av James som lanserade 'pragmatismen' inom filosofin, något som inte riktigt föll Peirce på läppen och som döpte om sin filosofi till det något krystade 'pragmaticism'. Hans produktion var vittomfattande, själv har jag bara läst urval i två Dover utgåvor, samt en utmärkt biografi av J.Brent. Jag rekommenderar de nyfikna att gå till källorna.

Peirce hävdade att de naturliga talen var mer fundamentala är logiken, och som jag skrivit ovan, att en matematiker behöver inte studera logik, utan med denna är han medfödd. Matematiken studerar inte logiken, utan är den vetenskap som mer än någon annan är underställd de begränsingar som logiken påtvingar. Mathematics is not the science of necessary reasoning but the science conducted through necessary reasoning (or words to that effect[3])

Personliga erfarenheter

Vad har en matematiker för attityd till logiken? Låt mig först kortfattat redogöra för mina egna personliga erfarenheter, som jag misstänker inte är helt orepresentativa, och sedan kommentera dem.

Ingen katt har två svansar. En katt har en svans mer än ingen katt. Alltså har en katt tre svansar. Detta sofistiska resonemang som jag träffade på i en bok i min barndom[4] roade mig. Visst förstod jag att det var absurt men jag undrar om jag skulle ha kunnat formulera min

[1] Formellt ett så kallat 'instructorship' och i dagligt tal refererat till som en 'B.P.'

[2] som jag brukar påpeka: Sätt ditt hopp till en postum berömmelse, du kommer aldrig att bli besviken.

[3] Jag kan givetvis inte erinra mig de exakta formuleringarna, vad man läser och införlivar, kan man ofta inte ens påminna sig på vilket språk man läste det.

[4] Närmare bestämt sidan 178 i *Berättelser och bilder ur Världshistorien del I* (Hagnell, Olander, Granfelt) [Skolförlaget 1953] som jag fick i julklapp julen 1960. Jag störtade mig över boken och den utgjorde min första introduktion till Antiken och där blev jag såväl bekant med Sokrates död som Platons grottmetafor. I sinom tid skulle jag få alla fem delarna, men det var den första som gjorde det djupaste intrycket på mig.

kritik, klart borde ha varit att bägge premisserna bygger på att en katt har en svans och inget annat. En sommarvecka i Öland läste jag Gamows klassiska bok 'Ett, Två, Tre ..oändligheten'. Det inleddes med det matematiska avsnittet som gjorde det mest bestående intrycket på mig. Där introducerades jag för första gången med den fyrdimenionella kuben och en modell av denna, som jag sedan förfärdigade i papp och tråd själv. Mer signifikant för denna artikel var Cantors diagonaltrick och överuppräkneligheten av de rellea talen (oändliga decimalutvecklingar). Detta svalde jag utan att protestera. Detta är ett betydligt mer sofistikerat exempel på logiskt tänkande än den närmast tautologiska satslogiken. Men min första systematiska konfrontation med det deduktiva resonerandet var den klassiska euklidiska geometrin som man under min tid stötte på i första klass i realskolan, d.v.s. i mitt fall vårterminen 1964. Detta var en hänförande upplevelse som på ett påtagligt sätt visade tankens kraft. Detta att helt på egen hand kunna betvinga verkligheten. Men det var viktigt att det rörde sig om 'verkligheten', i detta fall det fysiska rummet. Hade det istället rört sig om en samling regler i form av mer eller mindre godtyckliga axiom ur vilka man skulle härleda en massa samband hade uppelvelsen inte varit lika omvälvande utan mer setts som en lek, en mer eller mindre meningslös sudoku. Detta i kombination med de fyra dimensionerna jag fann i Gamows bok och de Platonska kropparna i en samling av Gardners essäer den hösten och nästa vinters Bells 'Matematikens Män', som försedda mig med nya hjältar, fick mig att drömma om att bli matematiker. Året därpå kom jag i kontakt med mängdläran via en bok av en viss Joseph Breuer översatt till engelska. Titeln var den typiska man finner för matematiska böcker, i detta fall *Introduction to The Theory of Sets*. Det var här jag fick en grundligare presentation av kardinaltalen, speciellt kontinuum-hypotesen, och kom i kontakt med Russells paradox (som är en direkt följd av Cantors bevis för potensmängdens högre kardinalitet) och intuitionismen. Samtidigt invigdes jag i de reella talens mysterier i Hardys bok *Pure Mathematics* senare grundligare i Hylten-Cavallius och Sandgren. Jag träffade sedan på Gödel[5]. Jag fascinerades av honom och undrade hur man kunde visa logikens defekter via logiken själv, men något allvarligt försök att sätta mig in i beviset gjorde jag aldrig. Dessa år som sammanföll med gymnasieåren engagerades jag framför allt av hur matematiken kunde formaliseras och största möjliga rigorösitet var min ledstjärna. Var inte detta matematikens hjärta och kärna? Russell blev min förebild och jag tog förekomsten av *Principia Matematica* på stort allvar utan att inse att Gödel hade punkterat denna ballong en gång för alla. Men på samma gång hade jag redan upplevt sommaren 1966 de skrämmande konsekvenserna av en extremt logiskt rigoröst studium av verkligheten. Hur kunde jag veta att de sinnesintryck jag erfor hade någon extern bas? Kunde inte allt bara vara i min inbillning och inget annat än denna existerade? Detta var oerhört skrämmande och ingav en känsla av kosmisk ensamhet[6]. Några år senare träffade jag på en beteckning för denna hypotetiska insikt, nämligen 'solipsismen'. Detta mildrade och avdramatiserade, det är därför vi ger abstrakta ting namn. Dock lite själv-dramatiserande skulle jag kunna skriva att detta fick mig att vända ryggen åt filosofin och söka tryggheten i matematiken istället,

Med de reella talen kom Cantormängden, Baire categorier[7] och senare den allmänna punkt-mängdstopologin in i föreställningsvärlden. Jag blev bekant med urvalsaxiomet och insåg kraften i Zorns lemma. Jag skaffade mig Cohens bok om kontinuumhypotesen och satt och läste den när jag väntade i kön vid Observatorielunden för att skriva in mig på Stockholms Universitet hösten 1969. Det senare var givetvis ren och skär snobbism. Kom jag ens så långt som till 'forcing'? När mina

[5] Jag bläddrade i en Time-Life book om matematiker i den lokala bokhandeln. Där fanns en bild på Samuel Eilenberg sittandes i New Yorks tunnelbana tänkande, samt en på Gödel.

[6] Kanske den känsla en allvetande och allsmäktig Gud erfar?

[7] I Elementas problemavdelning, som jag läste regelbundet som gymnasist, ställdes problemet huruvida Dirichlet-funktionen kunde var den punktvisa gränsfunktionen av kontinuerliga funktioner. Jag fick grunna på det i många dagar tills jag kom på lösningen, nämligen den att snittet av uppräkneligt många öppna täta mängder kan inte vara tomt. Detta ledde som jag senar insåg till så kallade Baire kategorier, till vilka jag fick en speciell känslomässig koppling.

matematikstudier började på allvar kände jag en viss frustration med logiken, den förmådde inte att ge mig vad jag därur önskade nämligen en till religiositet gränsande visshet. Grunden vek ständigt undan[8]. När jag träffade på Hahn-Banach i funktionalanalysen och det påpekades att denna byggde på urvalsaxiomet, blev jag fundersam. Om nu analysen har så handfasta tillämpningar, hur kan den bygga på sådana antaganden? Hur kan dessa ha praktiska konsekvenser[9]. Logiken försvann såsom irrelevant, helt enligt Peirce, och mängdläran reducerades till ett ändamålsenligt språk i Bourbakis anda. Dock väcktes den till liv igen under min tid vid Columbia. Jag hade en kollega som var matematisk logiker (vilket påminde mig om dess existens) samt jag gav t.o.m. en kurs och använde som bok Yuri Manins *A Course in mathematical Logic* som öppnade mina ögon. Det var en bok om logik skriven av en matematiker och för en matematiker och jag fann den ytterst läsvärd (liksom så gott som allt som Manin skriver). Några år senare kom jag i kontakt med Douglas Hofstaders bok *Gödel, Escher, Bach* som på en elementärare, om än suggestivare nivå, tillät mig charmeras. Många år senare, som mognare och mer luttrad matematiker, engagerade jag mig i Platonismen och bevistade regelbundet de logiska seminarierna på filosofen på Göteborgs Universitet. Vad som engagerade mig var den filosofiska, för att inte säga den rent metafysiska aspekten. Den matematiska aspekten tycktes mig ganska blek jämfört med 'the real thing' inom matematiken själv. Mitt förhållningssätt var att den deduktiva presentationen av matematiken hade mycket gemensamt med presentationen av bilder pixel för pixel. Man kan tala om så kallad lokal förståelse men inte global. Matematik är inte en manipulation av meningslösa symboler och därmed en räcka av tautologier som Russell och Wittgenstein hävdade, två filosofer som jag som gymnasist beundrat, eller snarare svärmat för, ty liksom i förälskelsen existerade de bara i min fantasi. En matematiker övertygas inte av långa deduktiva beviskedjor (även om dessa fyller en mycket viktig uppgift), utan hur något passar in i ett större sammanhang och sprider ljus över vad som tidigare varit dunkelt. Men den filosofiska frågan återstår. Hur mycket av den moderna abstrakta matematiken kan förstås av den mänskliga hjärnan? Och vad menas egentligen med att förstå? Den deduktiva underbyggnaden av matematiken blir mer och mer komplicerad. En som tog detta på största allvar var den ryske matematikern och Fieldsmedaljören Vladimir Voedvodsky som frustrerades av de komplexa bevisen inom sin egen abstrakta specialitet som kan beskrivas som högre homotopiteori i snittet mellan schemabaserad algebraisk geometri och abstrakt kategorisk algebraisk topologi. Misstag upptäcktes ideligen och att agera 'rörmokare' var lika krävande och olidligt tråkigt som det var nödvändigt. Kunde man överhuvudtaget lita på långa bevis? Vad händer när intuitionen försmäktar i en allt tunnare luft och ger mindre och mindre stöd? När resultat blir som höga korthus utan stöd av andra resultat? Om nu matematiken i princip kan formaliseras varför inte göra detta? Om ett logiskt granskande av ett bevis kan i princip jämställas med en omfattande uträkning, varför inte låta datorerna göra detta? En sak att tala om principer på en meta-nivå en helt annan sak att implementera. Voedvodsky tog sig an uppgiften att förse matematiken med ett nytt språk och därmed kasta ut mängdläran; ett språk som skulle lämpa sig bättre för mekanisk implementering. Tyvärr dog han för några år sedan vid en ålder av 51 och projektet genomfördes aldrig, men det kan kanske tjäna som inspiration. Peter Dybjer som har sysslat mycket med datoriserad bevischeckning har inte helt lovat att inkomma med en artikel i ett kommande nummer, men inte heller helt uteslutit det.

[8] Det kommer mig att tänka på primitiv kosmologi. Världen vilar på en sköldpadda. Och vad står sköldpaddan på? En annan sköldpadda! Och denna! Det är sköldpaddor hela vägen!

[9] Sådana tankegångar bekräftas av de kommentarer Stanislaw Ulam fällde i en diskussion med Gian-Carlo Rota. Hur kan du tro att motsägelser inom mängdläran har någon som helst inverkan på vår förmåga att bygga broar? Och Ulam var ändå djupt engagerad i stora kardinaliteter (mätbara mängder)

Kommentarer

Det ovanstående kan eller kan inte ge en representativ bild av våra matematiska kollegers erfarenheter av logiken i matematiken. Detta kan jag inte uttala mig om, således har jag begränsat mig till det jag kan, därav det något egocentriska perspektivet. Låt mig nu ge några kommentarer.

Den enklaste logiken är vad man kallar satslogik. Ett klassiskt exempel är 'Om man är en man är man dödlig' och 'Sokrates är en man' med slutsatsen 'Sokrates är dödlig'. Detta är en så kallad syllogism och varje sunt tänkande människa tycks taga detta för givet, speciellt en matematisk. Är detta egentligen en fråga om logik eller lingvistik? Tillhör det egentligen vår språkliga förmåga och som sådant specifikt mänskligt? Man kan även använda kvantifikatorer och då blir det tydligare. 'Alla män är dödliga', "Sokrates är en man' således 'Sokrates är dödlig'. Men är inte detta en följd av vår förståelse av ordet 'alla'? Aristoteles på sin tid gjorde en systematisk undersökning av alla syllogismer[10]. Med en syllogism menas en utsaga av formen 'om A och B så C' där A, B, C är primitiva utsagor. De senare indelas i fyra olika typer

- (a) Alla x är y
- (b) Inga x är y
- (c) Några x är y
- (d) Några x är icke y

Där vi kan kalla x subjekt och y predikat. För x, y substituerar vi så kallade aristotelska termer, med detta menar vi i modernt språk en icke tom mängd som t.ex 'atenare', 'häst', 'sjukling'. Låt oss beteckna termer, av vilka det finns en uppsjö, med bokstäver som M, P, S. Villkoret nu för en syllogism är att A innehåller M, S, B innehåller M, P och C har S som subjekt och P som predikat. Man ser då enkelt kombinatoriskt att det finns 256 syllogismer, men vilka av dem är logiskt giltiga som slutledningsregler. Ett exempel på en giltig syllogism är en av formen *aaa* och mer specifikt.

