



WARSZAWSKI
UNIwersytet
MEDYCZNY

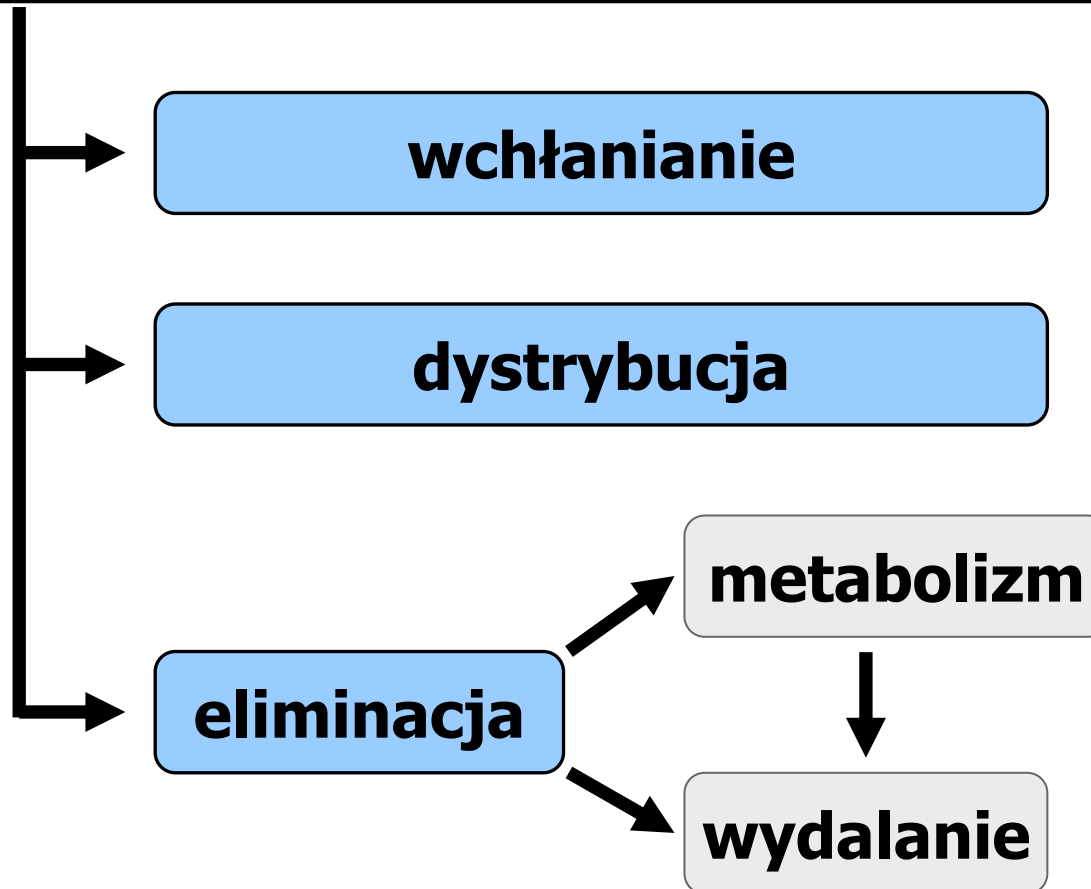
PODSTAWY TOKSYKOLOGII ALKOHOLU I BADANIA STANU TRZEŹWOŚCI

mgr biol. Agnieszka Siwińska
specjalista laboratoryjnej toksykologii medycznej i
toksykologii sądowej



- jest przyczyną największej liczby zatruć śmiertelnych w Polsce
- jest czynnikiem zwiększającym ryzyko nagłego zgonu
- stanowi przyczynę wielu wypadków drogowych (kierowcy, rowerzyści, piesi)
- jest czynnikiem kryminogennym, m. in. zwiększa ryzyko zachowań agresywnych i autoagresywnych
 - pobicia, zabójstwa
 - samobójstwa

przemiany alkoholu etylowego w organizmie



wchłanianie EtOH

- jama ustna (ok. 1 %)
- żołądek (ok. 20-25%)
- górny odcinek jelita cienkiego
- (dwunastnica, j. czcze, j. kręte (ok. 75-80 %))



Wchłanianie

- **Odbywa się na zasadzie dyfuzji biernej**
- **Trwa od kilkunastu minut do kilku godzin (0,5-3 h)**
- **Przy konsumpcji wydłużonej w czasie równolegle z wchłanianiem trwa eliminacja**
- **Prawie nigdy nie jest całkowite (deficyt alkoholowy)**
- **Jest procesem bardzo zmiennym (za każdym razem przebiega inaczej - nawet u tego samego człowieka i w tych samych warunkach)**

Wchłanianie

szybszemu wchłanianiu sprzyjają:

- **picie na „pusty żołądek” (kilka godzin od ostatniego posiłku)**
- **resekcja żołądka lub jego części (alkohol szybciej dociera do miejsca najefektywniejszego wchłaniania czyli jelita cienkiego)**
- **picie napojów o stężeniu 15-25%**
- **obecność CO₂ (np. wina musujące, drinki z gazowanym napojem)**

Dystrybucja alkoholu

- wysycenie tkanek etanolem jest proporcjonalnie do stanu ich uwodnienia (alkohol całkowicie miesza się z wodą)
- podczas wchłaniania stężenie alkoholu jest statystycznie nieco wyższe niż we krwi żyłnej

- ślina
- ciało szkliste
- perylimfa
- PMR
- mocz
- surowica
- **rew**
- żółć
- mięśnie szkielet.
- mózg
- wątroba
- tkanka kostna
- tkanka tłuszczowa

zawartość wody w wybranych płynach ustrojowych

- krew pełna **osoby żywej** zawiera **80%** +/-2% wody
- krew **ze zwłok** ma zmienną zawartość wody (zmiany termiczne, zmiany pośmiertne) tj. **61-88%**
- surowica i osocze - **90%**
- ciało szkliste, perylimfa, PMR – **98-99%**
- mocz – **96%**
- żółć - **70-95%**



Ustalanie równowagi stężeń

- Tzw. plateau Grehanta - teoretycznie faza ta trwa kilka - kilkanaście minut, praktycznie może trwać nawet kilkadziesiąt minut
- Penetracja do tkanek i płynów ustrojowych zgodnie z gradientem stężeń
- Wysokość osiągniętego stężenia zależna od uwodnienia danej tkanki lub płynu
- Szybkość narastania stężenia zależna od przepływu krwi (mózg!!!)

Eliminacja

- Wydalanie w postaci niezmięnionej z powietrzem, moczem, potem (kilka %)
- Metabolizm – głównie w wątrobie
 - **ADH** (dehydrogenaza alkoholowa - cytoplazmatyczny enzym obecny głównie w wątrobie, ale także w innych tkankach, np. w żołądku) + AldDH i łańcuch oddechowy
 - **MEOS** (mikrosomalny system utleniania alkoholu – uniwersalny, silnie indukowalny układ oparty o cytochrom p450)
 - **Katalaza** (znaczenie marginalne)

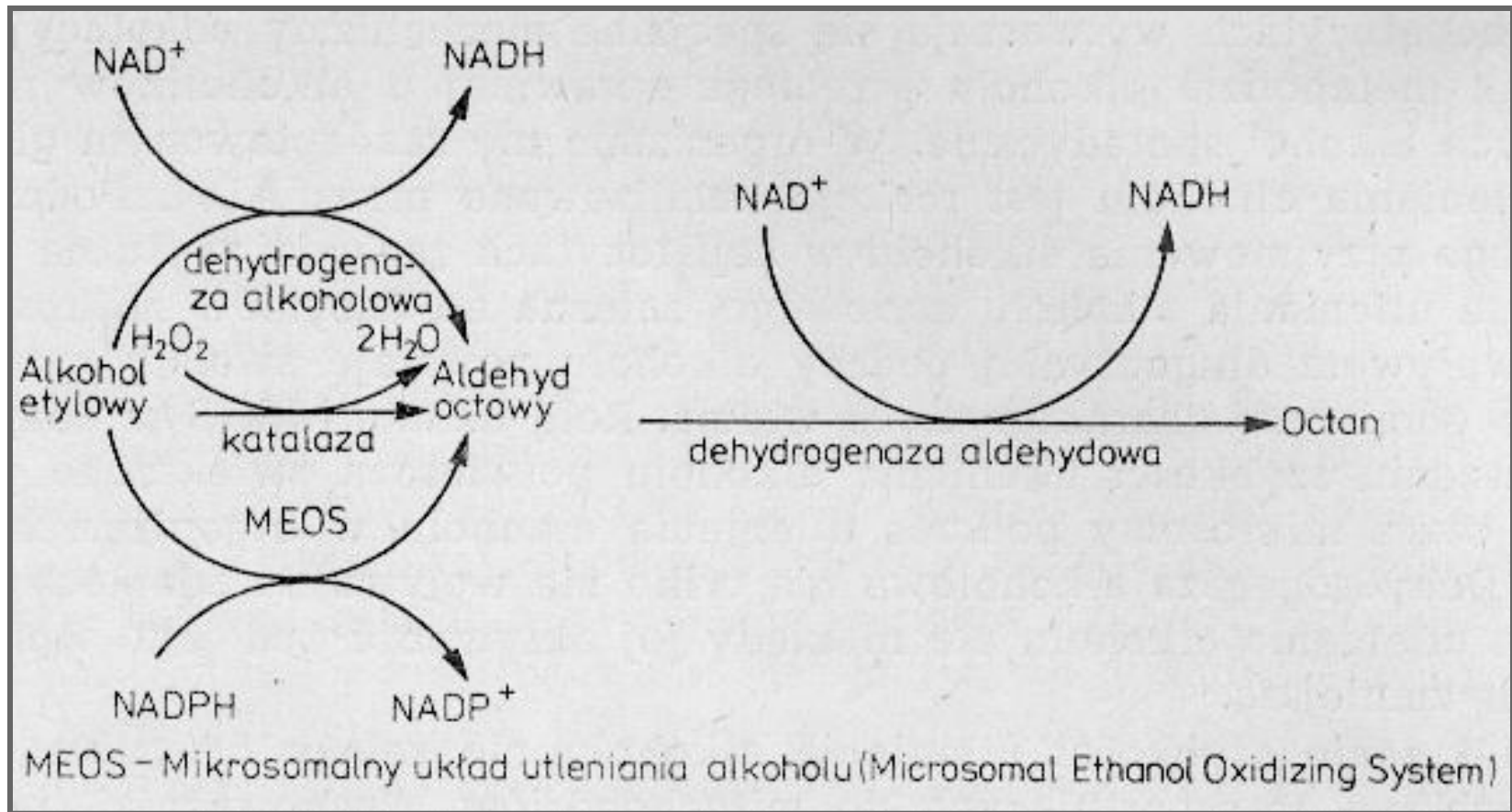


czynniki wpływające na poziom alkoholu

- marskość wątroby (w zależności od stopnia niewydolności) – we wczesnym etapie ograniczenie metabolizmu jest nieznaczne!
- wymioty – początkowo obniżenie, a następnie ponowny wzrost stężenia alkoholu we krwi
- utrata 25-30% krwi – wzrost stężenia alkoholu we krwi
- infuzja płynów krwiozastępczych (dożylna) – spadek stężenia etanolu we krwi („rozcieńczanie”), ponowny wzrost stężenia alkoholu odbieranego przez krew z tkanek



