

# ANALYSIS OF THE MOST POPULAR ONLINE BAC CALCULATORS

Dominika JAMA , Karolina SEKUŁA , Dariusz ZUBA 

*Institute of Forensic Research, Kraków, Poland*

## Abstract

In order to check their sobriety after drinking alcohol, drivers can use applications available online that perform prospective estimation of alcohol content, called ‘alcomat online’ or ‘BAC calculators’.

The aim of the study was to analyse the method of performing calculations using ‘BAC calculators’ available on the Internet and to assess their reliability.

The five most popular ‘calculators’ found in the Google search engine and a commercial one were analysed. The applications were tested by entering data on 10 cases of alcohol consumption by people were tested for alcohol content in exhaled air using the Alcotest 7510 analyser and alcohol curves were plotted for them. Then, real ethanol concentrations and complete ethanol elimination times for these people were compared with values calculated by the applications.

The analysed ‘calculators’ base their calculations on various principles. Both the maximum alcohol concentrations and the time of their occurrence varied among the applications, but all seem to use the alcohol distribution coefficient established by Widmark. The use of individual elimination rates ranging from 0.12 to even 0.3‰/h was also observed. The time for complete alcohol elimination indicated by the applications was in most cases longer than the actual time.

Online applications such as the ‘BAC calculator’ available to Polish users may be helpful tools for determining the time of complete elimination of alcohol from the body. However, due to the different calculation methods used in applications, which sometimes lead to different conclusions, they should be approached with great caution. These applications will not replace reliable sobriety tests, e.g. analysis of exhaled air.

## Keywords

Alcohol; BAC calculator; Alcomat online.

*Received 11 December 2023; accepted 18 January 2024*

## 1. Introduction

According to a report by the Police Headquarters Office of Traffic (Symon, Rzepka, 2022) on the traffic accidents that took place in Poland in 2022, road users (drivers, pedestrians and passengers) who were under the influence of alcohol were involved in a total of 2248 traffic accidents, which is 240 accidents fewer than in 2021. Furthermore, the number of accidents involving road users under the influence of alcohol has been noticeably decreasing each year for the last

decade (Figure 1). In 2022, individuals under the influence of alcohol were most often involved in traffic accidents on Saturdays and Sundays. The highest percentage of such accidents occurred between 4 p.m. and 10 p.m. (accounting for 45.6% of all accidents). In 2022, road traffic participants under the influence of alcohol caused about 8% of all accidents. The largest group of accident perpetrators were the drivers, while among them, drivers of passenger cars caused the highest threat to safety. The increased roadside inspections conducted in 2022 (12,453,495 drivers tested for

alcohol content) compared to 2021 (8,272,245 drivers) increased the number of detected drunk drivers by 2575. However, it should be noted that this increase in roadside inspections resulted from a previous decrease due to the COVID-19 pandemic in 2020–2023 (Figure 2). The police report also indicated that a majority of drivers under the influence of alcohol (about 80%) were reported to be in ‘a state of intoxication’, whereas the remaining 20% were in ‘a state after the use of alcohol’.

The intoxication tests performed during roadside inspections are regulated by the Road Traffic Law of 20 June 1997, in which Article 129ja reads: “As part of road traffic control, an authorised body may test the

driver of a vehicle, or any other person who is reasonably suspected of having driven the vehicle, for the alcohol content in his or her body or the presence of a drug acting similarly to alcohol”. The procedure for intoxication testing is provided by the Regulation of the Minister of Health and the Minister of Internal Affairs and Administration of 28 December 2018 on tests for alcohol content in the body. One of the methods uses an electronic device to measure the alcohol content in exhaled air, i.e. a breathalyser. This method is quick, non-invasive and cheaper than a blood test. Moreover, the probative value of measuring the alcohol in exhaled air is the same as that of a blood test, as long as the test is performed according to the

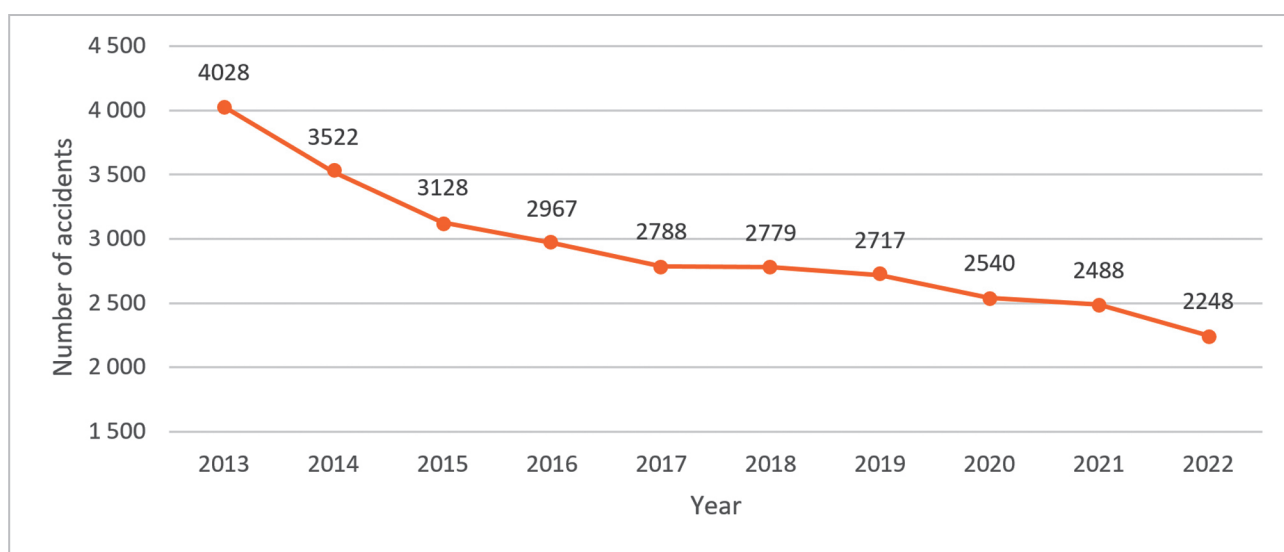


Fig. 1. Road accidents involving road users effects of alcohol in the years 2013–2022 in Poland.

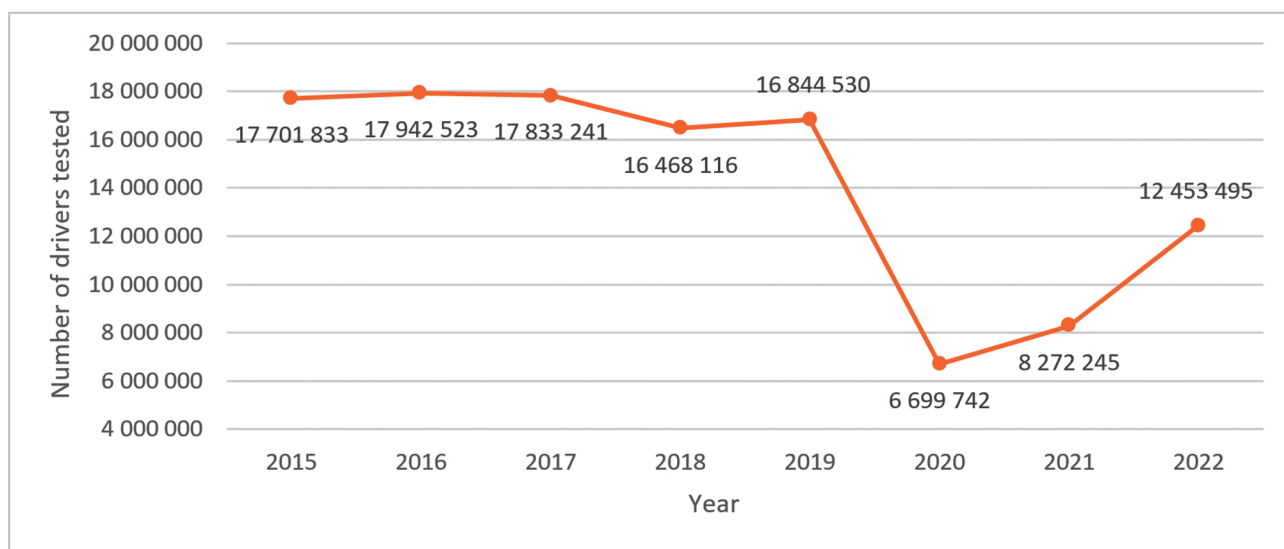


Fig. 2. Sobriety checks in the years 2015–2022 in Poland.

guidelines provided in the aforementioned regulation. The breathalysers used by the police undergo maintenance inspections for accuracy and calibration at an accredited laboratory every six months.

It has also become a popular trend to own a personal breathalyser. More and more easy-to-use and inexpensive breathalysers are becoming available on the market. These convenient devices, which usually measure alcohol by means of its electrochemical oxidation, can be used by drivers to test their state of intoxication. However, it should be noted that breathalysers must undergo regular maintenance, preferably in an authorised institution, to function correctly. The

total cost of such services may exceed that of the device itself. Consequently, free online applications have appeared that can perform prospective calculations, called ‘BAC calculators’ or ‘online breathalysers’. These applications do not require any additional equipment apart from a device with an Internet connection and a browser. Users enter data about their physique and the amount and type of consumed alcohol. The interest in online BAC calculators peaks during holiday periods and on long weekends (Figures 3 and 4), which is when the frequency of roadside inspections by the police – popularly called ‘sober mornings’ – also increases.

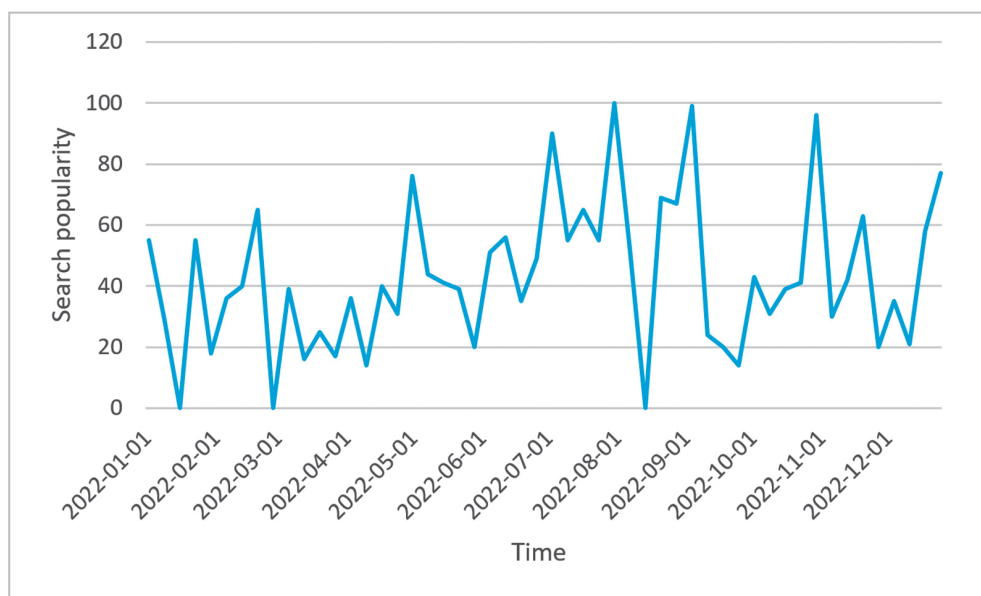


Fig. 3. Google Trends 2022 for ‘BAC calculators’ (Polish version *kalkulator trzeźwości*), <https://trends.google.com>