$G1$ Om alla M är P och alla S är M så är alla S P

an annan giltig syllogism har formen *bab* mer specifikt

$G2$ Om inga M är P och alla S är M så är inga S P

Nu kan man i princip gå igenom var och en av de 256 fallen och kontrollera med hjälp av sin inneboende intuition (eller logiska samvete) vilka av dessa är giltiga slutledningar. Men Aristoteles presenterar en elegantare lösning genom att sätta upp några meta-regler hur man kan gå från en syllogism till en annan som i ett spel och han visar att alla giltiga syllogismer kan härledas från G1 och G2. Detta presenterat i *Första Analytiken* och är, enligt Anders Wedberg, den första axiomatiska teori som är känd i originalframställning, och som givetvis är äldre än Euklides[11]. Helt perfekt är det inte ur modern synpunkt, och det främsta framsteget sedan Aristoteles är att betrakta tomma mängder, d.v.s. 'Alla' medför inte automatiskt existens. 'Alla bevingade svin läser Proust' är ju således sann ty man kan inte finna något bevingat svin som inte gör det. Med denna konvention blir teorin mer strömlinjeformad.

Vad kan vi lära av detta? Först att vi kan göra tankar till ting genom en formalisering. Vad som beskrivs här ovan är principen för sanningstabeller som vi alla kom i kontakt med i gymnasiet. Wittgenstein lär ha uppfunnit dem, men de fanns givetvis som idé mer eller mindre explicit formulerad långt innan. Tanken på räknemaskiner, d.v.s. göra den mentala räkningen mekanisk går tillbaka åtminstone till abacusen och utvecklades vidare av Pascal och Leibniz. Leibniz drömde

[10] Jag lärde mig detta ur Anders Wedbergs *Filosofins Historia* från vilken jag adapterar exemplet nedan med bibehållna notationer (se *Filosofins Historia, Antiken och Medeltiden* sektion 30, sid 118)

[11] Euklides verkade i Alexandria, Alexandria var uppkallad efter Alexander den Store, Aristoteles var ynglingen Alexanders lärare

om en kalkyl för tanken, så om två personer vore oense kunde de sätta sig ner och räkna fram vem som hade rätt, men teknologin fanns inte då för att förverkliga detta. Hålkorten på 1700-talets vävmaskiner är andra exempel på samma tradition vilka kulminerade med tidens teknik med Babbage. Ja kan hela matematiken reduceras till ett logiskt spel som i princip kan 'räkna' fram allt, långa deduktiva kedjor som i princip inte skiljer sig från långa uträkningar. Hilbert framställs som den store formalisten inom matematiken, personligen tror jag inte att han var formalism i själ och hjärta, så var det inte som han upplevde matematiken, utan hans syfte var att kunna studera matematiken matematiskt och då måste den preciseras och dess tänkande mekaniseras. Men nu går jag händelserna i förväg och måste backa lite tillbaka till stoikerna som vidareutvecklade den aristotelska logiken. De insåg existensen av metalogiken, nämligen när vi reducerat det logiska tänkandet till mekaniska ting, måste vi även förstå mekanismen. När vi talar om att någon tänker ologiskt är det inte så mycket inkorrekt 'räknande' vi tänker på utan att någon inte riktigt förstår hur 'mekanismen' hänger ihop. Logiken i ett matematiskt bevis eller i ett poem för den delen, består inte så mycket av de logiska slutledningarna utan hur de globalt hänger ihop. Förstår man den globala logiken liksom sammanhanget i ett poem eller ett musikstycke för den delen, glömmer man dem aldrig[12]. Medan den underliggande formaliseringen är död utan mening, så är resonemanget om det levande. Konsistensen av ett axiomsystem utgör ett problem i verkligheten medan systemet själv inte behöver ha någon mening. Russell tänkte sig, som sagt, matematiken som en räcka av tautologier som inte hade någon mening. Ja detta går tillbaka till stoikerna, som hade en utpräglad materialistisk världsåskådning. Stoikern Epiktetos talade om förnuftet, som tydliggör tingen, men hur kan vi studera förnuftet? Finns det ett högre förnuft? Stoikern förnekar detta, men hur kan ett förnuft analysera sig själv? (Och det var också tanken som bekymrade mig som tonåring när jag träffade på Gödels bevis). Stoikerna tänkte sig en trikotomi bestående av Uttryck, Mening och Referens. Uttrycket utgjordes således av det formella tingesten, vilket som ting var dött, medan 'mening' således rörde sig på meta-nivån och kunde inte fångas i ett formellt uttryck (det är frestande att se det som själen i kroppen), slutligen meningen uppstår på grund av referensen till en extern värld till vilken den kan referera. Stoikerna var som sagt materialister (och entusiastiska sådana) enligt vilken kroppen (somata) är det enda som existerar. Detta ger upphov till vissa logiska problemparadoxer. De formella uttrycken är en del av tingen, den materiella externa världen, men vari består då meningen då den inte är materiell och således inte existerar? Ur Platons synpunkt tillhör givetvis meningen den högre verkligheten[13]. Det är detta försök att bädda in den resonerande metalogiken (förnuftet) i den formella som redan under antiken gav upphov till paradoxer genom självreferenser. Poincaré som var kritisk mot logiken anmärkte spydigt att den nu i alla fall kommit fram till motsägelser och hänvisade till den klassiska lögnparadoxen i vilket ett påstående är både ett formellt uttyck och en mening via en referens till sig själv. Den förste som förstod att konstruktivt utnyttja lögnarparadoxen var Cantor med sin diagonalprincip manifesterad genom beviset för att en potensmängd (metamängden) har större kardinalitet än mängden själv. Jag minns hur Jean Dieudonné i sin bok *Foundations of Modern Analysis*[14] talar om att egentligen det enda en student inom matematisk analys behöver veta om de högre kardinaltalen är det negativa faktumet att de reella talen inte är uppräkneliga. Man kan således se dess överuppräknelighet

[12] Som jag citerade Atiyah i min minnesartikel över honom i februarinumret 2019, att har man en gång förstått ett bevis (argumentationskedja) behöver man inte skriva ner detaljerna i detta, man kan rekonstruera det senare, detta apropå att han löste matematiska problem medan han körde bilen längs tomma motorvägar tvärs över den amerikanska kontinenten.

[13] Liknande tankegångar upprepas ständigt i filosofins historia, det är därför Russels medförfattare Alfred North Whitehead talar om den västerländska filosofin som en serie fotnoter till Platon. Ett exempel på detta är fenomenologisten Edmund Husserls begrepp 'Fundierung' entusiastiskt propaganderat av matematikern Gian-Carlo Rota.

[14] Som ett kuriosum kan nämnas att min beställning av boken från Almqvits&Wiksell hösten 1968 fortfarande finns kvar som bokmärke. Priset för denna häftade upplaga var 36 kronor, som i dagens penningsvärde troligen rör sig om drygt 700 kronor, och idag skulle jag aldrig komma på tanken att köpa en sådan dyr bok.

som ett metafysiskt faktum. Modern mått-teori med uppräknelig additivitet vore inte möjlig med en uppräknelig bakgrund. Matematikern laborerar med uppräkneliga oändligheter som alla äger rum i ett överuppräkneligt universum. Cantors diagonaltrick kan tillämpas på ett otal sätt. Gödels bevis liksom det enklare Turings negativa lösning till stopp-problemet (*der Entscheidungsproblem*) bygger alla på Cantors diagonalprincip. Lite spydigt brukar jag påpeka för mina logiska vänner att det är den enda idén inom logiken. Det tas inte alltid väl upp, men faktum är att diagonalprincipen är en idé som i och med detta inte kan fångas i något formellt uttryck (bara manifestationer av det) och går tillbaka till antikens ambitioner att mirakulöst kunna befästa tanken, att ur anden ge den kött för att göra en biblisk association. Detta att ge anden kött är vad modern datorteknologi går ut på och det är därför inte förvånande att så många logiker återfinnes på datalogiska institutioner.

Logiken blir genast intressantare när matematiken kommer in, och redan från början i antiken, var matematiken inspirationen för logiken, och Aristoteles var en pionjär att bedriva matematiskt tänkande på icke-matematiska begrepp. Turingmaskinen kan ses som en kodifiering av vad en beräkning innebär och i och med dess ekvivalens med Alfonso Churchs λ-calculus, innebär det att vi har en materiell kodifiering av begreppet beräkning som alla är överens om, men för vilket man inte kan ge ett tekniskt bevis[15], lika lite som för platonismen. Gödels bevis kan likaledes ses som en undersökning av vad som menas med en formalisering. Logiken kan även bli intressantare när begrepp särskådas. Kan vi egentligen tala om godtyckliga oändliga sekvenser av säg ettor och nollor eller måste det finnas en regel bakom dem?[16]. Vi kommer då in på Löwenheim-Skolems uppräkneliga modell av de reella talen. Hur kan en uppräknelig modell vara överuppräknelig? Vad är en uppräkning? En 1-1- korrepsondens men att beskriva denna kan inte göras med en regel inom modellen. Vyn 'utifrån' är inte samma som 'vyn' innifrån.

Det sofistiska exemplet på slutledning jag angav inledningsvis var givetvis aldrig menat som allvarligt av sofisterna utan som ett skämt och ett hån. Sokrates och Platon såg dem som ett moraliskt hot, precis som moderna filosofer ser på post-modernister, även om de själva inte var helt fria från sofistiska tendenser i sitt argumenterande (men när det gäller Platon kan man aldrig vara säker på när han är ironisk eller inte). De medeltida skolastiska filosoferna sökte förena förnuftet med den religiösa tron och, något hädiskt, basera den senare på det förra. Språkets makt har en tendens att förföra och ett antal gudsbevis såg dagens ljus, det elegantaste varandes det som går under Anselms namn. 'Gud är det perfekta väsendet, till perfektion hör existens, således existerar Gud'. I denna form är det något missvisande ty Anselm hade en betydligt mera sofistikerad underbyggnad, i vilken han talar om väsen som endast existerar i förnuftet och inte i verkligheten och Gödel har sammanställt en modern tolkning av det. I själva verket påminner skolastikernas spekulationer mycket om moderna logikers om höga kardinaltal (jmfr. Dieudonnés åsikt ovan). Vi har återigen resonemang som bygger på en sammanblandning av tänkandets nivåer (typer). Enkla exempel på detta är svaret på frågan 'Om du kan önska dig precis vad du vill och det skulle bli uppfyllt, vad skulle du önska dig?' och svaret är att 'jag vill önska mig att få göra två godtyckliga önskningar som skall uppfyllas' (utan ordet 'uppfyllas' skulle givetvis referensen till en yttre verklighet försvinna och därmed mycket av meningen). Andra exempel finner vi inom AI. Om människan kan åstadkomma en intelligens som kan göra allt som människan kan (och lite extra dessutom) så kan denna intelligens speciellt åstadkomma samma bedrift, d.v.s. en intelligens överlägsen sig själv i samma mening som ovan. De engelska filosofen och historikern R.G.Collingwood som jag ofta brukar citera, påpekar att vi använder anselmlikande resonemang när vi tror på förnuftet. Denne Collingwood var för övrigt en motståndare till Russell och den analytiska filosofi han bedrev. Han fann satslogiken för naiv och påpekade att en sats sanningshalt kan endast avgöras om man vet frågan på vilken den skall vara svaret. Han, liksom även Russell, beklagade filosofins uratning till rent semantiska spekulationer

[15] Inte ekvivalensen, utan det metafysiska påstående att detta är vad beräkningar innerst inne är.

[16] annorlunda vore det om vi kunde utföra ett uppräkneligt oändligt antal operationer i ändlig tid, som den studsande bollen eller Akilles passerande av oändligt många positioner under sitt ikappspringande av sköldpaddan.

som den mer och mer kom att bedrivas inom den analytiska filosofin, speciellt vid Oxford.

