

FINNUR DELLSÉN

Tvö viðhorf til vísindalegrar þekkingar – eða eitt?

1. Inngangur

Þekkingarfræði og vísindaheimspeki mætast í því sem kalla mátti *þekkingarfræði vísindarannsókna* eða *vísindalega þekkingarfræði*. Á þessu sviði hefur langmestri athygli verið beint að því hvernig vísindaleg tilgáta er *rökstudd* (e. *confirm*) í ljósi athugana, tilrauna og annarra empirískra gagna (e. *evidence*).¹ Í því sambandi hafa tveir meginstraumar myndast á undanförmum áratugum. Annars vegar eru þeir sem halda því fram að vísindakenning skuli teljast rökstudd að því marki sem hún *skýrir* fyrirbyggjandi gögn betur en aðrar tilgátur um sama efni. Þetta viðhorf er gjarnan kennt við *ályktun að bestu skýringu* (e. *inference to the best explanation; abduction*). Hins vegar eru þeir sem halda því fram að vísindakenning skuli teljast rökstudd að því marki sem hún er *líkleg* í ljósi fyrirbyggjandi gagna. Þetta viðhorf er gjarnan kennt við *bayesíska þekkingarfræði* (e. *Bayesianism; Bayesian epistemology*).

Eitt af því sem angrað hefur vísindaheimspekinga á allra síðustu árum er að lítið samband hefur verið á milli þessara tveggja meginstrauma í vísindalegri þekkingarfræði. Ályktun að bestu skýringu nýtur talsverðrar hylli, bæði innan vísindaheimspekinnar og á öðrum sviðum heimspekinnar eins og í síðspeki, frumspeki og almennri þekkingarfræði. Bayesísk

¹ Þannig hefur aðaláherslan í þekkingarfræði vísinda verið á að skoða þekkingaröfjun í vísindum frekar en greiningu á þekkingar*hugtakimi* sem þar er notað. Að þessu leyti greinir vísindaleg þekkingarfræði sig að nokkru leyti frá almennri þekkingarfræði sem hefur eytt talsverðu púðri í hið síðara. Samanber heilmikil viðbrögð við gagn-dæmi Edmund Gettier á skilgreiningunni á þekkingu sem sönn, rökstudd skoðun. Sjá Edmund Gettier, „Is Justified True Belief Knowledge?“, *Analysis* 23/1963, bls. 121–123. Greinin hefur einnig birst í íslenskrí þýðingu sem „Er sönn rökstudd skoðun þekking?“, ísl. þýð. Geir Þ. Þórarinnsson, *Hugur* 18/2006: 71–73.

Þekkingarfræði er gríðarlega áhrifamikil innan vísindaheimspekinnar og vísindanna sjálfra, auk þess sem margir tölræðingar aðhyllast bayesíska nálgun á þekkingaröflun. Af þessum sökum er eðlilegt að spyrja hvort þessi tvö viðhorf séu með einhverjum hætti ósamrýmanleg eða hvort þau megi sameina eða samþætta með einhverjum hætti – og ef svo er, hvernig það skuli best gert.

Í þessari grein er sett fram tiltekin kenning um hvernig megi samþætta bayesíska þekkingarfræði og ályktun að bestu skýringu. Í stuttu máli verða færð rök fyrir því að þeir eiginleikar sem geri vísindatilgátu að betri skýringu geri hana að öllu jöfnu líklegri, og að það sé vegna skilytrra líkinda á að hin rétta skýring umræddra gagna hafi slíka skýringareiginleika. Þessi kenning er sett fram og rökstudd í seinni hluta greinarinnar (kaflar 4 og 5). Í fyrri hluta greinarinnar (kaflar 2 og 3) er hins vegar gerð tilraun til að setja fram skorinorðar lýsingar á meginstraumunum tveimur, ályktun að bestu skýringu og bayesískri þekkingarfræði. Lítið sem ekkert hefur verið skrifað á íslensku um þessi tvö meginviðhorf í vísindalegri þekkingarfræði og því er það von mín að þessir hlutar greinarinnar nýtist íslenskum lesendum sem einskonar inngangur að heimspekilegri rökræðu undanfarinna áratuga um þekkingarfræði vísindalegra rannsókna.

2. *Ályktun að bestu skýringu*

Þótt ýmsir hafi í gegnum tíðina sett fram svipaðar hugmyndir um mikilvægi skýringargæða í þekkingarfræðilegu tilliti² er Gilbert Harman jafnan talinn fyrstur til að setja fram nákvæma útgáfu þeirrar ályktunarreglu sem nú er iðulega nefnd *ályktun að bestu skýringu*.³ Harman lýsir þessari reglu þannig að í henni „er ályktað, út frá þeirri forsendu að tiltekin tilgáta myndi skýra gögnin „betur“ en nokkur önnur tilgáta, að þessi tiltekna tilgáta sé sönn.“⁴ Hugmynd Harmans er sem sagt að það hversu vel tilteknar tilgátur myndu skýra fyrirliðgjandi gögn – það sem við skulum kalla *skýringargæði* tilgátnanna – ákvarði hvort og hvaða tilgáta skuli álykta að

² Þar ber sérstaklega að nefna bandaríska pragmatistann Charles Sanders Peirce, sem skrifaði umtalsvert um slíkar ályktanir og var fyrstur til að nota um þær orðið „abduction“ – sem enn hefur ekki fundist góð íslensk þýðing á svo þessi höfundur viti til.

³ Gilbert Harman, „The Inference to the Best Explanation“, *The Philosophical Review* 74/1965, bls. 88–95.

⁴ Gilbert Harman, „The Inference to the Best Explanation“, bls. 89. (Þýðing höfundar).

sé sönn. Nánar tiltekið skal ályktað að sú tilgáta sé sönn sem hefur mest skýringargæði.⁵

En hvað felst í því að tilgáta hafi tiltekin skýringargæði? Hvað merkir það að ein tilgáta skýri fyrirliðgjandi gögn *betur* en önnur?⁶ Um þetta segir Harman:

Að sjálfsgöðu er vandasamt að segja til um hvort ein tilgáta sé nægilega mikið betri en önnur. Slík ákvörðun mun vantanlega byggjast á atriðum á borð við það hvor tilgátan er einfaldari, hvor er trúverðugri, hvor skýrir meira, hvor er minna *ad hoc*, og svo framvegis. Ég leyni því ekki að það er hægara sagt en gert að gera betur grein fyrir þessum atriðum; en ég mun samt ekki fjalla nánar um þau.⁷

Harman nefnir hér ýmis atriði sem eiga að auka skýringargæði tilgátna – einfaldleika, trúverðugleika, skýringarmátt, og hversu „*ad hoc*“ tilgátan er – þótt hann tiltaki raunar ekki hvað hann á við með þessum atriðum.⁸ Ég mun vísa til þessara atriða sem *skýringareiginleika* tilgátunnar (e. *explanatory*

⁵ „Skýringargæði“ er þýðing mín á „explanatory loveliness“ sem Peter Lipton kynnti til sögunnar. (Sjá Peter Lipton, *Inference to the Best Explanation*, önnur útgáfa, London og New York: Routledge, 2004.) Aðrir höfundar nota einfaldlega „explanatory goodness“, „goodness of explanation“ eða eitthvað álíka.

⁶ Einnig mætti spyrja: Hvað felst í því að tilgáta skýri fyrirliðgjandi gögn? Hvað er skýring? Um þetta hefur afar mikið verið ritað undanfarna hálfu öld eða svo, allt frá því að Carl Hempel og Paul Oppenheim birtu grein sína „Studies in the Logic of Explanation“, *Philosophy of Science*, 15/1948, bls. 135–175. Um þetta má lesa í mjög ítarlegu og fróðlegu yfirlit um vísindalegar skýringar í Wesley C. Salmon, „Four Decades of Scientific Explanation“, *Scientific Explanation*, ritstj. Philip Kitcher og Wesley C. Salmon, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1989, bls. 3–219. Sjá einnig umfjöllun um vísindalegar skýringar á íslensku í Erlendur Jónsson, *Hvað eru vísindi?* Reykjavík: Háskólaútgáfan, 2008, bls. 141–159.