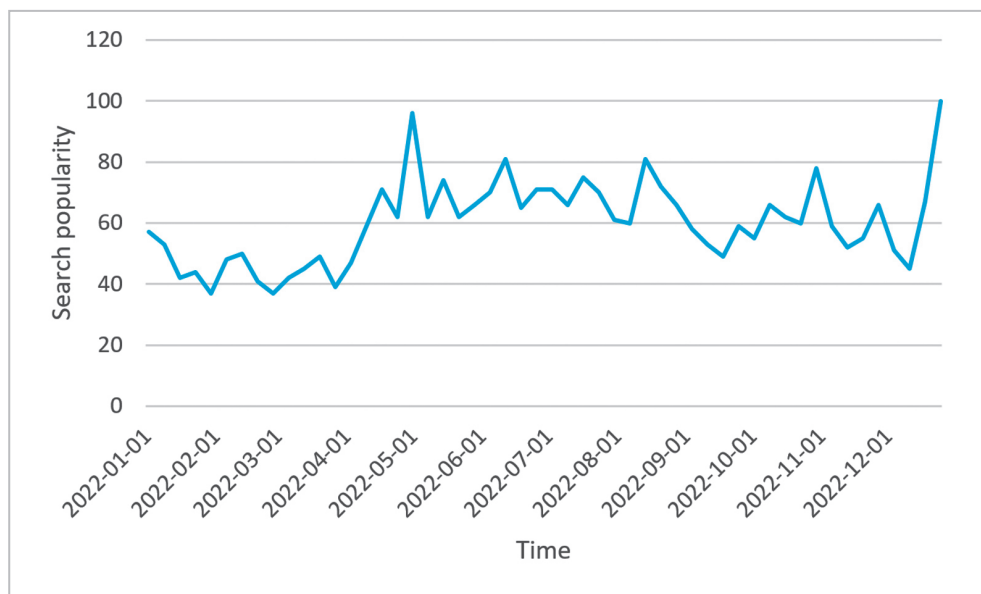


Fig. 4. Google Trends 2022 for ‘alcomat online’ (Polish version *alkomat online*) <https://trends.google.com>

On many Internet blogs, comparisons have been published on some of the online breathalysers conducted by their users. Their authors have reported that the applications provide different results, which may lead people to make wrong decisions based on an incorrectly-assessed state of intoxication. Wilson, Stoyanow, Gandabhai and Baldwin (2016) published the results of a comparison between mobile applications for calculating alcohol concentration in the body in order to prevent drunk driving. The researchers were dissatisfied with the accuracy provided by the analysed applications, and were particularly worried that according to the applications, alcohol was being eliminated faster than in reality.

The aim of this study was to analyse how online BAC calculators perform calculations and to assess their accuracy.

## 2. Material and methods

The analysis concerned five BAC calculators (Calculators 1–5) that were the top Google search results for queries related to determining the alcohol content in one's own body. Such queries were 'online breathalysers' (in Polish: *alkometry online*), 'BAC calculators' (*kalkulatory trzeźwości*), 'when can I drive?' (*kiedy mogę jechać?*) and 'am I sober?' (*czy jestem trzeźwy?*). Data related to 10 cases of alcohol consumption by persons who had been tested for the alcohol content in exhaled air using an Alcotest 7510

breathalyser, and for whom the alcohol curves were plotted (Jama, Sekuła, Zuba, 2021) were entered into five selected applications. Data required by five applications were: sex, height, weight, age, type and amount of consumed alcohol, stomach fullness, start and end times of the alcohol consumption or duration of the consumption, and physique or alcohol metabolism rate (Table 1).

The analysis also included a commercial calculator developed by BAC Tracker International, Inc. (Calculator 6), which is designed to support experts in prospective and retrospective calculations. The BAC calculator requires the user to enter the following data: sex, height, weight, age, type and amount of consumed alcohol, and the time of consumption. The user is also asked to choose how the alcohol distribution coefficient,  $r$ , will be estimated (Widmark, 1932; Watson, Watson, Batt, 1981; Forrest 1986; Seidl, Jensen, Alt, 2000; Ulrich, Cramer, Zink, 1987) and to enter the rate of absorption and elimination of alcohol in the body (specifically, the range for slow and fast absorption and elimination).

In order to compare Calculator 6 (the commercial application) to the five other applications, the default system settings were used for the calculations, i.e. the average alcohol distribution coefficient (an average of the five methods), average absorption rate of 4.5 g/h (an average of the 2.5–6.5 g/h range) and the average elimination rate of 0.18‰/h (an average of the 0.10–0.25‰/h range).

Table 1  
Comparison of data to be completed in the application

Data	Calculator 1	Calculator 2	Calculator 3	Calculator 4	Calculator 5	Calculator 6
Sex	v	v	v	v	v	v
Height	v	v	v	v	v	v
Weight	v	v	v	v	v	v
Age	v	v	v			v
Beverage	v	v	v	v	v	v
Meal	v	v	v			
Consumption start time	v	v	v		v	v
End of consumption time	v		v			
Consumption time		v			v	
Time since consumption			v			
Figure	v					
Alcohol metabolism	v					

### 3. Results and discussion

The data about the 10 cases of alcohol consumption were entered into the six BAC calculators, and the generated reports were analysed. The reports from the five openly available applications contained the following information: maximum alcohol concentration ( $c_{\max}$ ), and amount of consumed alcohol per g or ml of pure ethanol, ethanol concentration within a selected time of consumption to the time of its complete elimination from the body. The reports from Calculators 2, 3 and 5 showed an alcohol curve in the form of a bar graph; whereas Calculators 1 and 4 allow the user to plot the curve on his or her own, based on the obtained results.

The report from Calculator 6 (commercial application) displayed the maximum theoretical concentrations of alcohol, estimated based on the selected methods of calculating  $r$ , and the alcohol curve containing the concentrations calculated for the set time range based on the selected methods of calculating  $r$  (the user could select five methods at the same time or choose to display the average  $r$  from all methods).

Figures 5–10 show a comparison between the actual alcohol curves plotted for the 10 analysed cases of alcohol consumption and the alcohol curves plotted based on the results from the aforementioned BAC calculators (Table 2 presents the consumption scenarios).

A comparison of the analysed BAC calculators was carried out by comparing the actual ethanol concentrations (maximum alcohol concentrations,  $c_{\max}$ , and concentrations 60, 120, 180 and 240 minutes after the start of alcohol consumption) and the time of total ethanol elimination with the values calculated by the applications. The results obtained from the BAC calculators and the actual concentration values for each case analysed are shown in Table 2.

The values of the theoretical concentrations obtained with the different calculators that correlated with the experimental values (based on the values of each concentration rounded to the first decimal place) are provided in a bold font in Table 2.

The results obtained from the BAC calculators were compared with the experimental values of the concentrations by calculating the absolute error, i.e. the difference between the value provided by the calculator and the experimental value of the alcohol concentration. The estimated values of errors were divided into the following ranges: 0.00–0.10%, 0.11–0.20%, 0.21–0.30%, 0.31–0.40%, 0.41–0.50% and >0.50%. Table 3 presents the number of cases in each calculator for which the absolute error lay within these ranges. The table also shows what percentage of all

results each number of cases constituted. These data are presented in a graphical form in Figure 11.

The maximum ethanol concentrations obtained from five openly accessible applications were higher than the actual concentration across all cases. The differences ranged from 6% (a woman consuming wine while fasting, Calculator 3), to as much as 227% of the actual concentration (a woman consuming wine after a meal, Calculator 4).

Of five openly accessible applications (Calculators 1–5), Calculators 1 and 4 yielded values the most similar to the actual concentrations. It should be underlined that Calculator 1 required the user to provide the largest amount of data in order to generate a report, whereas Calculator 4 required the smallest amount of data compared to the other four. The consistency between the results from the calculators and the real concentrations was comparable for the remaining three calculators. The highest consistency between the reports and the actual alcohol concentrations was obtained with Calculator 6 (the commercial application).

Table 4 presents the time ranges for the elimination time until the concentration reached 0.2‰ (the threshold for the ‘state after the use of alcohol’) provided by the BAC calculators for the 10 analysed cases. The most consistent values of the elimination times were obtained for Calculators 1 and 4. The mean difference between these values and the actual time was up to about 0.5 hour. However, it should be noted that in some cases (e.g. Female 2 drinking wine while fasting; and Male 2 drinking vodka while fasting and after a meal), the applications underestimated the elimination time, i.e. the reports wrongly stated that the alcohol had already been eliminated from the body. The other calculators tended to overestimate the elimination time by about three hours (Calculators 2 and 3) and over two hours (Calculator 5), compared to the actual times determined during the study. Calculator 6 (the commercial application) provided similar results to Calculators 1 and 4. The mean difference between the elimination time provided by Calculator 6 and the actual time did not exceed one hour. In some cases, the applications underestimated the time by as much as 60 minutes.

An attempt was made to establish the mode of operation of the analysed BAC calculators. Calculators 1–3 determined the maximum alcohol concentration and the time of its presence in the body taking into account the alcohol absorption phase and alcohol deficit. Calculator 5 took the alcohol deficit into account, while also outputting the maximum concentration at the time the consumption ended. Calculators 2, 3 and 5 only used a constant value of the alcohol deficit,