Jag har redan berört miraklet att göra anden till kött via datorer, men kan vi även, åstadkomma enligt bibeln, miraklet av mirakler genom att göra ande av kött, som är den yttersta ambitionen med AI[17].

Slutligen har Sverige en logisk tradition? I själva verket en hel del som har sinsemellan sammanväxt som traditioner brukar göra. Dag Prawitz och Per Lindström kommer ur en filosofisk tradition medan Per Martin-Löf som nu är den mest inflytelserika, var något av en outsider som kom från statistiken och influerades av Kolmogorov under sin Moskvavistelse på 60-talet. Han är mycket noga med att beteckna sig som logiker och inte matematisk logiker för att betona den filosofiska komponenten. Filosofiskt-ideologiskt är han att klassas som konstruktivist ja rentav intuitionist. De flesta logiker i Sverige arbetar inom hans sfär (Martin-Löf typteori) eller har kopplingar till den, och Erik Palmgren var inget undantag.

Referenser

J.Brent *Charles Sanders Peirce- A Life* (Revised and Enlarged Edition) Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis (1998)

C.S. Peirce *Philosophical Weitings of Peirce* (ed. J.Buchler), Dover Piblications Inc, New York (1940, 1955)

C.S. Peirce *Selected Writings* (ed. P.P.Wiener), Dover Piblications Inc, New York (1958)

[17] Denna bibelhänvisning härrör från den ryske matematikern Igor Shafarevich och som jag insåg nyligen att jag tydligen först hade träffat på i *The Mathematical Experience*

Minnen av min handledare Yngve Domar och doktorandtiden i Uppsala

Håkan Hedenmalm

Yngve Domar föddes 1928, samma år som min mamma. Vi sågs första gången 1978, då jag sjutton år gammal började som grundstuderande i Uppsala. Jag hade precis tagit studenten från Sundstagymnasiet i Karlstad och hade rönt visst erkännande för insatser vid Skolornas Matematiktävling hösten innan (även om det fattades ett par poäng till finalen) samt från utställningen Unga Forskare på Tekniska Museet våren 1978. Vid utställningen deltog jag med mitt specialarbete från gymnasiet som handlade bland annat om fraktionella derivator men även lite om asymptotiska utvecklingar. Jag fick som belöning en betald resa till ISEF (International Science and Engineering Fair) som det året ägde rum i Los Angeles. Från utställningen fick jag en fin liten medalj där det står att jag fick förstapriset i matematik. Jag minns även att jag fick äran att skaka hand med nobelpristagaren Glenn T. Seaborg. Eftersom jag bara var 16 år gammal tyckte inte min pappa Lennart att jag kunde resa iväg alldeles ensam, så han följde med, men han reste en annan rutt än vad jag gjorde, via New York. Resan blev mer strapatsrik än man skulle tro för min pappa, men vi sågs i alla fall i San Francisco, där pappa hade bokat ett hotellrum för oss två. Sedan hyrde vi en bil, en Ford Fiesta, och gjorde den klassiska rutten till Los Angeles på några dar. Det blev en lyckad och minnesvärd tur.

I augusti 1978 hade jag kommit in på Teknisk Fysik i Uppsala, men var inte helt säker på att det var rätt väg att gå. Tillsammans med pappa hälsade vi på hos prefekten Stig Christoffersson vid matematiska institutionen för att diskutera vad som kunde vara bäst. Han tyckte nog att Teknisk Fysik var en onödigt lång väg att ta sig om man ändå ville bli doktorand i matematik. Dessutom tror jag nog han nämnde att en av professorerna vid institutionen – Yngve Domar – hade visat intresse för mig. Som det blev så tog jag en genväg jämfört med Teknisk Fysik, och läste ihop en fil kand i matematik och fysik samt matematisk statistik på mindre än två år. 1980 blev jag antagen som doktorand i matematik i Uppsala med Yngve Domar som handledare. Yngve var alltid korrekt och i min mening sinnebilden av en hedersman. Han höll alltid en viss distans, och han ville nog att jag skulle ha tänkt igenom saker och ting ordentligt innan jag stegade in i hans kontor som låg bortanför biblioteket och rätt avskilt på institutionen. Institutionen låg då vid Engelska parken med adressen Thunbergsvägen 3, och Yngves tjänsterum hade utsikt mot Botaniska trädgården. Yngve var alltid vänlig, men det kändes som att jag inte skulle tränga mig på, som sagt, utan att ha något att berätta. Han gav mig som första projekt att visa att den struktur av slutna primideal i oändligheten som Anders Vredblad hade funnit faktiskt var alla. Vretblad hade studerat problemet generellt, men det enda fall som var utrett fullständigt var studerat av Boris Korenblum på 1950-talet. Arbetet fanns bara på ryska, och på den tiden var språket inte tillgängligt för mig (det skulle komma senare). Men Vretblad var snäll och gav mig en handskriven översättning som jag hade stor glädje av. Korenblums fall var L^1-rummet med vikten $\exp(|x|)$, och då består Fouriertransformerna av funktioner som är analytiska i en strimla med fix bredd. Samtidigt läste jag ett arbete av Yngve om den s. k. analytiska transformen (egentligen Carlemantransformen) som jag fann elegant och välfunnen. Yngve menade att Garth Dales (en brittisk matematiker) uttryckt tvivel över Yngves abstrakta metod, men det var nog inget fel på den, även om den behövde kompletteras med ytterligare konkreta estimat, och där kunde jag förklara hur dessa kunde fås fram. Jag minns att Yngve var mycket nöjd när jag beskrev dessa ytterligare steg. Jag arbetade så fram en generalisering av Korenblums arbete, till fallet $\exp(|x| + \psi(x))$, där perturbationen ψ är positiv och icke-kvasianalytisk. Men den allmänna situationen i Vretblads arbete, och till och med fallet då ψ blir kvasianalytisk istället, är nog inte helt utrett till denna dag. Men väsentligen är det nog inte omöjligt längre, då metoderna som senare utarbetades av mig och Alexander Borichev 1995 kan tillämpas. Svårigheten som jag stötte på var klassisk, när en given (svag) majorant tvingar fram normalitet hos motsvarande funktionsfamilj. Denna fråga har sina rötter på 1920- och 1930-talen, förknippad med namn som Carleman, Levinson, och Beurling. Beurling skrev en slutgiltig framställning 1972. Väsentlighet handlar villkoret om integrabilitet för $\log\log M$, där M är majoranten. Även Yngve hade studerat detta problem, och hittat en elegant 'approach' som gav ett lite svagare resultat men utan ett starkt folieringsvillkor på majoranten. För ett par år sedan berättade Alexander Logunov för mig att även han intresserat sig för $\log\log$-satser, men för harmoniska funktioner i högre dimensioner och andra geometriska situationer. Märkligt nog var detta tydligen okänt. I ett senare arbete från 1995 med Borichev fann vi ett substitut för dessa $\log\log$-satser, som härrörde ur extrem regularitet och därmed sammanhängande nästan analytisk fortsättbarhet för funktionerna i Beurlingalgebran.

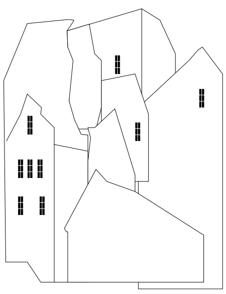
Under tiden som doktorand kom lumpen emellan, men därefter fortsatte jag skriva på avhandlingen. Den lades fram i februari 1985 med Peter Sjögren som opponent. Den följde tankar från Yngves arbete om Carlemantransformen och visade att strukturen av slutna ideal var lokal till funktionsalgebrans beteende kring den gemensamma nollställesmängden. Det blev förhållandevis abstrakt men också elegant, helt i Yngves stil. Redan innan avhandlingen kom frågan upp om vad jag skulle göra efteråt, och jag ville såklart göra en postdoc. Yngve tyckte då att skolan i Leningrad i Sovjetunionen vore ett fantastiskt ställe att komma till, men han märkte att min entusiasm var begränsad. Jag var mer entusiastisk inför tanken att komma till USA. Detta var i en tid då minnet av 1950- och 1960-talens utvecklingsoptimism i USA ännu inte var glömd, och jag hade ju redan provat på i Los Angeles. Yngve kom då att tänka på Boris Korenblum som flyttat till Albany i delstaten New York. Jag lyckades även komma i kontakt med Donald Marshall i Seattle. Så fick jag chansen redan samma höst 1985 genom ett generöst postdoktorstipendium från NFR. Där tror jag nog att Yngve hade lagt in ett gott ord för min räkning. I samband med kontakten med Donald Marshall bad jag Lennart Carleson skriva ett rekommendationsbrev. Carleson kom sporadiskt till Uppsala men en termin höll han en kurs i ergodteori som jag tyckte om och därför gick på. Carlesons var ju en världberömd matematiker, och hans föreläsningar hade en energi som entusiasmerade, och uppenbarligen tyckte han om ämnet. Detta var ju tiden då hans intresse flyttade mot dynamiska system. Innan jag helt lämnar beskrivningen av doktorandtiden vill jag också nämna några andra doktorander och professorer från den tiden. Mikael Passare och Karl Forsberg var doktorander för professor Christer Kiselman, Bengt Jonsson för docent Gunnar Aronsson, Johan Tysk för professor Björn Dahlberg, och Henrik Egnell för docent Matts Essen. Johan bestämde sig för att helt byta skola från Uppsala till UCLA, där han sedemera disputerade i differentialgeometri. Björn Dahlberg var en ung stjärna med stor energi från Göteborg och han höll på med partiella differentialekvationer. Björn blev nog inte kvar så länge i Uppsala, han hittade förstås en tjänst i Göteborg istället. Jag tyckte det var sorgligt när jag hörde att han dog ung, bara 48 år gammal. Även Mikael Passare dog ung, bara 52 år gammal. Ytterligare en stjärna gjorde ett gästspel i Uppsala en termin – Per Enflo – då han föreläste för oss doktorander om Riemanns zeta-funktion. Jan-Ove Larsson blev Enflos doktorand från den tiden. Carleson hade även han doktorander, till exempel Mikael Rågstedt som började strax innan jag började för Yngve, och var mest på Mittag-Leffler. Även Johan Håstad (Stockholm) hörde till Carleson och sågs ibland i Uppsala, och jag tror det var mot slutet av min doktorandtid som Kurt Johansson började för Carleson.

Postdok-tiden i USA var spännande, jag fick se många olika platser men allt flyttande runt omkring gjorde att jag kände mig rotlös. Jag fick god kontakt med Boris Korenblum i Albany, han var en bra mentor. Besöket i Seattle var också en inressant erfarenhet, men tyvärr lyckades vi inte hitta en gemensam tråd med Donald Marshall i Seattle. Jag tillbringade ytterligare två läsår i USA, varav det första vid University of Michigan i Ann Arbor. Det var ett av de finare delstatliga universiteten, och jag trivdes förträffligt där. Lyckades även med att skriva ett gemensamt arbete med Allen Shields. Det andra året var vid MSU East Lansing. Jag drabbades under tiden av hemlängtan och fick en tjänst som forskarassistent i Uppsala. Tyvärr tappade jag första året (av fyra) då jag redan accepterat förordnandet vid MSU. Tillbaka i Uppsala njöt jag av friheten som forskarassistent med nästan ingen undervisning men också (som en konsekvens?) minimal lön. Jag studerade kurser vid universitetet (alltifrån moderna språk, bl.a. ryska till kemi och biologi), och tappade därmed lite fokus på matematiken men lyckades ändå hitta tillbaka. Till detta bidrog ett besök i Albany sommaren 1990 hos Korenblum, som lyckades entusiasmera mig för problem inom teorin för Bergmanrum.

Jag kände ändå att postdok-tiden blev för kort på något vis. Reslusten kom snart tillbaka, och nu ville jag prova på Leningrad i Sovjetunionen istället, precis som Yngve hade tänkt från början. Jag fick ett resestipendium och visum, och vistades i Leningrad under en höstterminen 1990. Jag knöt många viktiga kontakter, med Nikolai Nikolski, Vladimir Peller, Alexei Aleksandrov, Vladimir Kapustin, Alexander Borichev, och Serguei Shimorin, mfl. Med Borichev utvecklades det ju till ett fint samarbete som hittills givit flera publikationer. Även Shimorin och jag har publicerat tillsammans och därtill arbetat på samma ställe i tjugo år (Lund och KTH). Tyvärr så gick han ju och dog under en fjällvandring i Kaukasus för fyra år sedan, bara 50 år gammal, Kanske är det något speciellt med oss matematiker, i det att vissa av oss tenderar att dö unga. Jag inbillar mig att det inte är så vanligt i befolkningen i stort.

