

UNIwersYTET ŁÓDZKI
Wydział Chemii
Katedra Chemii Środowiska
Zakład Dydaktyki Chemii i Popularyzacji Nauki

Ewa Stronka-Lewkowska

Densymetryczne i sonochemiczne badania roztworów wodnych
1,5-pentanodiolu i wybranych glikoli polietylenowych

Analiza wpływu budowy cząsteczkowej badanych substancji, składu mieszanin
i temperatury na zmiany w oddziaływaniach międzycząsteczkowych

Densimetric and sonochemical studies of aqueous solutions of
1,5-pentanediol and selected polyethylene glycols

Analysis of the influence of molecular structure of the investigated substances,
composition of mixtures and temperature on changes in intermolecular interactions

Praca doktorska wykonana pod kierunkiem
Ś.p. prof. dr. hab. Adama Balda
oraz dr. hab. Roberta Zakrzewskiego, prof. UŁ

Łódź, 2023

Moim Promotorom

*Ś. p. Panu Profesorowi Adamowi Baldowi składam wyrazy wdzięczności
za inspirację i pomoc w prowadzeniu badań.*

*Panu Profesorowi Robertowi Zakrzewskiemu dziękuję za pomoc i wiarę
w moje możliwości.*

*Pani Profesor Małgorzacie Józwiak i Pani Doktor Marioli Tkaczyk
składam wyrazy wdzięczności za nieocenioną pomoc, wsparcie, cierpliwość,
poświęcony czas, wyrozumiałość, wielką życzliwość, cenne uwagi, chęć
dzielenia się własnym doświadczeniem i za to „coś” wyjątkowego.*

Rodzinie,

Za wsparcie, cierpliwość i niezachwianą wiarę w moje możliwości.

A w szczególności dziękuję mojej córce Lenie za wyrozumiałość.

Mężowi, że jest przy mnie zawsze...

Wszystkim Koleżankom i Kolegom,

dziękuję za wsparcie, dobre rady i podporę duchową,

zwłaszcza w czasie finalizowania tej pracy.

Spis treści

	Wykaz skrótów i symboli stosowanych w pracy.....	11
1.	Wstęp.....	13
1.1.	Wprowadzenie.....	13
1.2.	Cel pracy i plan realizacji.....	15
2.	Część literaturowa.....	17
2.1.	Charakterystyka czystych substancji badanych.....	17
2.1.1.	Woda.....	18
2.1.2.	1,5-pentanodiol.....	22
2.1.3.	Glikole polietylenowe.....	24
2.2.	Właściwości wodnych roztworów substancji badanych.....	29
2.2.1.	Mieszaniny 1,5-pentanodiolu z wodą.....	29
2.2.2.	Mieszaniny dwuskładnikowe {woda+glikol polietylenowy}.....	33
2.3.	Wybrane funkcje termodynamiczne roztworów.....	38
2.3.2.	Funkcje objętościowe.....	42
2.3.2.1.	Wielkości nadmiarowe.....	42
2.3.2.2.	Cząstkowe i pozorne molowe wielkości objętościowe.....	44
2.3.3.	Wielkości związane z pomiarami akustycznymi.....	46
3.	Część eksperymentalna.....	52
3.1.	Przygotowanie substancji do badań.....	52
3.2.	Metody pomiarowe.....	52
3.2.1.	Densymetria.....	52
3.2.2.	Sonochemia.....	55
4.	Wyniki pomiarów i ich dyskusja.....	58
4.1.	Rezultaty badań densymetrycznych i akustycznych czystych substancji.....	59
4.2.	Analiza funkcji objętościowych wodnych roztworów substancji badanych.....	63
4.2.1.	Nadmiarowa objętość molowa.....	63
4.2.2.	Cząstkowa objętość molowa.....	70
4.2.3.	Rozszerzalność cieplna.....	77

4.2.4.	Pozorna objętość molowa.....	92
4.2.5.	Wpływ ciśnienia na zmiany wybranych funkcji termodynamicznych	93
4.3.	Omówienie rezultatów badań akustycznych wodnych roztworów substancji badanych.....	104
4.4.	Liczby hydratacji.....	128
4.5.	Wpływ obecności grypy funkcyjnej na różnice nadmiarów wybranych funkcji.....	131
4.5.1.	Eterowy atom tlenu.....	131
4.5.2.	Grupa oksyetylenowa.....	137
5.	Podsumowanie, obserwacje i wnioski.....	143
6.	Streszczenie.....	148
7.	Abstract.....	150
	Bibliografia.....	152
	Dorobek.....	158
	Załączniki.....	163

Wykaz skrótów i symboli

W	woda
1,5-PD	1,5-pentanodiol
DEG	glikol dietylenowy
T3EG	glikol trietylenowy
T4EG	glikol tetraetylenowy
α_p	współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej
α_p^{id}	współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu doskonałego
$\alpha_{p,i}^*$	współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czystej substancji i
$C_{p,i}^*$	izobaryczna molowa pojemność cieplna czystej substancji i
$C_{p,m}$	izobaryczna molowa pojemność cieplna roztworu
$C_{p,m}^E$	nadmiarowa izobaryczna molowa pojemność cieplna mieszaniny
ρ	gęstość roztworu
ρ_1	gęstość czystego rozpuszczalnika
$E_{p,m}$	izobaryczna molowa rozszerzalność cieplna mieszaniny
$E_{p,m}^{\text{id}}$	molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna roztworu doskonałego
$E_{p,m}^E$	nadmiarowa molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna mieszaniny
ϕ_i	ułamek objętościowy składnika i w mieszaninie
κ_S	współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu
κ_S^{id}	współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu doskonałego
$\kappa_{S,i}^*$	współczynnik ściśliwości izoentropowej czystej substancji i
$K_{S,m}$	molowa ściśliwość izoentropowa mieszaniny
$K_{S,m}^{\text{id}}$	molowa ściśliwość izoentropowa roztworu doskonałego
$K_{S,m}^E$	nadmiarowa molowa ściśliwość izoentropowa mieszaniny
M_i	masa molowa substancji i
m	molalność roztworu
μ	moment dipolowy
η	lepkość
n_i	liczba moli składnika i
n_h	liczba hydratacji substancji i

n_h^0	liczba hydratacji substancji rozpuszczonej w nieskończenie rozcieńczonym roztworze
p	ciśnienie
T	temperatura
u	szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w roztworze
u_i^*	szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w czystej substancji i
V_m	objętość molowa roztworu
$V_{m,i}$	cząstkowa objętość molowa składnika i w roztworze
V_i^*	objętość molowa czystej substancji i
V_m^E	nadmiarowa objętość molowa mieszaniny
V_m^{id}	objętość molowa roztworu doskonałego
$V_{\Phi,m,i}$	pozorna objętość molowa substancji i w mieszaninie
$V_{\Phi,m,i}^0$	graniczna pozorna objętość molowa substancji i
$V_{m,i}^0$	graniczna cząstkowa objętość molowa substancji i
x_i	ułamek molowy składnika i
TS^M	czynnik entropowy mieszania
G^M	entalpia swobodna mieszania
H^M	entalpia mieszania
H^E	nadmiarowa entalpia układu

1. Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Od zarania dziejów człowiek stara się opisać otaczający go świat, to jest poznać co niepoznane i zrozumieć co niezrozumiałe, a orężem którym się posługuje jest nauka. Umożliwia ona znalezienie odpowiedzi na trudne pytania i dzięki temu rozwiązanie określonych rzeczywistych problemów, przesuwając kolejne granice rozwoju. Zazwyczaj zaczynamy od badań podstawowych, które są rozwijane przez ludzką ciekawość świata, aby w kolejnym etapie przejść do badań stosowanych, przed którymi stoi wyzwanie rozwiązania konkretnego problemu. Musimy mieć świadomość, że bez pierwszego etapu zajście drugiego nie jest możliwe.

Współcześnie od naukowca oczekuje się prowadzenia badań aplikacyjnych, w efekcie których opracowany zostanie nowy produkt, proces lub technologia, albo przynajmniej rezultaty jego działalności będą mogły być przedmiotem komercjalizacji.

Badania prowadzone w tej pracy raczej będą mogły być zaliczone do tej pierwszej grupy badań tj. rozwijających naszą wiedzę o właściwościach wybranej grupy związków. Mam nadzieję, że będą stanowiły istotne uzupełnienie i poszerzenie wiedzy już zgromadzonej, dotyczącej wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu i krótkołańcuchowych eterowych pochodnych glikolu etylowego (glikolu: di-, tri- i tetraetylenowego).

