

Hvað er reiknifræði?

Sven Þ. Sigurðsson

Námsbraut í tölvunarfræði, IVT-deild Háskóla Íslands

Reiknifræðilína bæði innann námsbrauta í stærðfræði og tölvunarfræði við H.Í.

M.S. gráða í reikniverkfræði við námsbraut í tölvunarfræði (IVT-deild) í H.Í.

Reiknifræðistofa Raunvísindastofnunar Háskólans.

Reiknisetur í raunvísindum (Icelandic Center of Computational Science) við Raunvísindastofnun með þáttöku H.R.

Reiknifræðingar í símaskrá (já.is)

Erlendur Þorsteinsson

Gunnlaug Ottesen

Sigrún Helgadóttir

Sven Þ. Sigurðsson

Reiknifræði - Computational Science

Rætur reiknifræðihugtaksins við H.Í.

Hugleiðingar um nám í reiknifræði

Reiknifræði - Google

Reiknifræði er íslenskun á „**computational science**“ eða „**scientific computing**“. Varast skal að rugla reiknifræði saman við tölvunarfræði sem er íslenskun á „computer science“ eða hagnýttri stærðfræði sem er íslenskun á „applied mathematics“. Reiknifræði er **þverfaglegt** rannsóknasvið sem tengir saman **hagnýtta stærðfræði** (þá einkum tölulega greiningu), **tölvunarfræði**, **stærðfræðilega líkanagerð** og tölvureikninga í vísindum, t.a.m. eðlisfræði, efnafræði, líffræði og jarðfræði.

Computational Science - Wikipedia

Computational science (or scientific computing) is the field of study concerned with **constructing mathematical models** and **quantitative analysis techniques** and **using computers to analyze and solve scientific problems**. In practical use, it is typically the application of computer simulation and other forms of computation to problems in various scientific disciplines.

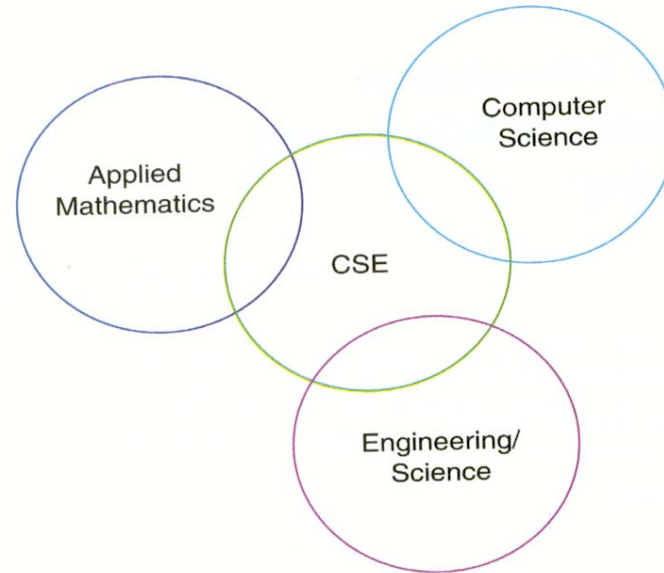
The field is distinct from computer science (the study of computation, computers and information processing). It is also different from theory and experiment which are the traditional forms of science and engineering. The scientific computing approach is to **gain understanding**, mainly **through the analysis of mathematical models implemented on computers**.

Scientists and engineers develop computer programs, application software, that model systems being studied and run these programs with various sets of input parameters. Typically, these models require massive amounts of calculations (usually floating-point) and are often executed on supercomputers or distributed computing platforms.

