

Vad är värdet av en "överensstämmelse" i femton DNA-markörer mellan ett salivspår och en misstänkt i en brottsutredning? Kan glasfragment som säkrats från en misstänkts kläder, och som visar sig överensstämma i grundämnessammansättning med en krossad glasruta, vara ett tekniskt bevis som ökar sannolikheten att den misstänkte krossade glasrutan?

# Forensisk resultatvärdering

## - statistikämnets roll på ett kriminaltekniskt laboratorium

Hur många tabletter från ett stort beslag av misstänkta dopingpreparat behöver analyseras för att nå en bra slutsats om beslaget? Hur kan en svag överensstämmelse mellan ett säkrat fingeravtryck och en misstänkts fingeravtryck kombineras med en överensstämmelse i ett fåtal DNA-markörer så att de tillsammans får ett starkt värde trots att de var och en är svaga?

Det här är exempel på frågor som måste besvaras i forensiska undersökningar. Forensisk vetenskap är namnet på vad de flesta anser vara vetenskapen, eller kanske snarare ramverket, för hantering av tekniska bevis inom brottsutredning och rättsskipning. Ordet forensisk härstammar från latinets forum som betyder torg. Under antiken var det på torget som rättsskipningen gjordes. En mer modern beskrivning av forensisk vetenskap är "spårskring, analys och värdering" där spårskring handlar om att på rätt sätt ta tillvara spår från en brotts- eller olycksplats (samt från jämförelsematerial) som kan vara av betydelse för utredningen av själva brottet eller olyckan. Med analys, teknisk, kemisk eller biologisk, avses förstas analys av de spår (och jämförelseprover) som säkrats.

### Den tredje komponenten: värdering

Så långt skiljer sig inte den forensiska verksamheten från andra typer av teknisk och naturvetenskaplig undersökning. Den tredje komponenten, värdering, utgör dock ett slags vattendelare. Som statistiker tycker man kanske att värdering är något som borde vara del av alla sorters undersökningar så snart datainsamling används, och visst är det väl så. Dock brukar denna värdering (typiskt i form av osäkerhetsintervall och signifikansbedömning) göras enbart utifrån en modell som anpassats till befintliga data. Vidare skall en sådan värdering också innebära ett slags beslut,

till exempel "den nya metoden ger en signifikant högre effekt än de tidigare" eller "förändringen av partistödet ligger inom felmarginalen".

Värdering av forensiska resultat måste göras så det aktuella tekniska beviset får sin naturliga plats i brottsutredningen. Ett forensiskt laboratorium kan inte i sin undersökning vara den instans som levererar beslut, inte ens beslut under osäkerhet. I ett specifikt ärende finns alltid ett flertal källor till osäkerhet varav endast några hanteras av det forensiska laboratoriet.

Vi tar ett enkelt exempel.

Vid ett inbrott krossas en ruta. På en misstänkt persons tröja säkras man ett glasfragment och en hypotes uppstår om att fragmentet kan komma från den krossade rutan. Det forensiska laboratoriet skall nu undersöka glasfragmentet och jämföra med den krossade glasrutan. Vid undersökningen får ett antal variabler (i princip) samma värde hos glasfragmentet som hos rutan. Resultatet av undersökningen blir "överensstämmelse". Denna överensstämmelse kan förstas diskuteras ur ett måtosäkerhetsperspektiv, men viktigare är att överensstämmelsen kan vara ett förväntat resultat även om fragmentet inte skulle härröra från rutan. I själva verket lär det ju finnas rätt så många rutor av samma slag som den som krossats.