Wspólną cechą budowy cząsteczek wszystkich wymienionych substancji jest obecność dwóch grup hydroksylowych w pozycjach α i ω , ale różni zawartość łańcucha pomiędzy terminalnymi grupami funkcyjnymi. Tę różnicę stanowią eterowe atomy tlenu, obecne w grupach oksyetylenowych. Taka budowa molekularna badanych związków daje duże możliwości samoasocjacji poprzez międzycząsteczkowe wiązania wodorowe, których obecność określa strukturę i właściwości substancji. One zaś determinują możliwości aplikacyjne danej grupy związków. Zarówno diol, badany w tej pracy tj. 1,5-pentanodiol jak i szereg glikoli polietylenowych są powszechnie stosowane w różnych dziedzinach życia. Wspomniany diol, podobnie jak jego homologi, jest bardzo pożądanym komponentem w przemyśle: spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, tekstylnym czy wytwarzającym polimery [1,2].

Warto zauważyć, że to długołańcuchowe glikole polietylenowe należą do najczęściej stosowanych w dziedzinach powiązanych z przemysłem farmaceutycznym i kosmetycznym.

Glikole polietylenowe o wzorze ogólnym $H-(OCH_2CH_2)_nOH$ należą do grupy związków budzących duże zainteresowanie środowisk biotechnologicznych i biomedycznych [3,4], szczególnie te długołańcuchowe o $n > 200$ wykazują ważne właściwości takie jak:

- nieimmunogenność,
- nieantygenowość,
- nietoksyczność.

Chociaż wchodzą w interakcję z błonami komórkowymi, to nie uszkadzają aktywnych białek ani komórek. Te ich właściwości decydują o wielu ważnych zastosowaniach. Ich podwaliny w aspekcie aplikacyjności biomedycznej związane są z:

- 1) możliwością usuwania przez nie białek i kwasów nukleinowych z roztworów [5–7],
- 2) rolą w procesach oczyszczania materiałów biologicznych [8],
- 3) ich oddziaływaniem z błonami komórkowymi i pośredniczeniem w łączeniu się komórek, co jest kluczowym procesem w biotechnologii [9–11],
- 4) możliwością ich przyłączania się do białek i tworzenia nieimmunogennych koniugatów o wydłużonym czasie życia w surowicy [12],
- 5) kowalencyjnym przyłączaniem się do powierzchni, dzięki czemu następuje spowolnienie adsorpcji na niej białka [13].

Ich wykorzystanie musi być poprzedzone gruntownymi badaniami, które nie tylko opiszą ich właściwości, ale także mechanizmy procesów zachodzących z ich udziałem.

Proste, krótkołańcuchowe pochodne glikolu etylenowego mogą być traktowane jako związki modelowe, dzięki którym będzie możliwe opisanie właściwości ich długołańcuchowych homologów, których praktyczne znaczenie jest powiązane z ich budową i wynikającymi z niej parametrami fizykochemicznymi.

Glikole polietylenowe przyjmują heikoidalną konfigurację, dzięki której odległość pomiędzy eterowymi atomami tlenu wynosi 2,88 Å, co doskonale współgra z odległościami pomiędzy atomami tlenu cząsteczek wody tworzących tetraedryczną siatkę, która wynosi 2,85 Å [14]. Z tego względu ich zastosowania powiązane są z roztworami wodnymi. Często stanowią one współrozpuszczalnik, powodujący wzrost górnej krytycznej temperatury mieszania wodnych roztworów surfaktantów [15–18]. Ze względu na wspomnianą już nietoksyczność, doskonałą biokompatybilność oraz rozpuszczalność w wodzie i substancjach organicznych, pełniąc rolę nośników, środków utrzymujących wilgoć lub spoiwo [19,20], są stosowane nie tylko w bardzo zaawansowanych technologiach biomedycznych, ale także do wytwarzania powszechnie stosowanych preparatów takich jak:

- 1) kosmetyki (emulgatory, stabilizatory, substancje zwiększające lepkość i promotory przenikania składników aktywnych),
- 2) farmaceutyki (substancje pomocnicze pełniące funkcję nośnika leku),
- 3) preparaty chemiczne np. do produkcji środków konserwujących drewno.

1.2. Cele pracy i plan ich realizacji

Aplikacyjność, badanych w tej pracy związków tj. 1,5-pentanodiolu i glikoli: di-, tri- oraz tetraetylenowego, a także potencjalne możliwości dalszego jej poszerzenia, wymagają uzupełnienia wiedzy na temat właściwości tych substancji. Środowisko wodne jest naturalnym dla tej grupy związków ze względu na doskonałą ich mieszalność z tym najczęściej stosowanym rozpuszczalnikiem, przyjaznym dla funkcjonowania wszelkich organizmów żywych. Zatem, zbadanie i opisanie właściwości roztworów wodnych wspomnianych powyżej substancji wydaje się ważne. Były one wcześniej badane, ale w literaturze brakuje rezultatów kompleksowych badań, prowadzonych w szerokim zakresie temperatur, zmierzających do objaśnienia oddziaływań międzycząsteczkowych i ich zmian wynikających z budowy cząsteczkowej substancji, jej stężenia i temperatury. Wykorzystując rezultaty badań densymetrycznych i sonochemicznych roztworów wodnych 1,5-pentanodiolu i glikoli polietylenowych (di-, tri- oraz tetraetylenowego), przeprowadzonych w szerokim zakresie temperatur tj. od 278,15 K do 333,15 K dla pomiarów gęstości oraz od 288,15 K do 318,15 K dla badań szybkości propagacji fal ultradźwiękowych, zamierzam zrealizować następujące cele:

- 1) przeanalizować jak zastąpienie grupy metylenowej znajdującej się w pozycji γ w cząsteczce 1,5-pentanodiolu eterowym atomem tlenu wpłynie na zmianę wielkości fizykochemicznych wynikających z badań densymetrycznych i sonochemicznych,
- 2) opisać wpływ wydłużenia łańcucha o kolejne grupy oksyetylenowe na analizowane wielkości charakteryzujące badane układy,
- 3) przedyskutować związek pomiędzy różnicami w budowie cząsteczkowej badanych substancji wynikających z nich zmianami w oddziaływaniach międzycząsteczkowych w roztworach wodnych,
- 4) przeanalizować wpływ składu badanych układów na rodzaj dominujących interakcji pomiędzy składnikami układu,
- 5) prześledzić wpływ temperatury i ciśnienia na stabilność struktury mieszaniny.

Ażeby zrealizować zaproponowane cele zamierzam:

- 1) przeprowadzić badania densymetryczne i sonochemiczne układów:

{1,5-PD+W}

{DEG+W}

{T3EG+W}

{T4EG+W}

w całym zakresie składów mieszanin i w wybranych temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K dla pomiarów gęstości i (288,15–318,15) K dla określenia szybkości propagacji fal ultradźwiękowych,

- 2) przedyskutować zmiany następujących wielkości fizykochemicznych od składu mieszaniny i temperatury:

- nadmiarowej objętości molowej,
- cząstkowych objętości molowych wody i substancji organicznej w mieszaninach,
- współczynnika rozszerzalności cieplnej mieszanin,
- molowej i nadmiarowej molowej rozszerzalności cieplnej roztworów,
- odchylenia od addytywności szybkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w roztworach wodnych zawierających badane substancje,

- 3) stosując równanie Redlicha – Kistera opisać przebieg eksperymentalnych zależności $V_m^E = f(x_2)$ i $\Delta u = f(x_2)$ w celu obliczenia wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninach o ściśle określonych składach.

Następnie przeanalizować zmiany:

- współczynnika ściśliwości izentropowej dla wszystkich mieszanin,
- molowej i nadmiarowej molowej ściśliwości izentropowej roztworów,
- liczb hydratacji badanego diolu i wybranych glikoli polietylenowych z punktu widzenia budowy cząsteczkowej poszczególnych substancji organicznych i uwzględniając ich zawartość w roztworach wodnych oraz temperaturę.

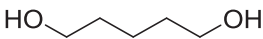
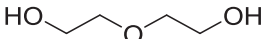
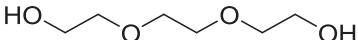
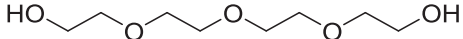
- 4) przeanalizować wpływ ciśnienia na zmiany wybranych funkcji termodynamicznych (entropii, swobodnej entalpii, entalpii i ciepła molowego pod stałym ciśnieniem), w zależności od składu roztworu i temperatury.