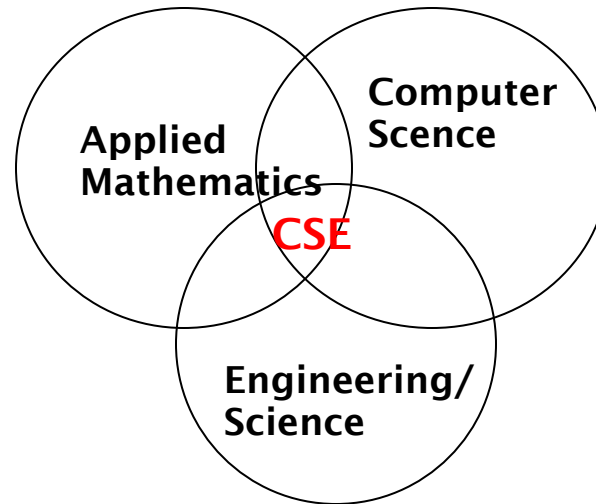
Numerical analysis is an important underpinning for techniques used in computational science.

SIAM Working Group on CSE Education 2001

Linda Petzold, UC Santa Barbara



eōa



SIAM Working Group on CSE Education 2001

“CSE is a legitimate and important academic enterprise”

Sjálfstæð framhaldsnámsleið við vaxandi fjölda háskóla

Námskeið í

tölulegri greiningu (afleiðujöfnur, línuleg algebra, bestun)

heimfærðri stærðfræði (afleiðujöfnur, hreyfikerfi, líkindafræði)

tölvunarfræði (forritunarmál, dreifð og samhliða vinnsla, stýrikerfi,
gagnagrindur, reiknirit, reiknigreind)

gagnagreining (sjónræn framsetning gagna, tölfræði)

og viðkomandi faggrein.

Rannsóknir

miða að því að nýta sem best stærðfræði- og tölvutækni til hagkvæmrar lausnar á raunverulegum verkefnum á sviði raunvísinda og verkfræði.

SIAM nú með lista yfir **framhaldsnám í reiknifræði við 42 háskóla.**

Computational science

Computational engineering

Computational science and engineering

Scientific computation

Scientific computing

Applied and computational mathematics

Applied mathematics and computational sciences

Computational and mathematical engineering

Computational science, engineering, and mathematics

.

.

og grunnnám við 10 háskóla

Raunveruleiki



Eðlisfræðilegt (líffræðilegt, ...) líkan



Stærðfræðilegt líkan



Reiknifræðilegt líkan



Hugbúnaður



**Umhverfi til að skoða niðurstöður
og aðlaga þær að raunveruleika
með tilfærslu á stikum**

•Leitumst við að varðveita
eðlis- og stærðfræðilega
eiginleika

•Tökum tillit til
reiknilegrar hagkvæmni
reiknilegrar nákvæmni
reiknilegs stöðugleika

með því að beita viðeigandi
reikniritum
gagnagrindum



Viðhorf – verkfræðilegt

Markmið að leysa verkefni með viðeigandi nákvæmni (innan tiltekinna skekkjumarka) á sem hagkvæmastan hátt (skemmstum tíma).

Færni - faglegur metnaður

Reiknifræðingurinn hefur svipaðar taugar til fallegs og vel gerðs reikniritis eins og stærðfræðingurinn til fallegrar sönnunar. Faglegum metnaði hans er misboðið ef ekki er hugað að því að nýta reiknitæknin á sem skynsamlegastan hátt.

Rætur reiknifræðihutaksins innan H.Í.

Þekkt tilvik um formlega notkun reiknifræðihugtaksins

Við stærðfræðiskor verk- og raunvísindadeildar Háskóla Íslands hófst haustið **1972** nám á svonefndri Mr-námsleið eða **reiknifræðinámsleið**.

Með reglugerð nr. **537/1975** um Raunvísindastofnun Háskólans var nafni reiknistofu breytt í **reiknifræðistofu**.

"Tillaga um kennslu í hagnýttri stærðfræði við Háskóla Íslands",
frá **Oddi Benediktssyni**, dagsett 19. júlí **1969** og lögð fram á fundi
í verkfræði- og raunvísindadeild 24. september 1969.

Þar segir:

Tilgangurinn .. að skilgreina nýja námsbraut innan verkfræði-
og raunvísindadeildar H.Í. Verði námsbraut þessi nefnd nám í
hagnýttri stærðfræði.

Með **hagnýttri stærðfræði** er hér átt við aðgerðarannsóknir,
tölfræði, tölulega liðun, kerfisfræði og meðferð rafreikna.