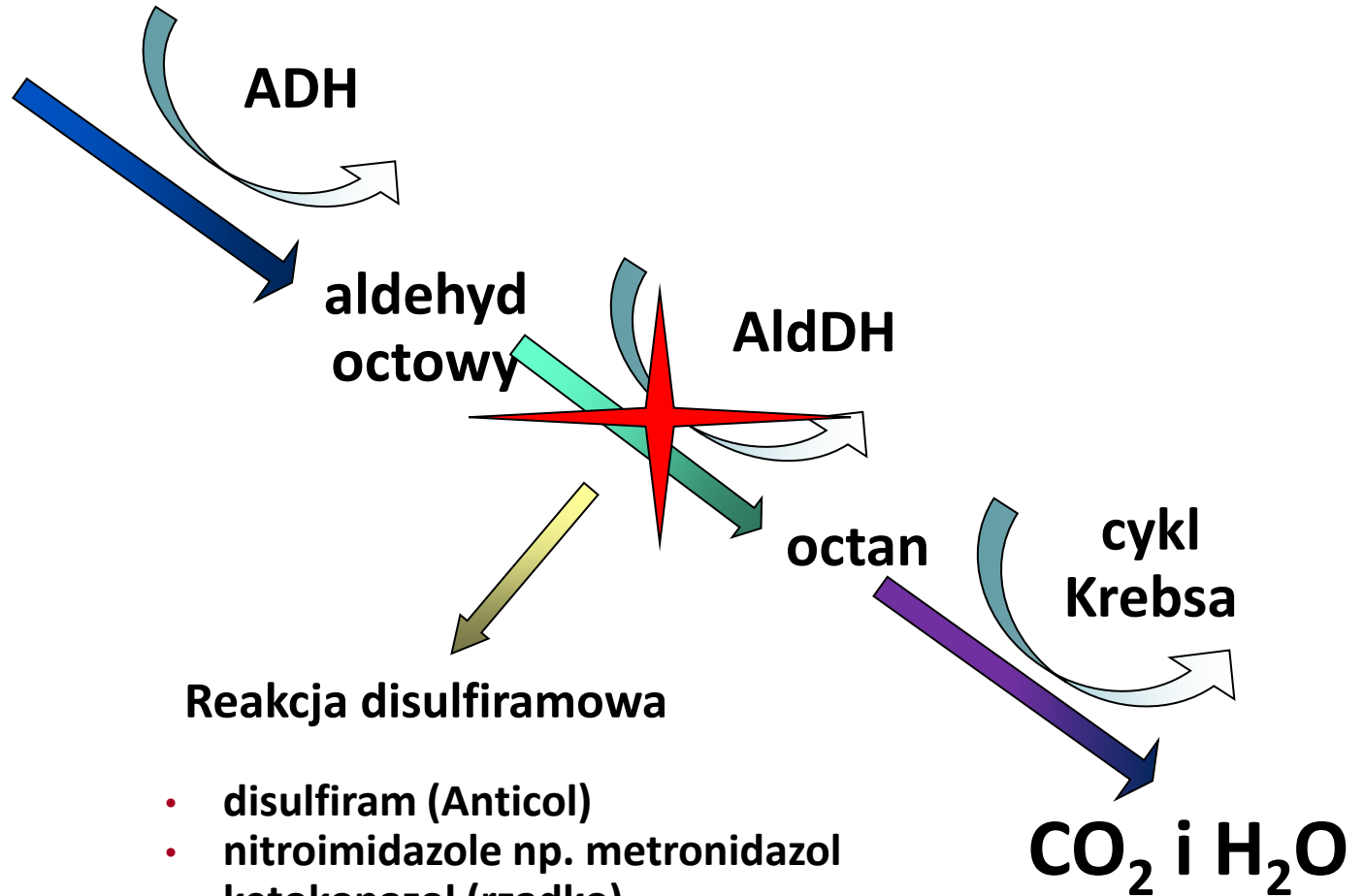
Schemat metabolizmu alkoholu etylowego w wątrobie przy udziale układu dehydrogenaz i MEOS



układ dehydrogenaza alkoholowa (ADH)/ dehydrogenaza aldehydowa (AldDH)

- Zlokalizowany głównie w wątrobie (cytozol hepatocytów), ale również w nerkach, żołądku, błonie śluzowej jelit, trzustce, tkance tłuszczowej, mięśniach (gł. przeponie i sercu), płucach, tk. mózgowej i siatkówce oka. Metabolizuje etanol przy udziale dinukleotydu pirydynowego (NAD).
- Optimum pH – 8,6-8,7
- maksymalna wydajność ADH – ok. 1 ‰
- Znaczna zmienność fenotypowa ADH – poszczególne izoenzymy mają różne powinowactwo do etanolu
- Nieswoistość – bierze udział w metabolizmie innych alkoholi, wit. A, sterydów
- metabolizuje do ok. 90% spożytego alkoholu

alkohol
etylowy

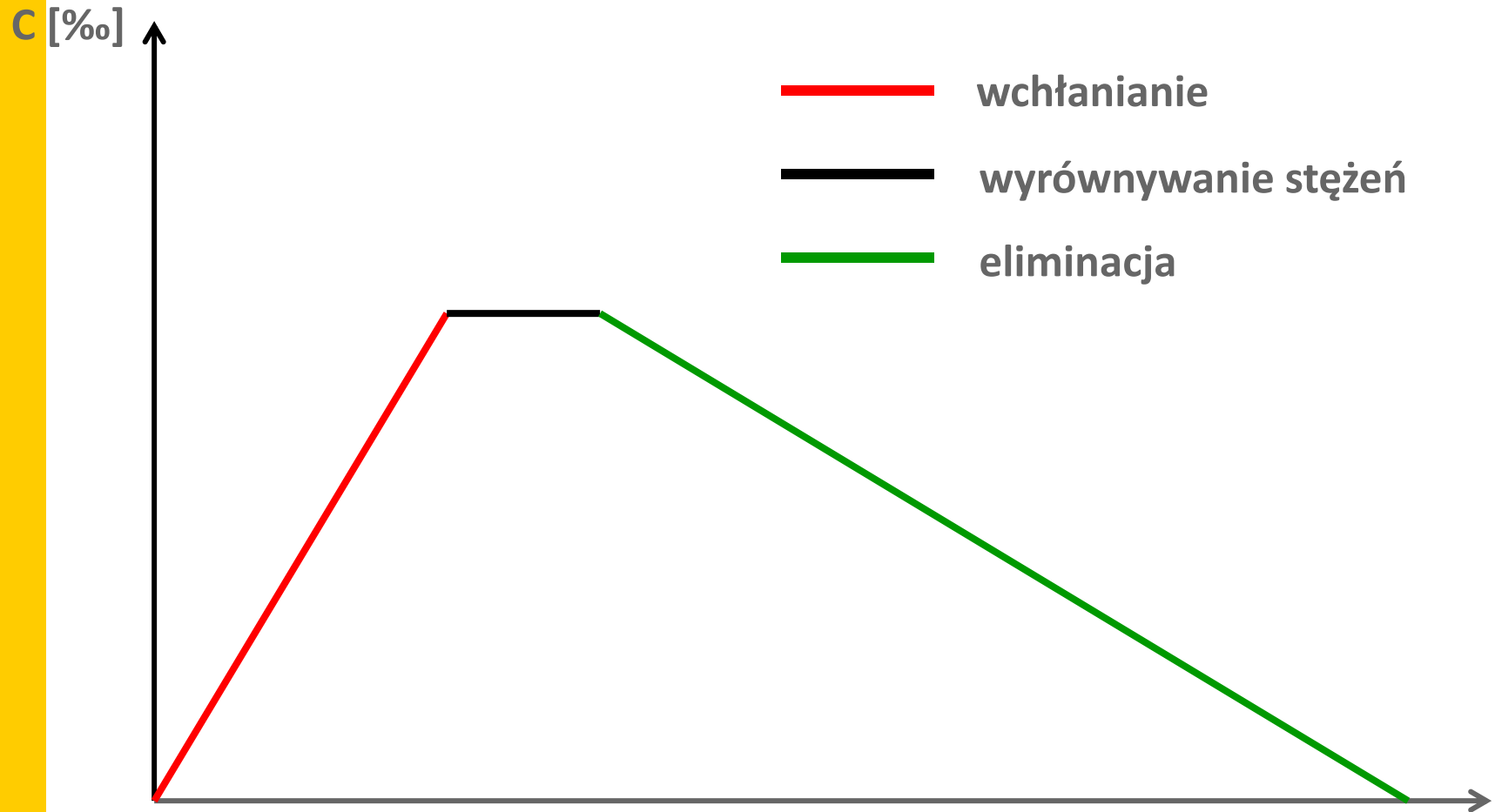


- disulfiram (Anticol)
- nitroimidazole np. metronidazol
- ketokonazol (rzadko)
- niektóre cefalosporyny
- poch. sulfonilomocznika (dla preparatów II generacji reakcje są słabe)
- kopryna (grzyb czernidłak)