⁷ Aðrir höfundar nefna önnur atriði eða kalla þau að minnsta kosti öðrum nöfnum – til dæmis er oft talað um að góð skýring eigi að sameina ólík fyrirbæri (Sjá t.d. Philip Kitcher, „Explanatory Unification“, *Philosophy of Science* 48/1981, bls. 507–531.) og gera það sem verið er að skýra *objákvæmlegt* í einhverjum skilningi. (Sjá t.d. Ilkka Niiniluoto, „Defending Abduction“, *Philosophy of Science* 66/1999, bls. 436–451.) Stundum er einnig vísað til þess að góð skýring eigi að vera *sannræmanleg* (e. *testable*) í athugunum og jafnvel *frjósm* (e. *fertile*) í þeim skilningi að hún geti af sér aðrar trúverðugar tilgátur. (Sjá t.d. William G. Lycan, „Epistemic Value“, *Synthese* 64/1985, bls. 137–164.) Auk þess er stundum nefnt að góð skýring eigi helst að vera *hlíðstæða* (e. *analogy*) annarra skýringa sem reynst hafa vel. (Sjá Paul Thagard, „The Best Explanation: Criteria for Theory Choice“, *The Journal of Philosophy*, 75/1978, bls. 76–92.)

tory considerations; explanatory virtues) og aðgreini þá þar með frá skýringargæðum tilgátunnar í heild sinni, sem eru ákvörðuð af skýringareiginleikum í sameiningu. Rétt er að taka fram að það er ekki endilega þannig að sú tilgáta sem hefur mest skýringargæði sé einnig einföldust, svo dæmi sé tekið, því aðrir skýringareiginleikar geta bætt upp fyrir skort á þessum eina eiginleika, til dæmis ef aðeins flóknari kenning skýrir miklum mun fleiri fyrirbæri en sú einfaldari.

Mörgum hefur sýnst að ályktun að bestu skýringu lýsi ágætlega þeim rökstuðningi sem vísindamenn sjálfir setja fram fyrir tilgátum sínum. Í það minnsta er ljóst að þeir skýringareiginleikar sem Harman tiltekur eru ósjaldan nefndir til stuðnings vísindakenningum. Í því sambandi má til dæmis benda á að Charles Darwin, faðir þróunarkenningarinnar, nefnir það til stuðnings kenningu sinni hversu marga ólíka hluti mætti skýra með hjálp hennar.⁹ Einnig beitti Albert Einstein, höfundur afstæðiskenningarinnar og frumkvöðull á sviði skammtafræðinnar, einfaldleika bæði í þróun á og rökstuðningi sínum fyrir sértæku afstæðiskenningunni. Einstein benti strax í upphafi á að sértæka afstæðiskenningin einfaldaði heimsmynd okkar að því leyti að ekki þyrfti að gera ráð fyrir tilvist svokallaðs ljósvaka.¹⁰ Ef við gefum okkur nú að Darwin og Einstein hafi ekki verið á algjörum villi götum þegar þeir rökstuddu kenningar sínar er ljóst að þeir sem aðhyllast ályktun að bestu skýringu hafa nokkuð til síns máls. Skýringareiginleikar þjóna mikilvægu hlutverki í rökstuðningi vísindakenninga.¹¹

Á hinn bóginn tel ég tvennt ábótavant við ályktun að bestu skýringu í þeirri mynd sem hún hefur tekið á sig hingað til. Þessi atriði eru nátengd. Fýrra atriðið varðar það að hugmyndin sjálf er ónákvæm eða vanþróuð. Ekki er ljóst hvernig hinir ýmsu skýringareiginleikar eiga að koma saman

9 Darwin segir til dæmis um kenningu sína: „Þessa tilgátu má sannreyna – og mér sýnist það vera eina sanngjarna og réttlætanalega leiðin til að nálgast efnið í heild sinni – með því að athuga hvort hún skýri margar ólíkar staðreyndir...“ Charles Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, 2. útgáfa, 1. bindi, New York: D. Appleton and Co., 1876, bls. 9 (þýðing höfundar).

10 Sjá Albert Einstein, „On the Electromagnetics of Moving Bodies“, *The Principle of Relativity*, New York: Dover, 1952, bls. 35–65. Greinin birtist fyrst á þýsku á „kraftaverkaári“ Einsteins árið 1905 sem „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ *Annalen der Physik* 17/1905, bls. 891–921.

11 Einnig er rétt að taka fram að lýsing Thomasar S. Kuhn á því hvernig vísindamenn velja kenningar líkist mjög ályktun að bestu skýringu þótt Kuhn noti ekki það orðalag. (Sjá einkum Thomas S. Kuhn, „Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice“, *The Essential Tension*, Chicago: University of Chicago Press, bls. 320–339.)

og mynda tiltekin skýringargæði. Þetta er ekki aðeins galli á lýsingu Harmans á ályktun að bestu skýringu, heldur veit ég ekki til þess að nokkur höfundur hafi gert svo mikið sem heildarlega tilraun til að lýsa þessu samspili skýringareiginleika og skýringargæða með nákvæmum hætti. Meðal annars af þessum sökum hefur Peter Lipton, sem líklega hefur skrifað mest allra höfunda um ályktun að bestu skýringu á undanföllum áratugum, sagt að hún sé „meira eins og slagorð en úthugsuð heimspekileg kenning“.¹² Þetta er að sjálfsögðu eitthvað sem má hugsa sér að bætt verði úr með frekari rannsóknum og kenningasmíði, en sumir telja raunar vonlaust að setja fram kenningu í þessum efnum sem gagn er að.¹³

Hitt atriðið sem ég tel ábótavant við núverandi hugmyndir heimspeklinga um ályktun að bestu skýringu er að í þeim virðist vera gert ráð fyrir að skýringareiginleikar styrki tilgátur í öllum hugsanlegum kringumstæðum. Með öðrum orðum er ekki gert ráð fyrir því að skýringareiginleiki, til dæmis einfaldleiki, geti í einhverjum tilvikum verið óviðkomandi eða jafnvel grafið undan rökstuðningi fyrir tiltekinni vísindatilgátu. Eins og ég mun færa rök fyrir hér að neðan tel ég þetta geta gerst, og raunar tel ég þetta gerast reglulega á mörgum sviðum utan raunvísindanna þótt hér sé ekki pláss til að fara mikið út í þá sálma. Þeir sem ætla sér að útfæra hugmyndina um ályktun að bestu skýringu þurfa að taka mið af þessu þegar gerð er grein fyrir því hvaða hlutverki skýringareiginleikar eiga að gegna í þekkingarfræði vísinda.

3. Bayesísk þekkingarfræði

Grunnhugmynd *bayesískrar þekkingarfræði* er að rökstuðning fyrir vísindalegum tilgátum megi greina út frá *líkumum* á því að tilgátan sé sönn að

12 Peter Lipton, *Inference to the Best Explanation*, bls. 2. Lipton segir þetta vissulega í innangangi bókar sinnar um ályktun að bestu skýringu og segir um leið að bókinni sé ætlað að bæta úr þessu ástandi. Á hinn bóginn fjallar bók Liptons ekki um þetta vandamál að neinu leyti, og því má segja að hann hafi ekkert bætt úr ástandinu hvað þetta atriði varðar (þótt hann fylli vissulega upp í ýmis önnur göt í kenningunni).