Þrennt má nefna til **stuðnings** því að kennsla verði tekin upp í hagnýttri stærðfræði.

Sem stendur er **ótvíræð þörf á hagnýttum stærðfræðingum**. Vegna sérstöðu Íslands með tilliti til þjóðfélagslegrar gagnaöflunar annars vegar og svo hins, að ætíð vantar þjálfað aðstoðarfólk, má ætla að rafreiknar verði notaðir hér í ríkum mæli í framtíðinni og því vaxandi þörf fyrir sérfræðimenntun á því sviði.

Kennsla **yki fjölbreytni í valgreinum raunvísinda-, verkfræði- og viðskiptafræðinema** og gæti myndað kjarna að stærðfræðinámi á seinni hluta námi í verkfræði.

Vegna sérstöðu Íslendinga í ýmsum skráningarverkefnum og þess, hve framarlega við stöndum nú þegar (sbr. t.d. þjóðskrá, nemendaskrá og fasteignaskrá) má ætla að við við getum farið eigin götur í rannsóknum er að þessu líta og jafnvel haft **forystu um vissar þjóðfélagslegar rannsóknir**. Fræðilegi þáttur úrvinnslu rannsókna þessara myndi eðlilega falla saman við kennslu og rannsóknir sem samfara væri kennslu í hagnýttri stærðfræði. Nú þegar hefur skapast þörf fyrir fræðilega vinnu á þessu sviði, og má ætla að hagkvæmt væri að samræmingar og fræðileg vinna færi að mestu fram við háskólann. Má jafnvel ætla að **víssir þættir skipulagningarinnar lendi í öngþveiti, nema fræðilegi þátturinn verði tekinn föstum tókum**.

21. nóvember 1969 felur Þorbjörn Sigurgeirsson, deildarforseti, Magnúsi Magnússyni, Guðmundi Guðmundssyni og Helga Sigvaldasyni að gefa umsögn um tillöguna.

Þeir skiluðu álitum um kennslu í hagnýttri stærðfræði ásamt ítarlegri greinargerð 23. nóvember 1970 þar sem gerðar eru tillögur um 30 eininga nám í rafreiknifæði og tölulegri greiningu, 15 eininga nám í tölfræði og 15 eininga nám í aðgerðarannsóknum ofan á almennt 30 eininga nám í stærðfræði auk þess sem bent er á hvernig tengja megi slíkt nám öðrum námsgreinum eins og eðlisfræði, hagfræði og líffræði.

Nefndarálitið var lagt fram á fundi stærðfræðiskorarar 24. mars 1971, en Magnús Magnússon var þá formaður hennar.

Í fundargerð frá fundi 28. apríl stendur:

Rætt um nefndarálit. Samþykkt var að stefnt verði að því að Kennsla í reiknifræðum hefjist haustið 1972, þannig að þeir stúdentar sem hafa þá lokið 30 ein í stærðfræði (Stærðfræði I) geti hafið námið.

Með reiknifræðum á skorin við þau svið stærðfræði, sem miða að lausn raunhæfra verkefna og úrvinnslu gagna með notkun rafreikna og beitingu tölfræðilegra aðferða.

Í kennsluskrá 1972-1973, frá ágúst 1972, kemur fram að í stærðfræðinámi sé um þrjár námsleiðir að ræða, Mp, Mr og Mq.

Um Mr-námsleiðina stendur: Námsleið Mr er ætluð þeim stærðfræðinimum sem taka reiknifræði sem aðalsvið innan stærðfræðináms, en með reiknifræðum er átt við þær greinar stærðfræði, sem miða að lausn verkefna og úrvinnslu gagna með notkun rafreikna og beitingu tölfræðilegra aðferða.

Námsleið Mr hæfir bezt þeim nemendum, er síðar vilja starfa að hagnýtum verkefnum.

