



PRE-ASSESSMENT OF EVIDENTIAL VALUE OF EVIDENCES – EXAMPLES FROM FORENSIC EXPERT PRACTICE

Paulina WOLAŃSKA-NOWAK

Department of Genetics, Institute of Forensic Sciences, Kraków, Poland

Abstract

This paper is based partially on the experiences of the author as an expert in forensic genetics and partially on experiences gained during her visit to Forensic Science Service laboratories in Trident Court, Birmingham and the London Metropolitan Police Laboratory in June 2008. The author's discussions and exchanges of experiences inclined her to present some issues relating to the cooperation of the Police and public prosecutors with forensic experts in England and Wales. Forensic Science Service has constructed a framework for routine cooperation between Police and forensic experts called Case Assessment and Interpretation (CAI). A fundamental new factor proposed by the CAI in the approach to examining material evidences from the scene of the crime is a precise estimation of the value of the information that it is possible to obtain from preliminary analysis of evidences even before beginning laboratory analysis. In other words, the aim of CAI is to help the fact finder to make the right decision. This enables rational use of financial resources for expensive analyses (e.g. genetic ones) and rational use of forensic expert time, and may significantly reduce the time of case report preparation, which is very long in Poland nowadays.

Key words

Evidential value of evidence; DNA; Likelihood ratio; Bayesian networks.

Received 29 January 2010; accepted 31 March 2010

1. Assumptions of the CAI model

In England and Wales, before a case is sent to the prosecutor's office (the Crown Prosecution Service), where a decision is made about the future of the case on the basis of appropriate articles of the law, a pre-assessment investigation is carried out. (NB, the situation is not uniform throughout the United Kingdom: Scotland and Northern Ireland have separate prosecution services – the COPFS and the Public Prosecution Service respectively – with somewhat different remits). The pre-assessment investigation is performed by the Police on the basis of an act from 1984. The Police are independent from the Crown Prosecution Service in terms of the scope of the investigation. Thus, the situation is different from that in Poland (as well as

most European legal systems) – in England and Wales, the prosecutor does not have the right to give any guidelines to the Police with regard to the direction of the investigation and actions which should be carried out in the investigation. However, the Police in England and Wales sometimes consult the Crown Prosecution Service about some things, but these mainly concern the possibility of admission of evidence by a court and odds that the suspect will be convicted. Most cases are not sent to the Crown Prosecution Service, because the police have the right to finish a case without involving additional “links in the chain” of the administration of justice. When the Police decide that a suspect should be charged, then the case is sent to the Crown Prosecution Service. The prosecutor analyses the case files, with a view to deciding whether the case should be

taken further or discontinued. The prosecutor should be guided by the Code for Crown Prosecutors in the decision process and should use two tests, i.e. the test of evidence and the test of public interest when assessing the case. If it is necessary to change the charges, which can also be modified during the course of a trial up to the moment when the court decides to close the proceedings or in situations where the case may be dismissed (proceedings can be dismissed up to the moment when the case is presented before court), the prosecutor can contact the Police, which can perform additional investigations, if they decide that they are justified. The evidential test concerns whether or not the evidence material gives a “realistic prospect of conviction” and which circumstances support the suspect’s version. The mentioned “prospect” is based on predicting the behaviour of the jury when the evidence is presented in court. This means that there is a greater probability that the jury or bench of magistrates, guided by the principles of law, will hand down a guilty verdict than not do so. The evidential test also gives the prosecutor an opportunity to obtain answers to two questions. Firstly, can the collected evidence be used in court? The problem of admissibility of evidence is especially important. Under the law in England and Wales – where there are stiff regulations governing evidence – certain things cannot constitute evidence and courts do not admit them. For example, the testimony of a witness who was not present at the scene of a crime and heard about the event from another person is one such piece of evidence – so-called indirect evidence. Secondly, are the evidences credible? On the issue of evidence credibility, the Code mentions several circumstances which should be taken into account by the prosecutor, including the credibility of witness testimonies. This requires good cooperation with forensic experts. If evidences collected in the case do not fulfil requirements of the evidential test then the case is discontinued [8].

A fundamental way in which a forensic expert can help in an investigation is interpretation of the evidential value of results of performed analyses. Undoubtedly, the most important feature of forensic sciences is providing additional information on the basis of analysis performed in the laboratory. In general, an opinion given by a forensic expert is treated as a direct description of results obtained during performed analysis. Therefore, the forensic expert’s conclusions about the evidential value of analysed evidences are considered at the last stage of investigation or in the court room. This view has been thoroughly analysed in recent years by Forensic Science Service (FSS) under the Case Assessment and Interpretation (CAI) project. The

main aim of the CAI project was to optimise costs which FSS offers to its consumers. It assumes a partnership between the fact finder and the forensic expert aimed at making the most effective use of financial resources allocated to the expert opinion. Such an approach means that the usefulness (evidential value) of analysed evidences in explaining all the different possible aspects of crime circumstances is highlighted. This allows a sensible dialog between the fact finder and the forensic expert about the costs of an expert opinion and about the conclusions which can be drawn. Moreover, it makes it easier to make propositions (hypotheses) about the possibility of obtaining useful evidence, having heard the suspect’s explanations and the victim’s point of view. The CAI recommends that interpretation and evaluation of the evidential value of evidence material should be the main subject of interest of the forensic expert. If this approach is used, then, on the basis of case circumstances, some conclusions can be drawn even before performing analyses in the laboratory. Application of elementary statistical methods plays an important role in this approach. They are very useful both at the investigation stage, i.e. before analyses are performed by the forensic expert and in the evaluation of the evidential value of results of analysis obtained in the forensic laboratory [1].

2. Pre-assessment of evidential value of evidence material

The process of evaluation of the evidential value of analytical results begins at the moment when the forensic expert receives a commission to analyse a particular case. At this stage (the so-called pre-assessment stage), the forensic expert becomes acquainted with general information about the casework, questions submitted by the prosecutor, judge or police (fact finder) and the kind of delivered evidences. One of the first methods of supporting the process of decision-making as to which types of analysis should be performed, was described by Cook et al [3]. It is based on a model which includes the likelihood ratio as a measure of evidential value of analytical results obtained during performed research.

The final verdict is conditioned by many factors, including: indicating the suspect, his/her alibi, the charges made against him/her, witness testimonies and their likelihoods, as well as the diagnostic value of evidences analysed in the casework. Therefore, the probability that the suspect is guilty is a conditional probability. In forensic practice, Bayes theorem is used

with the aim of calculating the probability of event G , that the suspect is guilty, on condition that event E has occurred (i.e. that the evidence, e.g. a DNA profile found on the scene of the crime and one collected from the suspect match). In this situation, the suspect's guilt is, broadly speaking, the reason for which the evidence was obtained:

$$P(G|E) = P(G) \frac{P(E|G)}{P(E)}. \quad \{1\}$$

This principle allows us to calculate the value of the conditional probability $P(G|E)$, i.e. the probability that the suspect is guilty if the evidence has been obtained. It is termed the probability of guilt or a *posteriori* probability, because it describes the probability of the occurrence of the cause (G), if we know what effect it has caused (i.e. the defined evidence E). As transpires from the above equation, its value depends on the probability of obtaining (finding) evidence when it is assumed that the suspect is guilty: $P(E|G)$ and the *a priori* probability that the suspect is guilty (a subjective probability): $P(G)$ and also the probability of obtaining the evidence: $P(E)$. Therefore, the *a posteriori* probability that the suspect is guilty, i.e. that the hypothesis G is true, can be determined on the basis of knowledge about three factors:

1. *a priori* probability of event G – $P(G)$;
2. the probability of obtaining evidence E , when the trueness of hypothesis G is assumed – $P(E|G)$;
3. probability of obtaining evidence (in any possible form) – $P(E)$.

This law can be presented in the form of odds, which is more convenient from the practical point of view as it can be expressed verbally more easily:

$$\frac{P(G|E)}{P(\bar{G}|E)} = \frac{P(G)}{P(\bar{G})} \frac{P(E|G)}{P(E|\bar{G})}. \quad \{2\}$$

The expression on the left side of the equation is the odds of event G , i.e. that a suspect is guilty, taking into account obtained evidence (analytical results) – E . $\frac{P(G)}{P(\bar{G})}$ is the odds that a suspect is guilty (G) taking into account information obtained during an investigation, witness testimonies etc., which are independent of evidence (E). Therefore it is the odds that the suspect is guilty *a priori*. The second part of the equation, i.e. the expression on the right, is the so-called likelihood ratio (LR) for obtaining evidence E when two alternative hypotheses are assumed: G and \bar{G} . The G hypothesis is the equivalent of the prosecution hypothesis, which is most frequently described as H_p . The

notG hypothesis is the equivalent of the defence hypothesis, which is frequently described as H_d . In other words, the likelihood ratio is the ratio of two conditional probabilities: the occurrence of evidence if the suspect is guilty and the occurrence of evidence if the suspect is not guilty, i.e. it occurred by chance. It should be mentioned that the likelihood ratio is not a probability and its values can be astronomically high. The view that the likelihood ratio, in the sense of the Bayesian theorem, is the most reliable and logical method of presenting the evidential value of evidence in the court room has become widespread. Each value $LR > 1$ supports the prosecution hypothesis H_p , and each value $LR < 1$ supports the defence hypothesis. The "strength" of such "support" depends on the LR value.

The likelihood ratio is a key feature in the interpretation of the final evidence value (after performing of analysis in the laboratory). However, it can also be used within the CAI model to give an excellent preliminary value of delivered evidence (before analysis has been performed).

The proposed method of proceeding is aimed at increasing the effectiveness of the work of the forensic expert in collaboration with the fact finder. Another aim is to enable the fact finder to make the optimal decision. This does not mean that interpretation of the obtained results is an element of the subjective approach of the forensic expert. No doubt, pure intuition plays a part in selection of the order of performed examinations, which then initiates rational analysis. The experience of the fact finder is, of course, very important during selection of evidences which are sent for analysis to the forensic laboratory; however, as far as possible, pure pragmatism should predominate. The example below illustrates the approach in the process of decision making concerning the necessity of studying particular evidences secured in a sexual assault case.