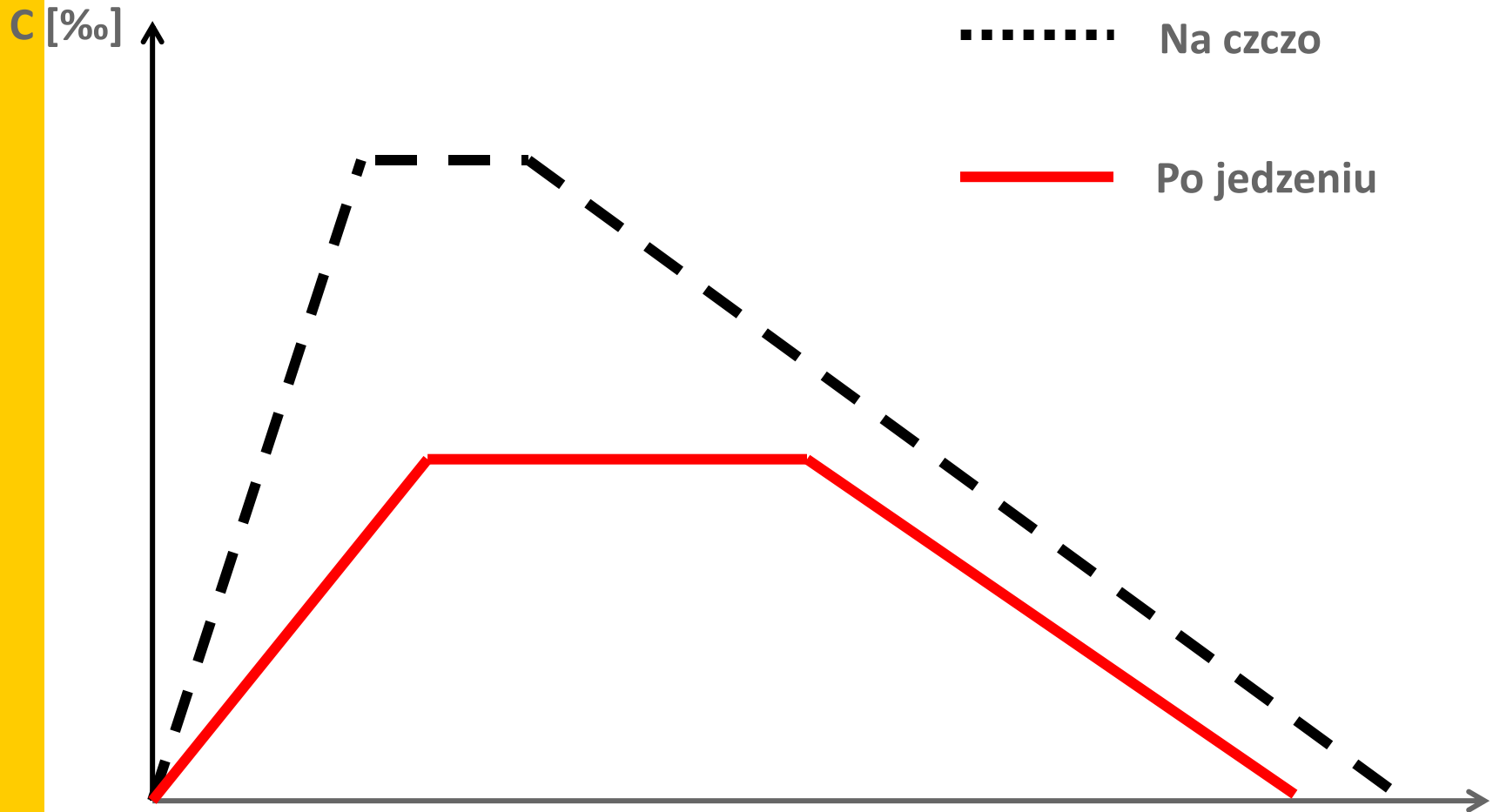
MEOS

- cytochrom CYP 2E1 zlokalizowany w gładkiej siateczce endoplazmatycznej komórek wątroby (frakcja mikrosomalne hepatocytów)
- metabolizuje etanol przy udziale difosfopirydynonukleotydu (NADP).
- optimum działania pH – 7.0
- alkohol jest autoinduktorem MEOS
- maksymalna aktywność MEOS występuje przy
4 - 5 ‰

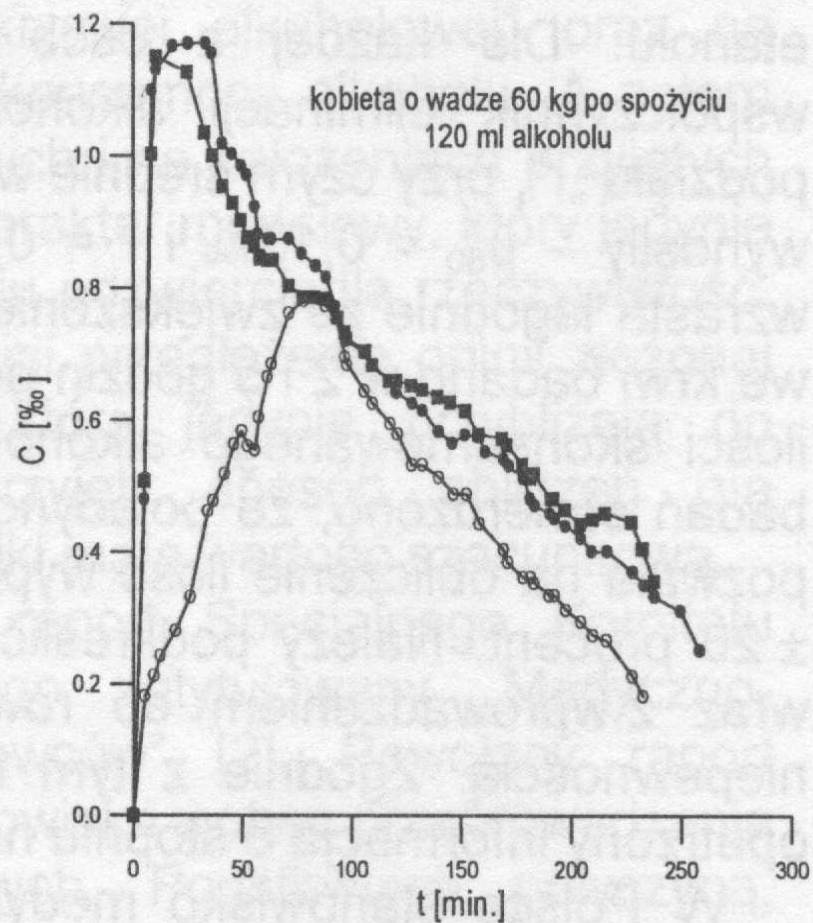
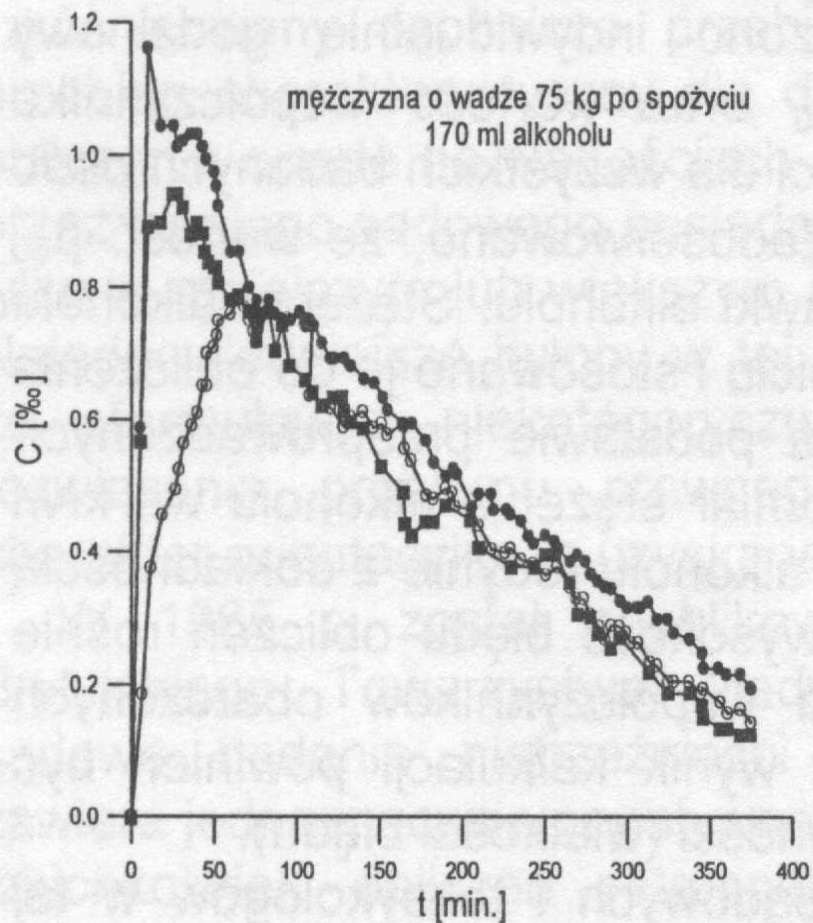
Teoretyczna krzywa alkoholowa



Krzywa alkoholowa c.d.

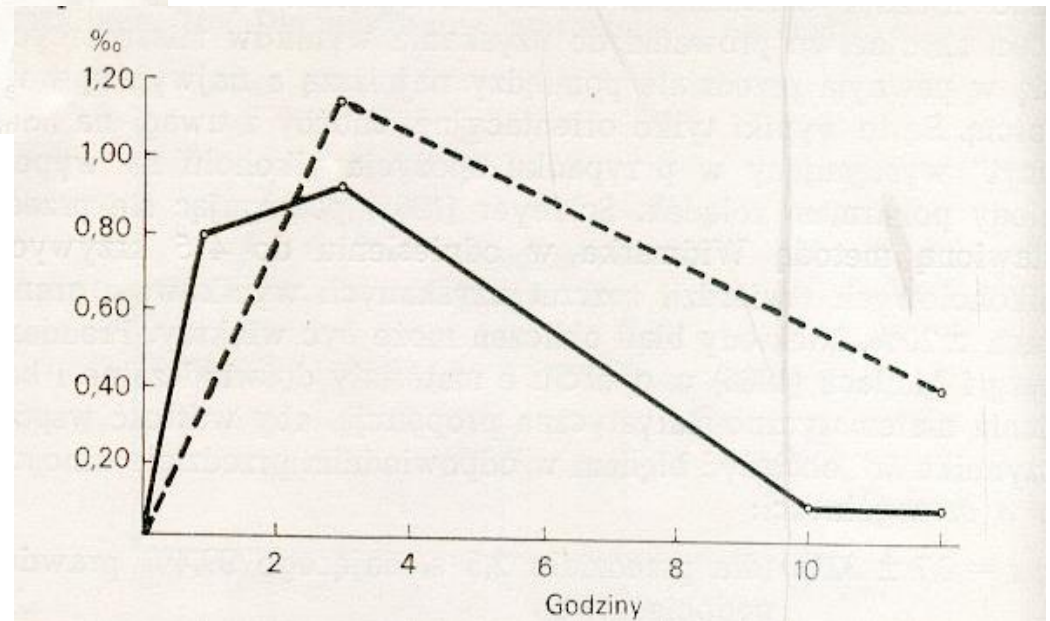
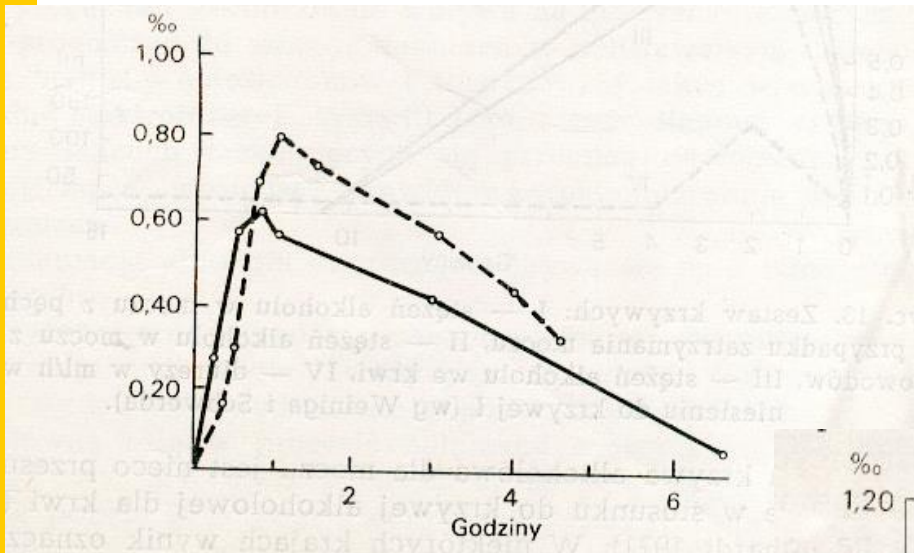