Þau námskeið sem voru sérstaklega í boði fyrir nemendur á Mr-námsleið voru Líkindafræði II, Rafreiknifræði I, Fléttufræði, Tölfræði, Rafreiknifræði II, Beztunarfræði, öll 4 einingar, og Töluleg greining, 3 einingar

Bókun af fundi stærðfræðiskorar 20. marz 1976:

Stærðfræðiskor mælir með því að komið verði á fót námsbraut í tölvunarfræði frá og með haustinu 1976. ...

Það er álit skorar að **of lítil munur sé á reiknifræðilínu og tölvunarfræðilínu** samkvæmt tillögum þeirra G.M. og O.B. Skorin mun því gera breytingar á námsskrá fyrir reiknifræði þannig að eftirfarandi markmið náist:

Annarsvegar **að útskrifa reiknifræðinga með haldgóða þekkingu í hagnýttri stærðfræði, sem geta unnið sjálfstætt að lausn verkefna og skapað sér ný verkefni.** Þörf er fyrir slíka menn við störf, þar sem vinna þarf (vísindalega) úr gögnum eða stunda flókin skipulagsstörf. Sem dæmi má nefna störf við rannsóknastofnanir stærri spítala, Hagstofu Íslands og SKÝRR. Reiknifræðingar hafi rétt til að kenna hagnýtta stærðfræði á menntaskólastigi og til almennrar stærðfræðikennslu við lægri bekki sama stigs.

Hinsvegar að útskrifa með B.S. gráðu í tölvunarfræði.

Tölvunarfræðinámið verði sveigjanlegra og krefjist minni stærðfræðipekkingar en reiknifræðinámið. Námið verði fyrst og fremst miðað við við venjubundin tölvunarstörf allskonar og skipulagsstörf þar að lútandi. Sem dæmi um stofnanir er þörf hafa fyrir tölvunarfræðinga má nefna Reiknistofnun bankanna, SKÝRR og ýmsar stofnanir og fyrirtæki með meiri háttar bókhald og gagnasöfn.

B.S. í tölvunarfræði veiti ekki kennsluréttindi í stærðfræði.

Síðan stendur í fundargerðinni:

Felldar voru niður úr tillögunni þessar línur:

Skorin æskir þess að þeir sem útskrifast á reiknifræðilínu hljóti B.S. gráðu í reiknifræði og **mun skorin beita sér fyrir því að tekið verð upp fjórða námsárið á reiknifræðilínu sem veiti M.S. í reiknifræði og skipaði reiknifræðingum á bekk með verkfræðingum.**

Hins vegar þóttu þær hugmyndir sem settar eru fram í þessum línum athyglisverðar og óskað var eftir að þær yrðu lagðar fram í skorinni síðar í skýrari mynd.

Reiknifræðilína fékk þó aldrei slíka sérstöðu.

Skorarformaður 1975-76 var **Oddur Benediktsson.**



Oddur Benediktsson, f. 5.6.1937 – d. 17.8. 2010

Reiknistofnun H.Í. varð til sem sjálfstæð stofnun innan H.Í. með tilkomu IBM-1632 tölvunnar til skólans 1963

Félag vísindalega menntaðra starfsmanna við Raunvísindastofnun Háskólans.

Tillaga frá 6. maí 1970 um framtíðarskipan Reiknistofnunar Háskólans:

Skipulag. Reiknistofnun skal vera rannsóknarstofnum, sem heyrir undir Verkfræði- og raunvísindadeild H.Í. og starfar sem ein af stofum Raunvísindastofnunar Háskólans.

Hlutverk. Reiknistofnun skal mynda miðstöð þekkingar í hagnýttri stærðfræði og reiknitækni til gagns fyrir þjóðfélagið.

Fræðasvið. Reiknistofnun skal einkum starfa á eftirtöldum sviðum hagnýttrar stærðfræði:

- Aðgerðarannsóknir
- Tölfræði
- Töluleg liðun
- Tölvufræði

Starfsemi. Reiknistofan skal gegna hlutverki sínu með því að vinna að:

- sjálfstæðum rannsóknum
- kennslu við Háskóla Íslands
- sérfræðipjónustu, einkum við rannsóknarstarfsemi í landinu og lausn verkefna, sem eigi fást unnin af öðrum aðilum hér á landi. Allar deildir Háskólans skuku hafa jafnan aðgang að þjónustu stofunnar.