Jag minns att Yngve brann även för musiken, fast jag har nog aldrig hört honom spela fiol. Men jag är ganska säker på att jag hört honom sjunga, och han sjöng med stadig röst, som jag uppfattade som tenor. Han var aldrig storvulen, han framhävde aldrig sig själv, och var alltid vänlig och sympatisk. Han gjorde sig vinn om att alltid vara rättvis i sin professionella gärning. Som jag skrev tidigare: en hedersman av det slag som blivit allt sällsyntare i nutiden. Yngve dog för sex år sedan, och jag har känt att jag borde skriva något, men inte kunnat fokusera tillfäckligt för att fatta pennan (eller snarare sitta vid tangentbordet). Nu blev det mest en massa om mig själv, men något om Yngve lyste förhoppningsvis ändå igenom. Yngve var ett stort stöd för mig, och jag uppskattar allt vad han gjort för mig.

Titelsidans illustration



Titelsidan visar en slående fasadmålning som jag fann under en cykeltur i Polen, närmare bestämt i Poznan sommaren 2016. Målningen utgör en så kallas *trompe l'œuil*, d.v.s. något som skall "lura ögat". Och visst lurade det mitt öga när jag först fick syn på det samma kväll jag cyklade in i staden. När jag nästa dag vandrade dit med kameran och betraktade den närmare fann jag ut att den hade slutförts året innan d.v.s. 2015 (men planerades redan tre år innan). Den är målat av MURall.team en grupp fasad- och graffitikonstnärer med sin egen hemsida och Facebook grupp och som far runt omkring i Europa och målar på väggar. Jag har sett en hel del liknande fasadmålningar, men i blygsammare format i närbelägna Beziers här nere i södra Frankrike, men vet inte om det är de som ligger bakom.

Looks good, is bad - looks bad, is good

Anders Persson

My life experience is that for a physicist, or any scientist, it is fundamentally important to know, understand and use mathematics. But it is not enough to be "good in maths" — the difficult thing is, as the French Nobel Prize laureate 1991, Pierre Giles de Gennes has said, to understand what the maths means. In my previous articles I have illustrated this with examples from elementary mechanics and dynamic meteorology. One conclusion one could draw from this is that computers have for long times been more intelligent than many physicists and meteorologists, being able to correctly interpret what the vector cross product $-2\mathbf{\Omega} \times \mathbf{V}$, in the Coriolis deflection, means physically.

Another field where this notion about understanding what the maths means is statistics. When I in the 1990's was employed at the European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) we calculated and examined a lot of forecast verification statistics. For long times our main scores were the Root Mean Square Error (RMSE), here denoted E_j

$$E_j = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} |f_i - o_{i+j}|^2} \tag{1}$$

where j=forecast range, i=forecast day, f =forecast valid j days ahead, o=verifying observation valid at time $i+j$ and N= number of forecasts[1].

We also used the Anomaly Correlation Coefficient (ACC), where the climate average was subtracted from both forecast and observations, and these two then correlated. Later, when the probabilistic ensemble forecast system was gaining momentum a lot of probabilistic scores were introduced. I might come back to them at another time, now I will concentrate on the RMSE.

The lower the better?

According to common sense, the lower the RMSE the better, the higher the worse. But we soon found out that, with the introduction of a model upgrade, increasing RMSE could be a sign of success and decreasing RMSE a sign of failure.

We heard a story about a major European country where the scientists dealing with meteorological computer forecasts or numerical weather prediction (NWP) had decided only to implement changes in their model that lowered the RMSE. After a few years the model produced good RMSE but the forecasts looked very weird to say the least.

Our Moment of Truth came in 1994 when the Canadian Met Service launched their new global forecast model. It outperformed everyone else, including the ECMWF which until then had been regarded as the world leader.

But why? The Canadian model had much coarser spatial resolution, simpler numerics, basic physics and only half the number of vertical layers compared to ECMWF. They had also put in a lot of diffusion for good measure.

Our sharpest brains sat down and looked into the problem. It turned out to be rather easy to understand also for non-experts — or so we thought.

[1] The weather at a given time (i) is of course codified by a number of parameters such as temperature, air pressure etc at given points of a grid. The discrepanct between a forecast and the actual weather is given by a chosen norm on the space of functions and hence a natural and traditional choice is given by the L^2-norm.`[editorial remark.]`

Some algebra

For clarity it is convenient to square expression (1) and simplify the notation into

$$E_j^2 = \overline{|f - o|^2} \qquad (2)$$

That is, the squared RMSE with the indices dropped and with an over-bar which symbolizes the averaging over time and grid points. We can now re-formulate (2) by introducing c, the climatological average of the verifying day

$$E_j^2 = \overline{|f - o|^2} = \overline{|f - c + c - o|^2} \qquad (3)$$

Using the relation $(a - b)^2 = a^2 + b^2 - 2ab$ we get

$$E_j^2 = \overline{|f - o|^2} + \overline{|o - c|^2} - 2\overline{(f - c) \cdot (o - c)} \qquad (4)$$

The first term, the variance, or the "activity", of the forecasts around the climatological average, sometimes denoted $\mathbf{A_f^2}$, depends on the realism of the forecast model, its ability to simulate the atmospheric motions and variability. The second term is the variance of the observed atmosphere around its climatological average, sometimes denoted $\mathbf{A_o^2}$. If the model is able to simulate (not necessarily accurately forecast) atmospheric features with the same details as they are observed, then these two first terms are equal, $\mathbf{A_o} = \mathbf{A_f}$. [2]

The last term, the covariance term related to the mutual agreement between forecast and observed anomalies is the only a measure of what can be regarded as the forecast skill. For increasing skill it will increase and contribute to a reduction of the RMSE from the two other always positive terms $\mathbf{A_o^2}$ and $\mathbf{A_f^2}$.

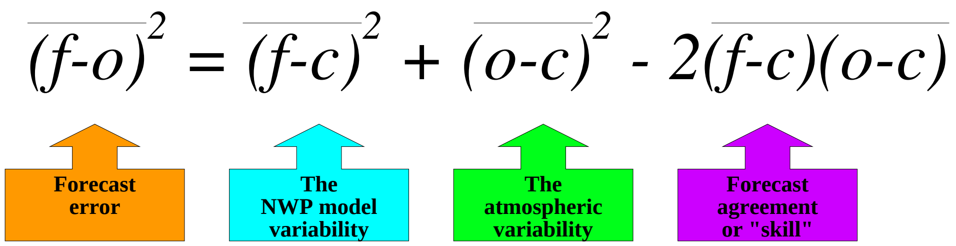


Figure 1: Schematic overview of the three terms which determine the RMSE, of which only one is related to the skill of the forecasts.

All terms are flow and season dependent. The RMSE will therefore, during period of stormy weather, and in particular during the winter seasons, tend to have higher values for parameters such as wind, pressure, temperature, geopotential (in the extra-tropics) and tend to have lower values for the same parameters in summer time.

The RMSE has therefore to be carefully looked at, in particular in so called "double penalty" situations. This may occur when there is an error in the forecast phase speed: I remember a case in October 1995 when this happened in the ECMWF system. The NWP had in a five day forecast, progressed an intense storm to southernmost Norway, when it in reality in the end had only reached Scotland.

The RMSE punished us "double", for missing the storm where it occurred and having a storm where there was none. Our system's RMSE was far worse than any of the other models'.

[2] One way of thinking of it is that the forecast accurately predicts the weather (such as a storm), but not necessarily placed in the right location nor at the right time, referred to as a phase shift `[editorial remark.]`

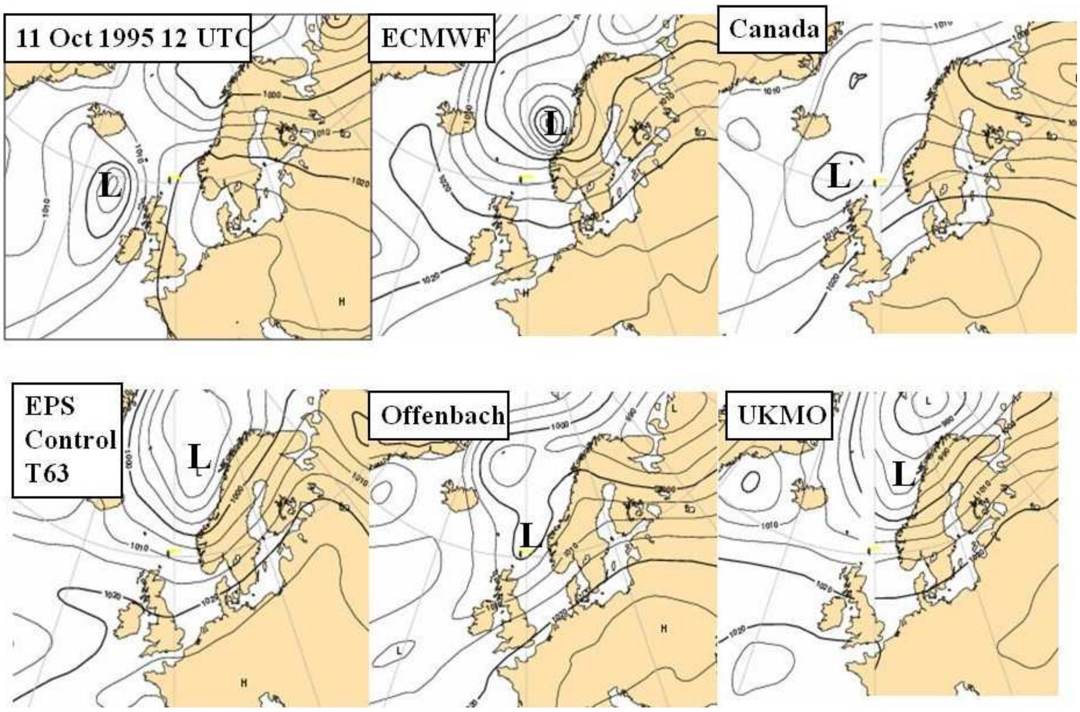


Figure 2: A selection of isobaric maps all valid 11 October 1995: The true situation is in the upper left with a deep low pressure system just west of Scotland. The next map to the right is the ECMWF 5-day forecast which has the intense storm in the wrong position. The other charts are 5-day forecasts from different meteorological centres, much weaker and with the exception of the Canadian model, also in wrong positions. In spite of this, they are scored much better in terms of RMSE than ECMWF.

The ECMWF Director triggered the button "all hands on deck", but soon had to cancel the emergency. It turned out that the other models were "better" because they either did not have the storm, or if they had and in approximately the right position, it was much weaker (figure 2).

However, from a practical point of view the ECMWF forecast was the "best". Fishermen, for example on Shetland Island, would by ECMWF be warned that a severe storm would pass in little more than 4 days. The delay by 12-24 hours would be less crucial than being told that no sever storm at all would pass the island (figure 3).

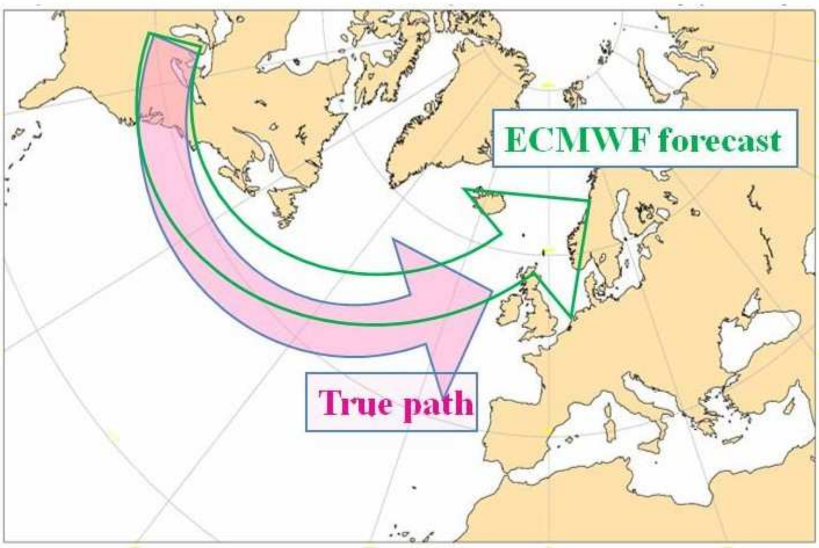


Figure 3: Misplacing a cyclone over southern Norway instead of over Scotland is of course very bad for forecasts 1-2 days ahead, but with increasing lead time, a timing error of 12–36 hours becomes less and less fatal for the user of the forecasts.