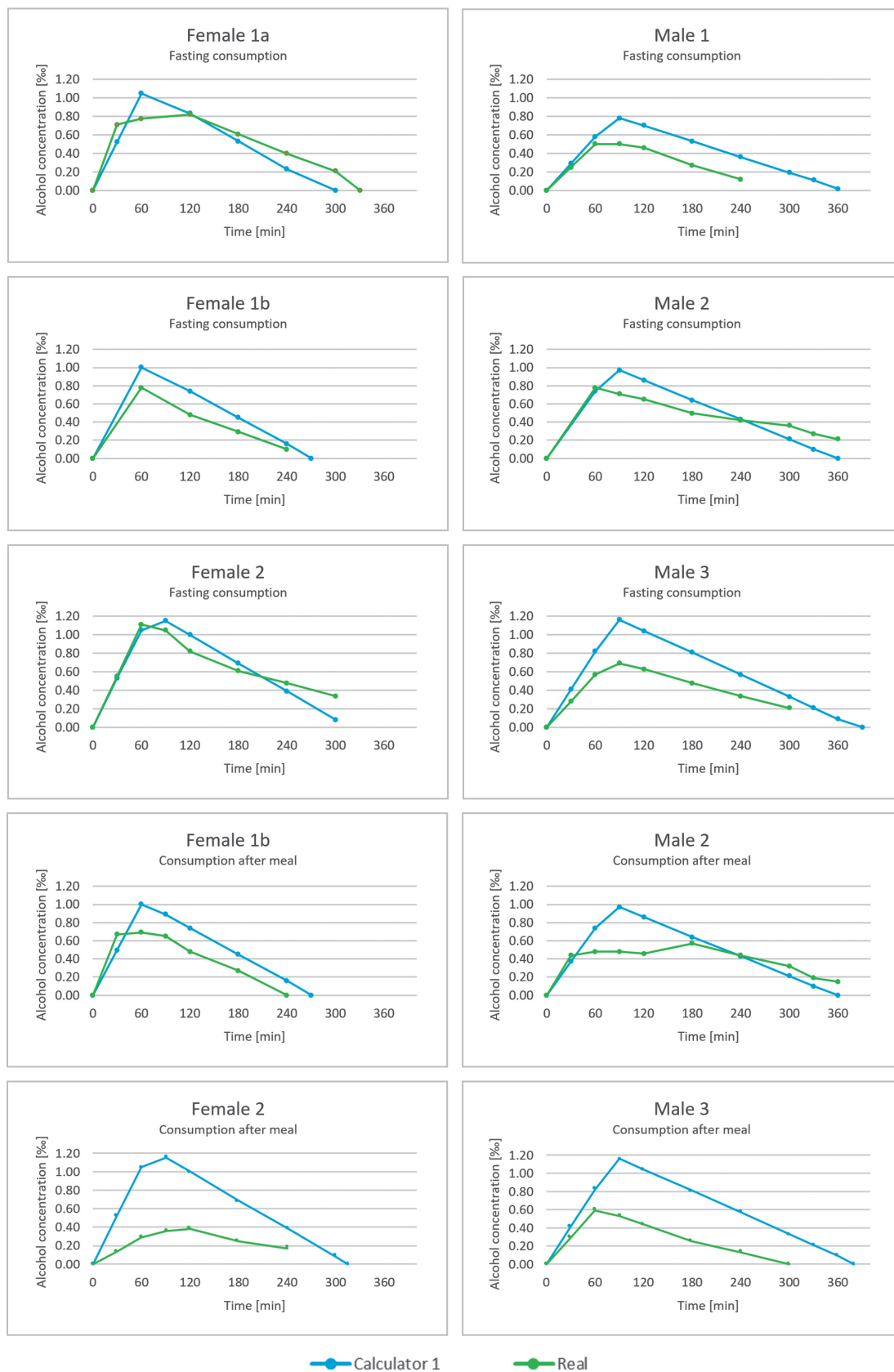
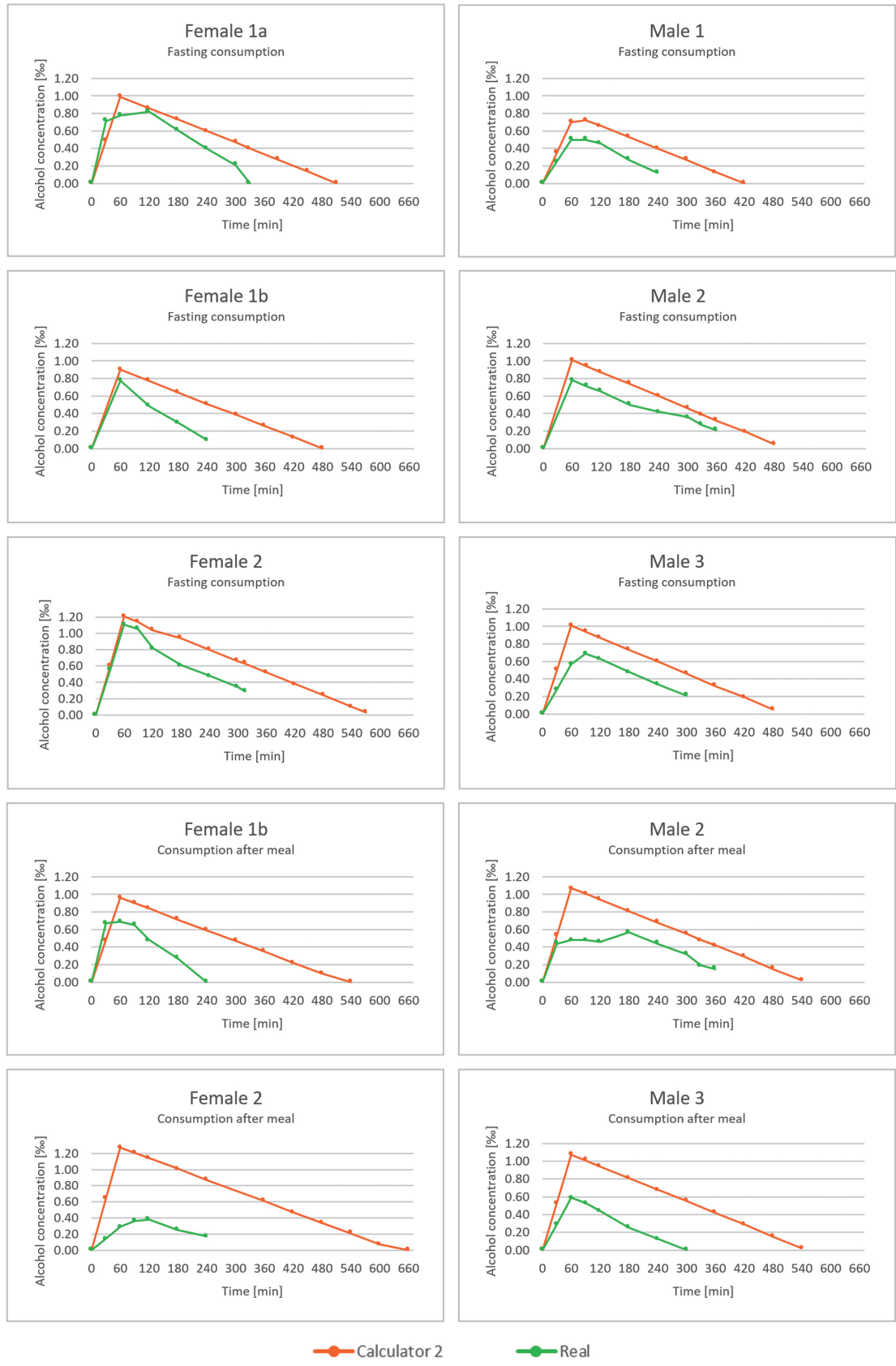


Fig. 5. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 1.





—●— Calculator 2      —●— Real

Fig. 6. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 2.

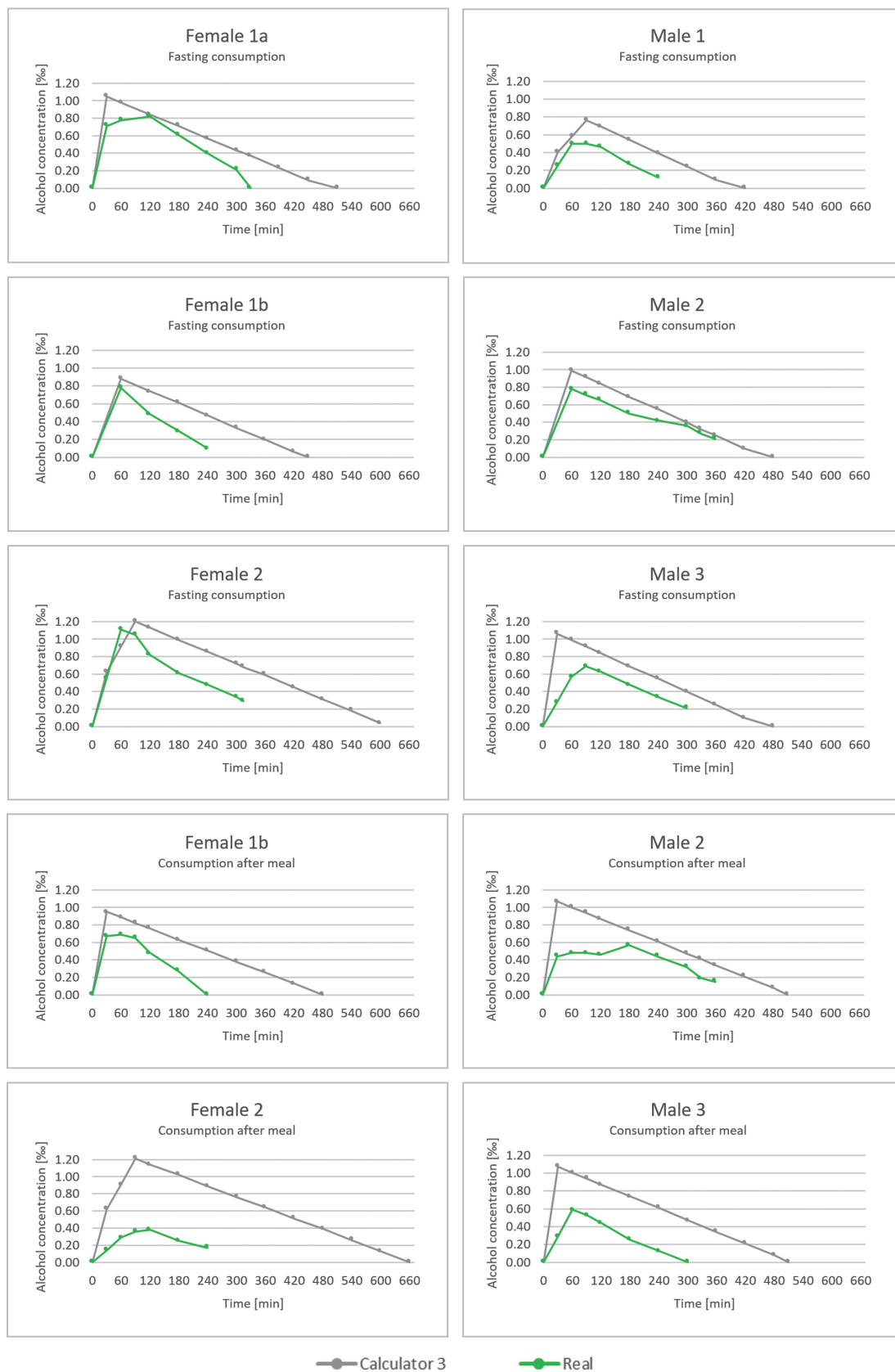


Fig. 7. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 3.