Rzeczywista krzywa



u tej samej osoby spożycie takiej samej dawki alkoholu w jednakowych warunkach eksperymentalnych prowadzi do uzyskania różnych krzywych alkoholowych, przy czym znaczące różnice dotyczą przede wszystkim wchłaniania

Krzywa alkoholowa dla krwi (linia ciągła) i dla moczu (linia przerywana) przy częstym opróżnianiu pęcherza



Krzywa alkoholowa dla krwi (linia ciągła) i dla moczu (linia przerywana) przy rzadkim opróżnianiu pęcherza

Współczynnik eliminacji β_{60}

- odpowiada szybkości eliminacji alkoholu w ciągu godziny
- jego wartość wynosi średnio 0,1 – 0,2 ‰
- W końcowej fazie eliminacji alkoholu współczynnik jest jednak o wiele mniejszy i wynosi 0,04 – 0,05 ‰ (przy stęż. 0,1- 0,12)

Do najważniejszych skutków upośledzających gotowość do prowadzenia pojazdu i zmniejszających sprawność w ruchu drogowym można zaliczyć:

Zaburzenia napięcia i koordynacji mięśniowej,

- przedłużenie odruchów bezwarunkowych;
- zaburzenia równowagi,
- oczopląs, podwójne widzenie, utrudnione różnicowanie barw
- ograniczenie pola widzenia, działanie nasenne i narkotyczne, pogłębiające zmęczenie.

Zaburzenia czynności psychicznych:

- tj. zmniejszenie pojemności i podzielności uwagi,
- upośledzenie szybkości wyboru i decyzji,
- przedłużenie odruchów warunkowych,
- zmniejszenie samokrytycyzmu przy wzmożonym samopoczuciu,
- upośledzenie myślenia logicznego,
- znużenie i wyczerpanie,
- ujawnienie się ujemnych cech charakterologicznych.



Zmiany sprawności wzrokowej i mięśniowej w zależności od stężenia alkoholu we krwi:

0,3‰ - oko dostrzega gorzej rodzaj i kształt przedmiotów ukazujących się w głębi pola widzenia,
- pojawiają się pierwsze zakłócenia równowagi,
- następuje obniżenie zdolności spostrzegania ruchomych źródeł światła.

0,4‰ - czas adaptacji oka do ciemności po olśnieniu światłem przedłuża się o 2/3.

0,5‰ - czas reakcji na nowe bodźce wzrokowe ulega opóźnieniu,
- zdolność dostrzegania ruchomych światła obniża się o 1/3
- pojawia się opóźnienie i osłabienie dostrzegania przedmiotów na obwodzie pola widzenia.

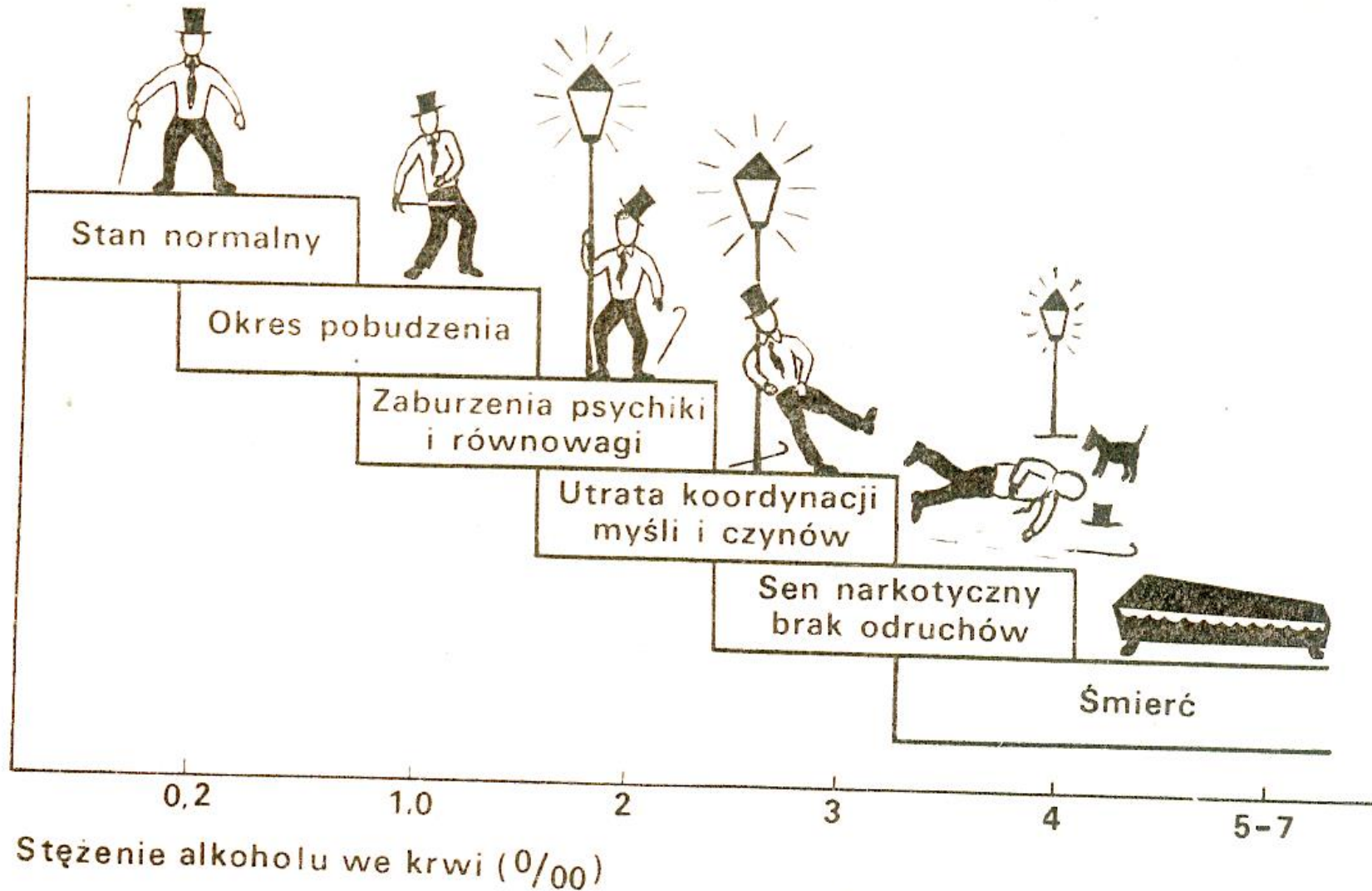
działanie alkoholu etylowego na organizm

- **0,2-0,5 ‰ pierwsze zakłócenia bez uchwytnych objawów**
- **0,5-1,0 ‰ - osłabienie ostrości wzroku i adaptacji do ciemności, polepszenie samopoczucia z osłabionym krytycyzmem zakłócenie szybkości reakcji i spostrzegawczości, praca z większą ilością błędów**
- **1,0-1,5 ‰ - wyraźna euforia, przedłużony czas reakcji (wypadki komunikacyjne), nadmierna pewność siebie, skłonność do kłótni i awantur oraz nieopanowanie ruchów**
- **1,5-2,0 ‰ - Brak krytycyzmu, zaburzenie równowagi koordynacji ruchów, silnie przedłużony czas reakcji**

działanie alkoholu etylowego na organizm

- **2,0-2,5 ‰ stan silnego upojenia ze znacznymi zaburzeniami równowagi**
- **2,5-3,0 ‰ - silne zaburzenia równowagi i koordynacji ruchowej dochodzące do stanu zamroczenia alkoholowego**
- **3,5- 4,0 ‰ - Ciężkie zatrucie z głęboką śpiączką, często z zaburzeniami krążeniowo-oddechowymi i drgawkami**
- **>4,0 ‰ śpiączka , brak odruchów, rozszerzenie źrenic, silny spadek temperatury ciała, stopniowe osłabienie i zahamowanie oddechu i czynności serca wskutek porażenia ośrodka oddechowego i naczynioruchowego**

To samo stężenie alkoholu u różnych osób może powodować różne skutki biologiczne



Stężenie śmiertelne etanolu we krwi > 4 ‰

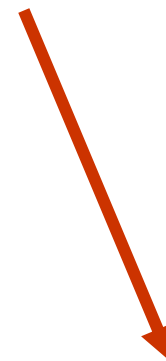
dawka śmiertelna etanolu



dla dorosłych

3-6 g alkoholu/kg m.c.

**300–400 ml czystego alkoholu
(750 – 1000 ml wódki 40%)**



dla dzieci

1-2 g alkoholu/kg m.c.



alkohol fizjologiczny (wytwarzany w żywym organizmie)

- przemiana materii
- aktywność metaboliczna mikroorganizmów przewodu pokarmowego
- najczęściej jego stężenie jest niższe niż 0,01 – 0,02 ‰
- przyjmuje się, że maksymalne stężenie może wynosić do 0,05 ‰

alkohol endogenny (powstaje po zgonie *in corpore* oraz *in vitro*)

jego pojawianie się i tempo przyrostu są uzależnione od wielu czynników:

- aktywność symbiontów jelitowych, której nie ograniczają już mechanizmy immunologiczne
- patologiczna flora obecna przyżyciowo
- kolonizacja zwłok przez mikroorganizmy z zewnątrz (urazy z szerokim otwarciem powłok, zanieczyszczenie ran)
- temperatura otoczenia
- stosowana przed zgonem antybiotykoterapia
- przyjmuje się, że maksymalne stężenie może wynosić do 0,5 ‰, sporadycznie do około 1 ‰

za tym, że wykryty alkohol jest pochodzenia endogennego przemawia:

- **stan zwłok (zazielenienie powłok, smugi dyfuzyjne, uogólnione zmiany gnilne)**
- **wygląd i woń próbki**
- **obecność wyższych alkoholi widoczna na chromatogramie podczas wykonywania analizy w kierunku alkoholu (n-butanol, n-propanol, alkohole amyłowe – pentanole)**
- **obecność alkoholu we krwi i jego brak w ciałku szklistym (o ile zostało pobrane)**

Zagadnienia prawne związane z alkoholem w medycynie sądowej

**Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku
Prawo o ruchu drogowym
art. 45**

Zabrania się kierowania pojazdem, prowadzenia kolumny pieszych, jazdy wierzchem lub pędzenia zwierząt osobie w stanie nietrzeźwości, w stanie po użyciu alkoholu lub środka działającego podobnie do alkoholu.