13 Sjá t.d. Keith Lehrer, *Knowledge*, Oxford: Clarendon Press, 1974, bls. 165. Sjá einnig afar áhugaverða umfjöllun Samirs Okasha um svipuð vandkvæði sem tengjast hugmyndum Kuhn um þekkingarfræði vísinda. Okasha færir rök fyrir því að séu tiltekin skilyrði uppfyllt þá sé hreinlega ómögulegt að kveða á um nákvæma reglu um kenningaval á grundvelli þátta eins og skýringareiginleika. (Samir Okasha, „Theory Choice and Social Choice: Kuhn versus Arrow“, *Mind* 120/2011, bls. 83–115.)

teknu tilliti til þeirra gagna sem fyrir liggja hverju sinni.¹⁴ Í bayesískri þekkingarfræði er gengið út frá því að þessar líkur mæli hversu mikinn trúnað (*e. credence*) leggja skuli á að tiltekin staðhæfing sé sönn. Þessi trúnaður getur verið allt frá því að vera enginn – og þá eru samsvarandi líkur 0 eða 0% – yfir í vera algjör – og þá eru samsvarandi líkur 1 eða 100%. Raunar telja flestir bayesískir þekkingarfræðingar að trúnaður gagnvart fullyrðingum eigi aldrei að vera algjör eða enginn, nema ef til vill þegar um rökþæfingar er að ræða. Þannig eigi til dæmis sá sem sér dropa koma úr lofti og finnur hvernig hann lendir á andlittinu á sér ekki að leggja fullan trúnað á að nú rigni úti, heldur ætti trúnaðurinn að nema 99,99% eða viðlíka.¹⁵

Hugmyndin um að rökstuðningur vísindalegra tilgátna hafi eitthvað með líkur að gera gæti virst augljós og jafnvel óáhugaverð. Svo er þó ekki þegar nánar er að gáð vegna þess hvernig líkur á ólíkum fullyrðingum spila saman í bayesískri þekkingarfræði. Svo tekið sé afar einfalt dæmi, þá má auðveldlega sanna að ef P leiðir af sér Q, þá eru líkurnar á P ekki meiri en líkurnar á Q. Við eigum því ekki að leggja meiri trúnað á P en Q samkvæmt bayesískri þekkingarfræði. Þetta kemur heim og saman við skoðanir okkar flestra um hvernig skuli dreifa trúnaði milli fullyrðinga. Til dæmis eigum við ekki að leggja meiri trúnað á að einhver sé piparjúnka en að viðkomandi sé kona, enda leiðir hið síðara af hinu fyrra. Af þessu sést að rökleg tengsl milli fullyrðinga hafa í för með sér mikilvægar tengingar á þeim trúnaði sem okkur ber að leggja á fullyrðingar í bayesískri þekkingarfræði.

Langtum mikilvægasta tengingin milli trúnaðar á ólíkum fullyrðingum sem kveðið er á um í bayesískri þekkingarfræði er sú sem kenningin sjálf er nefnd eftir. Þetta er hin svonefnda *regla Bayes* (*e. Bayes's Theorem*), sem kennd er við séra Thomas Bayes (1701–1761). Til að skilja þessa reglu

¹⁴ Það skal tekið fram að hér er verið að nota orðið „líkur“ í tæknilegri merkingu sem hvaðeina það er uppfyllir tiltekin skilyrði sem kveðið er á um í þremur frumsendum kenndum við rússneska stærðfræðinginn Alexander Kolmogorov. Erlendur Jonsson fjallar í bókinni *Hvað eru vísindi?* um frumsendur Kolmogorovs í heimspeklilegu samhengi, sjá kafla 5.

¹⁵ Fyrir þessu eru þau rök að 100% líkur útlöki í raun möguleikann á því að viðkomandi hafi rangt fyrir sér. Fullur trúnaður er í reynd yfirýsing um óskeikulleika hvað þá fullyrðingu varðar, sem stríðir gegn almennt viðurkenndri *skeikulleikakenningu* (*e. fallibilism*) í þekkingarfræði. Þessu nátegt er að í bayesískri þekkingarfræði valda 100% líkur allskonar vandræðum, t.d. er ekki hægt að rökstyðja fullyrðingu sem nú þegar eru 100% líkur á að sé sönn, vegna þess að þá er ekkert sem getur *aukið* líkurnar á að hún sé sönn. (Náner er fjallað um rökstuðning í bayesískri þekkingarfræði í lok þessa hluta.)

þurfum við að setja fram örlítið táknað og átta okkur á hugtakinu *skilyrtar líkur* (*e. conditional probability*). Við látum $p(A)$ standa fyrir líkurnar á því að fullyrðingin A sé sönn.¹⁶ Skilyrtar líkur, táknað $p(A|B)$, eru líkurnar á því að A sé sönn að því gefnu að B sé sönn. Nú, rétt eins og röklegu tengslin milli P og Q tengja saman líkurnar á P og Q, þá mynda skilyrtu líkurnar á A að gefnu B tengsl milli líknanna á A og B. Um þetta fjallar regla Bayes, sem yfirleitt er sett fram á eftirfarandi formi:

$$(1) p(A|B) = p(A)p(B|A)/p(B)$$

Þessi jafna segir okkur að skilyrtu líkurnar á A að gefnu B eru í öfugu hlutfalli við líkurnar á B en í réttu hlutfalli við líkurnar á A og skilyrtu líkunum á B að gefnu A.

Best er að átta sig á þessu með því að skoða einfalt dæmi. Hverjar eru líkurnar á því að ég sé kominn með flensu (F) að því gefnu að ég hafi hnerrað ítrekað (H)? Líkurnar á því að ég sé með flensu óháð hnerrunum tel ég ekki miklar og set því $p(F) = 0,1$ eða 10%. Ég hnerra frekar sjaldan undir venjulegum kringumstæðum og gef mér því að líkurnar á ítrekuðum hnerrum séu litlar, eða $p(H) = 0,2$. Hins vegar tel ég nokkuð miklar líkur á að ég færi að hnerra svona oft ef ég væri kominn með flensu, svo ég set því að skilyrtu líkurnar á hnerrum að gefinni flensu séu $p(H|F) = 0,7$. Regla Bayes segir okkur þá að skilyrtu líkurnar á að ég sé kominn með flensu að því gefnu að ég fari að hnerra séu:

$$(2) p(F|H) = p(F)p(H|F)/p(H) = 0,1 \cdot 0,7 / 0,2 = 0,35$$

Samkvæmt bayesískri þekkingarfræði á ég því að leggja 35% trúnað á skilyrtu fullyrðinguna sem segir að hnerri ég ítrekað sé ég kominn með flensu. Og ástæða þess að ég á að leggja nákvæmlega svona mikinn trúnað á þessa fullyrðingu er að það leiðir af líkindafræðinni bakvið reglu Bayes og því að ég á að leggja 10% trúnað á F, 20% trúnað á H og 70% trúnað á H að gefnu F. Þannig tengir regla Bayes saman líkur á því að ólíkar fullyrðingar séu sannar með afar gagnlegum hætti.

Glöggir lesendur munu hafa tekið eftir því að hingað til hef ég ekki fjallað sérstaklega um *rökstuðning* vísindakenninga. Nú er loksins komið að því. Í bayesískri þekkingarfræði er gerður greinarmunur á *algildum rök-*

¹⁶ $p(\cdot)$ er svokallað líkindafall (*e. probability function*), þ.e. fall frá fullyrðingum á borð við A yfir í rauntölur á bilinu 0 og upp í 1 sem uppfyllir skilyrðin í frumsetningum Kolmogorovs.

stuðningi (e. *absolute confirmation*) og *afstæðum rökstuðningi* (e. *relative/incremental confirmation*).¹⁷ Í stuttu máli má segja að gögn veiti afstæðan rökstuðning ef þau auka líkurnar á að tilgáta sé sönn en að gögn veiti algildan rökstuðning ef þau koma líkunum yfir tiltekin mörk, t.d. 50%, 75% eða 90%.¹⁸ Til að vera ögn nákvæmari getum við sagt að gögn G séu afstæð rök fyrir tilgátu T þá og því aðeins að:

$$(3) p(T|G) > p(T)$$

G er hins vegar algild rök fyrir T þá og því aðeins að:

$$(4) p(T|G) > m$$

þar sem m eru mörkin sem sett eru. Ef ég hnerra veitir það því afstæðan rökstuðning fyrir því að ég sé kominn með flensu en ekki algildan rökstuðning (að því gefnu að $m \geq 0,35$). Þetta tvennt getur að sjálfsögðu farið saman ef einhver gögn auka líkurnar nógu mikið til þess að þau fari yfir mörkin m.

Að lokum er rétt að nefna fullyrðingu sem að sumra mati er kjarninn í bayesískri þekkingarfræði, svonefnd *bayesísk skilyrðing* (e. *Bayesian conditionalization*).¹⁹ Þessi fullyrðing fjallar um hvernig við eigum að breyta skoðunum okkar eða uppfæra þær í ljósi nýrra gagna. Nánar tiltekið kveður hún á um að trúnaður manns gagnvart tiltekinni fullyrðingu T efur að gagnanna G hefur verið aflað skuli vera jafn mikill og sá trúnaður sem maður hafði áður á T að gefnu G. Í bayesískri þekkingarfræði er þetta jafngilt því að setja:

$$(5) p_e(T) = p_f(T|G)$$

¹⁷ Sjá Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability*, Chicago: University of Chicago Press, 1950, og Wesley C. Salmon, „Confirmation and Relevance“, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 6. bindi, ritstj. Grover Maxwell og Robert Anderson, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1975, bls. 3–36. Algengt er að líta svo á að orðið „rökstuðningur“ sé tvírátt og geti vísað til hvors heldur sem er eftir samböndinu hverju sinni.