2. Część literaturowa

2.1. Charakterystyka czystych substancji badanych

W rozdziale tym przedstawiono przegląd dostępnych w literaturze przedmiotu danych fizykochemicznych dotyczących substancji czystych tj. wody, 1,5-pentanodiolu i trzech glikoli polietylenowych (di-, tri- i tetraetylenowego) w wybranej temperaturze tj. 298,15 K. Poznanie fizykochemicznych parametrów opisujących substancje czyste jest istotne dla wyjaśnienia właściwości roztworów, których są one składnikami. Wzory szkieletowe organicznych substancji badanych, których charakterystyka jest zamieszczona w dalszej części tego rozdziału, są przedstawione w Tabeli 1.

Tabela 1. Nazwy, wzory półstrukturalne, synonimy nazw związków badanych w tej pracy

Nazwa związku (skrót), wzór szkieletowy, synonimy nazwy związku	Numer CAS	Masa molowa [g·mol ⁻¹]
1,5-pentanodiol (1,5-PD)  pentane-1,5-diol; pentan-1,5-diol; 1,5-pentanediol; 1,5-pentanodiol; 1,5-pentandiol	111-29-5	104,15
glikol dietylenowy (DEG)  2,2'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bisethanol; triethyleneglycol; 2,2'-(ethane-1,2-diylbis(oxy))diethanol	111-46-6	106,12
glikol trietylenowy (T3EG)  2,2'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bisethanol; triethyleneglycol; 2,2'-(ethane-1,2-diylbis(oxy))diethanol	112-27-6	150,17
glikol tetraetylenowy (T4EG)  tetraethyleneglycol; 3,6,9-trioxa-undecane-1,11-diol; 2,2'-((oxybis(ethane-2,1-diyl))bis(oxy))bis(ethan-1-ol); bis[2-(2-hydroxyethoxy)ethyl]ether	112-60-7	194,23

2.1.1. Woda

Woda jest medium decydującym o egzystencji i ciągłości życia na Ziemi. W komórkach organizmów żywych tworzy środowisko, w którym zachodzą przemiany fizyczne i fizykochemiczne niezbędne do ich funkcjonowania. Jest ona uniwersalnym rozpuszczalnikiem substancji stałych, ciekłych i gazowych.

Wyznaczone metodami spektroskopowymi [21,22] parametry molekularne izolowanej cząsteczki wody w fazie gazowej wynoszą: długość wiązania O–H to 0,9572 Å, kąt pomiędzy wiązaniami $104^{\circ}52'$, który jest mniejszy niż w typowym tetraedrze $109^{\circ}28'$ ze względu na obecność wolnych par elektronowych na atomie tlenu.

Woda wykazuje wiele anomalnych właściwości, które wyróżniają ją spośród innych cieczy. Należą do nich między innymi: wysoka temperatura topnienia i wrzenia, duża wartość izobarycznej właściwej pojemności cieplnej i przenikalności elektrycznej oraz napięcia powierzchniowego. Charakteryzuje się ona dużą wartością entalpii parowania, pomimo niskiej masy molowej, a także specyficznym przebiegiem zmian gęstości z maksimum w temperaturze 4°C . Szukając wyjaśnienia anomalnych zachowań wielkości fizykochemicznych charakteryzujących wodę, warto przyjrzeć się jej strukturze i oddziaływaniom międzycząsteczkowym w niej występującym, które stanowią klucz do wyjaśnienia wszystkich jej właściwości. W celu wyjaśnienia nietypowych właściwości wody powstało wiele teorii i hipotez dotyczących jej struktury. Badania dotyczące ustalenia struktury wody mają długą historię. Od wielu dziesiątków lat podejmowane są liczne próby opisu oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody w stanie czystym.

Już w 1892 roku Röntgen [23] powiązał strukturę ciekłej wody z częściowo zachowanym tetraedrycznym kierunkiem wiązań wodorowych występujących w strukturze lodu. Zarówno struktura lodu jak i ciekłej wody jest uwarunkowana istnieniem trójwymiarowej sieci wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami. Koncepcja Röntgen'a (model *dwustrukturalny* albo *mieszany*) zakładała współistnienie w ciekłej wodzie dwóch głównych struktur: „kawałków lodu” czyli struktur $(\text{H}_2\text{O})_n$ i pojedynczych cząsteczek. W procesie topnienia większość wiązań wodorowych ulega osłabieniu lub rozerwaniu, czyli następuje zmniejszenie ich średniej liczby. Röntgen stwierdził, że orientacja cząsteczek wody nie jest przypadkowa, a wiązania wodorowe występujące pomiędzy nimi są dłuższe niż w lodzie. Uporządkowanie cząsteczek wody w stanie ciekłym dotyczy jedynie bliskiego zasięgu, a niski stopień koordynacji cząsteczek świadczy o tetraedrycznym rozmieszczeniu wiązań wodorowych przez nie tworzonych.

Cząsteczki wody nie rotują swobodnie a podlegają jedynie drganiom skrętnym o niewielkich amplitudach.

W latach czterdziestych XX wieku Samoilov [24] stwierdził, że ciekła woda ma zniekształconą strukturę lodu tj. zachowując tetraedryczną koordynację lodu, zawiera w swojej strukturze także niezasocjowane cząsteczki w pozycjach międzywęzłowych. Badacz ten, wraz z Forslind'em [25] w celu opisanie struktury wody opracowali tzw. model „*luk w węzłach sieci*”. Został on w późniejszym czasie rozszerzony przez Danford'a i Levy'ego [26]. Podstawę opracowanej teorii stanowi założenie, że struktura ciekłej wody jest zbliżona do tej jaką ma ona w stanie stałym. Tworzą ją cząsteczki skoordynowane tetraedrycznie, ale zawiera ona także duże przestrzenie międzywęzłowe, które mogą przyjmować wolne cząsteczki wody bez zakłócania trójwymiarowej struktury. Wzrost temperatury powoduje zaburzenie struktury lodu, w wyniku czego powstają defekty sieci zawierające jeden nieobsadzony węzeł i jedną niezasocjowaną cząsteczkę wody w pozycji międzywęzłowej. Obliczono, że w temperaturze 273 K tylko 9% węzłów w sieci jest nieobsadzonych, ale liczba cząsteczek międzywęzłowych wynosi około 16% całkowitej liczby cząsteczek w układzie. Model ten nie analizuje oddziaływań między cząsteczkami niezasocjowanymi a molekułami tworzącymi szkielet wody, natomiast dobrze wyjaśnia wzrost gęstości wody w procesie topnienia, będący skutkiem pojawienia się niezasocjowanych cząsteczek w przestrzeniach międzywęzłowych.

Teorię zakładającą, że tworzenie się wiązań wodorowych w ciekłej wodzie jest zjawiskiem zespołowym tj. wspólnym dla wszystkich cząsteczek przygotowali Frank i Wen [27]. Opracowany tzw. model „*zmiennych grup cząsteczek*” zakłada, że powstanie jednego wiązania wodorowego pociąga za sobą tworzenie kolejnych, które dodatkowo stabilizują istniejący układ wiązań. Powstają „*zmiennie grupy cząsteczek*” podobne do tych występujących w strukturze lodu. Grupy te charakteryzują się krótkim okresem trwałości i zmiennością rozmiaru. Zawierają one także cząsteczki niezwiązane i nieuporządkowane. Następuje ciągły proces wymiany cząsteczek pomiędzy tymi, które tworzą grupę a tymi niezwiązanymi. Cząsteczki swobodne tworzą jedną lub dwie warstwy pomiędzy grupami powiązanych cząsteczek, a cały układ jest stabilizowany przez silne oddziaływania van der Waalsa – Londona. Korzystając z podstawowych założeń tego modelu Nemethy i Scheraga [28,29], stosując termodynamikę statystyczną obliczyli, że w temperaturze 293 K cząsteczki wody tworzą grupy zawierające średnio 57 cząsteczek. Spośród wszystkich cząsteczek ok. 70% wchodzi w skład grup, a pozostałe znajdują się na granicach grup i są luźno powiązane.