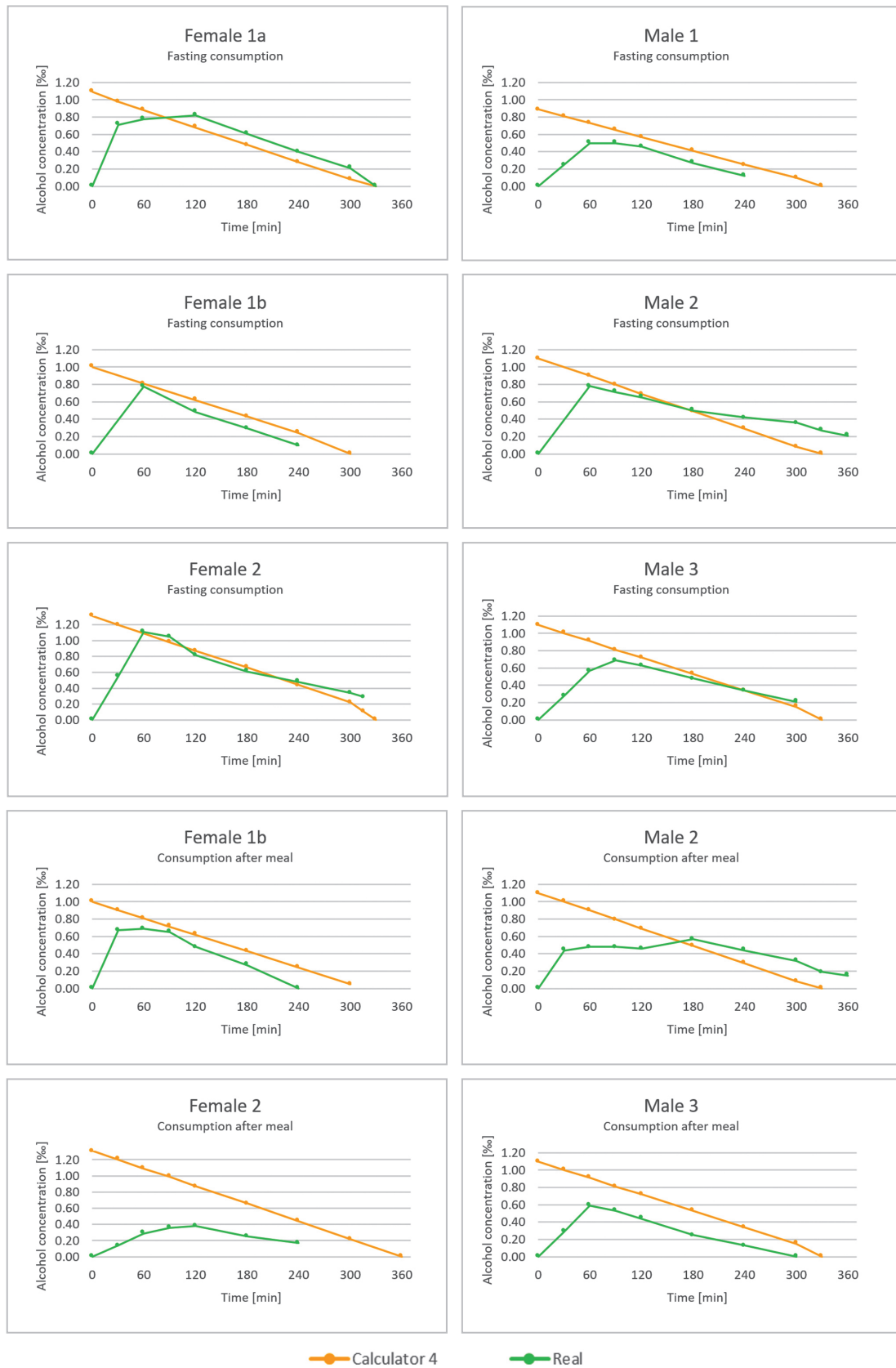


Fig. 8. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 4.

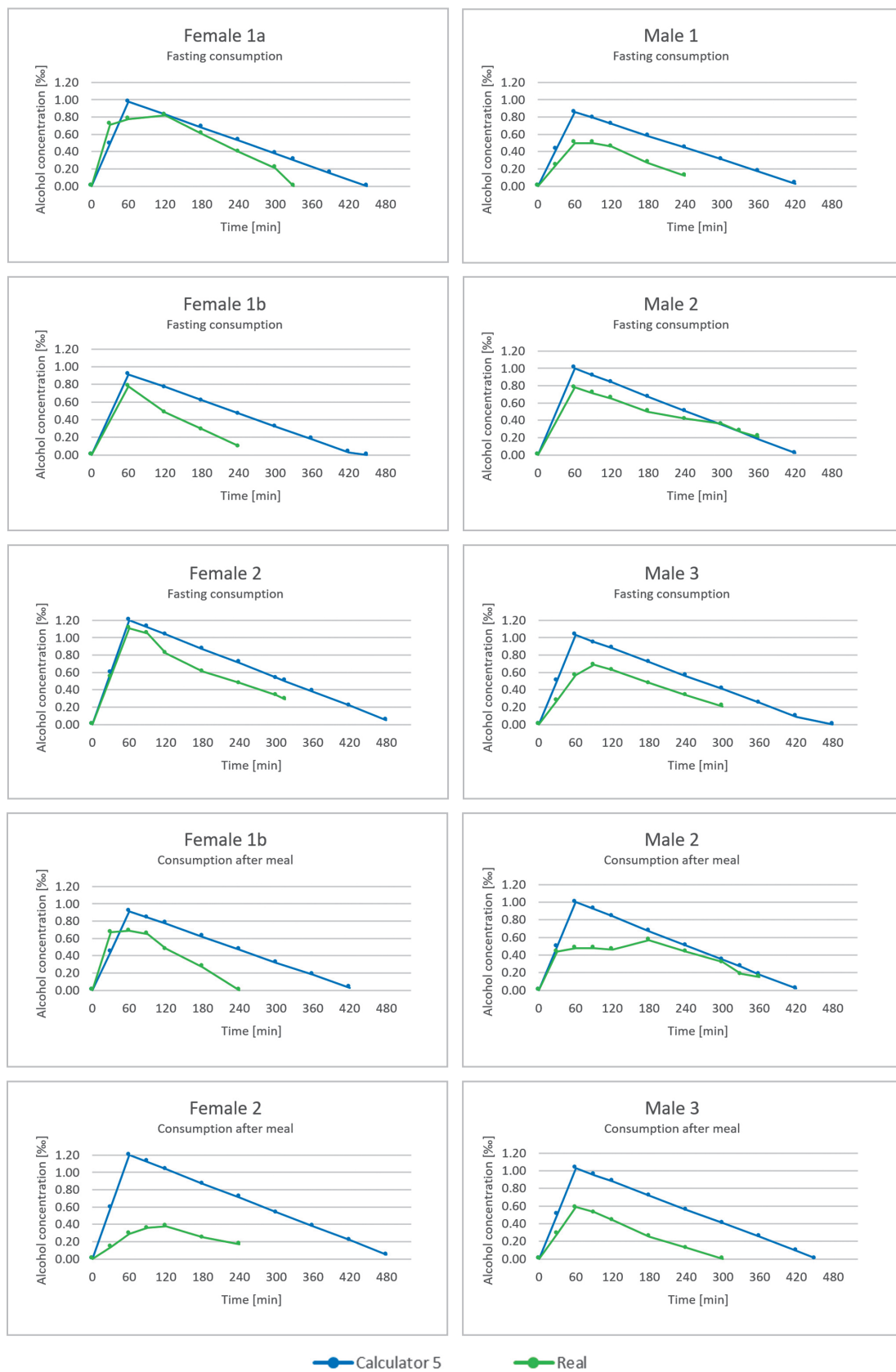
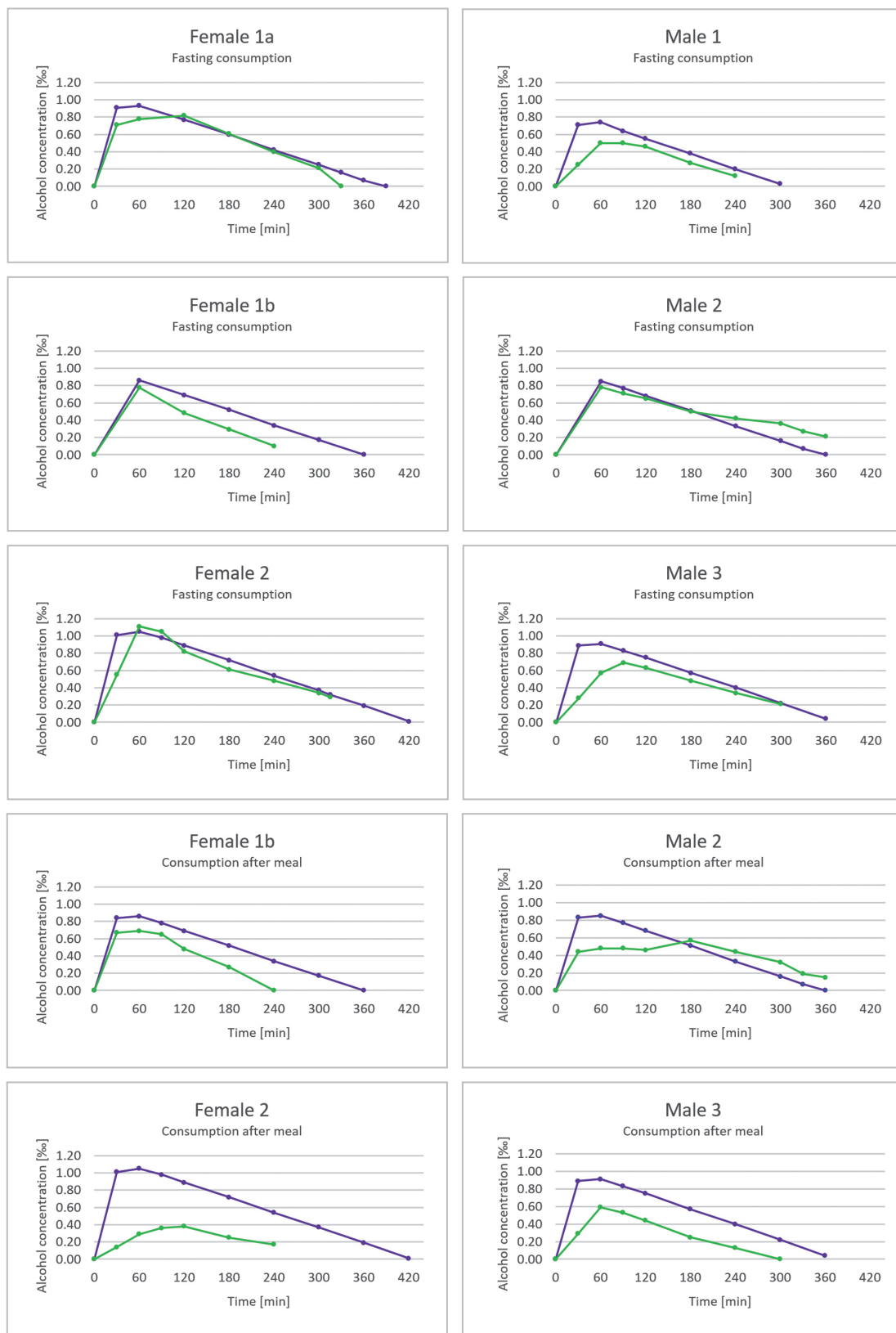


Fig. 9. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 5.



Calculator 6 Real

Fig. 10. Comparison real alcohol curve and alcohol curve from Calculator 6.