¹⁸ Þessi mörk geta líka verið breytileg og farið t.d. eftir ytra samböndi eða því hversu mikið er í húfi hverju sinni.

¹⁹ Ekki eru þó allir á sama máli um þetta, enda efast margir bayesískir þekkingarfræðingar um bayesíska skilyrðingu og vilja annaðhvort hafna henni með öllu eða setja fram hófsamari útgáfu af henni. Sjá til dæmis afar greinargóðar umfjallanir eftir David Christensen, „Clever Bookies and Coherent Beliefs“, *The Philosophical Review* 100/1991, bls. 229–247, og „Dutch-Book Arguments Depragmatized: Epistemic Consistency for Partial Believers“, *The Journal of Philosophy* 93/1996, bls. 450–479.

þar sem $p_f(\cdot)$ lýsir líkunum fyrir öflun gagnanna G og $p_e(\cdot)$ lýsir líkunum eftir öflun gagnanna G. Bayesísk skilyrðing kveður í raun á um tiltekna tegund af samkvæmni yfir tíma, þ.e.a.s. að allar breytingar á skoðunum okkar eigi að taka mið af skilyrtum líkum fyrri tíma. Þessi fullyrðing kann að virðast harla sakleysisleg og innihaldsrýr við fyrstu sýn, en takið eftir því að samkvæmt reglu Bayes – jafna (1) hér að ofan – er hún jafngild:

$$(6) p_e(T) = p_f(T)p_f(G|T)/p_f(G)$$

Þetta er sú útgáfa af bayesískri skilyrðingu sem oftast er sett fram, enda segir hún okkur í vissum skilningi mun meira en (5) þótt auðvitað séu þessar setningar jafngildar í líkindafræði.²⁰ Athugið að þeir sem aðhyllast bayesíska skilyrðingu geta skilgreint afstæð rök fyrir T sem hvaðeina sem aflað er á einhverju tímabili og verður til þess að líkurnar á T í lok tímabilsins verði hærri en þær voru í upphafi tímabilsins og algild rök sem hvaðeina sem kemur líkunum á T yfir tiltekin mörk.²¹

4. Vandasamt samband

Af því sem framan segir um bayesíska þekkingarfræði og ályktun að bestu skýringu ætti að vera ljóst að þessi viðhorf eru að mörgu leyti mjög ólík. Þau virðast til að mynda fjalla um ólíkar tegundir af viðhorfum gagnvart þeim vísindalegu tilgátum sem um er að ræða. Samkvæmt ályktun að bestu skýringu eigum við að *álykta* eða *samblykja* þá tilgátu sem skýrir best tiltekin gögn, en í bayesískri þekkingarfræði er aðeins fjallað um *trúnað* gagnvart vísindalegum tilgátum og *líkurnar* á því að þær séu sannar. Annað atriði sem aðgreinir þessi tvö viðhorf er að þau höfða til mjög ólíkra hluta þegar kemur að rökstuðningi vísindakenninga – annað viðhorfið höfðar til skýringargæða tilgátna og hitt til líknanna á því að tilgáturnar séu sannar.

²⁰ Jafngildi (5) og (6) skýrir hvers vegna fullyrðingin kallast jafnan *bayesísk* skilyrðing: Bayes sjálfur setti aldrei fram bayesíska skilyrðingu, heldur setti hann einungis fram reglu Bayes (reyndar á eilítuð öðru formi en (1)) sem sýnir okkur glögg hvað bayesísk skilyrðing hefur að segja um samböndi trúnaðar fyrir og eftir að tiltekinn gagna er aflað.

²¹ Sumir virðast líta svo á að bayesískir þekkingarfræðingar þurfi að skilgreina afstæð og algild rök með þessum hætti og þurfi því á bayesískri skilyrðingu að halda til að gera grein fyrir afstæðum og algildum rökstuðningi. Svo er þó alls ekki, því eins og fyrri efnisgrein sýnir má gera grein fyrir afstæðum og algildum rökum án bayesískrar skilyrðingar.

Hvað fyrra atriðið varðar mætti hugsa sér að tengja þessi viðhorf saman með því að segja sem svo að ályktun eða samþykki vísindakenninga jafngildi því að lagður sé trúnaður á vísindakenningu sem fari yfir tiltekin líkindamörk. Þessi hugmynd reynist þó mun flóknari en halda mætti því ýmis vandkvæði eru bundin því að tengja saman samþykki og líkur. Þar á meðal eru tvær þverstæður, *happdrættisþverstæðan* (e. *lottery paradox*) og *for-málaþverstæðan* (e. *preface paradox*).²² Í stuttu máli sýna þessar þverstæður að sé samþykki tengt við tiltekin líkindamörk er ekki lengur hægt að tala um að samþykkt eigi að samræmast lögmálum rökræðinnar, svo sem um mótsagnaleyfi og og-innleiðingu. Margir bayesískir þekkingarfræðingar draga þá ályktun af þessu að gefa eigi upp á bátinn hugmyndina um að vísindamenn samþykki tilgátur og fjalla þess í stað eingöngu um trúnað gagnvart tilgátum og kenningum. Sá sem hér skrifar er ósammála þessari niðurstöðu og hefur fært rök fyrir því að komast megi hjá happdrættis- og formálaþverstæðunum með tiltekinni hugmynd um samþykkt vísindatilgátna sem samræmist einmitt vel ályktun að bestu skýringu.²³ Ekki verður þó fjallað um það hér, enda er um fremur tæknilegt efni að ræða.

Hitt vandamálið sem tengist sambandi bayesískrar þekkingarfræði og ályktunar að bestu skýringu varðar sambandið milli skýringargæða og líkinda. Til að átta sig betur á þessu er rétt að víkja að gagnrýni Baas van Fraassen á ályktun að bestu skýringu.²⁴ Van Fraassen aðhyllist bayesíska þekkingarfræði, eins og flestir vísindaheimspekingar nú til dags, og veltir því fyrir sér hvernig sá sem aðhyllist ályktun að bestu skýringu geti gert

²² Happdrættisþverstæðan var sett fram af Henry Kyburg, *Probability and the Logic of Rational Belief*, Middletown: Wesleyan University Press, 1961. Formálaþverstæðan var hins vegar sett fram af David C. Makinson, „The Paradox of the Preface“, *Analysis* 25/1965, bls. 205–207.

²³ Finnur Dellsén, *The Epistemology of Science: Acceptance, Explanation, and Realism*, doktorsritgerð við University of North Carolina at Chapel Hill, 2014.

²⁴ Sjá Bas C. van Fraassen, *Laws and Symmetry*, Oxford: Clarendon Press, 1989, bls. 131–182. Van Fraassen er ef til vill frægastur fyrir gagnrýni sína á vísindalega hluthyggju og málsvörn hans fyrir tiltekna tegund af verkfærahyggju um vísindi sem hann nefnir smíðaraunhyggju (e. *constructive empiricism*). (Bas C. van Fraassen, *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press, 1980.) Gagnrýni van Fraassens á ályktun að bestu skýringu tengist þessu óbeint því ályktun að bestu skýringu er oft beitt til að færa rök fyrir hluthyggju. (Sjá t. d. Grover Maxwell, „The Ontological Status of Theoretical Entities“, *Minnesota Studies in The Philosophy of Science*, 3. bindi, ritstj. Herbert Feigl og Grover Maxwell, Minnesota: University of Minnesota Press, 1962, bls. 3–15, og Stathis Psillos, *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London: Routledge, 1999.)

grein fyrir áhrifum skýringargæða á líkindi vísindakenninga. Van Fraassen bendir á að í bayesískri þekkingarfræði ákvarðast líkurnar á tiltekinni tilgátu T á hverjum tíma af skilyrtum líkum fyrr tíma á T að gefnum þeim gögnum sem safnast hafa þess á milli. Hér koma skýringargæði tilgátunnar T hvergi fyrir og því þyrfi samkvæmt van Fraassen, að bæta líkum við T að því marki sem T hefur mikil skýringargæði með tilliti til G. Hugmynd van Fraassens er því að skýringargæði tilgátna veiti þeim einskonar „auka-líkur“ umfram það sem bayesísk skilyrðing myndi annars veita. Samkvæmt þessu þyrfi að skipta bayesískri skilyrðingu út fyrir reglu sem liti einhvern veginn svona út:

$$(7) p_e(T) = p_f(T|G) + s(T,G)$$

þar sem $s(T,G)$ lýsir þeim aukalíkum sem T fær að gefnu G í krafti þess hversu vel T skýrir G.