To bring this message through, *that you cannot blindly look at the RMSE*, we formulated this insight with other mathematical symbols than just the algebraic. As often geometry came to our rescue and in particular the 2300 year old Law of Cosines.

$$\overline{(f-o)^2} = \overline{(f-c)^2} + \overline{(o-c)^2} - \overline{2(f-c)(o-c)}$$

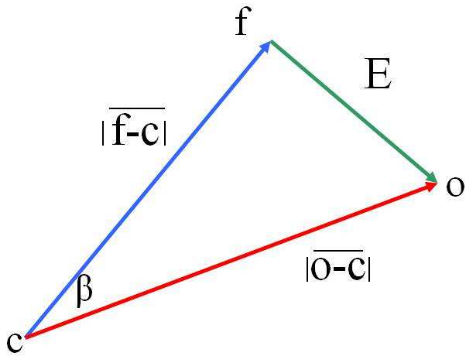


Figure 4a: The relation between forecast and observed variabilities, $\mathbf{A_f}$ resp. $\mathbf{A_o}$, and the error $E\cot(\beta)$ is equal to the correlation between the vectors.

Here the variability of the forecasts are slightly less than the variability of the real atmosphere. This was quite common with early numerical weather prediction models and still is with some simple ones. An unintentional advantage though is a slightly lower RMSE, "is bad - looks good".

With equally strong activity both in the forecasts and the observations it can be seen that the error becomes slightly higher.

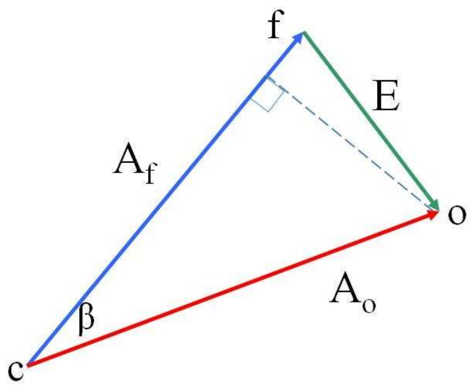


Figure 4b: The same as figure 4a, but for a model which is well tuned with $\mathbf{A_f} = \mathbf{A_o}$.

An important special case is when no forecast is really made and just a climatological typical value is issued, i.e. $\mathbf{f} = \mathbf{c}$. The RMSE is then reduced to the same value as the observed atmospheric variability. This can also be proved geometrically by increasing the angle $\boldsymbol{\beta}$ between the forecast vector $\mathbf{f}$ and the observation vector $\mathbf{o}$ under the constraint that the error vector $\mathbf{f} - \mathbf{o}$ is perpendicular to the observation vector.

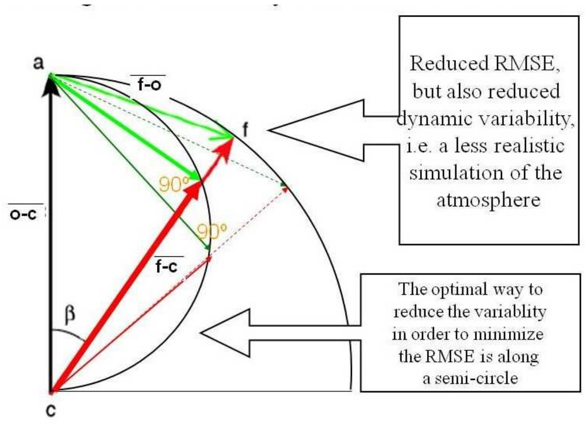


Figure 5: With decreasing forecast skill and thus increasing β the RMSE will be minimized if $\mathbf{A_f}$ decreases along a semicircle. If $\mathbf{A_f}$ stays equal to $\mathbf{A_o}$ the RMSE will for very long forecasts take a value fact $\sqrt{2}$ times the atmospheric variability $\mathbf{A_o}$.

Carried to its most extreme it means that the forecast is reduced to $\mathbf{f} = \mathbf{c}$, i.e. a statement about the climatological average.

This implies on the other hand that that if the forecast vector is rotated, and β increases, with no change in the activity, the RMS error will become much larger, in fact $\sqrt{2}$ times the atmospheric variability $\mathbf{A_o}$

.

The practical consequences for the reader

This has implication for all of us who take our weather forecast information, in particular beyond 2–3 days, from different "weather apps". These forecasts are almost in all cases direct model output from state-of-the-art numerical weather prediction models.

Just for this reason, because they are models of high quality, they will on average maintain their variability over the whole forecast range, 3, 9 or 29 days ahead. It means that the RMSE will approach a level $\sqrt{2}$ times the atmospheric variability..

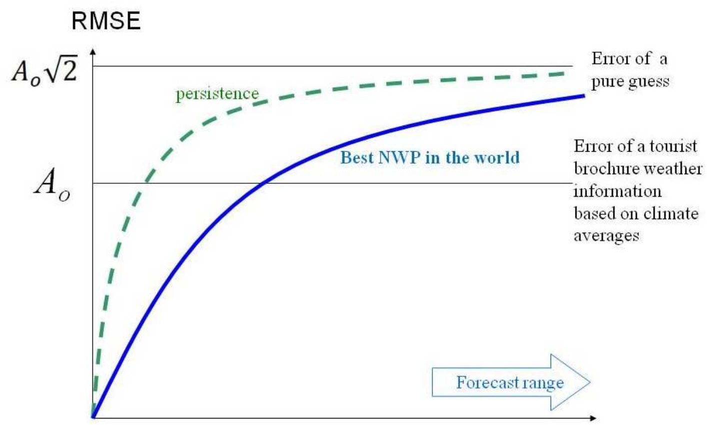


Figure 6: A schematic image of a conventional verification diagram with the score, in this case the RMSE, along the y-axis and the forecast length along the x-axis.

But rather early in the forecast, perhaps 4–8 days into the forecast, depending on the weather parameter, the error has reached the error level of a trivial climatological forecast, $\mathbf{f} = \mathbf{c}$. Forecasts beyond this forecast range can be regarded as "meteorological disinformation".

Rolf-Schockpriset

Årets Schockpris i Logik och filosofi tilldelas **Dag Prawitz** och **Per Martin-Löf** båda vid Stockholms universitet I fallet Dag Prawitz, *för bevisteoretisk normalisering inom naturlig deduktion* och i fallet Per Martin-Löf, *för skapandet av den konstruktiva typteorin.*

Dag Prawitz avhandling från 1965, där han presenterade reduktion till normalform inom naturlig deduktion, är en fortfarande aktuell klassiker på området. Ett bevis i normalform har en tydlig struktur, vilket gör det möjligt att bestämma viktiga egenskaper hos bevisen. Naturlig deduktion är ett system av enkla regler för hur man kommer fram till en viss slutsats från givna antaganden, och det har fått en viktig roll inom modern verifikationistisk språkfilosofi.

Per Martin-Löf arbetade först också inom bevisteori, i nära samarbete med Prawitz. Under 1970-talet skapade han en konstruktiv version av typteori, ett formellt språk med vilket det går att uttrycka konstruktiv matematik. Ett bevis av ett matematiskt påstående kan här ses som ett program för att verifiera påståendet. Den konstruktiva typteorin fungerar också som ett kraftfullt programmeringsspråk och har fått ett enormt genomslag inom logik, datavetenskap, och under senare år även matematik.

Årets Rolf Schockpris i matematik tilldelas **Nikolai G. Makarov**, California Institute of Technology *för hans betydande insatser i komplex analys och dess tillämpningar i matematisk fysik.*

Nikolai Makarov blev fil.dr. vid LOMI Mathematics Institute i Leningrad 1986 och är numera professor i matematik vid Caltech i USA. Han har bland annat ägnat sig åt komplex analys där man undersöker funktioner av komplexa tal. Detta område är centralt i många delar av matematiken och har också ett stort antal tillämpningar inom naturvetenskap och teknik.

Hans mest kända resultat beskriver harmoniskt mått i två dimensioner, och säger att fördelningen för träffsannolikheten för brownsk rörelse är endimensionell i enkelt sammanhängande områden (områden utan hål). Den brownska rörelsen är den slumpmässiga rörelse som förekommer hos små partiklar som svävar i en vätska eller en gas. I början av 1900-talet använde sig Albert Einstein av den brownska rörelsen för att bevisa molekylernas existens och beräkna deras storlek.

Nikolai Makarov har även gjort banbrytande insatser om tillväxtfenomen som beskriver kristalltillväxt i plana områden. Den senaste tiden har han dessutom bidragit med nyskapande resultat i konform fältteori, en teori inom kvantmekaniken, och dess relation till komplex analys och sannolikhetsteori.

Priserna i konst och musik går till **Francis Alys** (f. 1959), (arkitekt och konstnär) och **György Kurtág** (f. 1926), (tonsättare, pedagog och pianist) respektive.

Ur tilkännagivandet från Kungl. Vetenskapsakademien

IPA2020 - KIGALI RWANDA

INVERSE PROBLEMS AFRICA

SCHOOL AND CONFERENCE: October 19 th - 28 th , 2020

ADVANCING INVERSE PROBLEMS EDUCATION AND RESEARCH IN AFRICA

ORGANIZING COMMITTEES

Local Organizers	**Isambi Sailon (Chair)** **Ndengo Marcel** **Denis Ndanguza** **Ntaganda Marie** **Baylie Damtie** **Japhet Niyobuhungiro**
Scientific Committee	**Heikki Haario (Chair)** **Lydie Mpinganzima** **Lassi Roininen** **Neil Chada** **Patrick Guge Weke** **Martin Simon** **Matti Heilio** **Wokiyi Dennis**
Finance Committee	**John Mango (Chair)** **Isambi Mbalawata** **Banzi Wellars** **David Ssevviiri** **Sylvester Rugeihyamu** **Lassi Roininen**

SCHOOL SCHEDULE

Registration deadline	**30.08.2020**
Decision notification	**15.09.2020**

CONFERENCE SCHEDULE

Paper submission deadline	**31.07.2020**
Decision notification	**31.08.2020**

EMAIL ADDRESS FOR REGISTRATION

ipa2020rw@gmail.com

REGISTRATION FEE

The registration fee is USD 200 for those coming from outside the East African region. Payment will be upon arrival.

68.4108

LANGUAGE

English is the official language of the school and conference.

The Research Department at African Institute for Mathematical Sciences - Next Einstein (AIMS - NEI), East African Centre for Mathematical Research (EACMaR), Lappeenranta â Lahti University of Technology (LUT) and University of Rwanda (UR) are jointly organizing the 4 th school and conference in Mathematics on Inverse Problems Africa to celebrate the successful networking and achievements in the past ten years of cooperation with the region. The two events shall leverage from latest research done within Bayesian statistical inverse problems, uncertainty quantification, computational statistics and probabilistic machine learning, tools needed especially in todayâ s artificial intelligence applications. In applications, the special emphasis will be on environmental remote sensing, weather and climate models, and especially climate change related research as well as others.

SCHOOL: **October 19 th to 23 rd 2020**

The school aims at providing a forum for engaging discussions between MSc and PhD students, Postdoctoral fellows, and interested researchers in inverse problems with the objective of creating sustainable and collaborative research in the field of Inverse Problems in the region and beyond. There will be five school topics; Computational Inverse Problems and Regularization, Linear and Non-linear Inverse Problems via Examples, High-dimensional Parameter Estimation for Climate Studies, Probabilistic Machine Learning, and Stochastic and Chaotic Systems.

CONFERENCE: **October 26 th to 28 th 2020**

The main objective of the conference is to create a platform for sharing new results and research problems to foster joint research and education among mathematicians from developing and developed countries. The topics include, but not limited, the following; Epidemiological Modeling, Chemical Reactions, Data Assimilation, Bayesian Uncertainty, Artificial Intelligence, Machine Learning, Financial Mathematics, Stochastic Processes, and Atmospheric and Ionospheric Models.

Ernst S. Selmer 100 år.

Trygve Johnsen

Den 11. februar 2020 ville matematikeren og datapioneren Ernst Sejersted Selmer ha fylt 100 år. Selmer tok doktorgraden ved Universitetet i Oslo i 1952, og var professor i matematikk ved Universitetet i Bergen i perioden 1957 –1990. Han var dekan ved det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 1960–68, og instituttleder ved Matematisk institutt ved UiB i en årrekke. I tillegg til disse vervene var han redaksjonssekretær (i praksis sjefsredaktør) for Nordisk matematisk tidsskrift (NORMAT) i perioden 1953–1978. Innen matematikk gjorde Selmer store bidrag innen blant annet kryptografi, diofantiske ligninger og additiv tallteori. Den engelske matematikeren Cassels navngav den såkalte Selmer-gruppen grunnet Selmers arbeid med elliptiske kurver i doktoravhandlingen, og denne gruppen spilte en viktig rolle i Wiles' bevis for Fermats store sats. Selmer var også hovedarkitekten bak det norske fødselsnummersystemet. Under 2. verdenskrig oppholdt Selmer seg i London fra våren 1944, noe som ble avgjørende for hans seinere arbeid med kryptering og tidlig bruk av datamaskiner i hans vitenskapelige arbeider. Dette, og alle hans aktiviteter i grenseland mellom matematikk og informatikk er bakgrunnen for navngivningen av Selmer-senteret ved Institutt for informatikk ved Universitetet i Bergen. Fra 1990, og fram til hans død i 2006 levde Selmer som pensjonist i Ski i Akershus.