The circumstances of the case (crime) presented in the files sent by the fact finder were as follows: proposition H_p – the woman stated that she was raped at her friend's home (full penetration occurred); proposition H_d – the suspect maintained that the woman visited him willingly; they only petted while remaining clothed; he ejaculated into his own underwear. After receiving the above information, forensic experts can estimate the conditional probabilities of various events, depending on provisionally assumed hypotheses explaining the course of the event, taking into account information delivered by the fact finder (on the right side of the vertical line ("given")) are conditionally analysed hypotheses:

1. $Pr(\text{determination of large amount of sperm in vagina}|\text{proposition } H_p) = 0.9$;
2. $Pr(\text{determination of large amount of sperm in vagina}|\text{proposition } H_d) = 0.0001$;
3. $Pr(\text{determination of trace amount of sperm in vagina}|\text{proposition } H_p) = 0.09$;
4. $Pr(\text{determination of trace amount of sperm in vagina}|\text{proposition } H_d) = 0.0009$;
5. $Pr(\text{a lack of sperm in vagina}|\text{proposition } H_p) = 0.01$;
6. $Pr(\text{a lack of sperm in vagina}|\text{proposition } H_d) = 0.999$.

Further, in an analogical way, other probabilities can be estimated on the basis of subjective forensic expert knowledge):

7. $Pr(\text{determination of large amount of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_p) = 0.001$;
8. $Pr(\text{determination of large amount of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_d) = 0.99$;
9. $Pr(\text{determination of traces of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_p) = 0.01$;
10. $Pr(\text{determination of traces of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_d) = 0.001$;
11. $Pr(\text{a lack of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_p) = 0.99$;
12. $Pr(\text{a lack of sperm inside suspect's underwear}|\text{proposition } H_d) = 0.001$.

Values of likelihood ratio LR can be calculated for various combinations of considered propositions (hypotheses) – H_p and H_d in the analysed case – after estimation of the above conditional probabilities:

$$LR = \frac{Pr(\text{obtaining evidence}|H_p \text{ is true})}{Pr(\text{obtaining evidence}|H_d \text{ is true})}, \{3\}$$

Therefore:

$$\begin{aligned} LR_{1/2} &= 0.9/0.0001 = 9000; \\ LR_{3/4} &= 0.09/0.0009 = 100; \\ LR_{5/6} &= 0.01/0.999 = 0.001; \\ LR_{7/8} &= 0.001/0.99 = 0.001; \\ LR_{9/10} &= 0.01/0.001 = 10; \\ LR_{11/12} &= 0.99/0.001 = 990. \end{aligned}$$

Analysis of the obtained results can provide an indication to the fact finder as to which evidences should be analysed. What conclusions can be drawn on the basis of these results? The largest likelihood ratio value can be obtained when a swab from a vagina is analysed because it allows us to obtain a value of $LR_{1/2} = 0.9/0.0001 = 9000$ after performing analysis. The value of this LR means that it could be expected that determination of a large amount of sperm in the vagina of the woman is ca. 9000 more likely when hypothesis H_p is true (prosecution hypothesis) than determination of a large amount of sperm in the vagina of the woman when hypothesis H_d is true (defence hypothesis). Such

high evidential value of the obtained evidence would strongly support the prosecution hypothesis (H_p). In turn, if sperm were not determined in the vagina of the woman, then $LR_{5/6} = 0.01/0.999 = 0.001$ would strongly support the defence hypothesis, i.e. H_d . After performance of the preliminary calculations presented above, the forensic expert could suggest to the fact finder that additional analysis of the suspect's underwear should not be carried out since such evidence would not provide any additional information that is necessary to establish the circumstances of the event, but at the same time it would significantly increase the cost of the expert opinion.

The presented approach is significantly different from that adopted by Polish forensic experts. Fact finders frequently commission analysis of a few dozen evidences collected on the crime scene and from victims and suspects. Here is an example from a case of this kind: case files indicated that that victim and the suspect had drunk alcohol non-stop for three days, as attested to by almost all the local community. At the end, one of the "revellers" grabbed hold of an axe, whilst the second grasped a knife. The one who grabbed the axe was faster and killed his colleague. All the evidences (traces) collected at the scene of the crime, including 60 cigarette stubs, were sent for genetic analysis with the aim of establishing whether the suspect was or was not on the scene of the crime! Items of clothing collected from the deceased (including underwear) which were totally soaked in blood were also sent for analysis. What kind of useful information could be obtained from analysis of such evidence material?

The following is a preliminary analysis of the possibility of finding traces originating from the assailant on the deceased's clothes: hypothesis H_p – the suspect caused the death of the victim using an axe; hypothesis H_d : a person other than the suspect caused the death of the victim using an axe. The following probabilities can be estimated on the basis of knowledge about the condition of the deceased's clothes, which were totally soaked by blood (it should be mentioned that most probably, it was the victim's blood, which was also indicated by results of *post mortem* examinations carried out each time before sending these evidences to the forensic laboratory):

- $Pr(\text{traces originating from suspect are found}|\text{hypothesis } H_p) = 0.00001$;
- $Pr(\text{traces originating from suspect are found}|\text{hypothesis } H_d) = 0.00001$.

The likelihood ratio obtained on the basis of these assumed probabilities was:

$$LR = 0.00001/0.00001 = 1.$$

The obtained “neutral” value of $LR = 1$ means that analysis of the mentioned evidences (the totally bloodsoaked clothes of the deceased) will not support either the prosecution or the defence hypothesis and therefore the huge costs of performing such analyses will be wasted. The forensic expert, on the basis of personal experience, could suggest to the fact finder that analysis of such evidence material will not provide any useful additional information which could help to solve the case.

On the basis of testimonies of numerous witnesses of the partying, which confirmed the frequent and long-lasting visits of the suspect at the victim’s home and also knowledge about habitual cigarette smoking by both men, the following values of conditional probabilities can be estimated (predicted):

- $Pr(\text{presence of suspect's cigarette butts at victim's home} | \text{hypothesis } H_p) = 0.99$;
- $Pr(\text{presence of suspect's cigarette butts at victim's home} | \text{hypothesis } H_d) = 0.99$.

Again, in this case, $LR = 1$ means that the evidential value of such evidence material is neutral and does not support any of the considered hypotheses and, furthermore, very expensive analysis of a few dozen cigarette butts will not be helpful in explaining the case circumstances. However, a decision about analysis of the suspect’s clothes could provide important and useful information about the circumstances of the event. Let us evaluate the following conditional probabilities:

- $Pr(\text{presence of victim's blood on suspect's clothes} | \text{hypothesis } H_p) = 0.98$,
- $Pr(\text{presence of victim's blood on suspect's clothes} | \text{hypothesis } H_d) = 0.02$ (e.g. the suspect could have given first aid to the victim).

In this example, $LR = 0.98/0.02 = 49$, which means that finding of the deceased’s blood on the suspect’s clothes is 49 times more likely if the prosecution hypothesis is true (suspect is perpetrator – hypothesis H_p) than if blood is found when the defence hypothesis is true (suspect is not guilty – hypothesis H_d in the analysed case).

As could be expected, pre-assessment of the evidential value of the suspect’s clothes allowed us to conclude that such material should be sent for analysis to a forensic laboratory.

3. Application of Bayesian Networks to pre-assessment of evidential value of evidence material

A Bayesian Network is a graphical model which presents dependencies between variables. The nodes

in a network represent variables such as “presence of sperm in vagina”, and can have various states. In the case described above, they are: “a lot of sperm” (*a lot of*), i.e. an amount which could easily be determined by application of preliminary, non-genetic tests, which are based on detection of factors that are characteristic for sperm. Other states are: “trace amount of sperm” (*trace*) – where results of performed tests give weak positive answers or non-conclusive ones and “lack of sperm” (*no*) – in cases where tests do not detect sperm. Certain conditional probability values can be ascribed to each of these states, which depend on knowledge about the trueness of the considered hypothesis. The assumed values depend on forensic expert knowledge (which is partially subjective but is also based on results of previous casework). Variables which do not have so-called parent nodes – i.e. there is a lack of node(s) which could have an influence on the probabilities of their states – have states with assumed *a priori* probabilities (non-conditional ones). For example, the node “fatherhood” in Figure 1 has two states: “yes” and “no”. Arrows indicate dependencies between variables. In Bayesian Networks, dependencies between variables and arrows assume the form of an acyclic graph, i.e. there is a lack of loops in such a graph. A fundamental idea of graphical methods is to construct them from simple parts (basic connections). Also, the mentioned pre-assessment estimation of the possibilities of obtaining information from analysed materials can be illustrated in a graphical way by application of Bayesian Networks models [10], since they allow visualisation of the established method of reasoning. When there are two alternative hypotheses of arising of evidence, then the necessary conditional probabilities can be calculated in a relatively easy way. But, in the case of consideration of more than two hypotheses establishing and estimating the dependencies between them is much more complicated. Let us analyse the following example of a paternity investigation: samples from the child (male) and brother of the suspect, whose place of residence could not be established (Figure 1) – were provided as evidence materials. The node relating to the *paternity* hypothesis has two states: “yes” and “no” with *a priori* probabilities equal to 0.5, which means that there is a lack of any data on relations between the suspect and the child’s mother. *Identifiler* and *Yfiler* nodes represent possible results of genetic analysis carried out by application of the mentioned kits. The *Identifiler* kit (Applera) allows us to determine the DNA profile within the range of sixteen so-called autosomal STR markers. However, application of the *Yfiler* kit (Applera) allows us to determine the haplotype of the Y chromosome, which has

been inherited from father to son. Probabilities of obtaining approximate results of analysis are presented in tables of conditional probabilities (Table I) assumed for each variable, and they are also presented in Figure 1 in boxes attached to each node.