Vandinn við þessa leið til að finna skýringargæðum stað í bayesískri þekkingarfræði er augljós: Með henni er í raun verið að hverfa frá bayesískri skilyrðingu. Nú mætti svo sem spyrja hvað sé svona slæmt við það – ættum við kannski hvort sem er að skipta úr bayesískri skilyrðingu yfir í það sem mætti kalla *skýringarskilyrðingu*? Svar van Fraassens er að benda á að fæð hafa verið veigamikil rök – m.a. svonefnd *veðmálsrök* (e. *dutch-book argument*) – fyrir því að allar reglur sem stangast á við bayesíska skilyrðingu séu ósamboðnar röklefum verum. Takið eftir því að með þessu er ekki verið að segja að röklegar verur verði að breyta trúnaði sínum eftir bayesískri skilyrðingu, heldur að þau verði að gera það *ef þau breyta trúnaði sínum eftir fyrirframákveðnum reglum yfirbúið*. Þannig leyfa slíkar rökfærslur að röklegar verur fari framhá bayesískri skilyrðingu að því gefnu að þar með sé ekki verið að fylgja einhverri annarri reglu um hvaða trúnaður er lagður á tilgátur. Eftir sem áður er ljóst að þetta útilokar skýringarskilyrðinguna sem van Fraassen setur fram – enda ljóslega um fyrirframákveðna reglu að ræða – og því ljóst að þessi leið til að taka mið af skýringargæðum stenst ekki.

Í ljósi þessarar gagnrýni van Fraassens hafa komið fram ýmsar aðrar hugmyndir um hvernig megi samræma ályktun að bestu skýringu og bayesíska þekkingarfræði. Vinsælust þessara hugmynda er að bayesísk skilyrðing leiði sjálfkrafa til þess að aukinn trúnaður sé lagður á tilgátur með mikil skýringargæði að gefnum forsendum sem flestir myndu fallast á. Leah

Henderson, sem rökstyður þessa hugmynd í nýútöminni grein²⁵, kallar þetta *framköllunarkenninguna* (e. *emergent compatibilism*), en aðrir mál-svarar svipaðra hugmynda eru Samir Okasha,²⁶ Timothy McGrew²⁷ og áðurnefndur Peter Lipton.²⁸ Að mínu mati hefur framköllunarkenningin margt til síns ágætis. En ég tel eigi að síður að hún dugi ekki ein og sér til að gera grein fyrir hlutverki skýringargæða í bayesískri þekkingarfræði.

Til að gera grein fyrir gagnrýni minni þurfum við í raun ekki að kafa djúpt ofan í framköllunarkenninguna sjálfa og mismunandi útfærslur á henni. Það fyrsta sem ég hef við kenninguna að athuga er að ég tel hana ýkja sambandið milli líkinda og skýringargæða. Samkvæmt framköllun-arkenningunni haldast líkindi og skýringargæði alltaf í hendur, þannig að auknar líkur eru samfara auknum skýringargæðum. Í þessu felst þá að ef tvær tilgátur hafa einhvern tiltekinn skýringareiginleika, svo sem einfaldleika, í misríkum mæli en eru að öðru leyti eins hvað skýringareiginleika varðar, þá sé einfaldari tilgátan óhjákvæmilega líklegri. Við getum orðað þessa afleiðingu framköllunarkenningarinnar þannig að einfaldleiki, og reyndar einnig aðrir skýringareiginleikar, auki alltaf líkurnar á að tilgátur séu sannar.

Hér er einfalt dæmi sem sýnir að mínu mati fram á að þessi afleiðing fái ekki staðist. Setjum svo að sjúklingsur heimsæki heimilislækni sinn og kvarti við hann yfir síþreytu. Læknirinn, sem hefur mikla reynslu og þekkir vel til sjúklingsins, veltir fyrir sér orsökum síþreytunnar í þeim tilgangi að eyða þeim eða draga úr virkni þeirra. Læknirinn veit mætavel að orsakar síþreytu eru yfirleitt flóknar – þegar kemur að síþreytu er sannleikurinn sjaldnast einfaldur. Hann segir því ekki við sjúklingsinn, né gengur hann út frá því í frekari rannsóknnum sínum, að einungis ein orsök sé fyrir síþreytunni. Þess í stað gengur hann út frá því að líklega séu margar orsakar fyrir síþreytu sjúklingsins og meðal þeirra kunnir að vera hreyfingarleysi, streita og óhollt mataræði. Ef við gefum okkur að læknirinn sé ekki á villigötum,

²⁵ Leah Henderson, „Bayesianism and Inference to the Best Explanation”, *British Journal for the Philosophy of Science* 65/2014, bls. 687–715.

²⁶ Samir Okasha, „Van Fraassen’s Critique of Inference to the Best Explanation”, *Studies in History and Philosophy of Science* 31/2000, bls. 691–710.

²⁷ Timothy McGrew, „Confirmation, Heuristics, and Explanatory Reasoning”, *British Journal for the Philosophy of Science* 54/2003, bls. 553–567.

²⁸ Hér á eftir verður stuðst við framköllunarkenningu Hendersons, enda setur hún fram nýjustu og nákvæmstu útgáfu kenningarinnar til þessa. Rétt er að taka fram að Okasha, McGrew og Lipton setja ekki fram sérlega nákvæmar útgáfur af framköllunarkenningunni og því er erfitt að meta hvort þær standist skoðun í ljósi þeirrar gagnrýni sem ég set fram í þessum kafla.

þá sýnir þetta dæmi að í sumum tilfellum þjónar einfaldleiki ekki þeim tilgangi að auka líkurnar á tilgátum. Þvert á móti minnkar það líkurnar á að tilgátan sé sönn að hún sé of einföld.

Þetta er ekki einangrað dæmi. Almennt séð getum við haft ástæðu til þess að halda að tilgáta sé ólíklegri til að vera sönn að því marki sem hún býr yfir tilteknum skýringareiginleikum. Læknisheimsóknin sýnir þetta um einfaldleika en það hefði mátt taka önnur dæmi þar sem sami lærdómur er dreginn um aðra skýringareiginleika. Þeir lesendur sem eiga í erfiðleikum með að ímynda sér raunhæf dæmi af þessu tagi geta gripið til þess ráðs að hugsa sér að alvitur vera birtust og segi þeim í óspurðum fréttum að skýringin á hinu og þessu hafi alls ekki tiltekna skýringareiginleika. Með þessu er ég ekki að segja að slíkar aðstæður séu sérstaklega algengar, en ég tel slík dæmi þó sýna að áhrif skýringareiginleika á líkur geti verið lítil, engin, og jafnvel neikvæð (eins og í dæminu hér fyrir ofan). Þess vegna er framköllunarkenningin í raun ýkjur eða ofureinföldun á sambandi líkinda og skýringareiginleika.

Að mínu mati nægir þetta til að sýna að framköllunarkenningin þarfnast verulegra endurbóta, en þó tel ég annan verulegan ágalla á kenningunni. Þessi vandi á rætur að rekja til þess að samkvæmt framköllunarkenningunni þjóna skýringareiginleikar sem slíkir í raun engum sjálfstæðum þekkingarfræðilegum tilgangi. Ef marka má framköllunarkenninguna má lýsa vísindalegum rannsóknnum án þess að minnst á skýringareiginleika yfirhöfuð, enda stjórnast hún af líkum einum saman í samræmi við bayesíska skilyrðingu og reglu Bayes. Ályktun að bestu skýringu er vissulega *samrýmanleg* bayesískri þekkingarfræði samkvæmt framköllunarkenningunni en hún bætir engu við. Í ljósi þess að bayesísk þekkingarfræði er mun nákvæmari og skýrari leið til að lýsa vísindalegri þekkingaröflun, auk þess sem undirstöður og réttlætning bayesískrar þekkingarfræði eru mun traustari að flestra mati, má því spyrja hvers vegna við ættum yfirhöfuð að hafa áhuga á ályktun að bestu skýringu ef framköllunarkenningin er rétt.