Ernst Selmer National Event | 11.02.2020 08:00–16:00 Big Auditorium ved VilVite Bergen Vitensenter, Bergen

Selmersenteret (Selmer Center in Secure Communication) og Simula UiB organiserer «The Ernst Selmer National Event» der en samler nasjonale samarbeidspartnere, representanter fra regjeringen, Universitetet i Bergen, og andre organisasjoner som har deltatt i oppbygging og utvikling av Selmersenteret, for å feire 100-årsdagen til Prof. Ernst Sejersted Selmer.

Närmare information ges av länkarna S1 S2

Göran Gustafssonprisen:

Priset i matematik går i år till **Elizabeth Wulcan**, biträdande professor i matematik vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Hon använder verktyg från ett matematiskt område, analys, för att studera frågeställningar inom andra områden – geometri och algebra. [1]

FAKTA/Göran Gustafssonprisen

Göran Gustafssonprisen har funnits sedan 1991 och bakom priset finns Göran Gustafssons Stiftelse för naturvetenskaplig och medicinsk forskning. Stiftelsen tillkom 1989 efter en donation av entreprenören och affärsmannen Göran Gustafsson (1919–2003). Göran Gustafsson kom från en liten by utanför Gällivare och gjorde sig en förmögenhet främst genom fastighetsaffärer. Han var på många sätt en föregångare som månade om naturen, bekymrade sig för miljöförstöring och ville ge tillbaka till samhället.

Kontakt: Christer Fuglesang, ordförande i Göran Gustafssons Stiftelse för naturvetenskaplig och medicinsk forskning samt ledamot av Kungl. Vetenskapsakademien cfug@kth.se 073-270 37 65

Ur det officiella förkunnandet från Göran Gustadssonstiftelsen

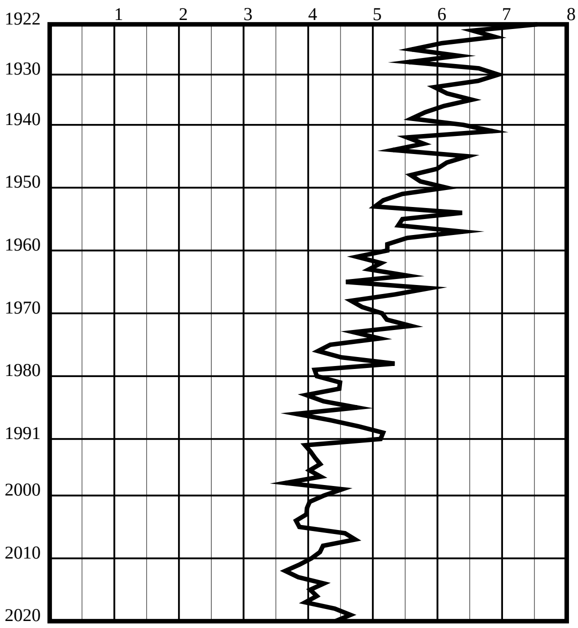
[1] Läs längre texter om samtliga pristagare och deras forskning på Kungl. Vetenskapsakademiens webbplats. Där hittar du också kontaktuppgifter direkt till forskarna och bilder som går att ladda ned.

Vasaloppet

Ulf Persson

Vår SMS-ordförande 1997-1999 Lars-Erik Persson fullföljde sitt 72:a Vasalopp häromveckan. Hans första Vasalopp ägde rum 1971, och man kan undra hur han har hunnit med så många Vasalopp under den begränsade tiden till hans förfogande, speciellt som han faktiskt inte deltog i alla Vasalopp från sin relativt sena start (han var då redan på sitt 27:de år). I själva verket deltog han inte åren 1973, 1978, 1990 (giltigt förfall hela Vasaloppet inställdes detta år p.g.a. snöbrist) och 2018. Förklaringen är öppet spår. Dessa introducerades 1979 och går av stapeln på söndag och måndag veckan innan det riktiga Vasaloppet. Man startar på morgonen när man vill mellan två klockslag och slipper därmed trängseln vid målet när många får sina skidor avtrampade. Är man riktigt ambitiös åker man det två gånger i rad, vilket vår hjälte har gjort ett antal gånger. 2018 gick det riktigt illa, efter första söndags-spåret drabbades han av en hjärtattack och måste akutopereras, följden blev att han måste inte bara inställa måndagsspåret utan även själva Vasaloppet det året (så giltigt förfall) men har kommit tillbaka de senaste två åren, still-going strong.

Vasaloppssegrartider



Till vänster ser ni en graf över vinnartiderna sedan starten 1922 (Vasaloppet har inställts tre gånger 1932, 1934 och som ovan nämnt 1990). Den förste segraren var Ernst Alm, han var inte bara först, men även hittills den yngste med 22 år på nacken. Hans segrartid på 7:32:49 är kanske inte så mycket att skryta med, i själva verket är det den sämsta vinnartiden någonsin (så först, yngst och sämst). Den bästa vinnartiden är 3:38:41 av Jörgen Brink 2012[1]. Som synes varierar vinnartiderna väsentligt år från år men med en tydlig trend. Den mest legendariske Vasaloppsåkaren är givetvis Mora-Nisse som härjade mellan åren 1943 och 1953 med nio segrar. Hans bästa tid 5:01:55 från 1953 och den sämsta 6:27:59 från 1945. Sixten Jernberg vann 1960 med tiden 5:13:26 och Janne Stefansson vann åren 1962-1969 sju gånger slagen av Assar Rönnlund (5:20:22) en gång och med bästa tid 4:35:03 1965 och sämsta tid året därefter med 5:52:38. Hur står sig Lars-Erik jämfört med dessa klassiska skidgiganter?

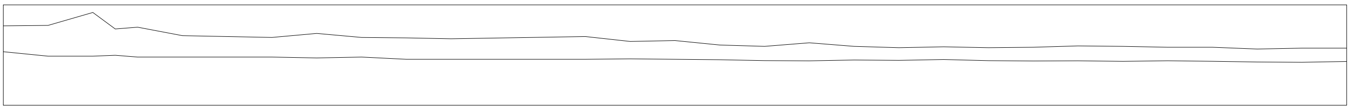
Hans första tid 8:58:38 är kanske inte så mycket att hurra för, en god motionär. Men redan 1975 med sina 5:38:06 har han en tid i paritet med den gamla svenska elitens! Ja 1983 skidade han på sin bästa tid 4:56:22 vilket är bättre än Jernbergs från 1960 och bättre än Mora-Nisses bästa tid och jämförbart med Janne Stefanssons bästa tider. What is going on? Vad beror de förbättrade tiderna på? Kan det vara så att folk blir mer och mer vältränade och därmed starkare och starkare. Var vår kollega på sin höjdpunkt starkare än både Mora-Nisee och Jernberg? Tanken är inte helt befängd. Om man ser på vinnartider i Maraton jämfört med 100 m finner man att i det första fallet föreligger en tydlig förbättring i jämförelse med vilken sprintertiderna närmast står stilla. Nedan ser ni en jämförelse mellan vinnartiderna för maraton och 100 m under samtliga olympiader.

Den första maratontävlingen i modern tid vid OS 1896 vanns av greken Spiridon Louis på 2:58:50. Detta är en tid som många goda motionärer idag är kapabla att slå[2]. 17 tävlande ställde upp, varav 13 var greker. Endast nio slutförde av vilka en diskvalificerades. Det är frestande att misstänka

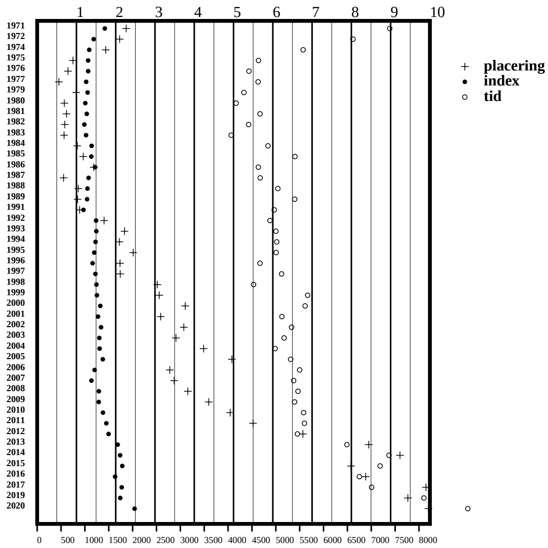
[1] Peter Göransson hade 3:38:57 redan 1998

[2] Dessutom hade den officiella längden inte fastställts, så sträckan var nog ett par kilometer kortare. I själva verket varierade maratonsträckornas längd under de första olympiaderna.

att ingen hade tränat inför loppet. Snabbhet är mer eller mindre medfödd, medan uthållighet kan tränas upp. Människan är inte snabb men förvånansvis uthållig och kan slå de flesta däggdjur (bortsett från hästar) i riktigt långa lopp. Här nedan ge jag en graf av tider på 100 meter och Maraton från 1896 t.o.m 2016.



Det är mycket i sport, framför allt i friidrott, som är mycket intressant men aldrig berörs på sportsidorna. Exemplevis: Hur fort kan en människa springa. 10 sekunder på 100 meter ger en hastighet av 36 km/h, men det är ju en medelhastighet så topphastigheten bör vara signifikant högre. Det är därför medelhastigheten under ett 200 meter lopp är något högre än under ett 100 meter lopp. En förenklad bild vore en konstant acceleration under några sekunder (a) fram till en topp hastighet (b) som sedan långsamt avtar. Antar vi att den är konstant erhåller vi direkt $b = \frac{100}{T-\frac{a}{2}}$ Den enda uppgift jag har som kan vara till hjälp för b är från en barnbok[3] där det berättas att en viss Ralph Metcalfes[4] klockades de sista 40 meter i ett 100 meterslopp på 3.4 sekunder, vilket motsvarar 42 km/h (11.66 m/s). Låt oss säga att Usain Bolt med sitt världsrekord på 9.58 kommer upp i 12 m/s (43.2 km/h) det mostvaras av $a = 2.4$, s d.v.s 5 m/s^2. Troligen är accelerationen lägre och därmed topphastigheten ännu högre. När det gäller 400 meter så vinner den som tappar hastighet långsammast. I längdlopp är det tvärtom, där existerar spurt. En av de intressantaste bilderna jag sett från någon olympiad är jämförelsen mellan guldmedaljörens upplopp på 10000 meter och guldmedaljörens på 400 meter. Den förra är snabbare (!). Förklaringen är att i kortdistans måste man gå ut hårt och mjölksyran får muskulaturen att hämmas, men på långlopp måste man hålla sig på rätt sida av syrebalansen och har då kvar lite extra mot slutet. Man kan undra om detta är den effektivaste strategin, en jämnare hastighet vore väl bättre, men det kan vara mycket svårt att kalibrera in den optimala hastigheten.



Efter denna lilla digression återvänder jag till Vasaloppet. Till höger ger jag Lars-Eriks tider, index (d.v.s. tiden dividerad med vinnartiden) samt placering. Den stora skillnaden mellan 80-talet och 60-talet är tekniken. Bättre skidor, kanske bättre valla, och framför allt preparerade spår, något som inte existerade när Alm var i snön för nästan hundra år sedan. I början spårade täten i djup snö, detta är inte längre fallet. Första tiden under 4 timmar inträffade 1983 och sedan dess har tiderna, ehuru varierande varit ganska stabila. Finns det utrymme för att kunna pressa mycket mera? När det gäller Lars-Eriks personliga utveckling noterar man en storhetstid mellan 1972–1991 (ålder 28–47) under nästan 20 år med goda tre-siffriga placeringar och ett index under 1.5 (som ger en speciell medalj[5]). Tiden 4:56:22 från 1983 må vara den bästa

[3] *Världens Märkligaste* Raben& Sjögren 1960

[4] Svart sprinter och kongressledamot för demokraterna 1970–1978. Silvermedaljör på 100 meter i Los Angeles 1932 och Berlin 1936. Levde mellan 1910 och 1978

[5] 50 procent över världseliten kan sägas vara en gräns för elitmotionären. I mitten av 40-årsåldern var jag fortfarande kapabel att springa milen på drygt 38 minuter, medan världsrekordet var drygt 27 minuter på den tiden. Som ett kuriosum kan nämnas att de bästa tiderna för kvinnor på distansen så sent som i mitten av 60-talet rörde sig om 39 minuter! Nu är de nere i under 30 minuter. Så tidigt som 1847 återfinner man en notering för män på drygt 32 minuter vilket ger en fingervisning om vad som kan vara en naturlig topp-prestation.

med index 1.24, men det bästa indexet återfinner vi faktiskt 1991 med 1.18[6]. Sedan kommer en period fram till 2009 (48 till 65 år) när indexet håller sig kring 1.5, men därefter kommer den med åldern oundvikliga nedgången, som inte minst återspeglas i placeringarna.