Table 2  
Comparison of the real ethanol concentrations with the results of 'BAC calculators' results

Participants and (alcohol) consumption scenario	Data	T <sub>max</sub> [min]	Alcohol conc.	Alcohol conc. [‰]						
				Exp.	Calculator 1	Calculator 2	Calculator 3	Calculator 4	Calculator 5	Calculator 6
Female 1a Fasting consumption	164 cm 66 kg <i>r</i> = 0.63  100 ml of alcohol (54% vol.)	50	c <sub>max</sub>	0.84	1.07	0.99	1.05	1.09	0.98	0.95
			c <sub>60'</sub>	0.78	1.06	0.99	0.98	0.88	0.98	0.93
			c <sub>120'</sub>	0.82	<b>0.84</b>	<b>0.86</b>	<b>0.84</b>	<b>0.68</b>	<b>0.83</b>	<b>0.77</b>
			c <sub>180'</sub>	0.61	0.53	0.73	0.71	0.48	0.68	0.60
			c <sub>240'</sub>	0.40	0.23	0.60	0.57	0.28	0.53	<b>0.42</b>
Female 1b Fasting consumption	164 cm 70 kg <i>r</i> = 0.61  130 ml of alcohol (40% vol.)	55	c <sub>max</sub>	0.80	1.00	0.90	0.95	1.00	0.91	0.88
			c <sub>60'</sub>	0.78	1.00	0.90	0.88	<b>0.81</b>	0.91	0.86
			c <sub>120'</sub>	0.48	0.74	0.77	0.74	0.62	0.77	0.69
			c <sub>180'</sub>	0.29	0.45	0.64	0.61	0.43	0.62	0.52
			c <sub>240'</sub>	0.10	0.16	0.51	0.47	0.24	0.47	0.34
Female 2 Fasting consumption	176 cm 61 kg <i>r</i> = 0.69  500 ml of alcohol (12% vol.)	50	c <sub>max</sub>	1.13	1.23	1.21	1.2	1.31	1.20	<b>1.07</b>
			c <sub>60'</sub>	1.11	<b>1.05</b>	1.21	0.91	<b>1.09</b>	1.20	<b>1.05</b>
			c <sub>120'</sub>	0.82	1.00	1.07	1.13	0.87	1.04	0.89
			c <sub>180'</sub>	0.61	0.69	0.94	0.99	0.66	0.87	0.72
			c <sub>240'</sub>	0.48	0.39	0.80	0.86	0.44	0.71	<b>0.54</b>
Male 1 Fasting consumption	179 cm 90 kg <i>r</i> = 0.68  1550 ml of alcohol (4.5% vol.)	55	c <sub>max</sub>	0.57	0.78	0.72	0.76	0.89	0.86	0.74
			c <sub>60'</sub>	0.50	0.58	0.70	0.58	0.73	0.86	0.71
			c <sub>120'</sub>	0.46	0.70	0.66	0.69	0.57	0.72	<b>0.55</b>
			c <sub>180'</sub>	0.27	0.53	0.53	0.54	0.41	0.58	0.38
			c <sub>240'</sub>	0.13	0.36	0.40	0.39	0.25	0.45	0.20
Male 2 Fasting consumption	178 cm 70 kg <i>r</i> = 0.75  170 ml of alcohol (40% vol.)	80	c <sub>max</sub>	0.80	0.96	1.01	1.06	1.10	1.00	0.86
			c <sub>60'</sub>	0.78	0.74	1.01	0.99	0.90	1.00	<b>0.85</b>
			c <sub>120'</sub>	0.65	0.85	0.87	0.84	<b>0.69</b>	0.84	<b>0.68</b>
			c <sub>180'</sub>	0.50	0.64	0.74	0.69	<b>0.49</b>	0.67	<b>0.51</b>
			c <sub>240'</sub>	0.42	<b>0.42</b>	0.60	0.55	0.29	0.51	0.33
Male 3 Fasting consumption	170 cm 75 kg <i>r</i> = 0.70  1300 ml of alcohol (5.6% vol.)	75	c <sub>max</sub>	0.69	1.16	1.01	0.99	1.10	1.03	0.93
			c <sub>60'</sub>	0.57	0.82	1.01	0.75	0.91	1.03	0.91
			c <sub>120'</sub>	0.63	1.04	0.87	0.92	0.72	0.88	0.75
			c <sub>180'</sub>	0.48	0.81	0.73	0.77	<b>0.53</b>	0.72	0.57
			c <sub>240'</sub>	0.34	0.57	0.60	0.62	<b>0.34</b>	0.56	0.40

Female 1b Consumption after meal	164 cm 70 kg $r = 0.61$  130 ml of alcohol (40% vol.)	70	$c_{max}$	0.71	1.00	0.96	0.95	1.00	0.91	0.88
			$c_{60'}$	0.69	1.00	0.96	0.89	0.81	0.91	0.86
			$c_{120'}$	0.48	0.74	0.84	0.76	0.62	0.77	0.69
			$c_{180'}$	0.27	0.45	0.71	0.63	0.43	0.62	0.52
			$c_{240'}$	0.00	0.16	0.59	0.51	0.24	0.47	0.34
Female 2 Consumption after meal	176 cm 61 kg $r = 0.69$  500 ml of alcohol (12% vol.)	100	$c_{max}$	0.40	1.23	1.27	1.21	1.31	1.20	1.07
			$c_{60'}$	0.29	1.05	1.27	0.91	1.09	1.20	1.05
			$c_{120'}$	0.38	1.00	1.14	1.14	0.87	1.04	0.89
			$c_{180'}$	0.25	0.69	1.01	1.02	0.66	0.87	0.72
			$c_{240'}$	0.17	0.39	0.87	0.89	0.44	0.71	0.54
Male 2 Consumption after meal	178 cm 70 kg $r = 0.75$  170 ml of alcohol (40% vol.)	95	$c_{max}$	0.61	0.96	1.07	1.07	1.10	1.00	0.86
			$c_{60'}$	0.48	0.74	1.07	1.00	0.90	1.00	0.85
			$c_{120'}$	0.46	0.85	0.94	0.87	0.69	0.84	0.68
			$c_{180'}$	0.57	<b>0.64</b>	0.81	0.74	0.49	0.67	0.51
			$c_{240'}$	0.44	<b>0.42</b>	0.68	0.61	0.29	0.51	0.33
Male 3 Consumption after meal	170 cm 75 kg $r = 0.70$  1300 ml of alcohol (5.6% vol.)	35	$c_{max}$	0.59	1.16	1.07	1.07	1.10	1.03	0.93
			$c_{60'}$	0.59	0.82	1.07	1.00	0.91	1.03	0.91
			$c_{120'}$	0.44	1.04	0.94	0.87	0.72	0.88	0.75
			$c_{180'}$	0.25	0.81	0.81	0.74	0.53	0.72	0.57
			$c_{240'}$	0.13	0.57	0.68	0.61	0.34	0.56	0.40

Table 3  
Comparison of 'BAC calculators'

The difference between the experimental and calculation result of alcohol concentration	Number of calculation results											
	Calculator 1		Calculator 2		Calculator 3		Calculator 4		Calculator 5		Calculator 6	
0.00–0.10‰	12	(24%)	4	(8%)	5	(10%)	12	(24%)	7	(14%)	19	(38%)
0.11–0.20‰	9	(18%)	8	(16%)	12	(24%)	17	(34%)	9	(18%)	9	(18%)
0.21–0.30‰	15	(30%)	16	(32%)	13	(26%)	10	(20%)	12	(24%)	10	(20%)
0.31–0.40‰	4	(8%)	5	(10%)	6	(12%)	3	(6%)	9	(18%)	8	(16%)
0.41–0.50‰	4	(8%)	8	(16%)	7	(14%)	5	(10%)	7	(14%)	1	(2%)
>0.50‰	6	(12%)	9	(18%)	7	(14%)	3	(6%)	6	(12%)	3	(6%)

expressed in g or ‰ taken per hour of alcohol consumption. Conversely, the alcohol deficit in Calculator 1 was a constant value of alcohol in g, which was different for men and women. Calculator 4 provided the maximum concentration for the start time of the alcohol consumption.

Furthermore, Calculators 1 and 5 used an individual  $r$  that depended on the content of body fluids. In turn, Calculators 2, 3 and 4 most likely used a constant  $r$ , established by Widmark.

According to a study by Posey and Mazayani (2007), using the  $r$  established by Widmark, as opposed

Table 4  
Comparison of elimination time from 'BAC calculators'

Data	Calculator 1		Calculator 2		Calculator 3		Calculator 4		Calculator 5		Calculator 6	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Range of $t_{0.2}$ [min]	240	345	360	570	330	600	240	300	360	450	240	360
$t_{0.2} - t_{0.2 \text{ exp.}}$ [min]	-50	140	75	365	45	395	-75	95	15	245	-60	155
underestimation												
Mean of $t_{0.2} - t_{0.2 \text{ exp.}}$ [min]	34		195		186		9		129		43	

$t_{0.2}$  – time of elimination to 0.2‰ alcohol concentration

$t_{0.2} - t_{0.2 \text{ exp.}}$  – differences between elimination time to 0.2‰ alcohol concentration from calculator ( $t_{0.2}$ ) and real time of elimination to 0.2‰ alcohol concentration ( $t_{0.2 \text{ exp.}}$ )

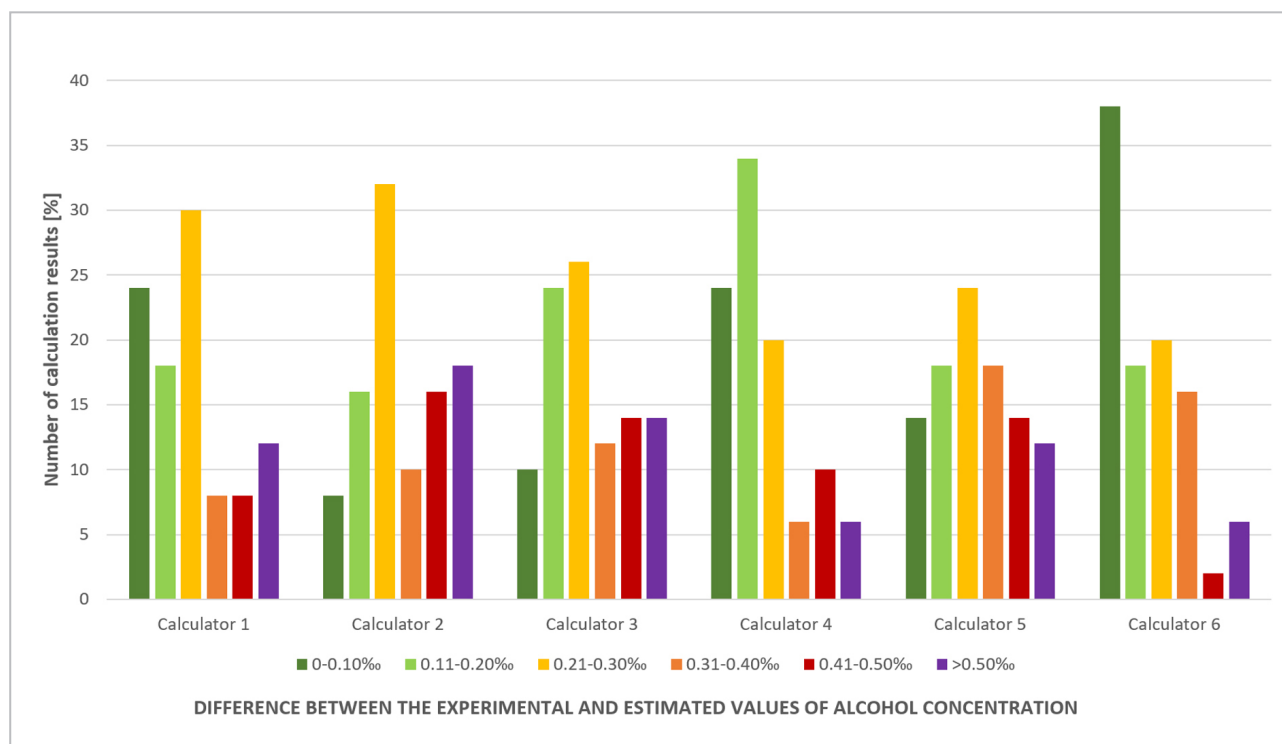


Fig. 11. Comparison of 'BAC calculators'.

to the coefficients determined by other researchers based on the physique of the person consuming the alcohol, may lead to an overestimation of the maximum theoretical alcohol concentration. From these reasons, it was observed an overestimation of the concentrations provided in the analysed BAC calculators.