Við gætum að sjálfsögðu dregið þá ályktun af þessu öllu saman að rétt sé að gefast upp á ályktun að bestu skýringu, enda hafi hún ekkert fram að færa sem bayesísk skilyrðing hafi ekki nú þegar veitt okkur.²⁹ Í ljósi þess

²⁹ Wesley Salmon virðist aðhyllast slíka niðurstöðu þegar hann segir að ályktun að bestu skýringu virðist geta lært meira af bayesískri þekkingarfræði en öfugt. (Wesley C. Salmon, „Reflections of a Bashful Bayesian: Reply to Peter Lipton”, *Explanation: Theoretical Approaches and Applications*, ritstj. Girola Hon og Sam S. Rakover, Dordrecht: Kluwer, bls. 121–136.)

hve mikilvægu hlutverki skýringareiginleikar virðast gegna í rökstuðningi raunverulegra vísindamanna á borð við Darwin og Einstein væri á hinn bóginn eftirsóknarvert ef hægt væri að finna skýringareiginleikum eitt-hvert sjálfstætt hlutverk innan bayesiskrar þekkingarfræði. Ekki væri verra ef þeir gætu þar með bæt看 einhverju við bayesíska þekkingarfræði eða fyllt upp í göt sem þar kynnu að vera til staðar. Í næsta hluta verður gerð grein fyrir slíkri hugmynd.

5. Skýringareiginleikar í uppögðvunarsambengi

Eins og áður segir tel ég að framköllunarkenningin hafi margt til síns ágætis og kenningin sem ég mun nú setja fram líkist henni að sumu leyti. Ólíkt framköllunarkenningunni leiðir hins vegar ekki af kenningunni að skýringareiginleikar hafi engu sjálfstæðu hlutverki að gegna í vísindalegri þekkingaröflun. Eins og ég mun nú gera nánar grein fyrir er þetta vegna þess að skýringareiginleikar gætu þjónað mikilvægum tilgangi í *uppögðvun* vísindakenninga, þ.e.a.s. þegar vísindamenn láta sér detta í hug og setja fram vísindakenningu sem síðar er rökstudd. Þetta er mikilvægt hlutverk í vísindalegri þekkingaröflun, því ljóst er að verulegar framfarir verða oft þegar vísindamenn setja fram nýjar vísindakenningar sem síðan má prófa með hjálp athugana og annarra empirískra gagna.

Til að sjá hvernig þetta virkar alltsaman þurfum við fyrst að gera grein fyrir sambandinu á milli líkinda og skýringareiginleika. Við byrjum á því að einblína á einn tiltekinn skýringareiginleika, til dæmis einfaldleika. Látum G vera fyrirbyggjandi gögn og T vera tilgátu sem kveður á um hver sé skýringin á G . Látum enn fremur $E(G)$ vera þá fullyrðingu að hin sanna skýring á G , hver sem hún kann nú að vera, sé einföld.³⁰ Í líkindafræði er hægur leikur að sanna eftirfarandi setningu.³¹

³⁰ Það að láta T vera tilgátu sem beinlínis kveður á um hver sé skýringin á G er gert til að einfalda umfjöllunina hér á eftir. Með þessu er hægt að leggja (8) að jöfnu við (9) eins og gert er hér að neðan. Væri þessi einföldun ekki gerð er eigi að síður ljóst að $p(T|G \& \neg E(G))$ er lægri tala en $p(T|G \& E(G))$ þegar T er einföld tilgáta og það er í raun allt sem þarf til að sýna fram á að einfaldleiki getur haft þau áhrif sem sýnd eru hér að neðan.

³¹ Þessi setning leiðir með augljósum hætti af annarri setningu sem stundum er nefnd *Lögmálið um beildarlíkur* (e. *Law of Total Probability*):
 $p(A) = p(A|B) p(B) + p(A|\neg B) p(\neg B)$

$$(8) p(T|G) = p(T|G \& E(G)) p(E(G)) + p(T|G \& \neg E(G)) p(\neg E(G))$$

Þessi setning segir okkur að líkurnar á T að gefnu G séu vegin summa líknanna á T að gefnu G og því að skýringin á G sé annars vegar einföld og hins vegar flókin (þ.e.a.s. ekki einföld), þar sem það sem ákvarðar „vægi“ hvors um sig eru líkurnar á því að skýringin á G sé annars vegar einföld og hins vegar flókin.

Ef við gefum okkur nú að T sé einföld, þá er ljóst að líkurnar á því að T sé sönn að því gefnu að skýringin á G sé flókin eru engar. Af því leiðir þá að í þessu tilvikinu dettur seinni liðurinn í (8) út og því fæst eftirfarandi jafna:

$$(9) p(T|G) = p(T|G \& E(G)) p(E(G))$$

Af þessu sést nú að því meiri sem líkurnar eru á því að skýringin á G sé einföld, þeim mun líklegra er að T sé sönn að gefnu G . Þetta ætti auðvitað ekki að koma á óvart í ljósi þess að við gáfum okkur að T sé einföld tilgáta. En takið jafnframt eftir því að það getur verið tilgátu til vansa að vera einföld ef líkurnar á því að skýringin á tilteknum gögnum sé einföld eru mjög litlar. Ef við teljum til dæmis, eins og læknirinn í dæminu hér að ofan gæti hafa gert, að undir 10% líkur séu á að skýringin á síþreytu sjúklingsins sé einföld, þá leiðir af því að líkurnar á sérhverri einfaldri skýringu eru undir 10%. Þetta er í samræmi við það sem við sögðum hér að ofan og framköllunarkenningin stangast á við – þ.e.a.s. að skýringareiginleikar geta grafið undan líkunum á að tilgátur séu sannar í stað þess að auka þær.

Ýmislegt fleira má segja til að útfæra nánar þessa hugmynd um sambandið milli skýringareiginleika og líkinda sem hér er verið að lýsa. Eitt er að skýringareiginleikar eru ekki eitthvað sem tilgáta annað hvort hefur eða skortir, heldur eru þeir til staðar í mismiklum mæli. Af þessu leiðir að í stað þess að tala um að tilgáta sé til dæmis einföld eða flókin er réttara að segja að tilgátan sé mjög einföld, nokkuð einföld, svolítið einföld, og svo framvegis (og ýmislegt þar á milli). Þannig má hugsa um einfaldleika sem fall frá tilgátum til akveðins gildis sem kalla má *einfaldleikagildið*. Hið sama má þá segja um hina skýringareiginleikana. Þetta er ekki í andstöðu við það sem áður hefur verið sagt hér að ofan því í stað (8) má nota sambærilega setningu sem notast við heildi til að reikna líkurnar á T að gefnu G miðað við ólík einfaldleikagildi. Hitt sem ber að nefna er að skýringareiginleikarnir eru að sjálfsögðu fleiri en einn og þeir virka allir samtímis (til að auka

eða í einhverjum tilvikum minnka líkurnar á tilgátunni). Þetta skapar heldur engin sérstök vandamál hér því þá eru einfaldlega mörg föll látin tákna mismunandi *skýringareiginleikagildi* og svo tekin heildin af þeim öllum í einu. Ég ætla ekki að lýsa þessu neitt nánar hér, enda í raun aðeins um tæknilega útfærslu að ræða á tiltölulega einfaldri hugmynd.