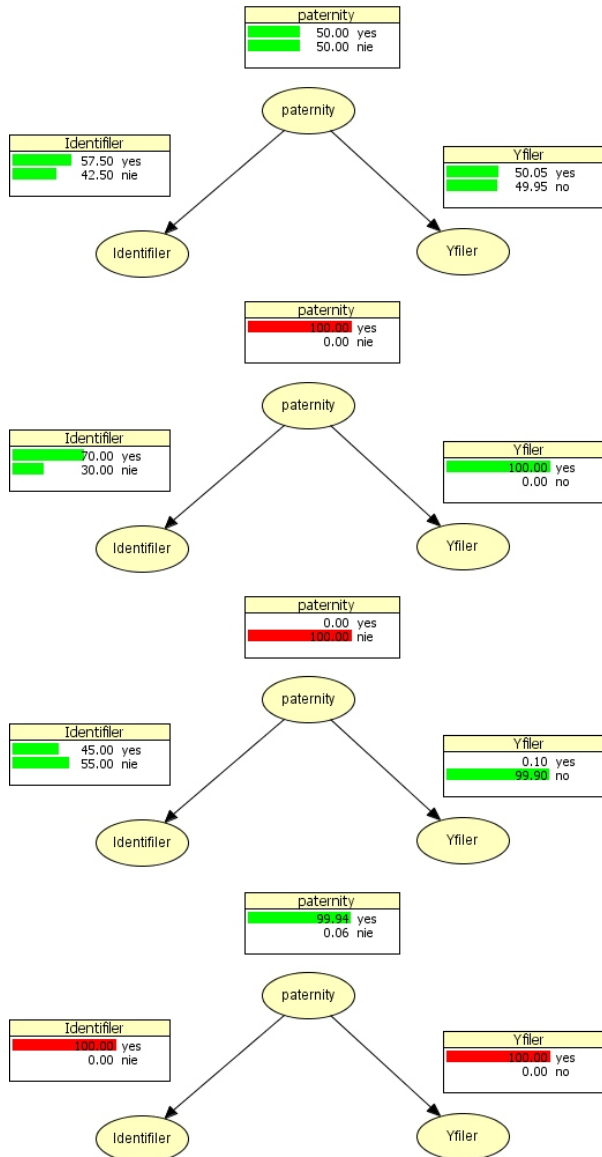


Fig. 1. An example of a Bayesian Network which illustrates a case of a disputed paternity investigation in a situation where samples from the child (male) and brother of the suspect were delivered for analysis. The *paternity* hypothesis node has two states: “yes” and “no” with *a priori* probabilities equal to 0.5. *Identifiler* and *Yfiler* nodes represent results of genetic analysis that are possible to achieve by application of the mentioned kits.

TABLE I. CONDITIONAL PROBABILITIES FOR INFORMATION THAT IT IS POSSIBLE TO OBTAIN IN THE CASE OF A DISPUTED PATERNITY INVESTIGATION

Genetic test (<i>M</i>)	$Pr(M H_p)$	$Pr(M H_d)$	<i>LR</i>
Identifiler	0.55	0.45	1.222
Yfiler	0.9999	0.0001	9999

Samples collected from the suspect’s child (male) and brother were used as control material. The *paternity* node has two states described in the table as: H_p – the suspect is the father of the child, H_d – the suspect is not the father of the child. *A priori* probabilities for hypothesis H_p and H_d were assumed to be equal to 0.5. *M* – type of kit applied for analysis; Identifiler – allows determination of DNA profile within the range of autosomal markers, Yfiler allows determination of the haplotype within the range of the Y chromosome inherited from father to son. Possible values of the likelihood ratio (*LR*) are ratios of conditional $LR = Pr(M|H_p)/Pr(M|H_d)$.

When it is assumed that the suspect is the biological father of the child, and his brother inherits the haplotype of the Y chromosome from their father, then the child should have the same haplotype of the Y chromosome (the possibility of occurrence of mutation during spermatogenesis is not taken into account here). Therefore, when a match within the range of the Yfiler kit is found, then it can deliver much more important information than an analysis of autosomal markers. When a match is not determined, then the hypothesis that the examined persons are related can be rejected, and then performance of expensive analysis by application of autosomal markers is not necessary. Experience allows us to conclude that analysis of autosomal markers will not deliver much information that is important for drawing conclusions in the presented case. This gives an indication to forensic experts that an analysis of the type of Y chromosome should be carried out first.

Another example illustrating the problem of pre-assessment of evidential value of analysed evidence material by application of Bayesian Networks models is presented in Figure 2. It illustrates the situation described in section 2 of this paper. The node *H* describes a hypothesis concerning the circumstances of the event: H_p – prosecution hypothesis, i.e. the woman was raped at a friend’s house (there was full penetration); H_d – defence hypothesis, the woman visited a friend’s house and only caressing in clothes occurred and the suspect only ejaculated into his underwear. Node *H* has only two possible states: “yes” and “no” with equal *a priori* probabilities, i.e. 0.5 each. This means that there is a lack of additional information indicating which of

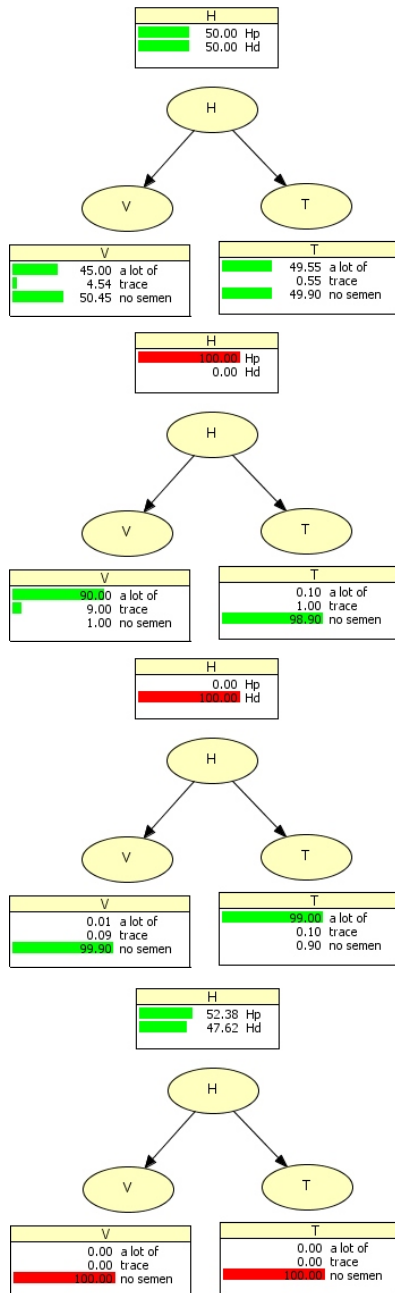


Fig. 2. An example of pre-assessment of the evidential value of evidence material in the case where the victim’s version is considered. H_p : the woman claims that she was raped in a friend’s house (there was full penetration) and the suspect’s version, H_d : the woman visited his house and only carressing in clothes occurred and the suspect only ejaculated in his underwear. Nodes V and T represent possible results of performed analysis: V – amount of sperm in victim’s vagina, T – amount of sperm in suspect’s underwear.

the propositions – that put forward by the victim or the suspect – is more probable.

Moreover, nodes V and T represent the following variables: V – amount of sperm in victim’s vagina, T –

amount of sperm in suspect’s underwear. It was mentioned earlier that these variables can have three states: “a lot of sperm” (*a lot of*), where there is an amount which can easily be detected by application of preliminary tests and non-genetic ones based on determination of factors characteristic for sperm; “trace amount” (*trace*) – where results of performed tests give weak positive answers or non-conclusive ones and “lack of sperm” (*no*) – where sperm is not detected by all applied methods. Some conditional probabilities could be ascribed to each state depending on accepted knowledge as to whether hypothesis H is true or not. Table II presents values of conditional probabilities of analysed variables and values of likelihood ratio (LR) which could be obtained.

TABLE II. TABLE OF CONDITIONAL PROBABILITIES FOR CONSIDERED VARIABLES

H	Amount of material	$Pr(V H_p)$	$Pr(V H_d)$	LR
V	<i>A lot of</i>	0.9	0.0001	90 000
	<i>Trace</i>	0.09	0.0009	100
	<i>No</i>	0.01	0.999	0.01
		$Pr(T H_p)$	$Pr(T H_d)$	LR
T	<i>A lot of</i>	0.001	0.99	0,001
	<i>Trace</i>	0.01	0.001	10
	<i>No</i>	0.99	0.001	990

$Pr(V|H_p)$ – conditional probability of obtaining a certain amount of sperm in the woman’s vagina under the assumption that the prosecution hypothesis is correct; $Pr(V|H_d)$ – conditional probability of obtaining a certain amount of sperm in the woman’s vagina under the assumption that the defence hypothesis is correct, $Pr(T|H_p)$ – conditional probability of obtaining a certain amount of sperm in the suspect’s underwear under the assumption that the prosecution hypothesis is correct; $Pr(T|H_d)$ – conditional probability of obtaining a certain amount of sperm in the suspect’s underwear under the assumption that the defence hypothesis is correct, $LR = Pr(V|H_p)/Pr(V|H_d)$ or respectively: $LR = Pr(T|H_p)/Pr(T|H_d)$.

Figure 2 shows that entering the information that lots of sperm has been found in the victim’s vagina into the network gives almost complete certainty that the victim’s version is true, i.e. she was raped. However, when the evidence consists in lots of sperm being found in the suspect’s underwear, then the victim’s version is very improbable. In the additional network, the possibility that the suspect’s version H_d is true is presented – in this case, detection of a large amount of sperm in the suspect’s underwear is very probable.

Values of LR which could possibly be obtained allow us to conclude about the usefulness of analysis of particular evidence materials. From Table II, it transpires that the most informative result would be detection of a large amount of sperm in the victim's vagina. Therefore, it is not useful to analyse both evidences, as analysis of only one evidence allows us to obtain useful information about the circumstances of the event.