Zmianę struktury wody w procesie topnienia można przeanalizować na bazie tzw. modelu „*zniekształconego wiązania*”, opracowanego przez Pople’a [30]. Zakłada on, że podczas topnienia lodu następuje znaczny wzrost elastyczności wiązań wodorowych. Pod wpływem zmian temperatury dochodzi do zaburzenia struktury wody poprzez zginanie bądź zniekształcanie wiązań wodorowych, ale bez ich zrywania. Zjawisko to prowadzi do zniszczenia regularnej struktury krystalicznej i nieregularnego ułożenia cząsteczek. Teoria ta wyjaśnia zmniejszenie objętości wody podczas jej topnienia.

Także Pauling [31,32] zauważył, że w temperaturze bliskiej temperaturze krzepnięcia, w wodzie zachowują się fragmenty struktury analogicznej do obserwowanej w lodzie. Zgodnie z modelem „*hydratów wody*”, opracowanym przez niego, ciekła woda może być postrzegana jako „*hydrat*” lub „*roztwór międzywęzłowy*”, który zawiera uporządkowane, ale także przypadkowe i nietrwałe struktury. Wnętrza powstałych hydratów - klatek są obsadzone przez niezwiązane cząsteczki wody. Postulowany przez Paulinga „*hydrat wody*” jest dwunastościanem złożonym z dwudziestu cząsteczek wody powiązanych ze sobą wiązaniami wodorowymi. W narożach dwunastościanu znajdują się cząsteczki, które uczestniczą w tworzeniu trzech wiązań wodorowych z sąsiednimi molekułami, a każde z tych wiązań stanowi jedną z trzydziestu krawędzi dwunastościanu. Wnętrze hydratu jest obsadzone przez cząsteczkę niezwiązaną. Dwunastościany połączone dodatkowymi wiązaniami wodorowymi tworzą struktury nietrwałe, ulegające ciągłej destrukcji i ponownemu odtwarzaniu. Według Paulinga takie struktury klatratowe dominują w strukturze wody ciekłej w temperaturze zbliżonej do pokojowej.

Jedna cząsteczka wody jest w stanie utworzyć cztery wiązania wodorowe, ponieważ jest donorem dwóch protonów, a dwie wolne pary elektronowe atomu tlenu są akceptorami protonów. Liczba koordynacyjna wody w stanie stałym wynosi 4. Podolsky [33] stwierdził, że w trakcie topnienia lodu wartość liczby koordynacyjnej wzrasta np. do 4,4 w temperaturze 1,5°C i do 4,9 w temperaturze 80°C. Pomimo zniszczenia ok. 15% wiązań wodorowych w procesie topnienia, woda w stanie ciekłym ma uporządkowaną strukturę. Narten i Levy [34] wykazali, że średnia liczba koordynacyjna cząsteczki wody w temperaturze 25°C wynosi 4,4. Jest to rezultat istnienia cząsteczek cztero- i pięcio-koordynowanych. Większą energetyczną stabilność wykazują te ostatnie, ze względu na występowanie rozwidlonych wiązań wodorowych. Warstwy utworzone z cząsteczek wody o liczbie koordynacyjnej 4 wykazują dużą sztywność. Obecność dodatkowej, piątej cząsteczki wody w pierwszej warstwie koordynacyjnej jest powodem występowania defektów w sieci, których istnienie wpływa w istotny sposób na dynamiczne właściwości

wody. Częsteczki pięcio- skoordynowane dyfundują szybciej niż te o liczbie koordynacyjnej 4. Badania Jedlovsky'ego [35] pokazują, że tetraedryczna struktura wody jest zniekształcona poprzez obecność cząsteczek znajdujących się w nietetraedrycznych położeniach. W modelu zaproponowanym przez Arakawę i innych [36] woda jest mieszaniną tetraedrycznie powiązanych cząsteczek, czyli pentametrów $(\text{H}_2\text{O})_5$ i monomerów. Zdaniem Kim'a i innych [22] woda jest mieszaniną klasterów $(\text{H}_2\text{O})_n$ w których $8 \geq n \geq 4$.

Według Bensona i Sieberta [37] w wodzie obserwuje się równowagę pomiędzy policyklicznymi oktamarami i monocyklicznymi tetramerami oraz policyklicznymi dekamarami i monocyklicznymi pentamerami.

Energię wiązania wodorowego można oszacować na podstawie ciepła sublimacji lodu, która wynosi 11,65 kcal/mol. Biorąc pod uwagę, że w jednym molu lodu są 2 mole wiązań wodorowych, to przy założeniu, że cała energia interakcji pochodzi od najbliższych sąsiadów można oszacować, że na 1 mol wiązań wodorowych przypada energia 5,82 kcal. Różne szacowania wskazują, że ta energia mieści się w zakresie od 2 do 7 kcal/mol [38].

Energia typowego wiązania wodorowego pomiędzy cząsteczkami wody wynosi około 20 kJ/mol [32,39]. Wydaje się, że sieć wiązań wodorowych tworzona przez cząsteczki wody powinna być stabilna, ale w rzeczywistości ulega ona przebudowie w czasie pojedynczych pikosekund [21,40,41]. Wzrost temperatury lub ciśnienia powoduje stopniowe osłabianie i zrywanie wiązań wodorowych [42].

Współczesne opracowania dotyczące opisu struktury wody bazują na metodach modelowania komputerowego do których należą: metody Monte-Carlo (MC) i klasycznej Dynamiki Molekularnej (MD). Pozwalają one na modelowanie układów zawierających dużą liczbę cząsteczek, umożliwiając śledzenie zmian położenia cząsteczek w czasie i określenie ich prędkości, a także wyznaczenie potencjałów opisujących oddziaływania pomiędzy cząsteczkami. Niestety obydwie metody nie uwzględniają zrywania i tworzenia nowych wiązań wodorowych w cieczy, która jest układem dynamicznym.

Obliczenia Kuo i Kleina [43] wykonane metodą Monte-Carlo pokazały, że liczba cząsteczek wody w klasterze zależy od temperatury. W wysokich temperaturach, dominują struktury rozgałęzione, a obniżenie temperatury powoduje pojawianie się struktur jednopierscieniowych.

W celu określenia wpływu temperatury i rozmiaru sferycznego klastera na zachowanie cząsteczek wody, które go tworzą, badacze Ju, Yang i Liao [44] zastosowali metody dynamiki molekularnej. Ich rezultaty wskazują, że klastera tworzone przez cząsteczki wody zawierają obszary o różnej gęstości. Te o dużej gęstości zawierają

cząsteczki wody wewnątrz klastera, a w tych o małej gęstości pewna ilość cząsteczek wody nie uczestniczy w tworzeniu klasterów, ale znajduje się w jego otoczeniu. Otrzymane rezultaty wskazują, że rozmiar klastera nie wpływa na rozmieszczenie cząsteczek, które go tworzą, ale konfiguracja niezwiązanych cząsteczek wody zależy zarówno od temperatury jak i rozmiaru klastera.

Do ciekawych wniosków doprowadziły symulacje dotyczące sieci wiązań wodorowych w wodzie metodą *ab initio* prowadzone przez Xenides, Randolph i Rode [45]. Wyniki obliczeń wskazują, że każda cząsteczka wody tworzy średnio 2,8 międzycząsteczkowych wiązań wodorowych, ale zazwyczaj mniej niż 4 wiązania. Sieć wiązań wodorowych charakteryzuje się giętkością, co powoduje znaczną ruchliwość układu i łatwość jego fragmentów do oddziaływania z cząsteczkami substancji rozpuszczonej. Symulacje przeprowadzone przez wspomnianych powyżej badaczy pokazują, że w temperaturze pokojowej obok cztero-skoordynowanych zniekształconych struktur tetraedrycznych występują także układy trój- i pięcio- skoordynowane.

Powyższe rozważania dowodzą, że współczesne teorie dotyczące struktury wody nawiązują do teorii klasycznych. Wynika z nich, że woda może być uważana za szczególnego rodzaju ciecz zasocjowaną, w której asocjacja zachodzi w całej objętości. W jej wyniku powstają mieszaniny struktur trójwymiarowych. Zespoły cząsteczek nieprzerwanie tworzą się i niszczą, ale zawsze pozostają w równowadze z monomerami, lokującymi się w lukach struktury. Fluktuacje pomiędzy tymi strukturami leżą u podstaw wyjaśnienia wyjątkowych właściwości wody.