Við skulum nú staldra við og rifja upp gagnrýni mína á framköllunar-kenninguna. Gagnrýnin kom í fyrsta lagi til af því að kenningin stangast á við þann möguleika að skýringareiginleiki kunni að draga úr líkum á að tilgáta sé sönn. Þessi vandi hefur verið leystur í kenningunni sem ég hef sett fram, eins og sést á því að ef miklar líkur eru á að skýringin á tilteknum gögnum hafi *ekki* tiltekinn skýringareiginleika þá dregur það úr líkunum á að einföld tilgáta sé sönn. En ég gagnrýndi framköllunarkenninguna líka vegna þess að samkvæmt henni hafa skýringareiginleikar í raun engu sjálfstæðu hlutverki að gegna í vísindalegri þekkingarfræði. Enn sem komið er höfum við ekkert svar við þessari gagnrýni. Raunar ætti að vera augljóst að samkvæmt kenningu minni þarf í sjálfu sér ekki að vísa til skýringareiginleika til að gera grein fyrir vísindalegum rökstuðningi. Samt sem áður tel ég skýringareiginleika mikilvæga í vísindalegri þekkingarfræði, en það er ekki í krafti þess hvernig þau *réttleita* vísindalegar tilgátur heldur í krafti þess hvernig slíkar tilgátur eru *uppgötvuðar*.

Greinarmunurinn sem hér er gerður á réttlætingu og uppgötvun vísindakenninga á rætur að rekja til Hans Reichenbach, sem talaði um *réttleitingarsambengi* (e. *context of justification*) og *uppgötvunarsambengi* (e. *context of discovery*).³² Réttlætungarsambengið ákvarðar hvernig tiltekin tilgáta er rökstudd eða réttlætt með vísan í fyrirliðgjandi gögn, en uppgötvunarsambengið varðar á hinn bóginn það hvernig tilgáta verður til í huga vísindamanns – hvernig tilgátan er uppgötvuð og síðan útfærð. Augljóst er að þetta tvennt er mjög ólíkt, því það sem verður til þess að tilgáta er uppgötvuð er ekki endilega það sem réttlætir hana. Dæmi sem oft er nefnt í þessu sambengi er það að efnafræðingurinn August Kekule (1829–1896) dreymdi eitt sinn snák sem beit í skott sitt og fékk þannig hugmyndina að tilgátu sinni að lögun bensen-sameindarinnar (þar sem vetnisfrumeindirnar ar mynda jafnhliða sexhyrning og þar með nokkurskonar hring). Draumur Kekules réttlætir augljóslega ekki tilgátu hans, en draumurinn varð á hinn bóginn til þess að tilgátunni skaut upp í huga hans.

³² Hans Reichenbach, *Experience and Prediction*. Chicago: University of Chicago Press, 1938.

Meðal annars út af dæmum á borð við draum Kekules hafa vísindameimspekingar haft fremur lítið að segja um uppgötvun vísindakenninga. Þeir hafa margir hverjir lítið svo á að uppgötvunir stjórnmist af tilviljanakenndum og oft órókréttum hugdettum sem hafa lítið með réttnefnd vísindi að gera. Það má vissulega til sanns vegar færa að uppgötvun vísindakenninga ræðst ekki alltaf af rökum, en á hinn bóginn er ljóst að slíkar uppgötvunir eru ekki alveg jafn stjórmlaust fyrirbæri og sumir vilja vera láta. Þetta sést meðal annars á því að einhvern veginn tekst vísindamönnum æði oft að láta sér detta í hug tilgátur sem síðar reynast í samræmi við forsagnir og athuganir. Ef slíkar tilgátur væru einungis tilviljanakenndar hugdettur einstakra vísindamanna ættu forsagnir og athuganir ekki að staðfesta slíkar tilgátur jafn oft og raun ber vitni. En það er svo sem ekki markmið mitt að sýna fram á að uppgötvun vísindakenninga sé oft nokkuð röklegt fyrirbæri, heldur hitt að sýna hvernig skýringareiginleikar geta hjálpað til í uppgötvunarsambenginu hjá þeim sem kæra sig um að láta uppgötvunir sínar stjórnað af rökum yfirleitt.³³

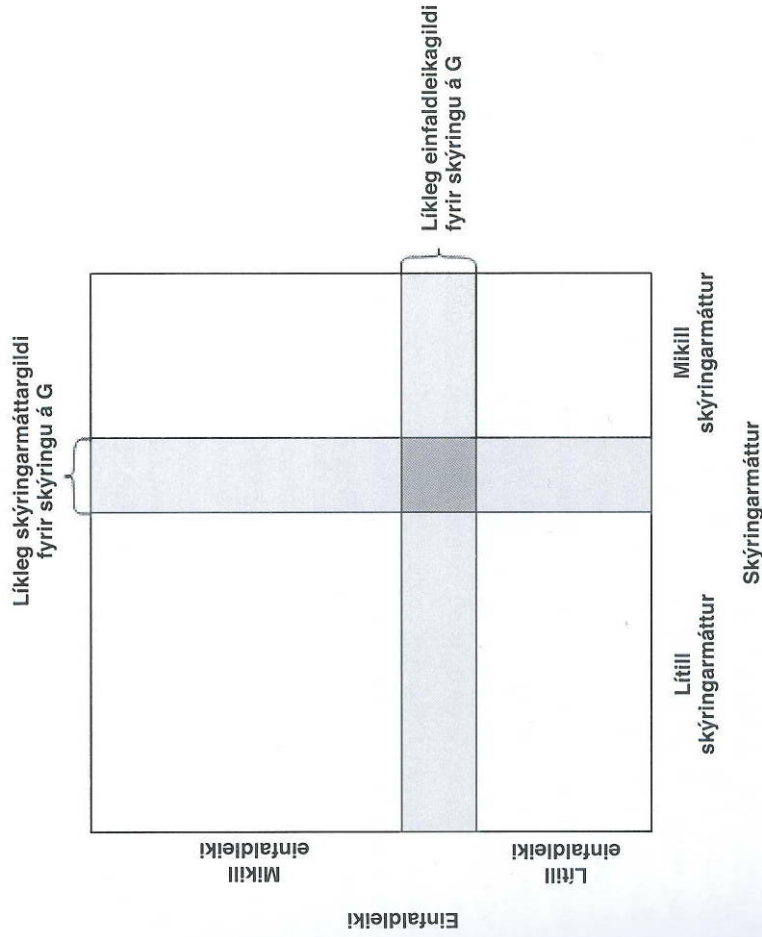
Við skulum byrja á að taka dæmi. Það vill svo til að innan Bandaríkjanna er sterkt tölfraðilegt samband á milli heilsufars og menntunarstígs – þeir sem eru meira menntaðir eru að jafnaði hraustari en þeir sem eru minna menntaðir. Hvernig stendur á þessu – hver er skýringin? Athugið að þegar við veltum þessu fyrir okkur erum við stödd í uppgötvunarsambenginu sem Reichenbach nefndi svo, við erum að reyna að uppgötvu tilgátur sem gætu skýrt þetta tölfraðilega samband. Það sem ég vil vekja athygli á er að í þessu efni getum við spurt okkur spurninga um skýringareiginleika sem hjálpa okkur áleiðis. Við getum spurt: Er líklegast að skýringin á þessu sé einföld? Hversu einföld? Er líklegast að hún búi yfir miklum skýringarmætti? Hversu miklum skýringarmætti? (Við gætum spurt samskonar spurninga fyrir hina skýringareiginleikana en látum þetta nægja.) Þannig gætum við til dæmis komist að þeirri niðurstöðu að líklegast sé að skýringin á tölfraðilega sambandinu milli menntunar og heilsufars sé ekkert sérlega einföld (vegna þess að lýðfræðileg sambönd eru það sjaldnast) en

³³ Í bók sinni setur Lipton einnig fram hugmyndir um hlutverk skýringareiginleika í uppgötvunarsambenginu. Hér verður ekki gerð tilraun til að fara ofan í hugmyndir Liptons, en ég tel að færð hafi verið sannfærandi rök fyrir því að hugmyndum Liptons hvað þetta varðar sé mjög ábótavant. (Sjá Wesley C. Salmon, „Reflection of a Bashful Bayesian”, Leah Henderson, „Bayesianism and Inference to the Best Explanation“ og Christopher Hitchcock, „The Lovely and the Probable“, *Philosophy and Phenomenological Research* 74/2007, bls. 433–440.)

hafi þó líklegast umtalsverðan skýringarmátt að því leyti að hún komi til með að skýra samskonar tölfraðileg sambönd í öðrum löndum, svo sem í Bretlandi.