Calculation of likelihood ratios for particular pairs of hypotheses is very easy – it is enough to divide one of the probability values by the other, e.g.

$$LR = \frac{Pr(T_{13}|H_p)}{Pr(T_{13}|H_d)} \quad \{4\}$$

or

$$LR = \frac{Pr(V_{13}|H_p)}{Pr(V_{13}|H_d)} \quad \{5\}$$

depending on the request(s) sent by fact finders to the forensic expert.

When making a decision about the number and order of analyses of evidence materials in a particular case, it is necessary to have at least a general knowledge about the circumstances of the crime (event), such as time, place, activities, testimonies of witnesses etc. The entirety of this information constitutes an outline of circumstances which have an influence on the decision made by the fact finder as to which evidences should be sent for analysis and what kind of answers should be provided by the forensic expert. It is very important to emphasize that this outline will have elements of uncertainty, and unconvincing or even false fragments. It should be mentioned that this scheme will change, perhaps many times, from the beginning of the work on the case up to the judge's verdict. The forensic expert carries out research, examinations and analyses which provide information within this framework and in accordance with the recommendations of the fact finder. Therefore, the aim of the forensic expert is to evaluate the evidential value of obtained results using well established scientific methods.

The Bayesian approach allows us to apply probability theory to drawing conclusions under conditions of uncertainty, i.e. when there is a lack of certain information. It takes into account the fundamental importance of the likelihood ratio, which fulfils three main principles of interpretation of scientific evidence for forensic purposes:

1. interpretation of scientific evidence is made within the framework of the circumstances of the analysed case,

2. interpretation is only credible when two or more opposite propositions or hypotheses are considered relating to the course of the crime, resulting from testimonies of both the suspect and the prosecution;
3. the role of the forensic expert is to analyse the probability of evidence observation (occurrence) assuming hypotheses considered earlier [4].

The CAI model assumes that its rules and assumptions should be the standard, irrespective of the complexity of the case. Their application in practice ensures that a logical evaluation can be carried out.

Interpretation of results constitutes the final part of evaluation of evidences in casework. However, under the CAI model, it is assumed that such interpretation is not advisable in isolation from general knowledge about the case circumstances. It was mentioned earlier that the forensic expert should have the possibility of carrying out a pre-assessment of delivered evidence material. At this stage, the forensic expert begins to set the questions which he or she will have to answer in the case report (expert opinion) or in court. To put it more formally, the forensic expert should take part in the process of formulating hypotheses as to the case circumstances and at the same time be aware of the evidential value that can be expected (after full analysis). This leads to the necessity of information exchange between the fact finder and the forensic expert before there is any expenditure on examinations.

4. A hierarchy of considered hypotheses

The CAI model assumes that the forensic expert can not concentrate on only one hypothesis when evaluation of the evidential value of obtained analytical results material is performed [3]. The obtained results should be analysed taking into account at least two propositions. Such a contradictory system reflects the propositions of prosecution and defence. Of course, circumstances of a case can change during a trial. Therefore, it is very important that the forensic expert has as thorough a look at the case as possible and takes into account various possible hypotheses (circumstances). In general, the hierarchy of propositions has three levels, although a categorical distinguishing between various levels can sometimes be difficult as in some cases the border between considered levels can even fade. These levels are related to:

- 1 – the source of the evidence material (source level);
- 2 – the activity of the suspect (activity level);
- 3 – the guilt of the suspect (offence level).

The highest, third level, concerns the established guilt of the suspect and only the judge (court) can eval-

uate whether the considered hypotheses are true or false, e.g. H_p – Mr. X raped Mrs. V and its alternative, i.e. H_d – another man raped Mrs. V. On the basis of the performed analysis, the forensic expert can only give an answer to a question related to the second level, i.e. the activity level, e.g. H_p – Mr. X had sex with Mrs. V; H_d – another man had sex with Mrs. V. When the forensic expert wishes to give an answer to questions concerning this level, then the case circumstances should be taken into account. Moreover, at this stage, the possibility of transfer of biological material should be taken into account. However, the forensic expert, in most cases, does not have information which would allow him/her to draw conclusions concerning the activity level, and results of analysis performed in a forensic laboratory mainly concern the first level, i.e. propositions relating to the source of the biological material, e.g.: H_p – sperm originates from Mr. X, H_d – sperm originates from another man.

With the rapid development of DNA profiling techniques, especially relating to the sensitivity of analytical methods, a new important problem is emerging. Forensic experts should be conscious of the difference between formal “propositions” which arise, at least partly, depending on the circumstances of the case, and less formal ways of explaining them. If the forensic expert considers that it is more probable that particular evidence will be obtained given the trueness of the prosecution hypothesis than given the defence hypothesis, then this supports the prosecution hypothesis. On the other hand, if obtaining of the evidence is more probable if the defence hypothesis is true, then such evidence is more likely to support the defence strategy. In both cases, the evidential value depends on the value of the likelihood ratio. This conception is the same for any kind of evidence material and the obtained value of the likelihood ratio can sometimes be expressed in verbal form [2, 12]. In conclusion, it should be emphasized that the forensic expert should obtain information about the event (crime) circumstances from the fact finder even before beginning analysis as this allows:

- formulation of hypotheses which the forensic expert has to evaluate;
- if certain hypotheses are assumed to be true, then some aspects of case circumstances allow the expert to conclude about the probability of obtaining evidence. Information about the time of the event and the suspect’s activity allow the expert to consider the possibility of transfer and persistence of evidence, which could be independent of the time of the crime. In cases where results of DNA profiling are considered as evidence, a physical descrip-

tion of the perpetrator could help the expert to make a decision as to which database with information about frequency of occurrence of particular types of alleles and haplotypes should be used with the aim of determination of frequency of occurrence of the particular DNA profile in the general population;

- other aspects of case circumstances can have an influence on evaluation of *a priori* probabilities for a particular hypothesis. For example, in cases concerning disputed paternity, e.g. involving incest, other aspects could be witness testimonies or information about living together.

The role of the fact finder is to establish which information could be important for the forensic expert. An outline of the circumstances of a case is not just a set of “facts”. It is important for the forensic expert to have appropriate information which allows him/her to explain (evaluate) the results of his/her analysis. It is also important for the forensic expert to obtain information about changes concerning the case circumstances as they could be important in verification of previously assumed hypotheses.

5. Conclusions

The model of pre-assessment of evidential value of evidence material which has been worked out by forensic scientists from the Forensic Science Service, is a pragmatic approach to estimation of the ratio of costs to information which it is possible to obtain after selected evidence analysis. Aitken [1] summarised the pre-assessment process in a few points:

- collection of information about case circumstances which could be important for the forensic expert;
- formulation of questions, to which the forensic expert should give answers and proposition of hypotheses which the expert can consider with the aim of evaluating the evidential value of the analysed material;
- determination of features which should be considered in the estimation of the approximate value of the likelihood ratio for the proposed hypotheses;
- evaluation of the expected value of the likelihood ratio which can be obtained on the basis of information about case circumstances;
- determination of strategy of performed analyses.

Aitken also emphasized that results of pre-assessment analysis are a part of the process of evaluation of the evidential value of material, but the pre-assessment analysis in itself cannot be used as evidence in court. For example, indicating the suspect on the basis of an

observed match between the DNA profile of the suspect and the DNA profile of a relative of the suspect, whose profile is present in a database could help to identify the suspect but the result of such a test is not evidence. Nevertheless, it can seriously help in an investigation.

References

1. Aitken C. G. G., Statistics in forensic Science. Part I. An aid to investigation, *Problems of Forensic Sciences* 2006, 65, 53–67.
2. Branicki W., Kupiec T., Wolańska-Nowak P., Badania DNA dla celów sądowych, Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków 2008.
3. Cook R., Evett I. W., Jackson G. [et al.], A model for case assessment and interpretation, *Science & Justice* 1998, 38, 151–156.
4. De Forest P. R., Recapturing the essence of criminalistics, *Science & Justice* 1999, 39, 196–208.
5. Evett I. W., Avoiding the transposed conditional, *Science & Justice* 1995, 35, 127–131.
6. Evett I. W., Jackson G., Lambert J. A., More on the hierarchy of propositions: exploring the distinction between the explanation and propositions, *Science & Justice* 2000, 40, 3–10.
7. Evett I. W., Jackson G., Lambert J. A. [et al.], The impact of the principles of evidence interpretation on the structure and content of statements, *Science & Justice* 2000, 40, 233–239.
8. Michalczyk C., Struktura i funkcjonowanie prokuratury w Wielkiej Brytanii, *Prokuratura i Prawo* 2003, 11, 95–110.
9. Robertson B., Vignaux G. A., Interpreting evidence. Evaluating Forensic Science in the Courtroom, John Wiley & Sons, Chichester 1995.
10. Taroni F., Aitken C. G. G., Garbolino P. [et al.], Bayesian Networks and probabilistic inference in forensic science, John Wiley & Sons, Chichester 2006.
11. Wolańska-Nowak P., Branicki W., Baza danych profili DNA – nowe narzędzie dla wymiaru sprawiedliwości, *Prokuratura i Prawo* 2000, 5, 87–98.
12. Wolańska-Nowak P., Branicki W., Interpretacja wyników badania DNA w procesie karnym, *Prokuratura i Prawo* 2003, 11, 48–68.