Pomimo wielu lat badań, zgromadzenia bogatego materiału eksperymentalnego oraz zastosowania najnowszych technik obliczeniowych, nadal rzeczywisty obraz struktury ciekłej wody nie jest jednoznacznie zdefiniowany i wciąż stanowi wyzwanie dla kolejnych pokoleń badaczy.

2.1.2. 1,5-Pentanodiol

Diole stanowią grupę rozpuszczalników, których cząsteczki tworzą struktury uporządkowane dzięki możliwości tworzenia wiązań wodorowych z udziałem dwóch grup hydroksylowych. Obecność tych grup funkcyjnych w pozycji α i ω , decyduje o właściwościach 1,5-pentanodiolu w stanie czystym i w mieszaninach. Związane są one z siłą oddziaływań międzycząsteczkowych, których miarą jest liczba i energia tworzących się wiązań wodorowych. Przejawem tych silnych oddziaływań jest np.

wysoka wartość temperatury wrzenia i entalpii parowania (patrz Tabela 2). Wartości wybranych danych fizykochemicznych dla 1,5-pentanodiolu w 298,15 K zostały zebrane w Tabeli 2.

Tabela 2. Podstawowe wielkości fizykochemiczne 1,5-pentanodiolu w temperaturze 298,15 K

Wielkość fizykochemiczna [jednostka]	Wartość	Literatura
Normalna temperatura wrzenia [°C]	242	[46]
Normalna temperatura krzepnięcia [°C]	−18	[46]
Współczynnik załamania światła	1,4484	[46]
Gęstość [g·cm ^{−3}]	0,9865	[47]
	0,9858	[46]
	0,98788	[21]
Lepkość [mPa·s]	1,4478	[48]
Izobaryczna molowa pojemność cieplna [J·mol ^{−1} ·K ^{−1}]	232,49	[49]
	233,2	[21]
Entalpia parowania [kcal·mol ^{−1}]	19,7	[50]
Szybkość rozchodzenia się ultradźwięków [m·s ^{−1}]	1593,78	[47]
Moment dipolowy [D]	2,51	[51]

Właściwości substancji determinują jej aplikacyjność. Badany w tej pracy 1,5-pentanodiol jest stosowany do produkcji poliestrów, termoplastycznych poliuretanów i plastyfikatorów. Jest używany jako półprodukt w procesach wytwarzania barwników, pestycydów i farmaceutyków. Jako plastyfikator stosowany jest w produktach celulozowych, klejach oraz płynach hamulcowych. Tworzy estry i poliestry, które mogą być stosowane jako środki emulgujące i półprodukty żywiczne [50]. Ten diol wykazuje właściwości przeciwdrobnoustrojowe i przeciwgrzybicze, dlatego jest powszechnie stosowany w preparatach farmaceutycznych i kosmetycznych. Poszerzenie spektrum aplikacyjności substancji wymaga jak najszerszego zbadania jej wszelkich parametrów oraz właściwości w stanie czystym i w roztworach.

Badania densymetryczne, wiskozymetryczne i sonochemiczne prowadzone przez Metha i współpracowników [52], którym poddano 1,5-PD wskazują na istnienie silnych wiązań wodorowych pomiędzy jego cząsteczkami za pośrednictwem terminalnych grup hydroksylowych. Potwierdzenie tych obserwacji znaleziono w analizie widm spektroskopowych (NMR). W stanie ciekłym α , ω – diole mogą tworzyć zarówno

międzycząsteczkowe jak i wewnątrzcząsteczkowe wiązania wodorowe. Zgodnie z opinią Kleina [43] największą gęstość wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych obserwuje się dla $(n + 3)$ -dioli tzn. takich w których grupy hydroksylowe są rozdzielone przez co najmniej cztery grupy $-CH_2-$. Wiązania te są bardzo wrażliwe na zmiany długości łańcucha węglowodorowego w cząsteczce.

Zależność izobarycznej molowej pojemności cieplnej 1,5-pentanodiolu od temperatury w zakresie (293,15 – 353,15) K została wyznaczona metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej przez Góralskiego i Tkaczyk [49]. Dodatnie nachylenie analizowanej zależności zaobserwowano dla szeregu homologicznego α,ω – dioli o łańcuchach zawierających od 2 do 9 grup etylenowych. Stwierdzono, że jest ono zbliżone w analizowanym zakresie temperatur dla wszystkich zbadanych przez wspomnianych autorów dioli, chociaż udział wnoszony przez grupę metylenową do C_p związku rośnie ze wzrostem długości łańcucha węglowodorowego.

2.1.3. Glikole polietylenowe (di-, tri- i tetraetylenowy)

Glikole polietylenowe o wzorze ogólnym $H-(OCH_2CH_2)_n-OH$, powstające w wyniku procesu polimeryzacji tlenku etylenu, mogą zawierać od kilku do wielu tysięcy grup oksyetylenowych w cząsteczce. Ich właściwości, a przez to także potencjalne możliwości aplikacyjne, są bezpośrednio powiązane z budową cząsteczkową i wynikających z niej oddziaływań międzycząsteczkowych. Dlatego ich poznanie jest bardzo istotne. Obecność grup hydroksylowych i eterowych atomów tlenu sprawia, że glikole polietylenowe dobrze rozpuszczają się w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych. Dlatego mogą być stosowane jako substraty w procesach przebiegających w różnych środowiskach. Wynikający z budowy cząsteczkowej charakter hydrofilowy tej grupy związków sprawia, że są one stosowane jako składniki preparatów powierzchniowo czynnych, ale także jako związki modelowe do badania właściwości hydrofilowych elementów niejonowych miceli i mikroemulsji. Jak wspomniano w rozdziale wstępnym, glikole polietylenowe znajdują rozliczne zastosowania w farmacji, chemii spożywczej i kosmetycznej, a także w przemyśle petrochemicznym i tekstylnym. Pogłębienie wiedzy na temat ich właściwości z całą pewnością znacząco wpłynie na poszerzenie aplikacyjnych możliwości tej grupy związków. Wartości wybranych spośród podstawowych wielkości fizykochemicznych badanych w tej pracy glikoli polietylenowych są zamieszczone w Tabeli 3.

Tabela 3. Wartości wybranych wielkości fizykochemicznych glikolu: di-, tri- i tetraetylenowego w temperaturze 298,15 K

wielkość fizykochemiczna [jednostka]	glikol		
	dietylenowy	trietylenowy	tetraetylenowy
temperatura wrzenia [°C]	244 [55] (760 mm Hg) 245,69 [53] (1 atm) 119–120 [54] (6,5-7,0 mm Hg)	288,0 [55] (1 atm) 115,5–111,0 [54] (0,10 mm Hg)	144,0–145,5 [54] (0,10 mm Hg)
temperatura krzepnięcia [°C]	–10,1 [53] –10,45 [54]	–9,4 [53]	–9,4 [53]
współczynnik załamania światła	1,4472 [53] 1,4461 [54]	1,4567 [53]	1,4593 [53]
gęstość [g·cm ⁻³]	1,1141 [53]	1,11959 [56]	1,11303 [21]
lepkość [mPa·s]	30,012 [56]	34,398 [56]	45,862 [57]
molowa izobaryczna pojemność ciepna [J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹]	243,9 [58]	327,6 [58]	–
względna przenikalność elektryczna	30,921 [56]	23,049 [56]	–
współczynnik ściśliwości izentropowej [kg·m ⁻² ·s ⁻¹]	3,604·10 ¹⁰ [57]	3,439·10 ¹⁰ [57]	3,960·10 ¹⁰ [57]
szybkość rozchodzenia się ultradźwięków [m·s ⁻¹]	1579,2 [57]	1611,5 [57]	1597,9 [57]
entalpia parowania [kJ·mol ⁻¹]	57,3 [59]	71,404 [59]	

Metodą densymetryczną Tawfik i Teja [60] zmierzili gęstości związków należących do szeregu homologicznego poliglikoli, w funkcji temperatury. Na podstawie otrzymanych danych opracowali równanie korelacyjne, dające możliwość przewidywania gęstości glikolu polietylenowego o określonej długości łańcucha oksyetylenowego.

Badania densymetryczne i wiskozymetryczne glikoli polietylenowych, przeprowadzone przez Lee i Teja [61] w zakresie temperatur (293,15–426,15) K umożliwiły wyznaczenie ich lepkości kinematycznej. Zaobserwowano, że maleje ona dla każdego z badanych glikoli ze wzrostem temperatury. W każdej z badanych temperatur, lepkość kinematyczna poliglikolu rośnie wraz ze wzrostem liczby grup –CH₂CH₂O– w jego cząsteczce.