Den forensiska värderingen av överensstämmelsen innefattar en bedömning av hur sannolik den är om fragmentet verkligen kommer från rutan samt en bedömning av hur sannolik den är om fragmentet har ett annat ursprung. Det behöver ju inte ens komma från en glasruta. Vad som utgör "annat ursprung", alternativhypotesen, är något som ska bestämmas utifrån fakta och omständigheter i ärendet. Det kan ju till exempel vara så att den misstänkte har en egen förklaring

till varför det finns glasfragment på tröjan. Utöver den forensiska värderingen finns bedömningar av hur sannolika de ingående hypoteserna är. Sådana bedömningar ligger helt utanför det forensiska laboratoriets kompetens och mandat. De ska förstas göras av den som beställer en forensisk undersökning (polis och åklagare). När och om det tekniska beviset tas upp i ett åtal ankommer det på rättens ledamöter att bilda sig en uppfattning om hur sannolika hypoteserna är innan de tar del av den forensiska värderingen. Beslutet om vilken av hypoteserna som skall förkastas kan alltså inte vara ett direkt utfall av den forensiska värderingen.

Den slutliga värderingen av tekniska bevis sker förstas i rätten och det är egentligen inte konstigt att en sådan värdering med nödvändighet blir subjektiv. I rätten berättar åklagaren en historia som utredningen har visat vara den som skall hållas för gällande. Rättens ledamöter skall i sin slutsats komma fram till om åklagarens historia kan anses vara bevisad bortom rimligt tvivel, men det finns ju naturligtvis inget facit någonstans. Slutsatsen bygger på subjektiv bedömning.

I den forensiska värderingen kan man inte heller utgå från att de bedömningar som görs är fullständigt objektiva, och att var och en med den kunskapsnivå som krävs för att göra den aktuella forensiska undersökningen skulle komma fram till en och samma slutsats. Därmed inte sagt att värderingen skulle vara ett resultat av den forensiska expertens "dagsform" eller att en värdering redovisas trots att det inte på långa vägar råder konsensus bland de experter som är kompetenta att göra värderingen. De flesta värderingar bygger dock på den specifika erfarenhet som finns hos de enskilda experterna och de rent vetenskapliga begränsningarna i det enskilda ärendet. Det viktiga i sammanhanget är att bedömningen görs utifrån ett logiskt och koherent ramverk, och detta

ramverk är förstas sannolikhetsläran.

### Bayesiansk hypotesprövning

Den hypotesprövning som görs blir naturligen bayesiansk och det är Bayes' sats på odds-form som utgör grunden för modern bevisvärdering:

$$\frac{P(H_1|Data)}{P(H_2|Data)} = B \times \frac{P(H_1)}{P(H_2)}$$

där  $H_1$  och  $H_2$  är de två hypoteser som ställs mot varandra och  $B$  är den s.k. bayesfaktorn. För det mesta är  $B$  kvoten mellan likelihooderna för respektive hypotes och i många fall kan respektive likelihood uttryckas som en sannolikhet. När bayesfaktorn är en likelihoodkvot blir bedömningen av dess storlek (den forensiska resultatvärderingen) oberoende av de bägge hypotesernas sannolikheter. Kvoten mellan de obetingade sannolikheterna för hypoteserna, som oftast kan anses vara a priori-odds för hypotesen  $H_1$ , är däremot upp till uppdragsgivaren (respektive rätten enligt tidigare resonemang) att bedöma. Kombinationen av a priori-odds och likelihoodkvot ger a posteriori-odds som utgör själva bevisvärderingen. Här beaktas alltså även andra omständigheter än dem som faller ut av den forensiska undersökningen.

Om vi betraktar exemplet med glasfragment på en tröja ovan så kan  $H_1$  vara "Glasfragmentet kommer från den krossade rutan" och  $H_2$  vara "Glasfragmentet kommer från ett annat glasföremål". Baserat på vittnesuppgifter, den misstänktes bakgrund, förfluten tid mellan upptäckt av inbrott och beslag av tröjan mm, är polisen av den uppfattningen att det nog är minst dubbelt så stor sannolikhet att fragmentet kommer från rutan som att det har ett annat ursprung. A priori-oddsen är alltså 2 mot 1 för  $H_1$  (dvs.  $P(H_1)/P(H_2)=2$ ). Laboratoriet bedömer nu att en observerad överensstämmelse i brytningsindex mellan fragment och ruta är minst 50 gånger sannolikare om fragmentet kommer från rutan än om det har ett annat ursprung, dvs. likelihoodkvoten är 50. Om vi utgår från att vi med i princip 100 % säkerhet observerar en överensstämmelse i

brytningsindex om fragmentet verkligen kommer från rutan så betyder denna likelihoodkvot att prevalensen för glas med aktuellt brytningsindex är högst 2 %. Som regel är dock bedömd prevalens en överskattning som kompenserar för eventuella avvikelser från 1 i likelihoodkvotens täljare.