Corresponding author

Paulina Wolańska-Nowak
Instytut Ekspertyz Sądowych
ul. Westerplatte 9
PL 31-033 Kraków
e-mail: pwolanska@ies.krakow.pl

WSTĘPNE OSZACOWANIE WARTOŚCI DOWODOWEJ – PRZYKŁADY Z PRAKTYKI BIEGŁEGO SĄDOWEGO

1. Założenia modelu CAI

W Wielkiej Brytanii zanim sprawa trafi do prokuratury, gdzie w oparciu o zasady kodeksu zdecydowanie się o dalszych jej losach, przeprowadza się postępowanie przygotowawcze. Prowadzi je wyłącznie policja na mocy ustawy z 1984 roku. W zakresie prowadzonego śledztwa policja jest niezależna od prokuratury. Inaczej niż w Polsce (oraz w przypadku większości systemów europejskich) prokurator nie ma prawa wydawania policji jakichkolwiek wytycznych odnośnie do kierunku postępowania oraz wykonywania czynności. Mimo iż policja brytyjska konsultuje niekiedy z prokuraturą pewne posunięcia, to dotyczą one raczej możliwości dopuszczenia dowodów przez sąd oraz oceny szans na skazanie sprawcy. Większość spraw nie trafia w ogóle do prokuratury, gdyż policja ma możliwość zakończenia ich bez potrzeby angażowania w to dodatkowych ogniw wymiaru sprawiedliwości. Gdy policja decyduje się na postawienie zarzutów sprawcy, sprawa trafia do prokuratury. Prokurator dokonuje analizy akt sprawy pod kątem możliwości popierania aktu oskarżenia przed sądem lub też ewentualnego jej umorzenia. W procesie decyzyjnym prokurator kieruje się zasadami wymienionymi w Kodeksie Prokuratorów Korony oraz stosuje przy ocenie sprawy dwa opisane tam testy: „test dowodowy” oraz test „interesu publicznego”. W razie konieczności zmiany zarzutów, które można zmieniać także w toku procesu aż do czasu podjęcia przez sąd decyzji kończącej postępowanie lub w obliczu możliwości umorzenia sprawy (postępowanie można umorzyć do chwili przedstawienia sprawy sądowi) prokuratura kontaktuje się z policją, która przeprowadza, jeśli sama uzna to za zasadne, dodatkowe czynności dowodowe. Test dowodowy (ang. *evidential test*) pozwala na ustalenie, czy materiał dowodowy zgromadzony w sprawie daje „realistyczną perspektywę” skazania sprawcy za popełniony czyn oraz jakie okoliczności przemawiają na jego korzyść. Perspektywa, o której mowa, opiera się na przewidywaniu postępowania ławy przysięgłych w obliczu przedstawionych im w czasie rozprawy dowodów. Oznacza to, że występuje większe prawdopodobieństwo, że ława przysięgłych (ang. *jury*) lub sędziowie pokoju (ang. *bench of magistrates*), kierując się zasadami prawa, wydadzą wyrok skazujący oskarżonego, niż że taki wyrok nie zapadnie. Przeprowadzenie „testu dowodowego” pozwala prokuratorowi odpowiedzieć na dwa pytania. Po pierwsze, czy zebrane dowody można będzie wykorzystać w sądzie? Szczególnie istotny jest tu problem dopuszczalności dowodów. Pewna ich grupa z uwagi na sztywne reguły dowodowe obowiązujące

w prawie Zjednoczonego Królestwa nie może stanowić dowodów i sąd odmawia ich dopuszczenia. Należy do niej na przykład dowód pośredni z przesłuchania świadka, który nie był na miejscu zdarzenia, a o sprawie usłyszał od innej osoby. Po drugie, czy dowody te są wiarygodne? W kwestii wiarygodności dowodów kodeks wylicza szereg okoliczności, które winny być brane pod uwagę przez prokuratora prowadzącego sprawę. Dotyczy to między innymi wiarygodności osobowych źródeł dowodowych. Wymaga to dobrej współpracy z biegłymi sądowymi. Jeżeli materiał sprawy nie spełnia kryteriów testu dowodowego, postępowanie zostaje umorzone [8].

Zasadniczym elementem, który biegły może wnieść do wyjaśnienia danej sprawy, jest interpretacja uzyskanych obserwacji. Niewątpliwie najważniejszą cechą nauk sądowych jest bowiem zdobycie dodatkowych informacji z przeprowadzonych w laboratorium badań. Na ogół opinia biegłego jest uważana jako bezpośrednie opisanie wniosków wynikających z przeprowadzonych badań, dlatego ostateczne wnioski biegłego co do interpretacji wartości dowodu rozważane są na końcowym etapie dochodzenia w sprawie bądź na sali sądowej. Ten pogląd w ostatnich latach został dokładnie zanalizowany przez Forensic Science Service (FSS) w ramach projektu „Wstępne oszacowanie sprawy i jej interpretacja” CAI (ang. *Case Assessment and Interpretation*) [6]. Głównym celem projektu CAI było zoptymalizowanie kosztów, jakie oferował FSS dla swoich odbiorców. Zakłada on partnerstwo pomiędzy zleceniodawcą a wykonawcą opinii w celu jak najlepszego wykorzystania środków finansowych przeznaczonych na wykonanie ekspertyzy. Konsekwencją takiego podejścia jest podkreślenie przydatności zabezpieczonych dowodów do wyjaśnienia okoliczności sprawy we wszystkich możliwych aspektach. Pozwala to na rozsądny dialog pomiędzy odbiorcą opinii a jej wykonawcą co do kosztów i możliwych do uzyskania wniosków. Co więcej, ułatwia to postawienie hipotez dotyczących możliwości uzyskania dowodu wynikających z perspektywy wyjaśnień podawanych przez podejrzanego oraz z punktu widzenia oskarżenia. CAI rekomenduje punkt widzenia, w wyniku którego interpretacja i oszacowanie wartości w badania dowodów rzeczowych powinno być głównym punktem zainteresowania wykonującego opinię. Jeżeli zastosuje się to podejście, posiadając znajomość zarysu okoliczności zdarzenia, to można wysnuć pewne wnioski, jeszcze zanim ostateczne badania zostaną zakończone. Zasadniczą rolę pełni tu zastosowanie elementarnych zasad statystyki. Z jednej strony jest ona bardzo użyteczna na etapie dochodzenia, zanim jeszcze zostanie przeprowadzona ekspertyza,

a z drugiej służy do oszacowania wartości dowodu uzyskanego w laboratorium [1].

2. Wstępne szacowanie wartości dowodu

Proces oszacowania wartości dowodu z badań laboratoryjnych zaczyna się już w momencie przydzielenia biegłemu sprawy. Na tym etapie biegły zapoznaje się z ogólnie zarysowanymi okolicznościami zdarzenia, pytaniami zawartymi w postanowieniu oraz rodzajem dostarczonych dowodów. Jeden z pierwszych sposobów wspomaganie podejmowania decyzji co do możliwych rodzajów przeprowadzanych badań w trakcie postępowania przygotowawczego został opisany przez Cooka i in. [3]. Opiera się on na modelu uwzględniającym iloraz wiarygodności jako miarę wartości dowodu z badań laboratoryjnych.

Ponieważ ostateczny wyrok sądu zależy zarówno od wskazania podejrzanego, jego alibi, postawionych mu zarzutów, zeznań świadków zdarzenia oraz ich wiarygodności, jak i od wartości diagnostycznej dowodów w sprawie, to jest on uwarunkowany wieloma czynnikami. Dlatego jakiegokolwiek prawdopodobieństwo winy podejrzanego jest tak zwanym prawdopodobieństwem warunkowym. W praktyce sądowej wykorzystuje się teoremat Bayesa do obliczania prawdopodobieństwa zdarzenia G , czyli winy podejrzanego, pod warunkiem zaistnienia zdarzenia E (dowód, czyli ustalenie zgodności np. profili DNA śladu z miejsca zdarzenia i podejrzanego). W tym przypadku sprawstwo, czyli wina podejrzanego, jest niejako przyczyną ustalenia dowodu:

$$P(G|E) = P(G) \frac{P(E|G)}{P(E)}. \quad \{1\}$$

Powyższa zasada pozwala wyznaczyć wartość prawdopodobieństwa warunkowego $P(G|E)$, czyli prawdopodobieństwa winy podejrzanego, przy założeniu ustalenia dowodu. Określa się je mianem prawdopodobieństwa winy *a posteriori* (późniejszego), gdyż oznacza ono prawdopodobieństwo zajścia przyczyny (G), jeżeli wiemy, jaki spowodowała skutek (czyli określony dowód E). Jak wynika z powyższego wzoru, jego wartość zależy od wartości prawdopodobieństwa ustalenia dowodu przy założeniu winy podejrzanego: $P(E|G)$ oraz od prawdopodobieństw winy podejrzanego *a priori* (subiektywnego): $P(G)$ i prawdopodobieństwa ustalenia dowodu: $P(E)$. A zatem prawdopodobieństwo *a posteriori* winy podejrzanego, czyli hipotezy G , wyznaczyć można na podstawie znajomości trzech czynników:

1. prawdopodobieństwa *a priori* zdarzenia $G - P(G)$;
2. prawdopodobieństwa uzyskana dowodu E , zakładając prawdziwość $G - P(E|G)$;
3. prawdopodobieństwa otrzymania dowodu w jakikolwiek możliwy sposób $- P(E)$.

Prawo to można przedstawić w postaci szansy, co jest nieco wygodniejsze w praktyce i łatwiej poddaje się słownemu opisowi:

$$\frac{P(G|E)}{P(\bar{G}|E)} = \frac{P(G)}{P(\bar{G})} \frac{P(E|G)}{P(E|\bar{G})}. \quad \{2\}$$

Wyrażenie po lewej stronie równania to szansa na rzecz zdarzenia G , czyli winy podejrzanego, uwzględniająca dowód uzyskany w laboratorium $- E$. $\frac{P(G)}{P(\bar{G})}$ jest szansą na rzecz winy podejrzanego (G) wynikającą z informacji uzyskanych w trakcie dochodzenia, relacji świadków zdarzenia itp. (niezależnych od dowodu E), czyli szansą na rzecz winy *a priori*. Druga część wyrażenia po prawej stronie równania to iloraz wiarygodności (ang. likelihood ratio, LR) dowodu E obliczony przy założeniu dwóch alternatywnych hipotez: G i \bar{G} . Hipoteza G jest równoważna hipotezie oskarżenia, którą najczęściej oznacza się jako H_p . Hipoteza \bar{G} odpowiada hipotezie obrony i oznaczana jest jako H_d . Innymi słowy, iloraz wiarygodności jest ilorazem dwóch prawdopodobieństw warunkowych: ustalenia dowodu przy założeniu winy podejrzanego i ustalenia dowodu przy założeniu, że ustalona zgodność jest dziełem przypadku, a podejrzany jest niewinny. Należy zauważyć, że zdefiniowany wyżej iloraz nie jest prawdopodobieństwem, a jego wartość może sięgać niemal astronomicznych wartości. Upowszechnił się już pogląd, że iloraz wiarygodności w sensie teorematu Bayesa jest najbardziej wiarygodnym i logicznie uzasadnionym sposobem przedstawiania wagi dowodu naukowego w sądzie. Każda wartość $LR > 1$ wspiera prawdziwość hipotezy oskarżenia H_p , a wartości $LR < 1$ podtrzymują hipotezę obrony. „Siła” tego „podtrzymywania” zależy od wartości LR .