Właściwości dielektryczne glikolu: di-, tri- i tetraetylenowego w zakresie częstotliwości (0,5–50) kHz i w przedziale temperatur od -70°C do $+60^{\circ}\text{C}$ zbadali Koizumi i Hanai [62]. Szerokość przedziału zmian temperatury powodował, że substancje badane występowały w różnych stanach skupienia tj. były ciałami stałymi, przechłodzonymi cieczami lub cieczami. Statyczna przenikalność elektryczna dla ciekłych glikoli zależy od temperatury, tym silniej im wyższy jest homolog glikolu polietylenowego. Zaobserwowano, że statyczne przenikalności elektryczne dla tych glikoli zależą liniowo od odwrotności temperatury. Stwierdzono także, że przenikalności elektryczne stałych poliglikoli przyjmują niskie wartości i praktycznie nie zależą od długości łańcucha oksyetylenowego cząsteczki glikolu.

Zachowanie konformacyjne łańcuchów ciekłych glikoli polietylenowych (EG_n , $1 \leq n \leq 6$) badali spektroskopowo (IR, NMR, EPR, spektroskopia Ramana) Schrödle, Buchner i Kunz [63]. Wykazali, że dla glikoli polietylenowych o $n \geq 4$ międzycząsteczkowe wiązania wodorowe pomiędzy terminalnym donorem protonu (grupa $-\text{OH}$) a akceptorem, którym jest eterowy atom tlenu, występują głównie w czystych glikolach. Można przypuszczać, że w przypadku krótkołańcuchowych glikoli prawdopodobieństwo obecności tego typu wiązań wodorowych jest największe.

Badania kalorymetryczne ciepła spalania glikolu dietylenowego prowadzone przez Steele'a i innych [59] doprowadziły do uzyskania jego entalpii tworzenia, której wartość była w dobrej zgodności z tą obliczoną na podstawie udziałów grupowych. Ponadto, autorzy ci zmierzili pojemność cieplną zarówno dla fazy ciekłej jak i gazowej od temperatury 298,15 K do temperatury krytycznej. Dla DEG wyznaczyli parametry krytyczne tj. temperaturę krytyczną (753 K), ciśnienie krytyczne (6250 kPa) i gęstość krytyczną (319 kg/m^3).

Zmiany izobarycznej molowej pojemności cieplnej glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego od temperatury zmierzyl Steele ze współpracownikami [59], stosując metodę różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC). Pomiary wykonano w zakresie temperatur (303,15–353,15) K. Zależność jest liniowo rosnąca, a wzajemne położenie prostych $C_{p,m} = f(T)$ jest zgodne z oczekiwaniami. W każdej z temperatur pomiarowych, molowa pojemność cieplna glikolu polietylenowego rośnie ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce.

Carvalho i inni [57] wyznaczyli kilka wielkości fizykochemicznych dla glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego oraz ich pochodnych, w których atom wodoru w jednej z dwóch grup hydroksylowych został zastąpiony grupą metylową (glimy). Przebadanie takiej

grupy związków miało na celu określenie wpływu terminalnej grupy w cząsteczce na jej właściwości. Badacze wyznaczyli kilka wielkości fizykochemicznych takich jak: gęstość, lepkość, współczynnik załamania światła i prędkość rozchodzenia się dźwięku dla glikolu: di-, tri- i tetraetylenowego w zakresie temperatur od 288,15 K do 378,15 K. Gęstości oraz szybkości rozchodzenia się ultradźwięków mierzono korzystając z densymetru Anton Paar DSA 5000 M, a do wyznaczenia lepkości użyto wiskozymetru rotacyjnego. Zgodnie z oczekiwaniami zaobserwowano liniowo malejącą zależność gęstości i liniowo rosnącą zależność objętości od temperatury.

W artykule przedstawiono charakterystyczne przebiegi zależności gęstości, objętości molowej, współczynnika załamania światła, prędkości rozchodzenia się dźwięku i lepkości od temperatury. Przeanalizowano zależność współczynnika ściśliwości izentropowej w temperaturze 298,15 K od rodzaju badanego związku. Nie zaobserwowano prostej korelacji tego współczynnika κ_s z długością łańcucha oksyetylenowego cząsteczki glikolu polietylenowego. Wartości współczynnika κ_s są dużo niższe niż te uzyskane dla odpowiednich glimów. Zapewne jest to rezultatem osłabienia oddziaływań międzycząsteczkowych w substancjach, w których grupa/grupy hydroksylowe zostały zastąpione ugrupowaniem eterowym $-\text{OCH}_3$. Ta konkluzja znajduje potwierdzenie w badaniach prędkości rozchodzenia się dźwięku, która jest większa dla związków o silnej i sztywnej strukturze. Carvalho i inni wykazali, że zastąpienie atomu wodoru w grupie hydroksylowej metylem, prowadzi do znacznego obniżenia wartości lepkości. Badacze zaobserwowali, że zarówno wartości współczynnika załamania światła jak i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków maleją ze wzrostem temperatury. Niewielkie zmiany wartości gęstości glikoli ze wzrostem temperatury świadczą o ograniczonej rozszerzalności cieplnej tych związków. Wartość rozszerzalności cieplnej wzrasta ponieważ obecność grup $-\text{OH}$ powoduje, że struktura związku staje się bardziej sztywna i optymalnie upakowana.

Zastąpienie grup $-\text{OH}$, grupami $-\text{CH}_3$, $-\text{OCH}_3$ prowadzi do wzrostu ściśliwości izentropowej. Związki te mają większą zdolność do kompresji wraz z osłabieniem istniejących oddziaływań pomiędzy ich cząsteczkami.

Zgodnie z oczekiwaniami gęstość każdego z analizowanych glikoli polietylenowych maleje liniowo ze wzrostem temperatury. W każdej z analizowanych temperatur gęstość glikolu rośnie ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce. Warto zauważyć, że wzrost temperatury zmniejsza wpływ długości łańcucha oksyetylenowego na gęstość analizowanych poliglikoli. W każdej z temperatur obecność dodatkowej

grupy oksyetylenowej powoduje wzrost gęstości substancji, ale udział wnoszony przez tę grupę nie jest jednakowy. Różnica gęstości: $d_{T4EG} - d_{T3EG} < d_{T3EG} - d_{DEG}$.

Objętości molowe analizowanych glikoli rosną zarówno na skutek wzrostu temperatury jak i ilości grup oksyetylenowych w cząsteczce. Oszacowano, że obecność dodatkowej grupy oksyetylenowej w cząsteczce wnosi do objętości molowej związku stały wkład, wynoszący około $38,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$. Stosunkowo małe zmiany gęstości omawianych substancji, spowodowane wzrostem temperatury, świadczą o niskiej rozszerzalności cieplnej tych związków. W przypadku omawianych poliglikoli wielkość ta maleje ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce. Szybkość rozchodzenia się dźwięku (u) w omawianych glikolach polietylenowych maleje ze wzrostem temperatury. Chociaż ujemne nachylenie zależności $u = f(T)$ nie jest stałe. Zaskakującym wydaje się fakt, że w zakresie temperatur od 288 K do 318 K, mamy: $u(T3EG) > u(T4EG) > u(DEG)$. Obserwacja ta daje możliwość jakościowej oceny struktury analizowanych substancji, wiedząc, że wyższe wartości szybkości dźwięku są obserwowane dla związku o bardziej sztywnej strukturze. Wyznaczone lepkości dynamiczne omawianych glikoli polietylenowych, zgodnie z oczekiwaniami, maleją ze wzrostem temperatury. W zakresie (288–313) K nachylenie funkcji $\eta = f(T)$ ma największą ujemną wartość dla glikolu tetraetylenowego i staje się mniej ujemne, gdy liczba grup $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ w cząsteczce maleje. Wzrost temperatury, dla $T > 318 \text{ K}$, niweluje różnice w nachyleniu omawianej funkcji. W temperaturze 373,15 K te różnice są najmniejsze. Obecność dodatkowej grupy oksyetylenowej podwyższa lepkość dynamiczną o około $0,6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$. Optyczne właściwości badanych substancji były określone refraktometrycznie. Stwierdzono obniżenie wartości współczynnika załamania światła ze wzrostem temperatury w przypadku każdego diolu, czego należało oczekiwać. W każdej z temperatur wydłużenie łańcucha o kolejną grupę oksyetylenową, skutkowało wzrostem współczynnika załamania światła. Takie same obserwacje były poczynione podczas analizy szybkości rozchodzenia się dźwięku w badanych związkach. Analiza współczynnika izobarycznej rozszerzalności cieplnej w 298,15 K pokazuje, że jego wzrost jest związany z wydłużeniem łańcucha oksyetylenowego w cząsteczce. Bardzo zbliżone wartości izentropowych współczynników ściśliwości w 298,15 K były zaobserwowane dla wszystkich analizowanych dioli.