Starfslið. Leitast skal við að ráða til Reiknistofunnar færustu sérfræðinga landsins á fræðasviðum hennar.

Ekkert er að finna um hlutverk í reglugerðum og fundargerðum nema í reglugerð nr. 255/1971 um breytingu á reglugerð nr. 4/1971 um Raunvísindastofnun Háskólans, þar sem við bætist 5. stofan:

V. **Reiknistofa** (þjónustu- og rannsóknarstofa í hagnýtingu rafreikna),
Starfssvið: **Reikniþjónusta** við Háskóla Íslands, einkum við rannsóknarstarfsemi allra deilda og stofnana Háskólans, og við aðila utan hans, **rannsóknir og kennsla er snerta hagnýtingu rafreikna.**

Nafn stofunnar verður **Reiknifræðistofa** með reglugerð 537/1975
Ekkert fjallað um þetta í fundargerðum en vísað til Stofunnar sem reiknistofu í fundargerð 5. marz 1976 en sem reiknifræðistofu í fundargerð 23. aprí sama ár.

Sögulegu íslensku skilgreining og álit SIAM-hópsins ber um margt saman hvað varðar **viðhorf og viðfangsefni** en hin sögulega skilgreining er mun **víðfeðmari** þar sem hún nær nánast yfir alla **tölfræði** og **aðgerðarannsóknir** auk tölvunarfræði.

Viðfangsefni aðgerðarannsókna snúast auk þess oftar en ekki um líkangerð sem tengist viðskiptum og rekstri, mikilvægur þáttur tölfræðinnar tengist félagsfræðilegri, hagfræðilegri og læknisfræðilegri gagnaúrvinnslu og þungamiðja tölvunarfræðinnar liggur nú í hvers kyns upplýsingamiðlun og samskiptum.

Í skýrslu SIAM-hópsins beinist athyglin meir að raunvísindum og verkfræði og líkönum sem lýsa fyrirbrigðum innan þessara sviða.

Er tilefni til þess að þrengja reiknifræðihugtakið og þá að einhverju leyti í þá átt sem skýrsla SIAM-hópsins afmarkar?

Svið tölvunarfræði, tölfræði og aðgerðarannsókna hafa nú nokkuð fastan sess í akademísku umhverfu og margir fræðimenn kenna sig gagngert við þessu tilteknu fræðasvið.

Reiknifræðin er þverfagleg í eðli sínu.

Hvar á hún eigi helst heima í háskólaumhverfi sem framhalds-
námsgrein?

Æskilegt virðist að henni gætu komið nemendur með grunn-
menntun í t.d. verkfræði, tölvunarfræði, eðlisfræði auk stærðfræði
og sem slík gætti hún því átt samastað innan hvers þessara sérsviða.
Þar sem framhaldsnámið snýst ekki eingöngu um fagkunnáttu
heldur líka færni, vinnubrögð og viðhorf ætti það að ráðist af því
hvar sé að finna þá fagkennara sem hafa mesta reynslu og áhuga
á að miðla þessum þáttum.

Grunnnám í stærðfræði er að mínu mati um margt heppilegasti undirbúningurinn undir framhaldsnám í reiknifræði.

Ein ástæðan er einfaldlega sú að samkvæmt minni reynslu tileinkar maður sér síður stærðfræðilega færni síðar í lífinu heldur en færni á ýmsum öðrum sviðum, þannig að velji maður sér starfsvettvang þar sem hún skiptir máli sé hollt að byrja sem fyrst á því að tileinka sér hana.

Í þessu felst líka að stærðfræðingar eiga oft greiðan aðgang inn á önnur fræðasvið og starfsvettvanga, en þeir skapa hins vegar ekki alltaf sama svigrúm innan eigin raða.

Engan veginn einsýnt að framhaldsnám í reiknifræði, í þeim skilningi sem ég kýs að leggja í það sem þverfaglegt fræðasvið, eigi heima innan stærðfræðiskorar.