Iloraz wiarygodności jest kluczowym współczynnikiem do interpretacji ostatecznej wartości dowodu (już po przeprowadzeniu badań), jednak w ramach modelu CAI znakomicie oddaje wstępną, możliwą do uzyskania wartość zabezpieczonego dowodu (jeszcze przed wykonaniem badań).

Zaproponowany sposób postępowania miał na celu zwiększyć efektywność podejmowanych przez biegłego działań w oparciu o kontakt ze zlecającym ekspertyzę. Głównym celem było umożliwienie organom ścigania podjęcie optymalnej decyzji. Nie znaczy to, że interpretacja uzyskanych wyników stanowi element subiektywnego podejścia biegłego. Zapewne z jednej strony w wyborze kolejności badania dowodów korzysta się z czystej intuicji, która następnie inicjuje racjonalną analizę. Doświadczenie prowadzącego postępowanie jest oczywiście bardzo istotne podczas selekcji dowodów przekazywanych do badania w laboratorium, jednak na tyle, na ile jest to możliwe, obowiązuje czysty pragmatyzm. Poniższy przykład ilustruje sposób postępowania w procesie podejmowania decyzji co do konieczności badania posz-

czególnych dowodów zabezpieczonych w sprawie o przestępstwo natury seksualnej.

Zarys okoliczności zdarzenia, przedstawiony we wstępie do postanowienia, jest następujący: wersja H_p – kobieta twierdzi, że została zgwałcona w mieszkaniu znajomego (doszło do pełnej penetracji); wersja H_d – podejrzany utrzymuje, że kobieta chętnie do niego przysłała, doszło tylko do pieszczot w ubraniu i podejrzany doznał ejakulacji do własnej bielizny. Biegli po otrzymaniu powyższych informacji mogą oszacować prawdopodobieństwa warunkowe możliwych do otrzymania wyników w zależności od założonych wstępnie hipotez wyjaśniających przebieg zdarzenia (po prawej stronie pionowej kreski zastępującej wyrażenie „przy założeniu, że”, „jeżeli prawdziwe jest”, znajduje się hipoteza warunkująca):

1. $Pr(\text{ujawnienie dużej ilości nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_p) = 0,9$;
2. $Pr(\text{ujawnienie dużej ilości nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_d) = 0,0001$;
3. $Pr(\text{ujawnienie śladowych ilości nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_p) = 0,09$;
4. $Pr(\text{ujawnienie śladowych ilości nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_d) = 0,0009$;
5. $Pr(\text{brak nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_p) = 0,01$;
6. $Pr(\text{brak nasienia w pochwie kobiety} | \text{wersja } H_d) = 0,999$.

Dalej, w analogiczny sposób, można oszacować kolejne prawdopodobieństwa (na podstawie subiektywnego doświadczenia biegłego):

7. $Pr(\text{ujawnienie dużej ilości nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_p) = 0,001$;
8. $Pr(\text{ujawnienie dużej ilości nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_d) = 0,99$;
9. $Pr(\text{ujawnienie śladowych ilości nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_p) = 0,01$;
10. $Pr(\text{ujawnienie śladowych ilości nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_d) = 0,001$;
11. $Pr(\text{brak nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_p) = 0,99$;
12. $Pr(\text{brak nasienia wewnątrz bielizny podejrzanego} | \text{wersja } H_d) = 0,001$.

Po oszacowaniu powyższych prawdopodobieństw, można wyznaczyć możliwe wartości ilorazów wiarygodności LR w zależności od przyjętych wersji (hipotez) zdarzenia; w omawianym przypadku są to H_p i H_d :

$$LR = \frac{Pr(\text{otrzymania dowodu} | H_p \text{ jest prawdziwa})}{Pr(\text{otrzymania dowodu} | H_d \text{ jest prawdziwa})} \quad \{3\}$$

skąd:

$$\begin{aligned} LR_{1/2} &= 0,9/0,0001 = 9000; \\ LR_{3/4} &= 0,09/0,0009 = 100; \\ LR_{5/6} &= 0,01/0,999 = 0,001; \\ LR_{7/8} &= 0,001/0,99 = 0,001; \\ LR_{9/10} &= 0,01/0,001 = 10; \\ LR_{11/12} &= 0,99/0,001 = 990. \end{aligned}$$

Porównanie otrzymanych wyników może być wskazówką dla prowadzącego dochodzenie co do zasadności badania poszczególnych dowodów. Jaki wniosek wynika z przeprowadzonych wstępnie obliczeń? Najwyższy iloraz wiarygodności można otrzymać, badając wymaz z pochwy kobiety, ponieważ wartość $LR_{1/2} = 0,9/0,0001 = 9000$ jest najwyższa, jaką można otrzymać po przeprowadzeniu badań. Wartość tego LR oznacza, iż można się spodziewać, że około 9000 razy bardziej prawdopodobne jest ujawnienie dużej ilości nasienia w pochwie kobiety przy założeniu, hipoteza A jest prawdziwa (hipoteza oskarżenia) niż ujawnienie dużej ilości nasienia w pochwie pokrzywdzonej, jeżeli prawdziwa jest hipoteza B (hipoteza obrony). Tak wysoka wartość uzyskanego dowodu będzie bardzo mocno wspierać hipotezę oskarżenia (tu wersję H_p). Z kolei jeżeli nie ujawni się nasienia w pochwie kobiety, to odpowiednio $LR_{5/6} = 0,01/0,999 = 0,001$ mocno będzie wspierać prawdziwość wersji obrony, czyli wersji H_d . Po przeprowadzeniu wymienionych wyżej wstępnych obliczeń biegły może zasugerować prowadzącemu dochodzenie, że powinno się odstąpić od dodatkowego badania bielizny podejrzanego, ponieważ niewiele to wniesie do ustalenia okoliczności sprawy, a znacząco podniesie koszty ekspertyzy.

Powyższe podejście jest zdecydowanie odmienne od tego, z jakim spotykają się na ogół polscy biegli. Postanowienia obejmują niejednokrotnie kilkadziesiąt dowodów zabezpieczonych na miejscu zdarzenia oraz od ofiary przestępstwa. Oto przykład jednej z tego rodzaju spraw: z dostarczonych akt wynikało, że ofiara i podejrzany przez trzy dni nieustannie spożywali alkohol, czego świadkami była niemal cała okoliczna społeczność. Na koniec jeden z biesiadników sięgnął po siekiere, a drugi po nóż. Tak się złożyło, że biesiadnik z siekiereą był szybszy i zamordował kolegę. Tymczasem do badań genetycznych przekazano wszelkie zabezpieczone ślady z miejsca zdarzenia, w tym 60 sztuk niedopałków papierosów, celem stwierdzenia, czy podejrzany rzeczywiście był na miejscu zdarzenia! Do badania dostarczono również odzież denata (wraz z bielizną) w całości przeziąkniętą krwią ofiary. Jakie informacje można otrzymać z badania tego rodzaju dowodów?

Wstępna analiza możliwości znalezienia na odzieży denata śladów pochodzących od napastnika wygląda następująco: hipoteza H_p – podejrzany spowodował śmierć ofiary przy użyciu siekiery; hipoteza H_d : ktoś inny niż podejrzany spowodował śmierć ofiary przy użyciu siekiery. Na podstawie wiedzy co do stanu odzieży denata w całości przeziąkniętej krwią, najprawdopodobniej ofiary, co wynika z rezultatu sekcji zwłok przeprowadzanej zawsze przed przekazaniem odzieży do laboratorium, można oszacować prawdopodobieństwa:

$$- Pr(\text{ujawnienie śladów pochodzących od napastnika} | \text{wersja } H_p) = 0,00001;$$

- $Pr(\text{ujawnienie śladów pochodzących od napastnika} | \text{wersja } H_d) = 0,00001$.

Iloraz wiarygodności wyznaczonych wyżej prawdopodobieństw wynosi:

$$LR = 0,00001/0,00001 = 1.$$

Otrzymana „neutralna” wartość $LR = 1$ oznacza, że przebadanie wymienionych dowodów (przeziąkniętej w całości odzieży denata) nie podtrzyma ani hipotezy oskarżenia, ani hipotezy obrony, a zatem olbrzymie koszty ekspertyzy zostaną zmarnowane. Biegły na podstawie doświadczenia mógłby zasugerować prowadzącemu dochodzenie, iż badanie tego rodzaju dowodów nie wniesie do rozstrzygnięcia sprawy dodatkowych informacji. Z kolei, opierając się na zeznaniach licznych świadków biesiady potwierdzających częste i długotrwałe wizyty podejrzanego u ofiary oraz wiedzę o nałogowym paleniu papierosów przez obydwu mężczyzn, można „przewidzieć” wartości następujących prawdopodobieństw:

- $Pr(\text{obecność niedopałków papierosów podejrzanego w domu ofiary} | \text{hipoteza } H_p) = 0,99$;
- $Pr(\text{obecność niedopałków papierosów podejrzanego w domu ofiary} | \text{hipoteza } H_d) = 0,99$.