2.2. Właściwości wodnych roztworów substancji badanych

2.2.1. Mieszaniny 1,5-pentanodiolu z wodą

Wprowadzenie cząsteczki 1,5-pentanodiolu (1,5-PD) do wody powoduje z jednej strony zmianę oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody, ale przede wszystkim pojawienie się silnych oddziaływań, poprzez tworzenie się wiązania wodorowego, pomiędzy atomem wodoru grupy hydroksylowej diolu i wolną parą elektronową na atomie tlenu cząsteczki wody. Te oddziaływania sprawiają, że właściwości mieszaniny znacząco odbiegają od tych, które charakteryzują substancje w stanie czystym. Dominacja określonego rodzaju oddziaływań związana jest ze składem mieszaniny i temperaturą. Dlatego te dwie zmienne należy brać pod uwagę podczas analizy zmian strukturalnych występujących w roztworach.

Optyczne właściwości wodnych roztworów 1,5-PD badali Rostami i Moosavi [64]. Refraktometrycznie wyznaczone współczynniki załamania światła rosną ze wzrostem zawartości diolu w mieszaninie, ale maleją ze wzrostem temperatury (w zakresie 288,15 K–318,15 K). Zarówno polaryzowalność elektronowa jak i refrakcja molowa wodnych roztworów 1,5-PD, rosną liniowo ze wzrostem ułamka molowego diolu w mieszaninie w temperaturze 298,15 K. Zmiany tych wielkości odzwierciedlają podatność cząsteczki diolu, znajdującej się w mieszaninie o określonym składzie, na uleganie zjawisku polaryzacji elektronowej. Zmiany obliczonych nadmiarowych wartości współczynników załamania światła (n^E), przeanalizowano we wspomnianym przedziale temperatur w całym zakresie składów mieszaniny. Wartości n^E są dodatnie, a funkcja $n^E = f(x_{\text{diolu}})$ osiąga wartość maksymalną dla ok. 25% molowych 1,5-PD w mieszaninie. Wysokość tego ekstremum rośnie ze wzrostem temperatury. Dodatnie wartości n^E wynikają z mniejszej szybkości rozchodzenia się światła w roztworze rzeczywistym w porównaniu z doskonałym. Jest to wynik tworzenia się bardziej zwartej struktury roztworu, w którym pojawiają się silne oddziaływania międzycząsteczkowe związane z tworzeniem się wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami wody i diolu. Podobne obserwacje ilościowe i konkluzje, na temat zmiany nadmiaru współczynnika załamania światła od temperatury i składu mieszaniny, są przedstawione w pracy Sirbu i współpracowników [65].

Rostami i Moosavi [64] zbadali zmiany lepkości dynamicznej od składu analizowanego układu w trzech temperaturach: 293,15 K, 298,15 K oraz 303,15 K. W każdej z temperatur zaobserwowano nieliniowy wzrost lepkości roztworu wraz ze wzrostem zawartości 1,5-PD w mieszaninie. Zmiany opisano wielomianem trzeciego

stopnia. Zgodnie z oczekiwaniami wzrost temperatury skutkował obniżeniem lepkości roztworu o zdefiniowanym składzie.

Entalpię rozcieńczania i wartości współczynników osmotycznych dla wodnych roztworów 1,5-PD w 25°C zmierzył Borghesani ze współpracownikami [66]. W całym zakresie składów mieszaniny {1,5-PD+woda} wartości entalpii rozcieńczenia są ujemne. Jeżeli molalność roztworu przed rozcieńczeniem wynosiła $1,34 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, a po rozcieńczeniu $0,64 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ to entalpia rozcieńczania miała wartość $(-587,3 \text{ J})$. Podczas gdy rozcieńczeniu od stężenia $0,15 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ do $0,08 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ towarzyszy zmiana entalpii wynosząca tylko $(-7,4 \text{ J})$. Badacze obliczyli także termodynamiczne parametry oddziaływania par dla szeregu homologicznego dioli w 25°C. Stwierdzili, że oddziaływania pomiędzy grupami hydroksylowymi diolu wnoszą ujemny wkład do entalpii mieszania, zaś dodatni wkład dają oddziaływania: $-\text{CH}_2-\cdots-\text{CH}_2-$ i $\text{HO}-\cdots-\text{CH}_2-$. Obliczone wartości entalpowych współczynników oddziaływania par i trójek w rozcieńczonych roztworach wodnych 1,5-PD wynoszą $h_{xx} = 1335 \text{ J} \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ i $h_{xxx} = -20 \text{ J} \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{mol}^3$.

Połączenie rezultatów badań densymetrycznych z danymi uzyskanymi z metody akustycznej daje duże możliwości podczas analizowania zmian w oddziaływaniach międzycząsteczkowych, będących następstwem zmiany składu roztworu i temperatury.

Badania densymetryczne i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w rozcieńczonych roztworach wodnych 1,5-PD przeprowadzili Hnědkovský i Cibulka [67], w zakresie temperatur (278,15–318,15) K. Na ich podstawie obliczyli graniczne cząstkowe objętości molowe diolu i jego graniczne molowe ściśliwości izoentropowe w analizowanych temperaturach. Zaobserwowali nieliniowy wzrost granicznej cząstkowej objętości molowej od $103,63 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ w 278,15 K do $105,66 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ w 318,15 K. Wartości granicznej molowej ściśliwości izoentropowej także wykazywały nieliniowy wzrost i tak: w 278,15 K mamy $K_{S,m,2}^0 = -11,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{GPa}^{-1}$, a w $T = 318,15 \text{ K}$ mamy $K_{S,m,2}^0 = 19,9 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{GPa}^{-1}$. Otrzymane rezultaty były w bardzo dobrej zgodności z tymi cytowanymi w literaturze. Autorzy obliczyli wkład grupy metylenowej do granicznej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m,2}^0$), który od ujemnej wartości w 278,15 K ($-6,9 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{GPa}^{-1}$) rośnie do $(+2,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{GPa}^{-1})$ w temperaturze 318,15 K. Długość łańcucha pomiędzy terminalnymi grupami hydroksylowymi w cząsteczce diolu decyduje o możliwości tworzenia wewnątrzcząsteczkowego wiązania wodorowego, która jest związana z giętkością tego fragmentu cząsteczki.

Kompleksowe badania densymetryczne, ich rezultaty i analizę obliczonych na podstawie danych eksperymentalnych wartości, takich jak: nadmiar objętości molowej dla wodnych roztworów 1,5-PD i cząstkowa objętość molowa diolu w tych mieszaninach w zakresie temperatur (288,15–318,15) K, opisali w swojej publikacji Moosavi i Rostami [64]. Gęstość tej mieszaniny osiąga niewielkie maksimum, gdy roztwór zawiera około 20% molowych 1,5-pentanodiolu w 298,15 K. Zmiany objętości molowej roztworu związane są z tzw. efektem upakowania dzięki, któremu małe cząsteczki wody lokują się w wolnych przestrzeniach pomiędzy cząsteczkami diolu. Stwierdzono, że wodne roztwory dioli o dłuższych łańcuchach węglowodorowych wykazują większą gęstość, chociaż w tym przypadku efekt masy jest decydujący a nie efekt upakowania. Nadmiarowe objętości molowe V_m^E układu {1,5-PD+woda} są ujemne w całym zakresie składów, we wszystkich analizowanych temperaturach. Minimum zależności $V_m^E = f(x_{\text{diolu}})$ w 298,15 K występuje dla mieszaniny zawierającej około 45% molowych diolu. Obserwowana wartość jest wypadkową kilku efektów, które mają na nią wpływ:

- istnienia silnych międzycząsteczkowych wiązań wodorowych (wkład ujemny),
- rozmieszczenia cząsteczek o różnej wielkości w lukach struktury (wkład ujemny),
- rozpadu grup cząsteczek istniejących w stanie czystym (dodatni wkład).