Jag har inte tagit med i statistiken de öppna spåren, men där har placeringarna varit relativt bättre. Nämnas kan att han vid sista tillfället hade den sjätte bästa tiden bland åldringar 75+

Math at Karlstad

50 mathematicians coming from 14 countries have participated in Karlstad during October 21-25, 2019 to the workshop *New Trends in Asymptotic Methods for Multiscale PDEs*; for more details see the event webpage `Karlstad`

The workshop had a general focus on multiscale partial differential equations, both from an analytical and a numerical point of few. One of the main objectives was to advance the understanding of transport through thin heterogeneous layers and singular sources by exploiting fundamental properties of special structures (continuous, discrete, and stochastic correctors) to design multiscale numerical methods (MsFEM, LOD, HMM,) and multiscale convergence techniques for both the approximation theory and homogenization asymptotics of partial differential equations on multiple scales. The workshop also incorporated three mini-courses during the first two days of the event - these were directed to the 22 PhD students present in Karlstad as well as to newcomers to the field. Since many new interactions and collaborations have arisen during the week, the workshop was a clear success. It will be re-iterated again in Karlstad in cca 3 years.

Coronamortalitet

Ulf Persson

I dessa coronatider oroar man sig för dödligheten. Dividerar man antalet döda med antalet bekräftade fall får man i länder som Frankrike, Spanien och Italien dödssiffror på omkring tio procent. Om man beaktar att döden inte inträffar ögonblickligen utan är förskjuten en vecka får man ännu högre procenttal, och tar man slutligen i beaktande att många räddas av intensiv sjukvård och när resurserna för dessa inte längre är befintliga kommer dödsprocenten stiga ytterligare och paniken kan vara nära. Sådana scenarier florerar givetvis på Internet. Hur många av oss kommer att komma över till andra sidan?

Inom svensk matematik har vi givetvis tillgång till Tom Britton expert på epidemier som vi kan rådfråga. För det första de statistiska uppgifterna om rapporterade fall är ganska slumpvisa och har inte mycket mening (förutom att de ger undre gränser) och beror på hur man i olika länder har kunnat testa. Om det vi ser är bara toppen av ett isberg (med hög densitet) är detta paradoxalt nog mycket goda nyheter. Enligt Brittons stalltips kommer i slutändan omkring 60-70% av svenskarna att bli infekterade och han gissar att nu (31/3) har mellan en halv och en miljon svenskar redan blivit smittade. Detta är givetvis goda nyheter och indikerar en relativt låg mortalitet, Britton misstänker att denna kommer att röra sig mellan 0.2 och 1%, låga siffror vilket dock i slutändan kan, enligt min skattning baserat på dessa uppgifter, innebära drygt 50'000 döda i Sverige (we ai'nt seen nothing yet). Man skall komma ihåg att varje skattning av döda har en osäkerhet på en faktor tio. I Frankrike närmar sig nu dödstalen tusen per dygn vilket jag misstänker motsvarar en 70 procent av den 'normala' dödligheten.

Övriga Europa ser med förvåning på den liberala svenska modellen. Här nere i Frankrike råder det karantän och utan skriftligt intyg kan man inte lämna hemmet, och då endast för nödvändiga ärenden, och dessutom måste man hålla sig inom en kilometers radie. Kan man inte jobba hemma på ett samhällsväsentligt arbete, får man ta cykeln, annars får man låta den stå. Men svenskar tillåts ändå ta bilen från Frankrike och hem till Sverige och potentiellt föra den franska smittan vidare. Logik utmärker sällan myndigheters agerande. (Men kanske de trots allt är så få att det statistiskt är försumbart? Men solidariteten?)

[6] det skulle motsvara en 10000 meterstid på 32 minuter

Helgason och Institut Mittag-Leffler

Ulf Persson

Mittag-Leffler institutets moderna historia är nu drygt ett halvsekel gammalt. Det är ganska precis femtio år sedan jag första gången travade upp till Instiutet omgivet av snödrivor ända fram till april det året 1970. Den hösten skulle ägnas åt icke-kommutativ harmonisk analys, d.v.s. inte bara klassiskt på $\mathbb{R}^n$ och dess kompakta kvoter utan på Liegrupper (och deras associerade homogena rum) in allmänhet. Dragplåstret var den isländske matematikern Sigurdur Helgason verksam vid MIT. Han var bland annat känd för sin bok *Differential Geometry and Symmetric Spaces* från början av 60-talet. Jag gick ett par gånger på föreläsningarna men de gick över mitt huvud, men jag hade just lämnat tonåren och hade inte den erforderliga mognaden, varken matematiskt eller mänskligt att fullfölja, och kom istället efter att mitt första universitetsår hade ägnats åt analys att ägna det andra åt algebra. Men visst i efterhand inser jag att jag gick miste om mycket[1].

På den tiden varade programmen ett helt år och många, förutom Helgason själv och stipendiater, stannade året ut. Det var även meningen att det året skulle utgöra en doktorandskola och speciellt hade Helgason ansvaret för fyra doktorander Mogens Flensted-Jensen, Arne Hole, Anders Melin och Lars-Åke Lindahl. I tillägg till dessa bevistade även Sten Kaijser, Per Sjölin, Torbjörn Hedberg detta Lie-år. Anders Melin har berättat för mig om den lyckliga tid han tillbragde där. Han delade arbetsrum med Flenstad-Jensen. Han minns speciellt diskussionerna de hade på tu man hand om Liegrupper, även om sådant som inte behandlades på föreläsningarna. Helgason arbetade granne och han hade mycket med honom att göra såväl direkt som indirekt, det senare genom ett grundligt studium av just Helgasons bok om Symmetriska rum, nämnd ovan. Han fick också för första gången träffa Carleson och andra storheter som den unge Fefferman, dennes handledare Stein samt det grekiska stjärnskottet Varopoulos. Vistelsen hade ett stort inflytande på hans framtida forskning.

Helgason höll en reguljär kurs två timmar i veckan, riktad främst till doktoranderna, men även bevistade av mera seniora matematiker. Han minns speciellt Lennart Carlesons inte bara regelbundna utan även aktiva närvaro, som han upplevde som mycket stimulerande.

Helgason skulle sedan återvända ett kvarts sekel senare för ett nytt temaår 1995–1996 och som Samfundsordförande 1999–2001 hade jag privilegiet att bjuda in honom till Samfundets Femtioårsfirande som ägde rum i själva Stenvillan under vilket Institutets föreståndare Kjell-Ove Widman agerade värd. Vid detta tillfälle gav han ett lovtal till Institutet och tackade för det stöd och den betydelse denna haft för isländsk matematik, och berättade att alla unga forskningsmatematiker i Island har besökt Institutet och avslutade med.

> *Putting all this together one might argue that there is hardly any country whose mathematicians have benefitted more from the Mittag-Leffler Institute than Iceland has.*

Helgason har inte bara gett sin tilåtelse att citera ur detta tal men även att publicera den rapport han skrivit om sitt år 1970–1971 som följer nedan.

[1] Jag minns hur Jan-Erik Björk beklagade att ingen av studenterna på institutionen bevistade den fin-fina undervisningen ute på Mittag-Leffler

Lie Group Analysis at the Mittag Leffler Institute

Sigurdur Helgason

I am deeply grateful for the invitation to participate in this festive occasion. It has been most gratifying to refresh my memories from the years 1970–1971 and Fall 1995.

According to Stubhaugs splendid book on Sophus Lie, Lie travelled to Uppsala in 1881 and met Mittag-Leffler in Stockholm. Here Lie suggested the start of a Nordic Mathematical Periodical with Mittag-Leffler as editor. ML was in favor of the idea but set his aims higher, namely that of an International Journal which shortly became Acta Mathematica. Lie considered ML 1000 times more of a diplomat than himself as regards obtaining moral and financial support: "It has more clout when you write".

I like to think that if ML and Lie were to suggest a topic for a year's concentration at the Institute they might have considered "Analysis on Lie groups" a suitable topic. This was in fact the topic for 1970–1971 and again 25 years later 1995–1996.

While several topics in analysis appeared during 1970–1971, for example Feffermann's approach to Carleson's L^2 convergence theorem and Gundy's one semester lectures on probabilstic analysis, Analysis on Lie Groups was the main topic. I gave lectures on it during the whole year and several experts, Korányi, Eymard, Weiss, Sherman, Guzman and others came for short visits. Personally this was a very happy and eventful year for me. I received many rewarding invitations for lectures [at] various places in Europe but managed not to have these trips interfere with my usual activity at the Institute. In those days the members were younger and for the most part stayed here for the whole year. Four of these, M.Flensted-Jensen, L.Lindahl, A.Hole and A.Melin were just starting research in this area and I gave them some research problems on topics related to my lectures. They were all very dedicated, were brimming with energy combined with [a] ravenous appetite for mathematics. They assimilated the basic Lie group theory very quickly and at the end of the year each of them produced a respectable research paper published either in Arkiv för Matematik or Mathematica Scandinavica. let me indicate the main topics where I suggested to them researc problems.

I. Spherical Function Theory. here the basic results were obtained by Harish Chandra during 1958–1966. These can be described very concretely in the case when the symmetric space $X = G/K$ has rank one or equivalently, X is a two-point homogeneous space. The radial eigenfunctions ϕ_λ of the Laplacian L can be parametrized by λ in $\mathbb{C}$ and one considers the **spherical transform**

$$\tilde{f}(\lambda) = \int_0^\infty f(r)\phi_\lambda(r)A(r)$$

where $A(r) =$ the surface area of a sphere of radius r. Actually

$$A(r) = \sinh^p r \sinh^q 2r$$

the constants p and q being certain integers which characterize X.

The radial part of the Laplacian has the form

$$L_r = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{A'(r)}{A(r)}\frac{d}{dr}$$

The main result is the Plancherel formula

$$\int_0^\infty |f(r)|^2 A(r)dr = \int_0^\infty |\tilde{f}(\lambda)|^2 \delta(\lambda)d\lambda$$

where the density $\delta(\lambda)$ has a very interesting interpretation. He also proved the Schwartz type theorem $\mathcal{S}(\tilde{\mathbb{R}}^+) = \mathcal{S}(\mathbb{R}^+)$.

Later I proved the analog of the Paley Wiener type theorem $\mathcal{D}(\tilde{\mathbb{R}}^+) = \mathcal{H}(\mathbb{C})$ describing the image of the space $\mathcal{D}$ under the spherical transform as the space of even holomorphic functions of exponential type.

Harish Chandra had indicated to me that the Plancerel formula (which he proved group theoretically for G/K of all ranks) could perhaps in this rank one case be derived from Weyl's thesis work on singular second order operators. I was not sure but suggested to Flensted-Jensen to try to carry out such a proof. He managed to do so and in the process proved a more general result that in the formula for $A(r)$ the two constants p and q can be any positive real numbers. In this generality he proved both the Schwartz theorem and the Paley-Wiener theorem. This required new methods since the group theory was no longer present. This also led to an extensive collaboration with Koornwinder (who was here for the whole year) on the Jacobi transform which also is a generalization of the rank one spherical transform.

This was further generalized substantially by Chebli who allowed much more general $A(r)$ but also added a potential $q(r)$ to L. He proved the Plancherel formula as well as the Paley Wiener theorem in this greater generality. Thus one can say that the spherical function theory in the simplest case of rank one has led to a new chapter in the theory of Sturm-Liouville operators.

For X of higher rank a related and quite explosive development took place primarily in Holland through the works of Beerends, Heckman and Opdam and others. This has become a long term project of theirs. Again while the work is motivated by the group theory at a certain stage the group disappears and the subject becomes a topic in sveeral complex variables.

II. Harmonic Functions. Consider again the symmetric space $X = G/K$ and the differential operators D on X which are invariant under the action of G and have no zero order term. A function u on nX is said to be *harmonic* if $Du = 0$ for all D.