Reikniverkfræði (computational engineering) er grein verkfræði sem á und-anförnum árum hefur markað sér sess víða um heim. Það tengist vaxandi áherslu á hverskyns líkana-reikn-inga í mörgum fræðigreinum. Greinin er í eðli sínu þverfagleg og tengir saman tölvunarfræði, hag-nýtta stærðfræði og þær greinar sem líkanareikningarnir beinast að (t.d. eðlisfræði, efnafræði, líffræði, hagfræði og flestar tegundir verkfræði). Námskeiðin eru valin úr fögum eins og tölvunarfræði, tölulegri greiningu, bestunarfræði, aðgerðagreiningu, tölfræði, iðnaðarverkfræði og stýrifræði. Námið getur hentað fólki sem hefur BS próf í verkfræði, tölvunarfræði, stærðfræði eða eðlisfræði sem hefur áhuga á að sér-mennta sig á þessu sviði. Námið miðast við að þeir sem útskrifast fái rétt til að nota starfsheitið verk-fræðingur.

Forkröfur fyrir M.S.-nám í reikniverkfræði

Námskeið í tölvunarfræði

Tölvunarfræði 1 eða 1a

Tölvunarfræði 2 eða 2a

Forritunarmál

Þróun hugbúnaðar

* Greining reiknirita

* Reiknigreind

* Rökfræði og hugbúnaðargerð

* Gagnasafnsfræði

* Uppbygging tölva

* Stýrikerfi

* Formleg mál og reiknanleiki

* Þýðendur

* Tölvugrafík

* Að minnsta kosti 3 af þessum námskeiðum
(þeir sem hafa BS-próf í rafmagns- og tölvu-
verkfræði eru undanskildir)

Alls 42 einingar

Námskeið úr öðrum greinum

Stærðfræðigreining 1

Stærðfræðigreining 2

Stærðfræðigreining 3

Línuleg algebra og rúmfræði

Líkindareikningur og tölfræði

Töluleg greining

Aðgerðagreining / Framleiðslugreining

Eðlisfræði 1

* Stærðfræðigreining 4

* Ólínuleg bestun

* Netafræði

* Heiltölubestun, netlíkön, röðun

* Hermun

* Slembin ferli og ákvarðanafræði

* Verkefnastjórnun

* Eðlisfræði 2

* A.m.k. 2 af þessum námskeiðum (þeir sem
hafa BS próf í stærðfræði undanskildir)

Alls 60 einingar

Tillaga um sameiginlegan reiknifræðikjarna á meistarastigi

Á **haustmisseri** verði kennd tvö námskeið.

Annað verði **6 eininga námskeið í high performance computing**, sem skiptist í tvo **3 eininga hluta**. Í fyrri hlutanum verði áherslan á tölvunarfræðileg undirstöðuatriði, en í síðari hlutanum verði áherslan á tengslin við lausn stórra reiknifræðilegra verkefna, með áherslu t.d. á stór rýr verkefni í línulegri algebru. Taka má hvorn hluta um sig sem sjálfstætt námskeið, en þó byggir síðari hlutinn á fyrri hlutanum. Hitt verði **4 eininga námskeið í tölfræði**.

Á **vormisseri** verði sömuleiðis kennd tvö námskeið.

Annað verði **6 einninga námskeið í tölulegri greiningu** sem skiptist líka í tvo **3 eininga hluta**. Í fyrri hlutanum verði þá efni tengt tölulegum lausnum á afleiðujöfnum (randgildis- og upphafsgildisverkefni), en í síðari hlutanum efni tengt eigingildisvekefnum og tölulegri bestun. Hér má taka hvorn hluta um sig sem sjálfstætt námskeið. Hitt verði **4 eininga námskeið í hagnýttri stærðfræði**.

Fyrir þá sem væru í námi í reikniverkfræði eða “reiknivísindun” væru **bæði 6 eininga námskeiðin skylda**, en síðan mætti **velja milli 4 eininga námskeiðanna**.