Również w tym przypadku $LR = 1$ oznacza, iż wartość uzyskanego dowodu jest neutralna i nie daje podstaw do podtrzymania żadnej z postawionych hipotez, a bardzo kosztowne badanie kilkudziesięciu niedopałków nie będzie stanowiło pomocy w wyjaśnieniu sprawy. Natomiast decyzja o przebadaniu odzieży podejrzanego może wniesić znacznie większą liczbę informacji na temat przebiegu okoliczności zdarzenia. Rozważmy kolejne możliwe do oszacowania prawdopodobieństwa:

- $Pr(\text{obecność krwi ofiary na odzieży podejrzanego} | \text{hipoteza } H_p) = 0,98$;
- $Pr(\text{obecność krwi ofiary na odzieży podejrzanego} | \text{hipoteza } H_d) = 0,02$ (np. podejrzany mógł udzielić pierwszej pomocy ofierze).

W powyższym przypadku $LR = 0,98/0,02 = 49$, co oznacza, że 49 razy bardziej prawdopodobne jest znalezienie krwi denata na odzieży podejrzanego, jeżeli prawdziwa jest hipoteza oskarżenia (podejrzany jest sprawcą – hipoteza H_p) niż znalezienie tej krwi przy założeniu, że hipoteza obrony jest prawdziwa (podejrzany jest niewinny – hipoteza H_d w omawianej sprawie).

Jak można było przewidzieć, już wstępne oszacowanie możliwej do uzyskania informacji dotyczącej badania odzieży podejrzanego pozwala stwierdzić zasadność podjęcia decyzji o przekazaniu tej odzieży do badania w laboratorium.

3. Zastosowanie sieci bayesowskich do wstępnego oszacowania możliwej do otrzymania wartości dowodu

Sieć bayesowska jest modelem graficznym przedstawiającym zależności pomiędzy określonymi zmiennymi. Węzły sieci reprezentujące zmienne, takie jak np. „obecność nasienia w pochwie ofiary”, mogą przybierać tzw. różne stany. W opisanym wcześniej przypadku są to: „dużo nasienia” (*a lot of*), czyli ilość łatwo wykrywalna przy użyciu testów wstępnych, niegenetycznych, opartych o wykrywanie czynników charakterystycznych dla nasienia. Kolejne stany to: „śladowe ilości” (*trace*) – kiedy testy wstępne dają wyniki słabo dodatnie lub nierozstrzygujące i stan „brak” (*no*) – w przypadku niestwierdzenia obecności nasienia wszelkimi zastosowanymi metodami. Każdemu z tych stanów przyporządkowuje się pewne prawdopodobieństwo warunkowe w zależności od przyjętej wiedzy na temat prawdziwości, bądź fałszu, hipotezy warunkującej. Określone wartości wynikają z doświadczenia biegłego (częściowo subiektywnego, ale opartego na wynikach wcześniej opracowanych ekspertyz). Zmienne, które nie posiadają tzw. węzłów „pośredników” – czyli brak jest węzłów, które mogą wpływać na ich prawdopodobieństwa, posiadają stany z określonymi prawdopodobieństwami *a priori* (niewarunkowymi). Na przykład węzeł „ojcostwo” na rycinie nr 1 posiada dwa stany: „tak” i „nie”. Ukierunkowane krawędzie wskazują na zależności pomiędzy zmiennymi. W sieciach bayesowskich zależności pomiędzy węzłami i krawędziami przyjmują w efekcie końcowym formę acyklicznego grafu, tzn. brak jest w takiej sieci pętli. Fundamentalną ideą metod graficznych jest konstruowanie ich z prostszych części. Również wspomniane wstępne oszacowanie możliwości otrzymania informacji z badanych dowodów można przedstawić poglądowo przy użyciu sieci bayesowskich [10], gdyż pozwalają one na wizualizację przyjętego sposobu rozumowania. Kiedy mamy do czynienia z dwoma alternatywnymi hipotezami tłumaczącymi możliwość uzyskania dowodu, można łatwo policzyć niezbędne prawdopodobieństwa warunkowe. Ale w sytuacji większej liczby postawionych hipotez ustalenie zależności pomiędzy nimi staje się znacznie bardziej skomplikowane i trudniejsze do oszacowania.

Założmy następujący przypadek sprawy o dochodzenie sporne o ojcostwo: jako dowody dostarczono materiał pochodzący od dziecka (płci męskiej) i brata pozwanego, którego miejsca przebywania nie udało się ustalić (rycina 1). Węzeł hipotezy *ojcostwo* posiada dwa stany: „tak” i „nie” o prawdopodobieństwie *a priori* równym 0,5, co oznacza, że brak jest jakichkolwiek danych o relacjach pomiędzy pozwanym, a matką dziecka. Węzły *Identifiler* i *Yfiler* reprezentują możliwe do otrzymania wyniki badań genetycznych przeprowadzonych przy użyciu wymienionych zestawów. Zestaw *Identifiler* (fir-

my Applera) pozwala na oznaczenie profilu DNA w zakresie szesnastu tzw. autosomalnych markerów typu STR. Natomiast przy zastosowaniu zestawu Yfiler (firmy Applera) można ustalić haplotyp chromosomu Y dziedzicznego w linii męskiej. W tablicach prawdopodobieństw warunkowych (tabela I) odpowiadających rozkładowi prawdopodobieństw poszczególnych zmiennych przedstawiono prawdopodobieństwa otrzymania przybliżonych wyników badania, na rycinie 1 ilustrują je dane związane z węzłami umieszczone w ramkach.

Przy założeniu, że pozwany jest biologicznym ojcem dziecka i jego brat dziedziczy haplotyp chromosomu Y po ich wspólnym ojcu, dziecko powinno posiadać ten sam haplotyp chromosomu Y (nie uwzględniając tu możliwości mutacji w tracie spermatogenezy). A zatem uzyskana zgodność w zakresie zestawu Yfiler może dostarczyć znacznie większą porcję informacji niż badanie autosomalnych markerów. Niezgodność pozwoli odrzucić możliwość pokrewieństwa pomiędzy badanymi, a tym samym konieczność przeprowadzania badania (jakże kosztownego) w zakresie markerów autosomalnych. Z doświadczenia wiadomo, że badanie autosomalnych markerów niewiele wniesie do wnioskowania w podanym przypadku. Stąd wynika wskazówka dla biegłych: w pierwszej kolejności należy przeprowadzić typowanie chromosomu Y.

Kolejne podejście do zilustrowania problemu wstępnego szacowania dowodu przy użyciu sieci bayesowskich pokazano na rycinie 2. Obrazuje on sytuację opisaną w rozdziale 2 niniejszej pracy. Węzeł H oznacza hipotezę co do okoliczności zdarzenia: H_p – hipotezę oskarżenia, czyli kobieta została zgwałcona w mieszkaniu znajomego (doszło do pełnej penetracji); H_d – hipotezę obrony, czyli kobieta z własnej woli odwiedziła podejrzanego, doszło tylko do pieszczot w ubraniu i podejrzanego doznał ejakulacji do własnej bielizny. Węzeł H posiada tylko dwa możliwe stany: „tak” i „nie” o równych prawdopodobieństwach *a priori* wynoszących 0,5. Oznacza to, że brak jest dodatkowych informacji wskazujących, która z wersji podawanych przez poszkodowaną i podejrzanego jest bardziej prawdopodobna.

Z kolei węzły V i T odpowiadają zmiennym: V – ilość nasienia w pochwie ofiary, T – ilość nasienia na bieliźnie podejrzanego. Jak już wspomniano wcześniej, powyższe zmienne mogą przybierać po trzy stany: „dużo nasienia” (*a lot of*), gdy jego ilość jest łatwo wykrywalna przy użyciu testów wstępnych oraz testów niegenetycznych opartych o wykrywanie czynników charakterystycznych dla nasienia; „śladowe ilości” (*trace*) – kiedy testy wstępne dają wyniki słabo dodatnie lub nierozstrzygające i stan „brak” (*no*) w przypadku nie stwierdzenia obecności nasienia wszelkimi zastosowanymi metodami. Każdemu z tych stanów można przyporządkować pewne prawdopodobieństwo warunkowe w zależności od przyjętej wiedzy na temat prawdziwości bądź fałszu hipotezy warun-

kującej, czyli H . Tabela II ilustruje wartości prawdopodobieństw warunkowych dla omawianych zmiennych oraz możliwe do uzyskania wartości ilorazów wiarygodności (LR).

Jak widać na rycinie 2, wprowadzenie do sieci informacji, że w pochwie ofiary znajdzie się dużo nasienia, skutkuje niemal stuprocentowo pewnym wnioskiem o prawdziwości wersji pokrzywdzonej, czyli o dojsię do gwałtu. Natomiast przyjęcie możliwości o ujawnieniu dużej ilości nasienia na bieliźnie podejrzanego wskazuje, iż wersja pokrzywdzonej jest bardzo mało prawdopodobna. W dodatkowej sieci przedstawiono przyjęcie możliwości o tym, że wersja podejrzanego H_d jest prawdziwa – w tym przypadku ujawnienie dużej ilości nasienia na bieliźnie podejrzanego staje się bardzo prawdopodobne. Wartości możliwych do uzyskania ilorazów wiarygodności pozwalają wnioskować o celowości badania poszczególnych dowodów. Z tabeli II wynika, że najbardziej informatywny byłby wynik uzyskania dużej ilości nasienia w pochwie ofiary, a zatem nie warto badać obydwu dowodów jednocześnie, gdyż zbadanie tylko jednego z nich pozwala na uzyskanie informacji co do okoliczności zdarzenia.

Wyznaczenie ilorazów wiarygodności dla poszczególnych par hipotez jest bardzo proste – wystarczy podzielić wartości poszczególnych prawdopodobieństw, np.

$$LR = \frac{Pr(T_{1\ 3}|H_p)}{Pr(T_{1\ 3}|H_d)} \quad \{4\}$$

lub

$$LR = \frac{Pr(V_{1\ 3}|H_p)}{Pr(V_{1\ 3}|H_d)} \quad \{5\}$$

w zależności od interesujących zamawiającego ekspertyzę możliwych do otrzymania wniosków.