***Ustawa o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi z dnia 26 października 1982 r.
(tekst jednolity: Dz. U. 2002 r. Nr 147 poz. 1231)
art. 46 ust. 2 i 3***

Stan po użyciu alkoholu zachodzi, gdy zawartość alkoholu w organizmie wynosi lub prowadzi do:

- 1) stężenia we krwi od 0,2‰ do 0,5‰ alkoholu albo
- 2) obecności w wydychanym powietrzu od 0,1 mg do 0,25 mg alkoholu w 1 dm³.

Stan nietrzeźwości zachodzi, gdy zawartość alkoholu w organizmie wynosi lub prowadzi do:

- 1) stężenia we krwi powyżej 0,5‰ alkoholu albo
- 2) obecności w wydychanym powietrzu powyżej 0,25 mg alkoholu w 1 dm³.

***Kodeks Karny (Dz. U. 1997 nr 88 poz. 553)
art. 115 § 16***

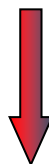
Stan nietrzeźwości zachodzi, gdy:

**zawartość alkoholu we krwi przekracza 0,5 promille
albo prowadzi do stężenia przekraczającego tę wartość
Zawartość alkoholu w 1 dm³ powietrza wydychanego
przekracza 0,25 mg
albo prowadzi do stężenia przekraczającego tę wartość**



Unormowania prawne dotyczące badania żywych na zawartość alkoholu

- ustawa z dnia 26 października 1982 r. o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi (tekst jedn. Dz. U. z 2019 r., poz. 2277);
- Ustawa Prawo o ruchu drogowym - art. 129 ust. 2 pkt 3 ustawy i art. 129i (Dz.U. z 2012 r. poz. 1137 ze zm.).
- Kodeks postępowania karnego – obowiązek podejrzanego poddania się badaniu
- Rozporządzenie Ministra Sprawiedliwości z dnia 23 lutego 2005 r. w sprawie poddawania badaniom lub wykonywania czynności z udziałem oskarżonego oraz osoby podejrzanej (Dz. U. Nr 33, poz. 299 z 2005 r.)
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 grudnia 2018 r. w sprawie badań na zawartość alkoholu w organizmie (Dz. U. 2018, poz. 2472).



Wytyczne Polskiego Towarzystwa Medycyny Sądowej i Kryminalistyki z 2004r. (stworzone na podstawie istniejącego prawa) dla jednostek i biegłych zajmujących się badaniami na zawartość alkoholu i opiniowaniem związanym z ustalaniem stanu trzeźwości

Podstawa prawna dotycząca oceny stanu trzeźwości

***Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku
Rozdział: Prawo o ruchu drogowym
art. 126***

1. Badanie w celu ustalenia zawartości w organizmie alkoholu przeprowadza się przy użyciu urządzeń elektronicznych dokonujących **pomiaru stężenia alkoholu w wydychanym powietrzu.**
2. Przepisu ust. 1 nie stosuje się, jeżeli stan osoby podlegające badaniu uniemożliwia jego przeprowadzenie urządzeniem elektronicznym. W takim przypadku **ustalenie zawartości w organizmie alkoholu następuje na podstawie badania krwi lub moczu.**
3. Badanie w celu ustalenia zawartości w organizmie alkoholu **może być przeprowadzone również w razie braku zgody kierującego, o czym należy go uprzedzić.**

***Ustawa z dnia 6.06.1997 r.
Kodeks postępowania karnego
z późn. zmianami
art. 74 § 2***

Oskarżony jest jednak obowiązany poddać się:

1. oględzinom zewnętrznym ciała oraz innym badaniom niepołączonym z naruszeniem integralności ciała (..);
2. (...) oraz badaniom połączonym z dokonaniem zabiegów na jego ciele, z wyjątkiem chirurgicznych, pod warunkiem że dokonywane są przez uprawnionego do tego pracownika służby zdrowia z zachowaniem wskazań wiedzy lekarskiej i nie zagrażają zdrowiu oskarżonego, jeżeli przeprowadzenie tych badań jest nieodzowne; w szczególności oskarżony jest obowiązany przy zachowaniu tych warunków poddać się pobraniu krwi, włosów lub wydzielin organizmu (...)

Podstawa prawna dotycząca pobierania materiału biologicznego do badania na zawartość etanolu

Ustawa z dnia 6 kwietnia 1990 r. o Policji
Rozdział 3 Zakres uprawnień policji
art. 16 pkt 1

W razie niepodporządkowania się wydanym na podstawie prawa poleceniom organów policji lub jej funkcjonariuszy, policjanci mogą stosować środki przymusu bezpośredniego.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 września 1990 roku w sprawie określenia przypadków oraz warunków i sposobów użycia przez policjantów środków przymusu.
(Dz. U. Nr 30, poz 181 z późn. zm.)

Mając na uwadze pobranie krwi, mogą wchodzić w grę wyłącznie fizyczne środki obeszładniające.

Podstawa prawna dotycząca pobierania materiału biologicznego do badania na zawartość etanolu c.d.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 grudnia 2018 r. w sprawie badań na zawartość alkoholu w organizmie (Dz. U. 2018, poz. 2472).

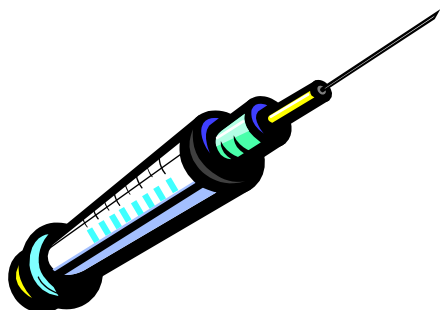
1. § 8. 1. Badanie krwi przeprowadza się, jeżeli:
 - 1) osoba badana odmawia poddania się badaniu wydychanego powietrza;
 - 2) osoba badana, pomimo przeprowadzenia badania wydychanego powietrza, żąda badania krwi;
 - 3) stan osoby badanej, w szczególności wynikający ze spożycia alkoholu, choroby układu oddechowego lub innych przyczyn, uniemożliwia przeprowadzenie badania wydychanego powietrza;
 - 4) wystąpił brak wskazania stężenia alkoholu w wydychanym powietrzu spowodowany przekroczeniem zakresu pomiarowego analizatora wydechu.

§ 9.

1. Badanie krwi pobranej z żyły osoby badanej polega na przeprowadzeniu co najmniej dwóch analiz laboratoryjnych krwi: metodą chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym i metodą spektrofotometryczną z użyciem dehydrogenazy alkoholowej (metodą enzymatyczną), **albo** metodą chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym przy użyciu dwóch różnych warunków analitycznych.

2. Krew do badania pobiera się do dwóch probówek, w objętości co najmniej po 5 cm³ do każdej z nich, z zachowaniem następujących warunków:

- 1) do pobrania krwi używa się wyłącznie sprzętu jednorazowego użytku;
- 2) do probówek, do których pobiera się krew, nie wolno dodawać jakichkolwiek substancji, poza środkami zapobiegającymi krzepnięciu i rozkładowi krwi umieszczonymi w każdej probówce przez producenta;
- 3) do dezynfekcji skóry używa się środków odkażających niezawierających alkoholu.



Pobieranie krwi

- **Tylko uprawnieni pracownicy służby zdrowia**
- **Krew pobierana do specjalnych banderolowanych pakietów dostarczanych przez funkcjonariuszy policji**
- **Protokół pobrania krwi i lekarskiego badania trzeźwości – jest to dowód rzeczowy !!!**

Krew - żywi

- krew pobiera się z żyły łokciowej. Miejsce pobrania dezynfekuje się płynami niespirytusowymi (rivanol, woda utleniona, sterinol itp.)
- krew pobiera się do obanderolowanej fiolki (pakiet do pobrania krwi na alkohol)
- nie można pobierać krwi z wenflonu, który służył do podawania innych substancji,
- jeśli krew jest pobrana na antykoagulant - traktujemy ją jak krew pełną
- należy **dokładnie i starannie** wypełniać protokół pobrania krwi.

oznaczenie stężenia alkoholu wykonywane analizatorem biochemicznym najczęściej dotyczy **SUROWICY**

wynik przelicza się na krew pełną **dzieląc go przez 1,2** (współczynnik podziału krew/surowica = 1,2)

pakiet policyjny do pobierania próbek krwi



zawartość pakietu policyjnego

- rękawiczki jednorazowe
- gazik do odkażenia miejsca wkłucia zawierający płyn odkażający bez alkoholu
- gumka pełniąca rolę stazy
- próżniowy system pobierania krwi
- dwie fiolki z antykoagulantem i fluorkiem sodu
- instrukcja pobrania krwi
- protokół pobrania krwi
- pakiet i banderole do oklejenia fiolek i pakietu

Metody oznaczania alkoholu w organizmie

- metody pośrednie (analiza powietrza wydychanego)
 - analizatory kieszonkowe
 - analizatory osobiste
 - analizator przesiewowy (skryningowy) - AlcoBlow
 - **analizatory dowodowe**
 - **podręczne** (utlenianie elektrochemiczne)
 - Alcosensor IV
 - SD-400
 - Alcotest 7410
 - **stacjonarne** (pomiar w podczerwieni)
 - Alkometr A2.0
 - Intox EC/IR
- metody bezpośrednie
 - metoda ADH
 - **metoda chromatografii gazowej**

Analiza powietrza wydychanego

- Analiza powietrza wydychanego opiera się na prawie Henry'ego – Daltona
- w ustabilizowanych warunkach temperatury w pęcherzykach płucnych ustala się stan równowagi stężeń alkoholu:
- stęż. alkoholu we krwi/stęż. alkoholu w powietrzu pęcherzykowym = 1/2100

stąd

1 mg/l powietrza wydychanego = **2,1** ‰

gdyż

1 ml krwi zawiera tyle alkoholu co **2,1** l powietrza pęcherzykowego



AlcoBlow

**Analizator
skryningowy**

**Wskazanie
jakościowe**

**Dioda zielona –
poziom $<0,2$ prom**

**Dioda żółta – stan po
spożyciu alkoholu**

**Dioda czerwona –
stan nietrzeźwości**

- **AlcoBlow służy do szybkiego badania szerokiego strumienia kierowców, aby nie tamować ruchu (akcje Znicz, Powrót z wakacji, Trzeźwy poranek itp.).**
- **Nie posiada ustnika, badanie wykonuje się po zbliżeniu go do ust badanego.**
- **Jest bardzo szybko gotowy do następnego pomiaru.**
- **Kierowcy, u których zapaliła się pomarańczowa lub czerwona lampka są następnie badani analizatorami dowodowymi.**