Þetta útilokar strax ýmsar tilgátur sem ekki passa við þessi viðmið og beina um leið sjónum okkar að öðrum. Til dæmis útilokar þetta strax mjög einfaldar orsakatengingar á borð við að menntunarleysi orsaki heilsuleysi með beinum hætti. Slík hugmynd er of einföld og kemur því ekki til greina í fyrstu atrennu. Þetta útilokar líka skýringar sem eiga ekki við utan Bandaríkjanna, svo sem að þetta tengist menningarmun á milli norður- og suðurriks Bandaríkjanna. Slík hugmynd myndi ekki skýra samskonar tölfræðisamband í Bretlandi, enda augljóslega engin norður- og suðurriki þar að finna. Um leið beinir þetta sjónum okkar að flóknari skýringum sem gætu átt við utan Bandaríkjanna, til dæmis að um sameiginlega orsök sé að ræða sem til staðar sé í öllum þessum löndum. Hér erum við komin ansi nálægt þeirri tilgátu sem margir telja að sé hin raunverulega skýring á þessu sambandi, þ.e.a.s. að skýringin tengist misskiptingu auðs og stéttskiptingu. Samkvæmt þessari tilgátu er bæði menntunarskortur og heilsuleysi í Bandaríkjunum fyrst og fremst afleiðing þess að vera í lægri stéttum um leið og hátt menntunartig og góð heilsa orsakast af því að vera í hástétt. Þessi tilgáta á við um samskonar samband í öðrum löndum, svo sem í Bretlandi, að svo miklu leyti sem aðgengi að menntun og góð heilsa er þar einnig stéttskipt. Á hinn bóginn gerir tilgátan ekki ráð fyrir mjög einföldu orsakasambandi, meðal annars vegna þess að samspil stétta annars vegar og menntunar og heilsufars hins vegar er nokkuð flókið, auk þess sem það að gera ráð fyrir tilvist stétta yfirleitt gæti talist flækja tilgátuna.

Almennt er hugmyndin hér að skýringareiginleikar geti beint sjónum okkar að þeim hópi tilgátana – því svæði í „rókfræðilegu rými“ – þar sem hina sönnu skýringu á tilteknum gögnum sé líklegast að finna. Þetta gerist með mati á því hvort slík skýring sé líklegast með einfaldleikagildi á tilteknu bili, skýringarmáttargildi á tilteknu bili og almennt séð með tiltekin skýringareiginleikagildi á tilteknum bilum. Við getum þá beint sjónum okkar að því svæði í rókfræðilegu rými þar sem tilgáturnar búa yfir slíkum gildum í stað þess að þurfa að þáfa að fást við allar mögulegar tilgátur samtímis. Mynd 1 sýnir hvernig þetta virkar fyrir tvo skýringareiginleika – einfaldleika og skýringarmátt – en lesendur geta gert sér í hugarlund hvernig þetta útfærast þegar skýringareiginleikarnir eru fleiri. Þessi aðferð tryggir



Mynd 1: Líkleg einfaldleikagildi og skýringarmáttargildi beina sjónum okkar að því svæði í röklegu rými þar mestar líkur eru á að skýringuna á tilteknum gögnum, G, sé að finna. (Þetta svæði er dökkegrátt á myndinni).

að sjálfsögðu ekki að við uppgötuum þær tilgátur sem máli skipta og sem síðar mætti styðja traustum rökum, en hún hjálpar okkur að komast að því hvar við eigum að leita að slíkum tilgátum. Þannig skýrir þetta þá staðreynd – og ég geri ráð fyrir að það sé staðreynd – að vísindamönnum tekst að uppgötva þær vísindakenningar sem máli skipta oftar en þeir myndu gera ef uppgötun vísindakenninga væri algjörlega tilviljanakennt ferli.

Það er vert að athuga hér að þessi aðferð við uppgötun vísindalegra tilgátna myndi ekki þjóna tilgangi sínum ef ekki væri fyrir það samband sem til staðar er á milli skýringareiginleika og líkinda og gerð var grein fyrir hér að ofan. Ef skýringareiginleikar hefðu aldrei nein áhrif á líkurnar á að tilgáta sé sönn, þá væri tilgangslaus að nota skýringargæði í uppgötvunarsambhenginu til að finna líklegar tilgátur. Að sama skapi væri

tilgangslaust að vísa sérstaklega til skýringargæða í réttlætungarsambhenginu ef ekki væri fyrir það að skýringargæði geta orðið okkur að liði í upp-götvunarsambhenginu. Hér er því um ákveðið samspil að ræða milli réttlæt-ungarsambhengisins og upp götvunarsambhengisins sem sýnir að það að gera greinar mun þarna á milli má ekki verða til þess að vísindaheimspekingar hunsu upp götvunarsambhengið með öllu.

6. Lokaorð

Við hófum leikinn á því torræða sambandi sem til staðar er á milli bayesískrar þekkingarfræði og ályktunar að bestu skýringu. Hvor nálgun um sig virðist lýsa mikilvægum þáttum í þekkingarfræði vísinda en ekki liggur ljóst fyrir hvernig þetta tvennt spilar saman. Sé ályktun að bestu skýringu löguð að bayesískri þekkingarfræði með þeim hætti sem framköllunar-kenningin leggur til, þá virðast skýringareiginleikar í raun hverfa af sviði- nu. Auk þess gerir framköllunarkenningin ekki ráð fyrir þeim möguleika að skýringareiginleikar auki ekki líkurnar á tilgátu, eða dragi jafnvel úr þeim. Í síðasta hluta greinarinnar var gerð grein fyrir því hvernig hægt er að bæta úr báðum þessum ágöllum framköllunarkenningarinnar. Það var gert með því að benda á að skýringareiginleikar hafa tvíþætt hlutverk í vísindalegri þekkingaröflun: Annars vegar ákvarða þeir óbeint líkur á tilgátum í krafti þess sem við gefum okkur um líkurnar á að skýringar á fyrirbyggjandi gögnum hafi tiltekna skýringareiginleika. Hins vegar reynast skýringareiginleikarnir hjálplegir við upp götvun vísindalegra tilgátna með því að beina sjónum okkar að því mengi tilgátna þar sem líklegast er að réttu skýringuna sé að finna.

ÁGRIP

Tvö viðhorf til vísindalegrar þekkingar – eða eitt?

Tveir meginstraumar eru til staðar í þekkingarfræði vísindarannsóknna. Annars vegar eru þeir sem halda því fram að vísindaleg tilgáta skuli teljast rökstudd að því marki sem hún skýrir fyrirbyggjandi gögn betur en aðrar tilgátur um sama efni – þetta við- horf er gjarnan kennt við *ályktun að bestu skýringu*. Hins vegar eru þeir sem halda því fram að vísindaleg tilgáta skuli teljast rökstudd að því marki sem hún er *líkleg* í ljósi fyrirbyggjandi gagna – þetta viðhorf er gjarnan kennt við *bayesíska þekkingarfræði*. Skiptar skoðanir eru á því hvort og hvernig megi samþætta þessa tvo meginstrauma. Í þessari grein verða nýlegar samþættingartilraunir gagnrýndar, auk þess sem sett verða fram drög að nýrri kenningu um samþættingu bayesískrar þekkingarfræði og ályktunar að bestu skýringu.

Lýkilorð: rökstuðningur vísindakenninga, ályktun að bestu skýringu, bayesísk þekkingarfræði, skýringareiginleikar, upp götvunarsambhengi.

ABSTRACT

Reconciling two Approaches to the Epistemology of Science

There are two main approaches to the epistemology of science. On the one hand, some hold that a scientific hypothesis is confirmed to the extent that the hypothesis explains the evidence better than alternative hypotheses concerning the same subject-matter. This idea is often referred to as *Inference to the Best Explanation*. On the other hand, some hold that a scientific hypothesis is confirmed to the extent that the hypothesis is *probable* given the evidence. This idea is often associated with *Bayesianism* or *Bayesian epistemology*. Opinions differ on whether and how these two approaches may be reconciled. This paper criticizes some recent attempts to make peace between Bayesianism and Inference to the Best Explanation and sketches a new account of how the two approaches may be reconciled.

Keywords: scientific confirmation, Inference to the Best Explanation, Bayesianism, explanatory considerations, context of discovery.