W podejmowaniu decyzji o liczbie i kolejności badania dowodów w danej sprawie niezbędna jest choćby ogólna wiedza na temat okoliczności zdarzenia, pojedyncze fragmenty informacji odnoszące się do czasu, miejsca, działania, zeznań świadków itp. Całokształt tej informacji stanowi zarys okoliczności, które wpływają na wybór przez prowadzącego dochodzenie rodzaju przekazanych do laboratorium dowodów i pytań skierowanych do biegłego. Bardzo ważne jest tu podkreślenie, że zarys ten będzie zawierał elementy niepewności, fragmenty nieprzekonujące czy nawet nieprawdziwe. Co więcej, ten schemat będzie się zmieniał, nawet wiele razy, od rozpoczęcia dochodzenia aż do rozprawy w sądzie. W jego ramach i zgodnie z zaleceniami organu zlecającego ekspertyzę biegły przeprowadza badania, oględziny i analizy, które prowadzą do pewnych obserwacji. Stąd rolą biegłego jest zastosowanie ogólnie przyjętego sposobu wnioskowania do interpretacji otrzymanych obserwacji.

Model bayesowski pozwala na zastosowanie teorii prawdopodobieństwa do wnioskowania w warunkach niepewności, inaczej mówiąc, niepełności informacji. Uwzględnia on zasadniczą wagę ilorazu wiarygodności, który spełnia trzy główne zasady interpretacji wartości dowodu naukowego dla celów sądowych:

1. interpretacja dowodu naukowego jest przeprowadzana w ramach okoliczności sprawy;
2. interpretacja tylko wtedy jest wiarygodna, jeżeli weźmie się pod uwagę co najmniej dwie lub więcej przeciwstawnych propozycji czy hipotez wyjaśniających przebieg zdarzenia; zarówno tych wynikających z zeznań podejrzanego, jak i postawionych przez stronę oskarżającą;
3. rolą biegłego jest rozważenie prawdopodobieństwa uzyskania dowodu przy założeniu sformułowanych wcześniej hipotez [4].

Niezależnie od tego, jak skomplikowana jest sprawa, w modelu CAI przyjmuje się założenie, że jego zasady zawsze powinny stanowić nadrzędny wzorzec postępowania biegłego. Zastosowanie się do tych wytycznych zapewnia możliwość logicznego wnioskowania.

Część interpretacyjna stanowi końcowy etap opinii, jednak w modelu CAI zakłada się, że nie jest wskazane interpretowanie wyników w oderwaniu od ogólnej wiedzy na temat okoliczności zdarzenia. Jak już wcześniej wspomniano, biegły powinien mieć możliwość wstępnej oceny rodzaju sprawy, gdy tylko otrzyma dowody. Właśnie na tym etapie biegły zaczyna ustalać pytania, na które będzie musiał odpowiedzieć w opinii bądź w sądzie. Ujmując rzecz bardziej formalnie, biegły powinien uczestniczyć w stawianiu hipotez co do okoliczności zdarzenia i jednocześnie mieć na uwadze wartość dowodu, którego można oczekiwać. Prowadzi to do konieczności wymiany informacji pomiędzy zleceniodawcą a biegłym, zanim poczyni się jakiegokolwiek wydatki na przeprowadzenie badań.

4. Hierarchia stawiania hipotez

Model CAI zakłada, że żaden biegły nie może koncentrować się wyłącznie na jednej hipotezie celem przeprowadzenia interpretacji uzyskanych wyników [3]. Jakiegokolwiek obserwacje winny być rozpatrzone przynajmniej z dwóch perspektyw. W systemie kontradyktoryjnym odzwierciedla to spojrzenie na przebieg wydarzeń z perspektywy oskarżenia i obrony. Oczywiście w trakcie trwania procesu sytuacja może się zmieniać. Dlatego tak ważne jest, ażeby biegły miał jak najbardziej wnikliwe spojrzenie na sprawę z punktu widzenia rodzaju możliwych do postawienia hipotez (propozycji). Generalnie rzecz biorąc, hierarchia stawiania hipotez posiada trzy poziomy, mimo że odróżnienie pomiędzy poszczególnymi poziomami może być czasem trudne, w pewnych przy-

padkach granice pomiędzy nimi wręcz mogą się zacieierać. Poszczególne poziomy odnoszą się do:

- 1 – źródła pochodzenia materiału dowodowego (ang. source level);
- 2 – działania podejrzanego (ang. activity level);
- 3 – sprawstwa (ang. offence level).

Najwyższy, trzeci poziom, dotyczy ustalonej winy podejrzanego i tylko sąd rozstrzyga, czy postawione hipotezy są prawdziwe czy nie, np: H_p – pan Iksiński zgwałcił panią V, czego alternatywą jest jej zaprzeczenie, czyli H_d – inny mężczyzna zgwałcił panią V. Po przeprowadzeniu określonych badań biegły może tylko odpowiedzieć na pytanie co do poziomu drugiego, czyli poziomu aktywności, np.: H_p – pan Iksiński miał seksualny stosunek z panią V; H_d – inny mężczyzna miał stosunek z panią V. Ażeby odpowiedzieć na pytania dotyczące tego poziomu, ekspert powinien wziąć pod uwagę informacje o okolicznościach sprawy, przy czym na tym etapie należy rozważyć ewentualny problem przeniesienia materiału biologicznego. Jednak na ogół biegły nie posiada informacji, które umożliwiłyby wnioskowanie odnośnie do poziomu drugiego, a wyniki analizy uzyskane w laboratorium dotyczą przede wszystkim poziomu pierwszego, czyli propozycji co do źródła materiału biologicznego, np.: H_p – nasienie pochodzi od pana Iksińskiego, H_d – nasienie pochodzi od innego mężczyzny.

Biorąc pod uwagę bardzo szybki rozwój technologii profilowania DNA, a szczególnie błyskawiczny postęp związany z czułością stosowanych metod, wyłania się dodatkowy, bardzo istotny problem. Eksperci powinni być świadomi różnicy pomiędzy formalnymi „propozycjami”, które powstają, przynajmniej częściowo, w zależności od okoliczności sprawy, a mniej formalnymi sposobami ich wytłumaczenia. Jeżeli biegły uważa, że dany dowód jest bardziej prawdopodobny do uzyskania przy założeniu prawdziwości hipotezy oskarżenia niż przy założeniu prawdziwości propozycji obrony, to wspomaga to hipotezę oskarżenia. Z drugiej strony, jeżeli uzyskanie dowodu jest bardziej prawdopodobne przy założeniu prawdziwości hipotezy obrony, to taki dowód wspomaga daną linię obrony. W obydwu przypadkach siła wspomaganie zależy od wartości ilorazu wiarygodności. Ta koncepcja odnosi się do wszelkich rodzajów wnioskowania w celach sądowych, a ustalona wartość ilorazu wiarygodności może być czasem przełożona na werbalną skalę oceny wartości dowodu [2, 12]. Podsumowując, warto podkreślić, że biegły jeszcze przed rozpoczęciem badania powinien otrzymać od organu zlecającego ekspertyzę pewną wiedzę co do okoliczności zdarzenia, ponieważ pozwala ona na:

- umożliwienie sformułowania hipotez, co do których biegły ma się wypowiedzieć;
- zakładając pewne hipotezy, aspekty zarysu sprawy warunkują stwierdzenia biegłego o prawdopodobieństwie dowodu. Informacje o czasie i działaniu po-

zwalają na rozważenie możliwości przeniesienia i pozostawienia śladu niezależnie od czasu zdarzenia. W sprawach z udziałem dowodu z badania DNA, fizyczny opis sprawcy może pomóc w decyzji, której bazy danych częstości występowania poszczególnych alleli czy haplotypów należy użyć do wyznaczenia częstości zgodnego profilu DNA;

- inne aspekty zarysu sprawy mogą wpłynąć na oszacowanie prawdopodobieństwa *a priori* danej hipotezy. Na przykład w sprawach kryminalnych dotyczących dochodzenia spornego ojcostwa, takich jak kazirodztwo, będą to zeznania świadków czy informacja o wspólnym zamieszkiwaniu.

Rolą prowadzącego dochodzenie jest ustalenie, które informacje mogą być istotne dla biegłego. Zarys okoliczności zdarzenia nie jest zbiorem „faktów”. Ważne jest, aby biegły miał pewne informacje dotyczące możliwości wytłumaczenia wyników swych badań. Istotne jest również, ażeby biegły dostawał informacje na temat zmiany ustaleń co do okoliczności sprawy, ponieważ może się to okazać konieczne do zweryfikowania uprzednio postawionych hipotez.

5. Podsumowanie

Opracowany przez naukowców z Forensic Science Service model wstępnego oszacowania wartości informacyjnej zabezpieczonych dowodów w sprawie jest pragmatycznym podejściem do oszacowania stosunku kosztów do możliwej do uzyskania informacji z badania dowodów. Aitken [1] przedstawił sumarycznie proces wstępnego oszacowania materiału dowodowego w kilku punktach:

- zebranie informacji o sprawie, które mogą być istotne dla biegłego;
- sformułowanie pytań, na które biegły może udzielić odpowiedzi oraz zaproponowanie hipotez, które może on rozpatrywać w celu oszacowania wartości dowodowej analizowanego materiału;
- określenie cech, które powinny być uwzględnione do oszacowania przybliżonej wartości ilorazu wiarygodności na rzecz postawionych hipotez;
- oszacowanie spodziewanej wartości ilorazu wiarygodności, który można uzyskać na podstawie informacji o okolicznościach zdarzenia;
- określenie strategii przeprowadzonych badań.

Aitken podkreśla również, że rezultat wstępnej analizy dowodu jest częścią procesu oszacowania jego wartości, ale proces, który do tego doprowadził, nie jest dowodem samym w sobie. Na przykład wskazanie podejrzanego na podstawie ustalonego podobieństwa profilu DNA do profilu DNA jego krewnego, który znajduje się w bazie danych, może pomóc zidentyfikować podejrzanego, ale rezultat takiego testu nie jest dowodem. Nie-

mniej jednak może w istotny sposób wspomóc proces dochodzenia.