analizatory dowodowe - podręczne



**Alkotest 7410
Dräger**



**Alkosensor IV
Intoximeters**



**SD-400
Lion**

analizatory dowodowe - stacjonarne



**Alkometr A2.0
AWAT**



**Alkometr A2.0m04
AWAT**

Metoda enzymatyczna

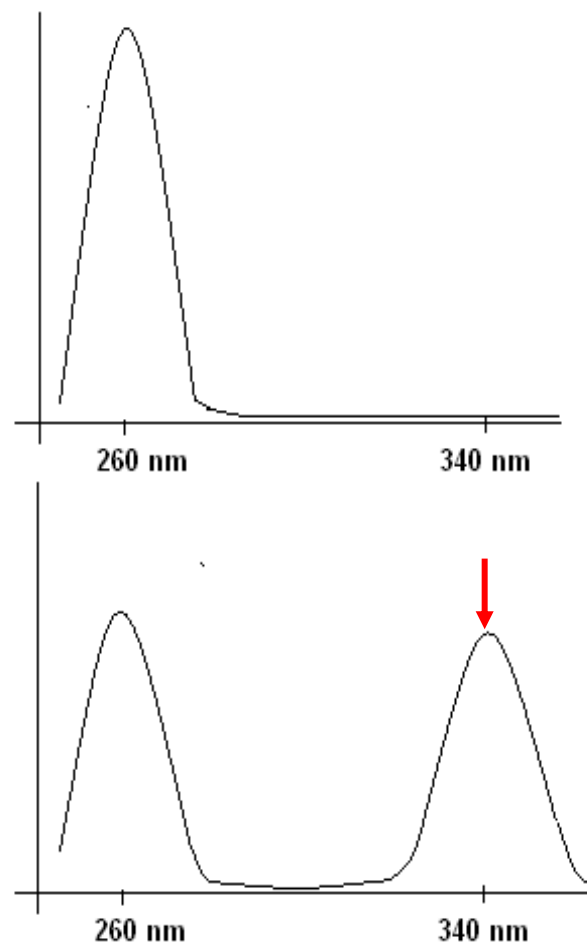
- utlenianie etanolu do aldehydu octowego katalizowane przez dehydrogenazę alkoholową, z udziałem koenzymu NAD . Podczas tego procesu NAD ulega zredukowaniu do NADH.
- Reakcja przebiega **ilościowo** - stężenie NADH zależy od stężenia etanolu.
- Poziom NADH oznacza się spektrofotometrycznie – wykazuje on swoistą absorpcją światła w bliskim nadfiolecie przy długości fali 340 nm.
- ADH katalizuje też utlenianie innych alkoholi np. metanolu, n-propanolu, izopropanolu, ale ze znacznie mniejszą szybkością

Metoda enzymatyczna ADH



Spektrofotometria $\lambda = 340 \text{ nm}$

- jest względnie droga
- jest zautomatyzowana w analizatorach biochemicznych, więc jest użyteczna do celów klinicznych)



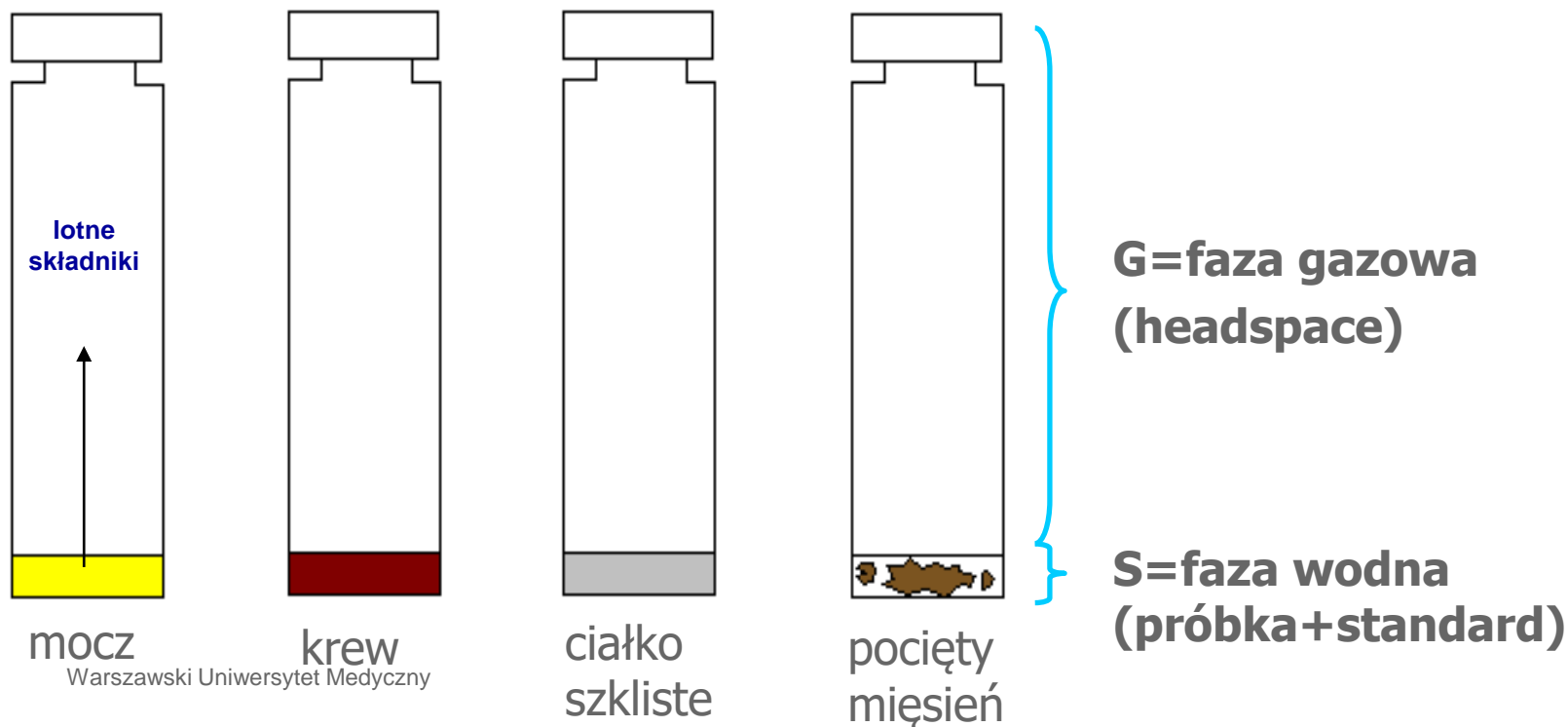
Metoda chromatografii gazowej

- rozdział mieszanin dzięki różnicom podziału poszczególnych składników mieszaniny między fazę stacjonarną a fazę ruchomą
- najczęściej stosowaną techniką jest analiza fazy nadpowierzchniowej czyli fazy gazowej znad materiału biologicznego (head-space).
- zalety metody:
 - Łatwość przygotowania próbki do analizy
 - Szybkość wykonania oznaczenia
 - Czułość pomiaru i selektywność w stosunku do etanolu
 - w jednym przebiegu analitycznym można oznaczać równolegle metanol, etanol, aceton, izopropanol ew. inne lotne składniki

chromatografia gazowa

technika headspace

próbka badana i roztwór standardu wewnętrznego są szczelnie zamykane w kapslowanej fiolce. Inkubacja prób w podwyższonej temperaturze (np. 80 st. C powoduje odparowanie lotnych składników próbki – etanol, wzorzec wewnętrzny, ew. aceton, izopropanol itp. Po ustaleniu się równowagi stężeń pomiędzy cieczą a fazą gazową (powietrzem w fiolce) do badania pobierana jest tylko faza gazowa – składniki matrycy biologicznej nie trafiają do kolumny chromatograficznej i nie interferują w oznaczeniu.



Chromatogram rozdziału lotnych składników krwi

1. metanol

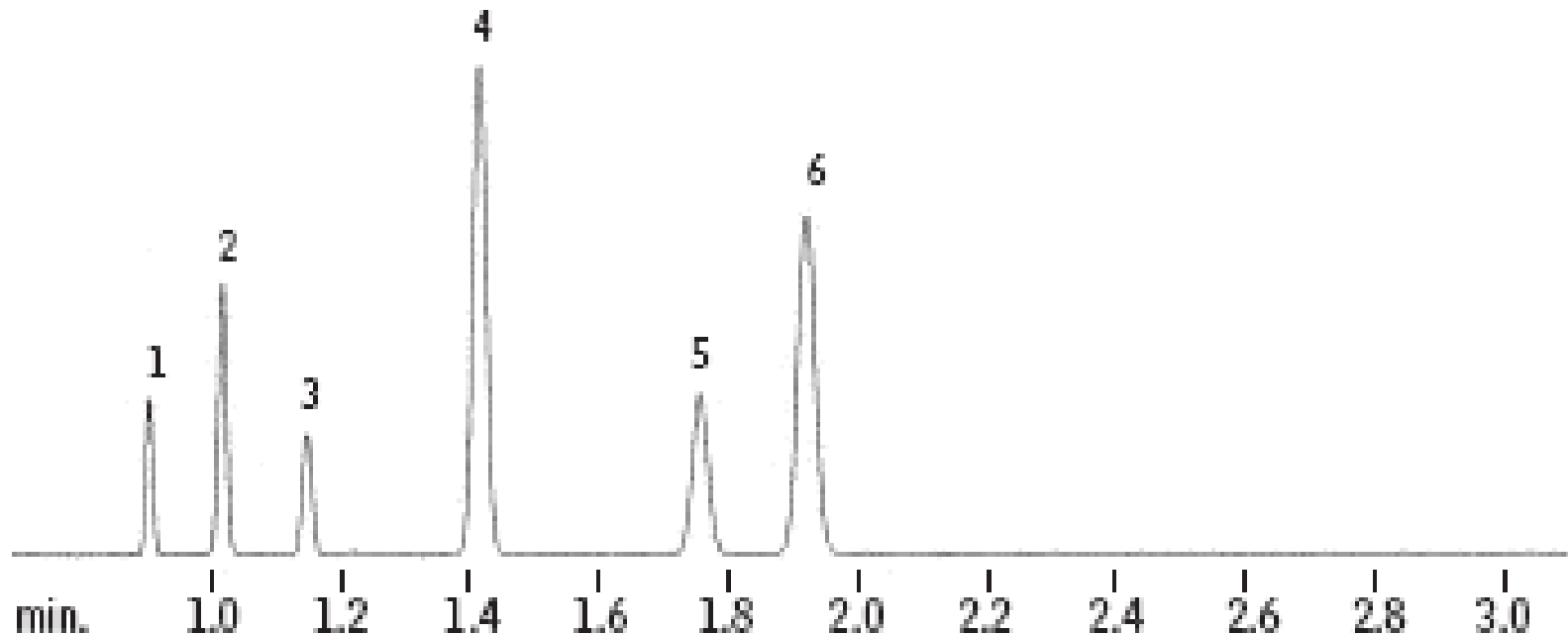
2. acetaldehyd

3. etanol

4. izopropanol

5. aceton

6. n-propanol



Ustalanie stanu trzeźwości

- wynik analizy - poziom krwi lub powietrza wydychanego na zawartość alkoholu
- badanie lekarskie – objawy kliniczne
- zeznania świadków opisujących zachowanie podejrzanego
i okoliczności wydarzenia
- obliczenia teoretyczne na podstawie wyników badania i zeznań