In several cases, some of the data entered into the application (e.g. stomach fullness in Calculator 3 or physique in Calculator 1) did not have a significant effect on the final result.

Furthermore, a high consistency between the alcohol elimination time was observed with those

applications that use elimination coefficient expressed in g/h, which sometimes differed between men and women. In such cases, the decrease in the concentration expressed in ‰/h is variable and depends on the physique of the drinker (as such, it can be considered a 'personal elimination coefficient'). Studies collected by Jones (2010) suggest that alcohol is usually eliminated from the blood at a rate of 0.10–0.25‰ per hour. A faster elimination, up to 0.35‰ per hour, may occur in individuals with alcohol addiction during detoxification. For rare drinkers, an elimination rate of 0.15‰ per hour should be used. It may also be assumed that



alcohol is eliminated from the entire body at a rate of about 0.1 g per kg of body weight per hour, or 7 g/h for a person weighing 70 kg and 9 g/h for a person weighing 90 kg (Jones, 2019). Calculators 1, 4 and 5 used the latter approach; for example, in Calculator 1 it was assumed that the alcohol was eliminated at a rate of 9 g/h. Consequently, the rate reported by Calculators 1, 4 and 5 varied greatly, ranging from 0.15 to 0.3%/h. In turn, in Calculators 2 and 3, the elimination coefficient ranged from 0.12 to 0.15%/h (Calculator 3 used a slower rate if the alcohol was consumed on a full stomach).

In terms of the consistency between the elimination time provided by the calculators and the actual values, the applications that expressed the rate in g/h (Calculators 1, 4 and 5) matched the results of this study better than the others. Calculators 2 and 3 used a rate below 0.15%/h, which considerably increased the total elimination time. However, considering the purpose of the applications, this seems to be a safer choice.

Calculator 6 performed the calculations differently depending on the user, as it was the user who selected the relevant parameters. The customisability of the method for estimating  $r$  and the absorption and elimination parameters affected the final results. Calculator 6 does not provide the option to input stomach fullness. Consequently, the user must know whether consuming alcohol while eating or after eating affects their alcohol metabolism, in order to select the correct mode of the calculation (rate of absorption).

#### 4. Summary and results

Determining the state of intoxication based on a declared amount of consumed alcohol should take into account multiple factors that affect the alcohol concentration in the body and the complexity of alcohol metabolism. Alcohol concentration in the body and its pharmacokinetics (absorption, distribution and elimination) depend to a large extent on the individual. Nevertheless, the research on the pharmacokinetics of alcohol conducted by many authors has created a foundation for developing computational tools that can provide results similar to the actual values. The calculators analysed in this study took into account various aspects that affected the absorption, distribution and elimination of alcohol. In the case of the openly accessible applications, the best consistency between the concentrations reported for the 10 analysed cases was observed for two extremely different applications, i.e. Calculators 1 and 4. Calculator 1 used the alcohol deficit, absorption stage, personal alcohol

distribution coefficient  $r$  and the personal elimination coefficient. The application also required the user to input the largest amount of data. In turn, Calculator 4 was an application that required the user to enter less data and used a constant  $r$  and personal elimination coefficient. The application did not incorporate the alcohol deficit, and provided the maximum concentration at the end time of the alcohol consumption. These two seemingly opposite approaches demonstrated the best consistency with the actual values. Furthermore, both approaches were similar to the two prospective calculation methods used by experts to provide opinions on an individual's state of intoxication, the validity of which has been proven by Sekuła, Jama and Zuba (2020) and Jama et al. (2021). This refers to a prospective method that takes into account a 10% alcohol deficit and a thirty-minute absorption phase (as with Calculator 1), and a method that takes into account the fact that alcohol elimination starts at the same time as alcohol consumption, and consequently, the alcohol deficit and absorption time can be disregarded. However, it should be noted that in the cases analysed in this study, the individuals consumed alcohol fairly quickly (over a maximum of 35 minutes). Consequently, it is unknown what results these five applications would yield for consumption taking place over a long period of time.

Calculator 6 (the commercial application) can help alcohol science experts with determining the state of intoxication, but is not designed to be used by non-professionals due to the expert knowledge it requires. Nevertheless, any alcohol science expert should be able to develop such an application in a simple, widely available office software package.

It should be taken into account that the BAC calculators analysed in this study are designed to be used by drivers at home to check their intoxication status, and as such, they are not validated computational programs. In view of the above, it seems reasonable to conclude that, as far as home use is concerned, the best choice is to use calculators that ensure the safety of both the drivers and other road traffic participants. The most accurate in this respect were Calculators 2 and 3, as they were the only ones that mostly overestimated the elimination time by at least two hours (for one case it was about one hour).

The wide selection of applications for assessing intoxication available online indicates their growing popularity and the demand for such services. However, online calculators cannot replace reliable analytical measurements, and as such, they should not be used by experts. The potential user should approach the provided results with scepticism. It is also advisable to


test several different applications and choose the one that indicates the longest time until sobriety.

## References

1. Forrest, A. R. W. (1986). Commentary: estimation of Widmark's factor. *Journal of the Forensic Sciences Society*, 26(4), 249–252.
2. Jama, D., Sekuła, K., Zuba, D. (2021). A comparison of prospective calculations with experimental alcohol curves. *Problems of Forensic Sciences*, 128, 241–258.
3. Jones, A. W. (2010). Evidence-based survey of the elimination rates of ethanol from blood with applications in forensic casework. *Forensic Science International*, 200, 1–20.
4. Jones, A. W. (2019). Alcohol, its absorption, distribution, metabolism, and excretion in the body and pharmacokinetic calculations. *WIREs Forensic Science*, e1340.
5. Posey, D., Mozayani, A. (2007). The estimation of blood alcohol concentration Widmark revisited. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 3(1), 33–9.
6. Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Ministra Spraw Wewnętrznych i administracji z dnia 28 grudnia 2018 r. w sprawie badań na zawartość alkoholu w organizmie.
7. Seidl, S., Jansen, U., Alt, A. (2000). The calculation of blood ethanol concentrations in males and females. *International Journal of Legal Medicine*, 1114, 71–77.
8. Sekuła, K., Jama, D., Zuba, D. (2020). The influence of prospective calculation models on accuracy of determining the sobriety state. *Problems of Forensic Sciences*, 122/123, 143–163.
9. Symon, E., Rzepka, P. (2022). Alkohol. (In) *Wypadki drogowe w Polsce w 2022 roku* (pp. 62–72). Warszawa: Wydział Opiniodawczo-Analityczny Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji.
10. Urlich, L., Kramer, Y., Zink, P. (1987). Relevance of individual parameters in the calculation of blood alcohol levels in relation to the volume of intake. *Blutalkohol*, 24, 192–198.
11. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (1997). *Dziennik Ustaw*, 98, 602.
12. Watson, P. E., Watson, I. D., Batt, R. D. (1981). Prediction of blood alcohol concentrations in human subjects. Updating the Widmark equation. *Journal of Studies on Alcohol*, 42, 547–556.
13. Widmark, E. M. P. (1932). *Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung*. Berlin: Urban & Schwarzenberg [Translation to English in 1981 and entitled *Principles and applications of medicolegal alcohol determinations*. California: Biomedical Publications].
14. Wilson, H., Stoyanow, R. S., Gandabhai, S., Baldwin, A. (2016). The quality and accuracy of mobile apps to prevent driving after drinking alcohol. *JMIR mHealth and uHealth*, 4(3): e98.

## ORCID

Dominika Jama  0000-0002-4479-555X

Karolina Sekuła  0000-0001-8061-9388

Dariusz Zuba  0000-0001-5133-1756

## Corresponding author

Dominika Jama  
Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie  
ul. Westerplatte 9  
PL 31-033 Kraków  
e-mail: djama@ies.gov.pl

## ANALIZA NAJPOPULARNIEJSZYCH DOSTĘPNYCH W SIECI „KALKULATORÓW TRZEŻWOŚCI”

### 1. Wprowadzenie

Z raportu Biura Ruchu Drogowego Komendy Głównej Policji (Symon, Rzepka, 2022) dotyczącego wypadków drogowych w Polsce w 2022 roku wynika, że w tym czasie użytkownicy dróg (kierujący, piesi, pasażerowie) będący pod działaniem alkoholu uczestniczyli w 2248 wypadkach drogowych. Było to o 240 wypadków mniej niż w 2021 roku. Ponadto można zauważyć, że liczba wypadków drogowych z udziałem użytkowników dróg, będących pod działaniem alkoholu w przeciągu ostatnich 10 lat z roku na rok jest coraz niższa (Ryc. 1). W 2022 roku osoby będące pod działaniem alkoholu najczęściej uczestniczyły w zdarzeniach drogowych w soboty i niedziele. Natomiast w trakcie doby największy odsetek zdarzeń z udziałem osób pod działaniem alkoholu występował pomiędzy godz. 16.00 a 22.00 (stanowiły one 45,6% wszystkich wypadków z ich udziałem). W 2022 roku uczestnicy ruchu będący pod wpływem alkoholu spowodowali około 8% wszystkich wypadków. Najliczniejszą grupę sprawców wypadków stanowili kierujący pojazdami, a w nich największe zagrożenie bezpieczeństwa stanowili kierujący samochodami osobowymi. Wzmoczone kontrole drogowe w 2022 roku (12 453 495 kierujących poddanych badaniu na zawartość alkoholu) w porównaniu z rokiem 2021 (8 272 245 badanych) spowodowały wzrost liczby ujawnionych kierujących pojazdami pod działaniem alkoholu o 2575 osób. Należy jednak zaznaczyć, że obserwowany wzrost kontroli jest powiązany z wcześniejszym ich spadkiem spowodowanym pandemią COVID-19 trwającą w latach 2020–2023 (Ryc. 2). Z raportu policji wynika również, że większość kierujących pojazdami pod działaniem alkoholu, tj. około 80%, to osoby, u których stwierdzono „stan nietrzeźwości”, natomiast pozostałe 20% to osoby znajdujące się „w stanie po użyciu alkoholu”.