Godement proved in 1952 that these functions are characterized by a certain mean value property. Furstenberg and Karpelevicc then proved a Poisson integral formula

$$u(x) = \int_B P(x,b)F(b)db \quad F \in L^\infty(B)$$

for bounded harmonic functions, B being a certain orbit of K and $P(x,b)$ a certain explicit Poisson kernel. They also proved that a bounded solution of $Lu = 0$ also satisfies $Du = 0$ for all D.

The next problem was to establish the analog of the Fatou theorem. This was done by Korányi and myself in 1967 and can be stated:

If u is a bounded solution of $Lu = 0$ then for almost all geodesics $a(t)$ from o the limit $\lim_{t\to\infty} u(a(t))$ exists

This raised many questions of analogs and generalizations: In the Poisson formula

$$u(x) = \int_B P(x,b)F(b)db$$

the bounded u corresponds to $F \in L^\infty(B)$. For $F \in L^p(B), u$ is still harmonic. Is Fatou's theorem still valid? I raised this question with Lindahl and he made substatnial progress on it. He showed that for a certain p_o this holds for all $F \in L^p$ for $p > p_o$. But there are also other "boundaries" associated with X besides the Furstenberg boundary B and Poisson integral representations for these and he proved similar resulats for these too, This was the substance of his Uppsala thesis.

III. Eigenspace Representations. Consider the Euclidean space $\mathbb{R}$ and the corresponding group $\mathbb{M}(n)$ of isometries. Let L denote the Laplacian and for each λ in $\mathbb{C}$ consider the eigenspace

$$E_\lambda = \{f \in \mathcal{C}^\infty(\mathbb{R}^n) | Lf = \lambda^2 f\}$$

Since L is invariant under $\mathbb{M}(n)$ one has a natural representation T_λ of $\mathbb{M}(n)$ on E_λ. When is it irreducible? It turns out that it is irreducible if and only if $\lambda \neq 0$.

For the sphere S each eigenspace of the Laplacian on S is irreducible under the rotation group of the sphere. This comes from the theory for spherical harmonics. For the non-Euclidean disk with the Poincaré metric

$$ds^2 = \frac{dx^2 + dy^2}{(1 - x^2 - y^2)^2}$$

the Laplacian is given by $L = (1 - x^2 - y^2)^2 (\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2})$

For each $\lambda \in \mathbb{C}$ consider the eigenspace

$$E_\lambda = \{f \in \mathcal{C}^\infty(D) | Lf = -(\lambda^2 + 1)f\}$$

and the corresponding representation T_λ of the isometri group $\mathbf{SU}(1,1)$ of D on the eigenspace E_λ. Here it turns out that

$$T \text{ is irreducible if and only if } i\lambda + 1 \notin 2\mathbb{Z}$$

For a symmetric space X above of rank one there is a certain Gamma function Γ_X associated to X, namely

$$\Gamma_X^*(\lambda) = \Gamma(\frac{1}{2}(\frac{1}{2}p + 1 + i\lambda))\Gamma(\frac{1}{2}(\frac{1}{2}p + q + i\lambda)), \quad \Gamma_X(\lambda) = \Gamma_X^*(\lambda)\Gamma_X^*(-\lambda)$$

and I had recently proved that

$$T \text{ is irreducible if and only if } \tfrac{1}{\Gamma_X(\lambda)} \neq 0$$

The eigenspace representation problem arises for every homogeneous space G/H of Lie groups. Let $\mathbb{D}(G/H)$ denote the algebra of differential operators on G/H which are invariant under the action of G. The most interesting case is when $\mathbb{D}(G/H)$ is commutative and this happens for example if G/H is symmetric. Given a homomorphism χ of $\mathbb{D}(G/H)$ into $\mathbb{C}$ consider the joint eigenspace

$$E_\chi\{f \in \mathcal{C}^\infty(X) | Df = \chi(D) f \mathrm{forall} D \in \mathbb{D}(G/H)$$

and the representation T_χ of G on E_χ. Again the question of irreducibility arises. Also: what are the representations that arise in this way?

Since Arne Hole had some experience with Kirillov's theory of representations of nilpoten Lie groups I suggested to him the eigenspace problem for G/H when G and H are nilpotent. He obtained some fairly definitive results (published in Math.Sccand.) on this problem which then form a natural compement to Kirillov's theory. Furher work in this direction was later done by Stetkaer and Jacobsen in Arhus, even with extensions to some solvable groups.

IV. Invariant differential and pseudo differential operators on G and G/K.

Invariant differental operators are central to analysis on G and the associated symmetric space G/K. For G we consider invariance under both left and right translation on G and for G/K we consider invariance under the action of $xK \to gxK$. Many questions arise as analogs to the theory of constant coefficient differential operators on $\mathbb{R}^n$. One such result is that for each invariant D on G/K the surjectivity (that is global solvability)

$$D\mathcal{C}^\infty(G/K) = \mathcal{C}^\infty(G/K)$$

holds. I worked on proving this during the M-L stay but did not find the complete proof until 1972. The analog remains valid for several spaces instead of $\mathcal{C}^\infty(G/K)$ but it has not yet been proved for the space of distributions. For each invariant D on G one has local solvability and for the Laplace -Beltrami operator even global solvability.

Because of Melin's background in pseudo-differential operators I suggested to him the problem of describing the invariant pseudo-differential operators on G. This had actually been solved by Stetkaer in his MIT thesis. It implies that such an operator is the sum of an invariant differential operator ad an operator with a smooth kernel. The same conclusion was derived from the requirement of pseudo-local property. Melin clarified the situation by showing that the two requirements are indeed equivalent by proving the following result.

Definition. A Lie group G has the property (*) if each conjugacy-invariant $\mathcal{C}\ \infty$ function on $G \setminus \{e\}$ is the restriction of a $\mathcal{C}^\infty$ function on G.

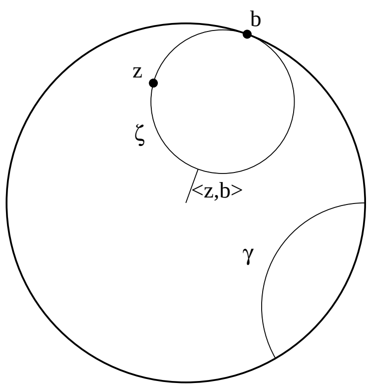
Theorem. G has property (*) if and only if the adjoint group $\mathrm{Ad}(G)$ is not compact.

In the process Melin proved the following very concrete result on a finite dimensional vector space$V$.

Theorem. Let $n \neq 0$ be a nilpotent linear transformation on V. Then every $\mathcal{C}^\infty$ function on $V \setminus \{0\}$ which is conjugacy invariant under the group $\exp(tN)$ can be extended to $\mathcal{C}^\infty(V)$.

V. Fourier transforms on symmetric spaces.

On the hyperbolic space I have defined a natural Fourier transform as follows



γ : Geodesics
ζ : Horocycle
$< z, b >$: distance from o (with signs) to the horocycle through z and b

I then define the Fourier transform as follows:

$$\tilde{f}(\lambda, b) = \int_D f(z) e^{(-i\lambda+)(<z,b>)} dz$$

It turns out that there is an inversion formula

$$f(z) = \int_{\mathbb{R}} \int_B \tilde{f}(\lambda, b) e^{(i\lambda+1)<z,b>} \delta(\lambda) d\lambda db$$

as well as a Plancherel formula

$$\int_D |f(z)|^2 dz = \int_{\mathbb{R}} \int_B |\tilde{f}(\lambda, b)|^2 \delta(\lambda) d\lambda db$$

There is also a Paley Wiener Theorem describing explicitly the image of the space $\mathcal{C}_c^\infty(X)$ under the Fourier transform. A similar Schwartz type theorem holds describing the image of the L^2 Schwartz space under the Fourier transform.

There is also an Integral Representation of all the eigenfunctions u of the Laplkacian L

$$u(z) = \int_B e^{\mu(z,b)} dT(b)$$

where $\mu \in \mathbb{C}$ is arbitrary and T is an arbitrary analytic functional (hyperfunction) on B. (Generalization of a distribution).

By the end of the seventies all these definitions and results had been extended to Riemannian Symmetric Spaces. The next step would be to find analogs for non-Riemannianb symmetric spaces G/H. Some examples had been developed in considerable detail but one of the first general results was the construction of the so-called discrete series of G/H started by Flensted-Jensen followed by an important supplement by Oshima and Vogan. Gradually a definition of a Fourier transform emerged through the work of Gestur Olafsson, E. van den Ban, Oshima and Schlichtkrull as well as a Plancherel formula. The main project of the 1995–1996 year organized by Flensted Jensen, P.Sjögren (Fall) Festur Olafsson and B-Örsted (Spring) was a development of this Fourier transform theory, particularly of the proof of the Paley Wiener theorem fior this new Fourier transform. This project was led by van den Ben and Schlichtkrull who gave alternate lectures on the subject. The other principal contributors, Oshima and Delorme were also here for aextended visits. Now the principal results, the Plancherel formula and the Paley Wiener theorem are finally in print with full proofs.

Thinking back one sees that the stimulating conditions at the Mittag Leffler Institute have played a prominent rôle in this development of Analyss on Lie Gropus and Symmetric Spaces.

Lokala nyheter

Göteborg

Nyanställda:

Irina Pettersson, *lektor*

Christoffer Petersson, *adjungerad docent*

Nya Postdoktorer

Mike Pereira

Kirsti Biggs

Marcos Parras Moltó

Nya doktorander

Sebastian Persson

Befordringar

Marina Axelson-Fisk, *biträdande professor*

Simone Calogero, *biträdande professor*

Jakob Palmkvist, *docent*

Disputationer

Matematik

Andreas Petersson: *Approximating Stochastic Partial Differential Equations with Finite Elements: Computation and Analysis*

Maximilian Thaller: *On the Einstein-Vlasov system with massless or charged particles: stationary and small data solutions*

Manh Hung Tran: *The density of rational points and invariants of genus one curves*

Karlstad

Disputation:

Arthur J. Vromans, *Homogenization of pseudoparabolic reaction-diffusion-mechanics systems: Multiscale modeling, well-posedness and convergence rates*

25 oktober 2019

Linköping

Doktorsavhandlingar

Andrea Alessandro Ruggiu *Eigenvalue analysis and convergence acceleration techniques for summation-by-parts approximations.*

Samia Ghersheen *Dynamics of Coinfections: Complexity and Implications.*

Pensioneringar

Peter Basarab-Horvath

Lund

Nyanställda

Robert Klöfkorn *Lektor*

Nya postdoktorer

Rachelle Anderson

Viktor Linders

Kristoffer Varholm

Weiwei Cui

Monika Eisenmann

Nya doktorander

Andreas Jansson

Måns Williamsson

Licentiatavhandlingar

Gabrielle Flood, *Towards Precise Localisation — Subsample Methods, Efficient Estimation and Merging of Maps*

Mälardalens högskola

Nya lektorer:

Jonas Sjöstrand

Thomas Westerbäck

Nya doktorander:

Germán García Butenegro

Marko Dimitrov

Stockholm

Doktorsavhandlingar

Disa Hansson:*Modelling Sexual Interactions - Sexual behaviour and the spread of sexually transmitted infections on dynamic networks*

Felix Wahl: *Micro-level claims reserving in non-life insurance*

Oliver Krüger: *On linear graph invariants related to Ramsey and edge numbers*

,

[Denna sida är blank]

KALENDARIUM

(Till denna sida uppmanas alla, speciellt lokalombuden, att inlämna information)

Författare i detta nummer

Thierry Coquand Fransk logiker och professor på datavetenskapliga institutionen vid Chalmers.

Peter Dybjer Professor på datavetenskapliga institutionen vid Chalmers. Engagerad i bl.a. bevischeckning

Håkan Hedenmalm Professor i matematikvid KTH. En gång ung forskare.

Sigurdur Helgason Professor em. vid MIT Isländsk differential geometriker. Författare till Groups and Geometric Analysis.

Peter LeFanu Lumsdiane Biträdande professor vid Stokcholms Universitet. Intressen: kategori-och homotopiteori med anknytning till logik.

Peter Pagin Professor i filosofi vid Stockholsm universitet.

Anders Persson Meteorolog och amatörhistoriker.

Lars-Erik Persson Professor em. Entusiastisk skidåkare.

Mircea Pitici Rumänsk matematiker. Redaktör för *The Best Writing on Mathematics* sedan starten 2010

Stoltenberg-Hansen Logiker och professor em. i Uppsala. Nöjd pensionär på Österlen.

Bogdan Suceava Studerade matematik i Bukarest, Ph.D. 2002 vid Michigan State University Prisbelönad författare till ett antal romaner översatta till ett otal språk.

Innehållsförteckning

Notiser