Opiniowanie o stanie trzeźwości

Ustalanie stanu trzeźwości dla potrzeb wymiaru sprawiedliwości (dochodzenia prokuratorskie, sprawy karne, rzadziej cywilne)

- Obliczenia retrospektywne i prospektywne (weryfikacja zeznań, ustalanie stężenia w momencie zdarzenia, ustalanie spożytej ilości)
- Ocena prawidłowości przeprowadzonych badań
- Ustalanie wpływu alkoholu i/lub ew, leków i narkotyków na poczytalność i funkcje pamięci
- Ustalanie wpływu przyjmowanych leków na uzyskane wyniki badań na zawartość alkoholu

Informacje niezbędne do przeprowadzenia rachunku prognostycznego i retrospektywnego:

- czas zdarzenia
- waga i wzrost podejrzanego
- dane o spożytych przez podejrzanego napojach alkoholowych i preparatach zawierających alkohol
 - rodzaj
 - ilość
 - czas spożycia
- informacje o posiłkach, które konsumował podejrzany

Obliczenia prospektywne

- ustalanie stanu trzeźwości na podstawie dowodów osobowych tj. np. zeznań świadków, gdy badania nie zostały przeprowadzone
- weryfikacja zeznań podejrzanego co do ilości i czasu spożytego alkoholu zwłaszcza w kontekście picia po zdarzeniu (tzw. „nadpicie”) lub spożywania preparatów leczniczych zawierających alkohol i konfrontacja z uzyskanymi wynikami badań

Wzór Widmarka

$$A = C \times (p \times r) \quad C = A / (p \times r)$$

C – stężenie alkoholu we krwi [‰]

A – ilość alkoholu etylowego w gramach zawarta w organizmie lub w danym napoju

$$A = \text{zaw. EtOH (\% obj.)} \times 0,79 \times \text{ilość „setek”}$$

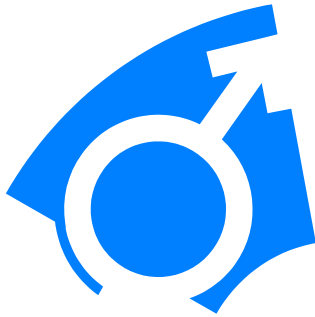
Np. 250 ml wódki 40% zawiera $40 \times 0,79 \times 2,5 = 80 \text{ g EtOH}$

p – masa ciała w kilogramach

r – współczynnik redukcji masy ciała:

- Szttywny: 0,68 dla mężczyzn; 0,55 dla kobiet (obecnie nie zalecany do obliczeń)
- Zindywidualizowany obliczony z masy ciała i wzrostu np.
 - wg Alta, Jensena i Seidla
 - wg Ulricha, Kramera i Zinka
 - wg Forresta

Indywidualny współczynnik „r” wg Alta, Jensena, Seidla



Mężczyźni

$$r = 0,31608 - (0,00482 \times \text{waga w kg}) + (0,004632 \times \text{wzrost w cm})$$



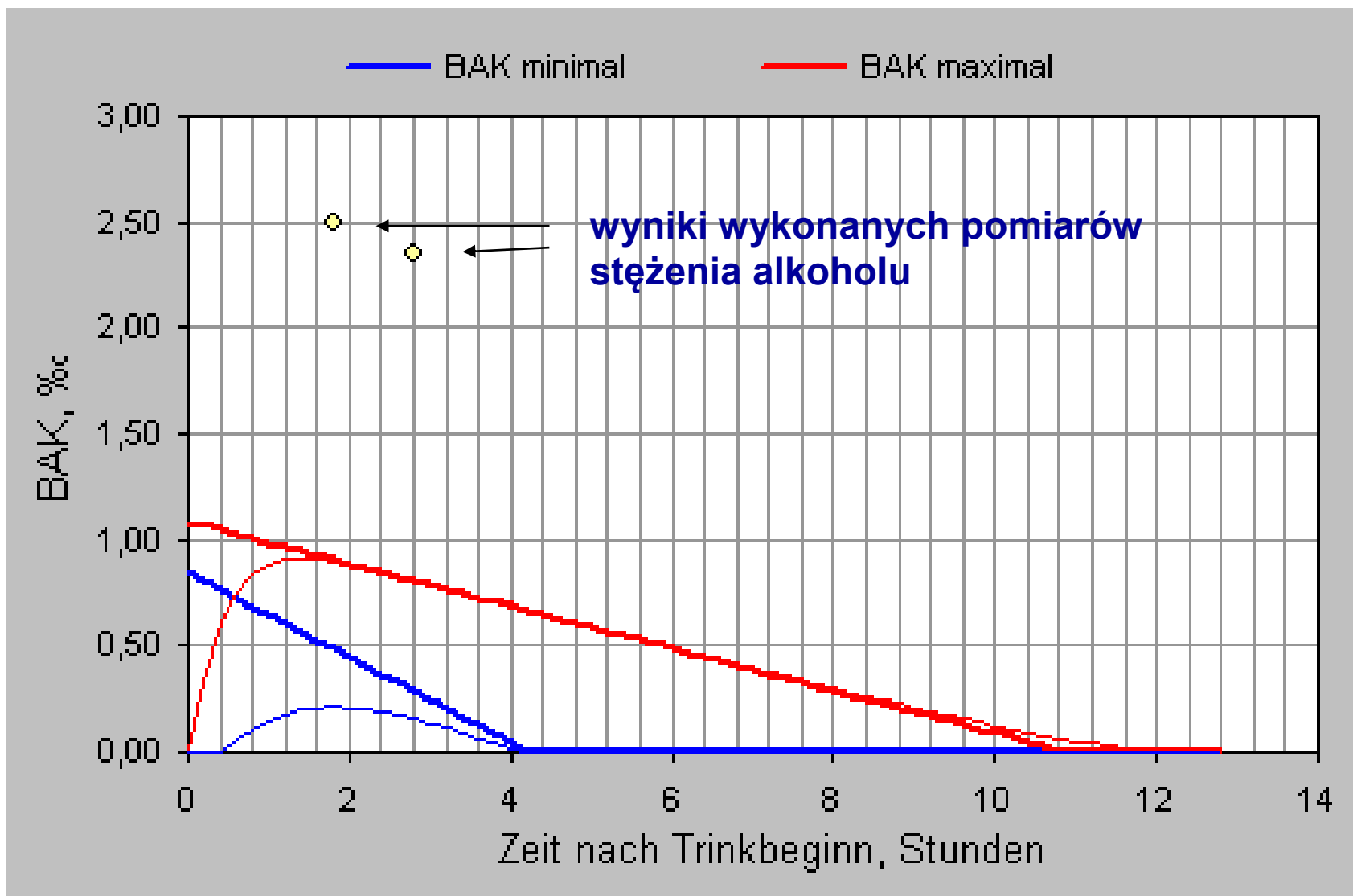
Kobiety

$$r = 0,31223 - (0,006446 \times \text{waga w kg}) + (0,004466 \times \text{wzrost w cm})$$

przykład obliczenia z użyciem arkusza Excel

wzrost	175
waga	68
r	0,80
objętość X	600
moc X	40
ilość EtOH [g]	190
objętość Y	
moc Y	40
ilość EtOH [g]	0
C max	3,51
z deficytem 10%	3,16
z deficytem 30%	2,45
z deficytem 50%	1,75

przykład zastosowania programu komputerowego



rachunek retrospektywny

$$C_0 = C_t + (t \times \beta_{60})$$

podstawą jest spełnienie warunku, iż w momencie zdarzenia zachodziła już faza eliminacji

C_t – stężenie alkoholu we krwi w chwili pomiaru [‰]

C_0 – stężenie alkoholu w chwili zdarzenia [‰]

t – czas pomiędzy zdarzeniem a pomiarem

β_{60} – tempo metabolizmu alkoholu

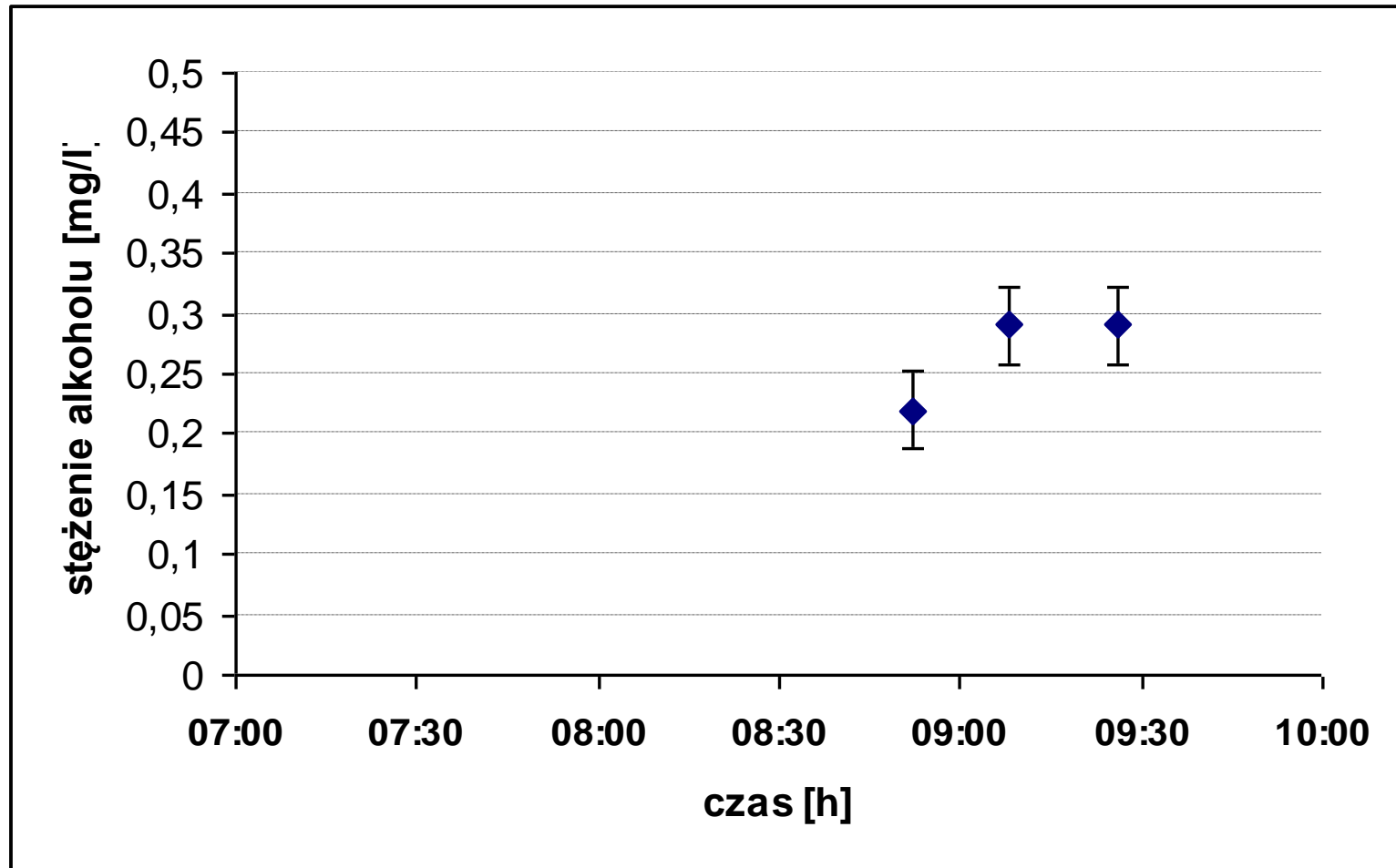
- przyjmowane na 0,1 do 0,2 ‰ na godzinę
- może być niższe lub wyższe (nawet do 0,6 ‰ na godzinę)
- może być różne dla tej samej osoby