Badania stanu trzeźwości podczas kontroli drogowych regulowane są przez Ustawę z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, gdzie w art. 129ja można przeczytać: „W toku kontroli ruchu drogowego uprawniony organ kontroli może poddać kierującego pojazdem lub inną osobę, w stosunku do której zachodzi uzasadnione podejrzenie, że mogła kierować pojazdem, badaniu w celu ustalenia w organizmie zawartości alkoholu lub obecności środka działającego podobnie do alkoholu”. Sposób przeprowadzania badań stanu trzeźwości w Polsce określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 28 grudnia 2018 r. w sprawie badań na zawartość alkoholu w organizmie. Jedną ze ścieżek badania stanu

trzeźwości jest analiza przy użyciu urządzeń elektronicznych dokonujących pomiarów stężenia alkoholu w wydychanym powietrzu, tzw. analizatorów wydechu. Badania te są szybkie, nieinwazyjne i tanie w porównaniu do badania krwi. Wartość dowodowa analizy powietrza wydychanego na zawartość alkoholu jest taka sama jak badania krwi, jeżeli pomiary przeprowadzane są zgodnie z zasadami zawartymi w ww. rozporządzeniu. Poprawność wskazań analizatorów wydechu stosowanych przez policję potwierdzana jest przez wykonywany co pół roku przegląd serwisowy i wzorcowanie w akredytowanym laboratorium wzorcującym.

Obecnie popularne stało się posiadanie osobistego analizatora wydechu. Na rynku dostępnych jest coraz więcej prostych w użyciu i tanich urządzeń dokonujących pomiaru alkoholu w powietrzu wydychanym. Takie podręczne analizatory, działające najczęściej na zasadzie elektrochemicznego utleniania alkoholu, mogą służyć kierowcom do sprawdzenia stanu trzeźwości po spożyciu przez nich alkoholu. Należy jednak pamiętać, że tego typu urządzenia aby działały poprawnie, powinny być poddawane regularnym przeglądom serwisowym, najlepiej w autoryzowanych serwisach. Łączny koszt takich usług może przewyższać cenę analizatora. Naprzeciw potrzebom kierowców wyszli projektanci dostępnych w sieci darmowych aplikacji wykonujących obliczenia prospektywne, zwanych „kalkulatorami trzeźwości” czy „alkomatami online”. Programy te nie wymagają żadnego dodatkowego sprzętu poza urządzeniem z przeglądarką internetową i dostępem do sieci. W przypadku korzystania z takich aplikacji konieczne jest podanie informacji na temat budowy ciała oraz ilości i rodzaju spożytego alkoholu. Największe zainteresowanie tego typu aplikacjami obserwowane jest w okresie świątecznym czy podczas długich weekendów (Ryc. 3 i 4). W tym czasie występują także wzmoczone kontrole trzeźwości przeprowadzane przez policję na drogach, znane m.in. pod nazwą „trzeźwy poranek”.

Na blogach internetowych można znaleźć artykuły poświęcone porównaniom niektórych z dostępnych „alkomatów online” przeprowadzanym przez użytkowników podręcznych analizatorów wydechu. Osoby te zauważają w swoich analizach, że dostępne w sieci aplikacje różnią się pod względem prezentowanych wyników, co może prowadzić do błędnych decyzji w sprawie określania stanu trzeźwości. Wilson, Stoyanow, Gandabhai i Baldwin (2016) opublikowali wyniki porównania aplikacji komórkowych służących do obliczania stężenia alkoholu w organizmie w celu zapobiegania kierowania pojazdem pod wpływem alkoholu. Badacze nie byli zadowoleni

z wyników dotyczących dokładności przeprowadzanych obliczeń przez analizowane aplikacje. Duży niepokój budziły wyniki wskazujące na szybszą eliminację alkoholu, niż miała ona miejsce w rzeczywistości.

Celem niniejszej pracy była analiza sposobu wykonywania obliczeń przez dostępne w Internecie „kalkulatory trzeźwości” i ocena ich rzetelności.

## 2. Materiały i metody

Analizie poddano pięć „kalkulatorów trzeźwości” (kalkulatory 1–5), które w wyszukiwarce Google były najwyżej pozycjonowane przy przeszukiwaniu haseł związanych z samodzielnym określeniem stężenia alkoholu w organizmie, np. „alkometry online”, „kalkulatory trzeźwości”, „kiedy mogę jechać?”, „czy jestem trzeźwy?”. Do wybranych 5 aplikacji wprowadzono dane dotyczące 10 przypadków konsumpcji alkoholu przez osoby, które poddano badaniom na zawartość alkoholu w powietrzu wydychanym analizatorem Alcotest 7510 i dla których wykreślono krzywe alkoholowe (Jama, Sekuła, Zuba, 2021). Dane konieczne do uzupełnienia w analizowanych aplikacjach obejmowały: płeć, wzrost, masę ciała, wiek, rodzaj i ilość spożytego alkoholu, informacje na temat stopnia wypełnienia żołądka, godziny rozpoczęcia i zakończenia konsumpcji napoju lub czas spożywania, a także rodzaj sylwetki lub tempo metabolizmu alkoholu (Tabela 1).

Ponadto analizie poddano również komercyjny kalkulator BAC Tracker International, Inc. (kalkulator 6), który został stworzony w celu pomocy specjalistom w rachunkach prospektywnych i retrospektywnych. Aplikacja ta wymaga podania następujących danych: płeć, wzrost, masa ciała, wiek, rodzaj i ilość spożytego alkoholu, czas konsumpcji. Wypełniając formularz do obliczeń, należy również zdecydować, jaką metodą ma być szacowany współczynnik rozmieszczenia alkoholu  $r$  – Widmark (1932), Watson (Watson, Watson, Batt, 1981), Forrest (1986), Seidl (Seidl, Jensen, Alt, 2000) czy Ulrich (Ulrich, Cramer, Zink, 1987) – oraz określić tempo wchłaniania i eliminacji alkoholu z organizmu (należy podać granice zakresu – wolne i szybkie wchłanianie oraz eliminacja).

W przypadku kalkulatora 6 (aplikacja komercyjna) w celu odniesienia go do pięciu pozostałych aplikacji zastosowano domyślne ustawienia systemowe parametrów obliczeń, tj. średni współczynnik rozmieszczenia alkoholu (średnia z 5 metod), średnią szybkość wchłaniania na poziomie 4,5 g/h (wynikającą z zakresu od 2,5 do 6,5 g/h) oraz średnią szybkość eliminacji 0,18‰/h (wynikającą z zakresu od 0,10 do 0,25‰/h).

## 3. Wyniki i dyskusja

Po wprowadzeniu do 6 „kalkulatorów trzeźwości” danych dotyczących 10 przypadków konsumpcji alkoholu przeanalizowano uzyskane raporty. Raporty z pięciu ogólnie dostępnych w Internecie aplikacji zawierały następujące informacje: maksymalne stężenia alkoholu ( $c_{\max}$ ), ilość spożytego alkoholu w przeliczeniu na g lub ml czystego etanolu, stężenie alkoholu w wybranym czasie od spożycia do czasu całkowitej eliminacji, a zatem również czas całkowitego wyeliminowania alkoholu z organizmu. Kalkulatory 2, 3 i 5 w raporcie przedstawiają krzywą alkoholową w postaci wykresu słupkowego. Natomiast w przypadku kalkulatorów 1 i 4 z uzyskanych wyników można taką krzywą samodzielnie wykreślić.

Raport uzyskany w kalkulatorze 6 (aplikacja komercyjna) zawierał maksymalne teoretyczne stężenia alkoholu oszacowane z uwzględnieniem wybranych metod obliczania współczynnika rozmieszczenia alkoholu  $r$  oraz krzywą alkoholową obejmującą stężenia obliczone dla zadanego zakresu czasu z uwzględnieniem wybranych metod szacowania współczynnika  $r$  (można wybrać jednocześnie 5 metod oraz wersję ze średnim współczynnikiem ze wszystkich metod).

Na rycinach 5–10 przedstawiono porównanie rzeczywistych krzywych alkoholowych wykreślonych dla 10 analizowanych przypadków konsumpcji alkoholu z krzywymi alkoholowymi wykreślonymi na podstawie wyników z omawianych „kalkulatorów trzeźwości” (scenariusze konsumpcji przedstawiono w tabeli 2).

Porównanie analizowanych „kalkulatorów trzeźwości” przeprowadzono poprzez zestawienie rzeczywistych stężeń etanolu (maksymalne stężenia alkoholu ( $c_{\max}$ ) i stężenia po upływie 60, 120, 180 i 240 minut od rozpoczęcia spożywania alkoholu) oraz czasu eliminacji etanolu z wartościami obliczonymi przez aplikacje. Wyniki otrzymane z „kalkulatorów trzeźwości” oraz rzeczywiste wartości stężeń dla każdego analizowanego przypadku przedstawiono w tabeli 2.

W tabeli 2 pogrubiono wartości teoretycznych stężeń uzyskanych różnymi kalkulatorami, które korelowały z wartościami doświadczalnymi (przy zastosowaniu zaokrąglenia do pierwszego miejsca po przecinku dla obliczanych stężeń).

Porównanie wyników otrzymanych w „kalkulatorach trzeźwości” z wartościami doświadczalnymi stężeń przeprowadzono przez obliczenie bezwzględnego błędu, tj. różnicy między wartością wskazaną przez kalkulator a wartością doświadczalną stężenia alkoholu. Oszacowane wartości błędów pogrupowano w zakresy: 0,00–0,10‰, 0,11–0,20‰, 0,21–0,30‰, 0,31–0,40‰, 0,41–0,50‰ oraz >0,50‰. W tabeli 3 przedstawiono dla każdego kalkulatora liczbę przypadków, dla których bezwzględny błąd mieścił się w podanych wyżej zakresach, a także jaki dana liczba przypadków stanowiła procent



ze wszystkich wyników w obrębie danej aplikacji. Powyższe dane przedstawiono również w sposób graficzny na ryc. 11.

Maksymalne stężenia etanolu uzyskane z pięciu ogólnie dostępnych aplikacji były w każdym przypadku wyższe niż rzeczywiste stężenia. Różnice te stanowiły od 6% (kobieta spożywająca wino na czczo, kalkulator 3) do nawet 227% wartości rzeczywistej (kobieta spożywająca wino po posiłku, kalkulator 4).

Spośród analizowanych ogólnodostępnych aplikacji (kalkulatory 1–5) najbardziej zbliżone wyniki do wartości rzeczywistych uzyskano w przypadku kalkulatorów 1 i 4. Należy podkreślić, że kalkulator 1 to aplikacja wymagająca największej liczby danych do uzupełnienia w celu wygenerowania raportu, natomiast kalkulator 4 wymagał ich najmniej w porównaniu do pozostałych czterech aplikacji. Zgodność wyników dla pozostałych trzech „kalkulatorów trzeźwości” była porównywalna.

W przypadku kalkulatora 6 (aplikacja komercyjna) uzyskano najlepszą zgodność wyników z rzeczywistymi stężeniami alkoholu (w porównaniu z pozostałymi kalkulatorami).