Bayes' sats på odds-form ger nu a posteriori-oddsen 100 mot 1 för  $H_1$ . Resultatvärdet innebär alltså en kraftig förstärkning av den uppfattning polisen hade innan hänsyn togs till den tekniska bevisningen.

### Statistikerns uppgift

Vad är då en statistikers uppgift vid ett forensiskt laboratorium? Av det som hittills sagts framgår att det handlar mycket om att vara vetenskapligt sakkunnig när det gäller sannolikhetsteori och statistisk inferens i allmänhet, och bayesiansk hypotesprövning i synnerhet. En forensisk expert måste ha god grundkunskap om sannolikhetslära och statistik och inte sällan kan denna grundkunskap räcka till för att bedöma värdet av en likelihood men det säger sig självt att forensiska resultat ofta är komplicerade och hypotesernas likelihooder kan bli väl så komplicerade att reda ut. I exemplet ovan med ett glasfragment och en ruta kan ett sätt att mäta graden av överensstämmelse vara att med hjälp av svepelektronmikroskopi jämföra profiler i grundämnessammansättning mellan objekten. Variabeln ifråga är då en vektor med proportioner av ett antal grundämnen. Likelihooder utifrån multivariata, kontinuerliga och ej med någon självklarhet normalfördelade data hör förstas inte till vad en forensisk expert enkelt kan bedöma utifrån den verktygslåda hon eller han besitter. Ansättande och anpassning av uni- och multivariata modeller för experimentellt och icke-experimentellt insamlade data är förstas sådant som kräver sin statistiker.

En annan viktig uppgift är att vara behjälplig vid stickprovstagning från beslagt material. Det förekommer till exempel att ett laboratorium får sig tillsänt beslag med säckvis av tabletter, kapslar, ampuller eller pulverpåsar (oftast snyggt förpackade i små enheter), misstänkta att inne-

hålla illegala preparat. Att analysera innehållet i en enskild tablett eller kapsel är tidskrävande och det säger sig självt att de resurser som finns inte medger analys av några större mängder. Även här gäller det att dra nytta av de bedömningar som kan göras av ett material på förhand och den erfarenhet som finns om hur beslag brukar kunna se ut. Som exempel kan man ofta räkna med att ett (del)beslag utgör en homogen population (dvs. att beslaget utgörs helt och hållet av ett och samma preparat). Med ansättande av en lämplig a priori-fördelning för proportionen illegala preparat i ett beslag kan stickprovsstorleken göras mycket liten (5-10 enheter) och ändå medge en hög sannolikhet a posteriori för att proportionen illegala enheter i beslaget är hög. Beroende på hur stort beslaget är kan det för påföljden räcka med att med hög sannolikhet kunna påstå att minst hälften av beslaget utgörs av illegalt material.

På grund av den expertroll en statistiker har inom såväl värdering av resultat som stickprovsdimensionering blir det också naturligt att ansvara för utbildning, såväl internt som externt mot rättsväsendets olika aktörer (polis, åklagare, domare, m fl.). Vidare kräver expertrollen att man bedriver forskning på området och att man deltar i nationella och internationella konferenser och samarbetsgrupper.

ANDERS NORDGAARD,  
STATENS KRIMINALTEKNISKA  
LABORATORIUM



### Lästips för den intresserade:

Aitken C., Taroni F. (2004). *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*. 2nd ed. Chichester: Wiley.  
Nordgaard A., Ansell R., Drott W., Jaeger L. (2012). Scale of conclusions for the value of evidence. *Law, Probability and Risk* 11(1): 1-24.

Kan glasfragment från en krossad ruta i en misstänkts kläder vara ett tekniskt bevis? Frågan måste besvaras i forensiska undersökningar.