ograniczenia rachunku retrospektywnego

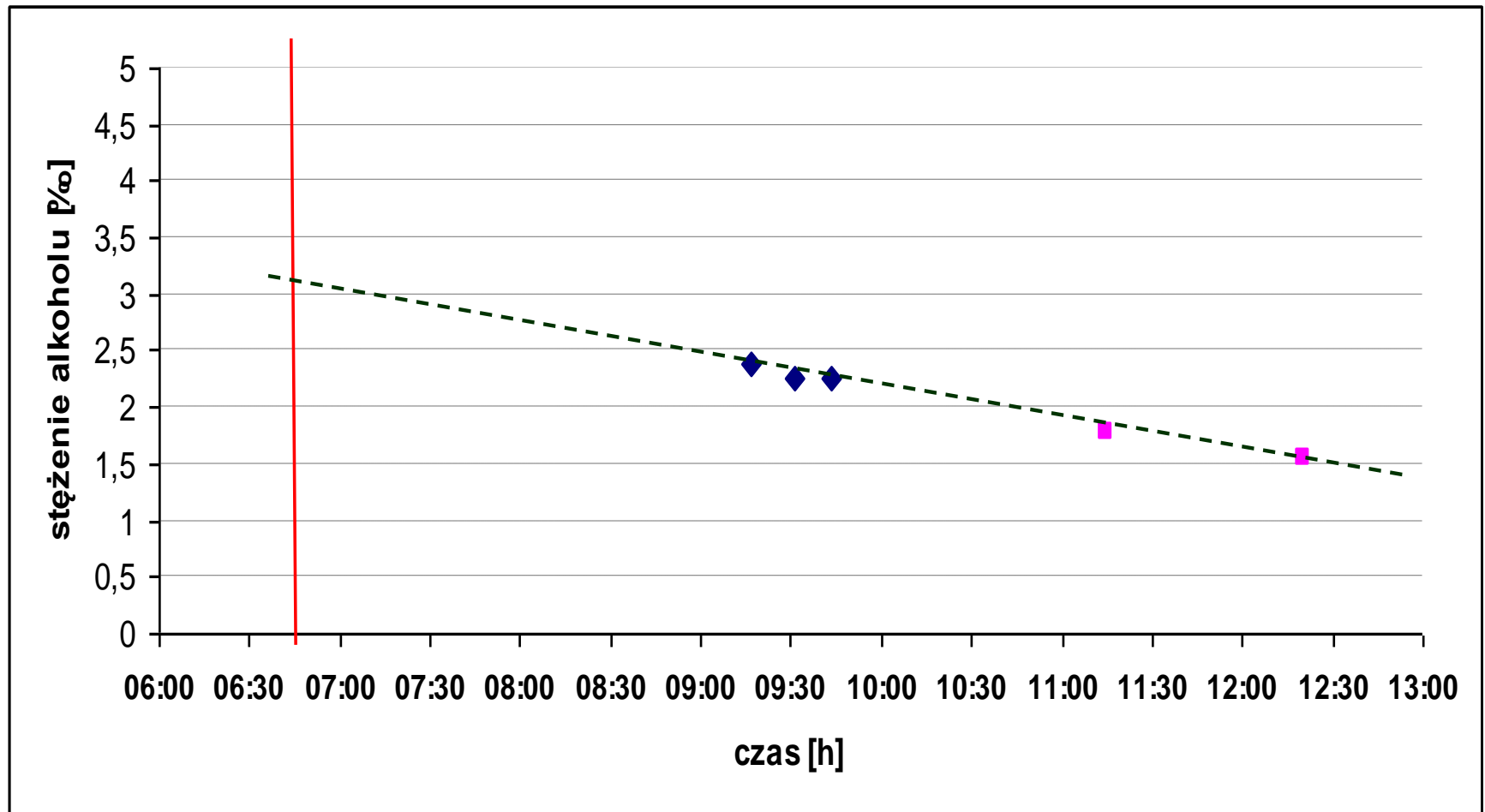
- w czasie zdarzenia musi zachodzić już faza eliminacji (czyli konsumpcja alkoholu musi zostać zakończona co najmniej 1-1,5 godziny przed zdarzeniem)
- po zdarzeniu nie może być już konsumpcji alkoholu (czyli jeśli podejrzany podaje, że pił po zdarzeniu obliczeń retrospektywnych nie można wykonać)
- pomiędzy zdarzeniem a pierwszym pomiarem nie może upłynąć czas dłuższy niż 5-6 godzin
- wartość pomiaru nie może być niższa niż 0,4 promila

stężenie wzrastające

(niespełniony warunek o zakończonej fazie wchłaniania)



stężenie malejące i pewność, że spożywanie alkoholu zakończyło się na co najmniej godzinę przed zdarzeniem



Cudów nie ma...

- **Jedzenie owoców, picie soków nie powoduje wytwarzania EtOH w organizmie w ilościach mających wpływ na stan trzeźwości**
- **Przyjmowanie leków nie zawierających EtOH nie wpływa na odczyt „alkomatu” i wynik badania krwi (leki nie interferują w pomiarach i nie powodują drastycznego zawyżenia wyniku lub utrzymywania się alkoholu w organizmie nienormalnie długo) – choć pewne leki w bardzo małym stopniu hamują aktywność żołądkowej formy ADH (np. H₂ blokery, kw. acetylosalicylowy)**

Środki działające podobnie do alkoholu czyli ograniczające sprawność psychomotoryczną

- Związki wymienione w Ustawie o zapobieganiu narkomanii
- Leki oznaczone jako zmniejszające sprawność psychomotoryczną
- środki niewymienione w ustawach, np.. rozpuszczalniki organiczne



Razem **kilkaset** związków

**Monitorować w praktyce można monitorować
kilkadziesiąt (w zależności od klasy laboratorium)**

Prawo o ruchu drogowym

(tekst jednolity Dz. U. 2003, nr 58, poz. 515)

- Art. 45 ust. 1 - zakaz prowadzenia pojazdów **w stanie nietrzeźwości, po użyciu alkoholu lub środków działających podobnie do alkoholu**
- **środkiem takim jest każdy związek (niezależnie od sposobu działania), który ogranicza sprawność psychomotoryczną kierowcy**

Kodeks Wykroczeń

- Art. 87 KW:

- §1 - prowadzenie pojazdów mechanicznych w stanie po użyciu alkoholu lub podobnie działającego środka (grzywna, areszt)
- § 2 - prowadzenie pojazdu innego niż w wym. w §1 w tych stanach (grzywna, areszt do 14 dni)

obligatoryjnie zatrzymywane jest prawo jazdy

Kodeks Karny

- Art. **178** KK – surowsza o połowę o odpowiedzialność za popełnienie czynu z art. 173, 174 lub 177, gdy sprawca znajduje się w st. nietrzeźwości lub pod wpływem śr. odurzającego lub zbiegł
- Art. **178a** KK:
 - §1 - prowadzenie pojazdów mechanicznych w ruchu lądowym, wodnym lub powietrznym w st. nietrzeźwości lub pod wpływem śr. odurzającego (grzywna, ograniczenie wolności lub pozbawienie wolności do l. 2)

Materiał do badania

- metody przesiewowe (skryning) przy użyciu testerów immunologicznych
 - ślina – badanie „przy drodze” (testery elektroniczne)
 - mocz – testery paskowe, kroplowe, kubeczkowe oraz analizatory biochemiczne
- metody laboratoryjne (konfirmacyjne)
 - instrumentalne, swoiste
 - krew (surowica)
 - mocz

okres wykrywalności narkotyków w moczu i ślinie metodami immunochemicznymi

Narkotyk	Mocz	Ślina
Amfetamina	1-3 dni	do 12 godzin
Metamfetamina	1-3 dni	1-3 dni
Kokaina	0,5-3 dni	2-5 dni
kannabinole	Biorca sporadyczny 1-3 dni Biorca chroniczny 10-28 dni	do 24 godzin
Pochodne amfetaminy „designer drugs”	1-3 dni	do 24 godzin
Kodeina	1-2 dni	2-3 dni
Heroina	1-2 dni	1-2 dni
Morfina	1-2 dni	1-2 dni
Metadon	3 dni	do 24 godzin
diazepam	3-12 dni	6-48 godzin
Oksazepam	1-3 dni	
Temazepamu	1-3 dni	
Alprazolam	1-3 dni	
Flunitrazepam	1-2 dni	
Klonazepam	3-8 dni	
nitrazepam	3-7 dni	

Testy moczu

- nie pozwalają na stwierdzenie, czy dana osoba jest **POD WPŁYWEM** środka
- dodatni wynik jest sygnałem, że w organizmie badanego mogą być środki objęte kontrolą
- dodatni wynik powinien być sygnałem do pobrania krwi i wykonania badań laboratoryjnych

Aby stwierdzić, czy zatrzymany jest pod wpływem środka lub po jego użyciu należy:

- **Wykonać badanie lekarskie pod kątem zaburzeń psychomotorycznych i objawów wskazujących na działanie środka (szerokość źrenic, zaburzenia równowagi, woń z ust, mowa, orientacja, ślady po wkłuciach)**
- **Pobrać krew do badania na zawartość środków odurzających i psychotropowych**

Problemy

- brak definicji ustawowej stanu „po spożyciu” i stanu „pod wpływem” (duże rozbieżności interpretacyjne pomiędzy biegłymi)
- orzeczenie SN z 2007r. w którym określono „stan po użyciu środka” poprzez porównanie stopnia zaburzeń do stanu po spożyciu alkoholu (0,2-0,5‰), a „stan pod wpływem środka” do stanu nietrzeźwości (>0,5‰)
- ograniczenie analizy do 5 grup (wymienione w rozporządzeniu)
 - opiaty (morfina – LOQ 20 ng/ml we krwi)
 - kokaina i jej metabolit benzoiloekgonina (LOQ 50 ng/ml)
 - amfetamina i jej analogi (w tym MDMA, LOQ 50 ng/ml)
 - tetrahydrokannabinole (LOQ 2 ng/ml)
 - benzodiazepiny
- brak ujednoczenia przepisów co do pozostałych substancji (opiniowanie każdorazowo ma charakter indywidualny)