W tabeli 4 przedstawiono zakresy czasu eliminacji alkoholu do uzyskania stężenia 0,2‰ (granica dla „stanu po użyciu alkoholu”) dla 10 analizowanych przypadków podane przez sześć testowanych „kalkulatorów trzeźwości”. Analiza czasu eliminacji alkoholu wykazała, że największą zgodność tego parametru uzyskano dla kalkulatorów 1 i 4. Średnia różnica czasu eliminacji podanego przez te aplikacje i czasu rzeczywistego wynosiła do około 0,5 godziny. Należy jednak zaznaczyć, że w niektórych przypadkach konsumpcji (m.in. kobieta 2 spożywająca wino na czczo oraz mężczyzna 2 spożywający wódkę na czczo i po posiłku) aplikacje te zaniżały czas eliminacji, tj. podawały, że alkohol powinien już zostać wyeliminowany z organizmu, natomiast w rzeczywistości tak nie było. Pozostałe kalkulatory wykazały się tendencją do zawyżania czasu eliminacji alkoholu z organizmu o około 3 godziny (kalkulator 2 i 3) i ponad 2 godziny (kalkulator 5) w stosunku do rzeczywistych czasów wyznaczonych podczas badań. W przypadku kalkulatora 6 (aplikacja komercyjna) obserwowano podobne zależności jak dla kalkulatorów 1 i 4. Średnia różnica czasu podanego przez tę aplikację i czasu rzeczywistego nie przekraczała 1 godziny. W niektórych przypadkach aplikacja zaniżała czas eliminacji nawet o około 60 min.

Spróbowano ustalić zasady działania analizowanych „kalkulatorów trzeźwości”. Kalkulatory 1–3 przy ustalaniu maksymalnego stężenia alkoholu i czasu jego wystąpienia w organizmie uwzględniają etap wchłaniania alkoholu oraz deficyt alkoholowy. Kalkulator 5 uwzględnia deficyt alkoholowy, a maksymalne stężenie podaje w czasie zakończenia spożywania alkoholu. W kalkulatorach 2, 3 i 5 deficyt alkoholowy uwzględniany jest w stałej wartości wyrażonej w gramach lub promilach

przyjętej na jedną godzinę spożywania alkoholu. Natomiast w kalkulatorze 1 jako deficyt przyjęta jest stała ilość alkoholu w gramach różna dla kobiet i mężczyzn. Kalkulator 4 maksymalne stężenie podaje dla godziny rozpoczęcia spożywania alkoholu.

Ustalono również, że kalkulatory 1 i 5 korzystają z indywidualnego współczynnika rozmieszczenia alkoholu (zależnego od zawartości płynów ustrojowych w organizmie). Natomiast kalkulatory 2, 3 i 4 korzystają najprawdopodobniej ze stałego współczynnika rozmieszczenia alkoholu wyznaczonego przez Widmarka.

Z badań przeprowadzonych przez Poseya i Mozayaniego (2007) wynika, że stosowanie współczynnika rozmieszczenia alkoholu wyznaczonego przez Widmarka w porównaniu ze współczynnikami wyznaczonymi przez innych naukowców (opierających się na danych dotyczących budowy ciała osoby spożywającej alkohol) może przyczynić się do zawyżania obliczanego maksymalnego teoretycznego stężenia alkoholu. Skutkiem tego może być przeszacowywanie uzyskiwanych stężeń w analizowanych „kalkulatorach trzeźwości”.

Zauważono, że w niektórych przypadkach część uzupełnianych danych (np. stopień wypełnienia żołądka – kalkulator 3 czy typ sylwetki – kalkulator 1) nie ma znaczącego wpływu na wyniki obliczeń.

Ponadto zaobserwowano, że dużą zgodność czasu eliminacji alkoholu wykazały aplikacje, które najprawdopodobniej stosują współczynnik eliminacji alkoholu z organizmu wyrażony poprzez g/h (niekiedy różniący się u mężczyzn i kobiet). W takim przypadku spadek stężenia w organizmie wyrażony w ‰/h jest zmienny i zależy od budowy ciała osoby spożywającej alkohol (można go uznać za „indywidualny współczynnik eliminacji”). Z badań zebranych przez Jonesa (2010) wynika, że alkohol eliminowany jest z krwi najczęściej z szybkością w zakresie 0,10–0,25‰ na godzinę. Szybsza eliminacja wynosząca do 0,35‰ na godzinę może natomiast występować u alkoholików będących w trakcie detoksykacji. U osób sporadycznie spożywających alkohol właściwe jest przyjęcie średniej szybkości eliminacji na poziomie 0,15‰ na godzinę. W obliczeniach można również przyjąć, że alkohol eliminowany jest z całego organizmu z szybkością około 0,1 g na kg masy ciała na godzinę lub 7 g/h dla osoby o masie ciała 70 kg i 9 g/h dla osoby ważącej 90 kg (Jones, 2019). Kalkulatory 1, 4 i 5 stosują drugie z wymienionych wyżej podejść, np. kalkulator 1 zakłada, że alkohol eliminuje się z szybkością 9 g/h. W związku z powyższym w obrębie aplikacji 1, 4 i 5, alkohol eliminował się w szerokim zakresie od 0,15 do 0,3‰. Natomiast w przypadku kalkulatorów 2 i 3 współczynnik eliminacji wahał się w zakresie od 0,12 do 0,15‰/h (w przypadku kalkulatora 3 zaobserwowano wolniejszą eliminację dla spożycia alkoholu przy wypełnionym żołądku).

Nawiązując do porównania czasu eliminacji alkoholu podanego przez kalkulatory z rzeczywistymi wynikami, można zauważyć, że aplikacje opierające się na założeniu eliminacji alkoholu w g/h (kalkulatory 1, 4 i 5) miały większą zgodność z wynikami badań niż pozostałe. Kalkulatory 2 i 3 liczyły eliminację alkoholu z szybkością poniżej 0,15‰/h, co w sposób znaczący wydłużało czas całkowitej eliminacji tego związku z organizmu. Biorąc jednak pod uwagę charakter analizowanych aplikacji, wydaje się to zdecydowanie bezpieczniejszym wyborem.

W przypadku kalkulatora 6 zasady obliczeń są zależne od osoby, która wypełnia dane w formularzu. Od użytkownika zależy bowiem, jakie parametry obliczeń wybierze. Możliwość wyboru metody szacowania współczynnika rozmieszczenia alkoholu czy parametrów wchłaniania i eliminacji ma wpływ na uzyskane wyniki. W kalkulatorze 6 nie ma możliwości określenia stopnia wypełnienia żołądka. Użytkownik musi zatem przewidzieć, czy okoliczność spożycia alkoholu z posiłkiem lub po posiłku ma wpływ na metabolizm alkoholu i sam powinien wybrać odpowiedni model obliczeń (szybkość wchłaniania).

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Przy ustalaniu stanu trzeźwości w oparciu o deklarowane ilości spożytego alkoholu należy brać pod uwagę szereg czynników wpływających na stężenie tego związku w organizmie, a także złożoną problematykę metabolizmu alkoholu. Stężenie etanolu w organizmie oraz jego przemiany (wchłanianie, dystrybucja, eliminacja) zależą w dużej mierze od osoby spożywającej alkohol. Niemniej jednak badania dotyczące farmakokinetyki alkoholu przeprowadzone przez wielu naukowców dają podstawy do stworzenia narzędzi do przeprowadzania obliczeń pozwalających na uzyskiwanie wyników zbliżonych do rzeczywistych wartości. Analizowane w niniejszej pracy kalkulatory biorą pod uwagę różne aspekty wpływające na wchłanianie, dystrybucję i eliminację alkoholu. W przypadku aplikacji ogólnie dostępnych najlepszą zgodność dotyczącą stężeń uzyskanych dla analizowanych przypadków wykazano dla dwóch skrajnie różnych aplikacji – kalkulatora 1 i 4. Kalkulator 1 w swoich obliczeniach uwzględnia deficyt alkoholowy, etap wchłaniania, indywidualny współczynnik rozmieszczenia alkoholu oraz indywidualny współczynnik eliminacji. Jest on również najbardziej wymagający pod względem danych koniecznych do uzupełnienia. Natomiast kalkulator 4 to aplikacja wymagająca najmniej danych, stosująca stały współczynnik rozmieszczenia alkoholu i indywidualny współczynnik eliminacji. Aplikacja ta nie uwzględnia deficytu alkoholowego, a maksymalne stężenie wskazuje na czas zakończenia spożywania alkoholu. Dwa, wydaje się, skrajnie różne podejścia wskazują na najlepszą

zgodność z wartościami rzeczywistymi. Można również zauważyć, że oba wskazane wyżej podejścia do obliczeń podobne są do dwóch metod obliczeń prospektywnych stosowanych w opiniowaniu w sprawach ustalania stanu trzeźwości, których słuszność udowodniono w pracach Sekuły, Jamy i Zuby (2020) oraz Jamy i współpracowników (2021). Chodzi tu o metodę uwzględniającą w obliczeniach prospektywnych 10% deficyt alkoholowy i 30-minutową fazę wchłaniania (podobnie do kalkulatora 1) oraz metodę uwzględniającą fakt, że eliminacja alkoholu rozpoczyna się już w czasie rozpoczęcia jego spożywania i w takim przypadku uwzględnianie deficytu alkoholowego oraz czasu wchłaniania nie jest konieczne. Należy jednak zwrócić uwagę, że analizowane w niniejszej pracy przypadki były konsumpcjami alkoholu w dość szybkim czasie (maksymalnie do 35 minut), więc nie jest wiadome jak przedstawiałyby się porównanie tych 5 aplikacji dla konsumpcji rozciągniętych w czasie.

Kalkulator 6 (aplikacja komercyjna) to narzędzie, które może być pomocne specjalistom z zakresu alkoholologii w ustalaniu stanu trzeźwości. Nie jest to aplikacja odpowiednia do stosowania przez nieprofesjonalistów, wymaga bowiem specjalistycznej wiedzy w tym zakresie. Jednocześnie nie jest to program, którego specjalista z tej dziedziny nauki nie potrafiłby sam stworzyć w prostym programie komputerowym z ogólnodostępnych pakietów biurowych.

Należy natomiast wziąć pod uwagę fakt, że analizowane ogólnodostępne „kalkulatory trzeźwości” mają służyć w warunkach domowych jako weryfikacja stanu trzeźwości kierowców i nie są to zwalidowane programy obliczeniowe. W związku z przeznaczeniem tych aplikacji zasadne wydaje się stwierdzenie, że do użytku domowego najlepszym wyborem są kalkulatory, które zapewnią bezpieczeństwo zarówno ich użytkownikom, jak i pozostałym uczestnikom ruchu drogowego. Pod tym względem najlepsze okazały się kalkulatory 2 i 3, gdyż jako jedyne wskazywały przeważnie co najmniej 2-godzinne zawyżenie czasu eliminacji alkoholu z organizmu (w jednym przypadku było to około 1 godziny).

Szeroki wybór internetowych aplikacji służących do oceny stanu trzeźwości wskazuje na rosnącą popularność i zapotrzebowanie na tego typu usługi. Wirtualne analizatory nie zastąpią wiarygodnych wyników pomiarów analitycznych i nie mogą być narzędziem w rękach biegłego. Potencjalny użytkownik powinien ostrożnie podchodzić do uzyskiwanych wyników i najlepiej przetestować kilka wybranych aplikacji, po czym wybrać tę, która wskazuje najdłuższy czas trzeźwienia.