Wzrost nadmiaru objętości molowej mieszaniny (V_m^E) spowodowany wzrostem temperatury jest związany z niszczeniem wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami wody i diolu. Analiza przeprowadzona przez Czechowskiego i innych [68], dotycząca wpływu zawartości diolu w mieszaninie i temperatury na nadmiar objętości molowej wykazuje, że kontrakcja objętości molowej jest związana z niszczeniem wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami diolu i tworzeniu przez nie wiązań wodorowych z cząsteczkami wody. Dodatkowo badacze pokazali, że temperatura wpływa na głębokość minimum funkcji $V_m^E = f(x_{\text{diolu}})$ tj. jej wzrost powoduje, że to minimum staje się płytsze. Wzrost temperatury w niewielkim stopniu wpływa na jego położenie tj. występuje ono w roztworach o $x_{\text{diolu}} \approx 0,44$.

Bardzo kompleksową analizę termofizycznych wielkości dotyczących roztworów wodnych 1,5-pentanodiolu w całym zakresie składów w trzech temperaturach: 298,15 K, 308,15 K i 318,15 K przeprowadził Sirbu i inni [65]. Otrzymane rezultaty dotyczące nadmiaru objętości molowej potwierdziły omówione powyżej rezultaty Moosavi i Rostami [64]. W pracy autorzy przeanalizowali zmiany cząstkowej i pozornej objętości molowej

1,5-PD w wodnych roztworach o różnych składach, w trzech wymienionych temperaturach. W obszarze bogatym w wodę, zachowanie cząstkowej objętości molowej 1,5-PD jest takie samo jakie dla dobrze opisanych mieszanin wodnych alkoholi [69]. Jeżeli ułamek molowy 1,5-PD w roztworze nie przekracza 0,05, to cząstkowa objętość molowa tego diolu maleje ze wzrostem jego zawartości w mieszaninie. Zdaniem autorów analizowanej pracy, obserwowany efekt jest wynikiem znaczącego zjawiska hydrofobowej hydratacji grup etylenowych. Wyznaczyli także wartości graniczne tych wielkości. Zdaniem Sirbu i innych [65] w roztworze nieskończenie rozcieńczonym dominują oddziaływania poprzez wiązania wodorowe tworzące się pomiędzy cząsteczkami diolu. Dodatkowym zjawiskiem jest hydrofobowa hydratacja hydrofobowych fragmentów cząsteczki diolu. W zakresie bogatym w diol dominują struktury tworzone poprzez wiązania wodorowe pomiędzy cząsteczkami wody i diolu. Badania przeprowadzone metodą niskokątowego rozproszenia neutronów i dynamicznego rozproszenia światła pokazują, że wodne roztwory dioli w nanoskali są niejednorodne [65].

W roztworach, w których ułamek molowy diolu nie przekracza 0,01 nie stwierdzono oddziaływań pomiędzy cząsteczkami diolu, ponieważ są one bardzo silnie hydratowane i nie tworzą większych agregatów. Jeżeli ułamek molowy diolu jest: $0,25 > x_{\text{diolu}} > 0,01$, to w mieszaninie pojawiają się skupiska cząsteczek diolu, które są przejawem stężeniowej fluktuacji cząsteczek w wyniku, której powstają agregaty zawierające znaczącą ilość cząsteczek wody.

Wprowadzenie 1,5-PD do wody powoduje wzrost szybkości rozchodzenia się dźwięku, która osiąga wartość maksymalną dla roztworu zawierającego około 25% molowych diolu. Zjawisko to łączy się z usztywnieniem struktury po dodaniu diolu, z powodu tworzenia się wolno przemieszczających się sieci wiązań wodorowych.

Łącząc dane densymetryczne z szybkością rozchodzenia się dźwięku, obliczono: nadmiar szybkości rozchodzenia się dźwięku, współczynnik ściśliwości izoentropowej i jej nadmiar oraz molową ściśliwość izoentropową i jej nadmiar.

Nadmiar szybkości rozchodzenia się dźwięku w mieszaninie {1,5-PD+woda} jest dodatni w całym zakresie temperatury z maksimum dla roztworu zawierającego około 20% molowych diolu, we wszystkich temperaturach, w których wykonano badania. Nie obserwuje się przesunięcia tego maksimum na skutek zmiany temperatury, ale jego intensywność obniża się na skutek jej wzrostu. Nadmiar współczynnika ściśliwości izoentropowej jest ujemny w całym zakresie składów mieszaniny, a wzrost temperatury wpływa na zwiększenie jego wartości tj. staje się on mniej ujemny. Przyczyną takich

zmian analizowanego współczynnika autorzy upatrują w geometrycznym dopasowaniu cząsteczek o różnej wielkości i obecności specyficznych oddziaływań pomiędzy komponentami mieszaniny, takimi jak wiązania wodorowe pomiędzy cząsteczkami diolu lub/i pomiędzy ich grupą –OH i atomem wodoru z cząsteczki wody.

2.2.2. Mieszaniny dwuskładnikowe {woda+glikol polietylenowy}

Aplikacyjność krótkołańcuchowych glikoli polietylenowych, związana z branżą spożywczą, farmaceutyczną czy kosmetyczną, wiąże się ze stosowaniem ich roztworów wodnych. Znajomość właściwości tych mieszanin jest kluczowa z punktu widzenia potencjalnych możliwości ich zastosowania.

W rozdziale tym zostanie przedstawiony przegląd rezultatów badań dotyczących roztworów wodnych trzech glikoli polietylenowych: di-, tri- i tetraetylenowego.

Badania przewodności cieplnej, prowadzone przez Vanderkooi i współpracowników [70] dotyczyły wodnych roztworów o różnej zawartości glikolu, w zakresie temperatur (0–100)°C. Zarówno dla wodnych roztworów glikolu dietylenowego (DEG) jak i trietylenowego (T3EG) w każdej z trzech temperatur (0°C, 50°C i 100°C) wzrost zawartości glikolu powodował obniżenie przewodności cieplnej mieszaniny. Badania te zostały potwierdzone przez Sun'a i Teja [71]. Lepkość wodnych roztworów glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego w temperaturze 25°C w całym zakresie składów mieszaniny zmierzili Jerome, Tseng i Fan [72]. Przeprowadzili analizę przebiegu krzywej $\eta = f(x_{\text{glikolu}})$. Wyraźny wzrost lepkości mieszanin był obserwowany wraz ze wzrostem zawartości DEG i T3EG, gdy ich ułamek molowy wynosił $0,3 \geq x > 0$. W roztworach o $x_{\text{glikolu}} > 0,3$ lepkość rosła nieznacznie. Zatem, na analizowanej zależności $\eta = f(x_{\text{glikolu}})$ dla $x_{\text{glikolu}} > 0,3$ zaobserwowano dużą zmianę nachylenia tej zależności.

Wspomniani powyżej badacze Sun i Teja [71] badali także wpływ temperatury (w zakresie od 290 K do 450 K) i składu mieszaniny wodnej zawierającej DEG i T3EG ($1 \geq x_2 > 0,25$) na jej lepkość. Zgodnie z oczekiwaniami lepkość wodnych roztworów o zdefiniowanych składach malała ze wzrostem temperatury. W każdej z analizowanych temperatur wzrost zawartości glikolu polietylenowego w roztworze skutkował wzrostem lepkości mieszaniny. Podobne obserwacje zostały poczynione w odniesieniu do zbadanych gęstości mieszanin. Kompleksowe badania wodnych roztworów glikoli polietylenowych (di-, tri- i tetraetylenowego) przeprowadzili Pal i Singh [73].

Rezultaty ich badań dotyczących szybkości rozchodzenia się ultradźwięków pokazują, że wielkość ta rośnie ze wzrostem temperatury, gdy ułamek molowy glikolu polietylenowego jest większy niż 0,05, ale mniejszy od 0,1. W roztworach bardziej stężonych wielkość ta maleje. Zdaniem badaczy wzrost temperatury wpływa na organizację molekularną układu w taki sposób, że wzrasta liczba niezwiązanych cząsteczek wody powodując większe upakowanie cząsteczek i wzrost szybkości rozchodzenia się ultradźwięków. W roztworach o $x_{\text{glikolu}} > 0,1$ większa ściśliwość glikolu polietylenowego decyduje o zmniejszeniu się szybkości rozchodzenia się ultradźwięków. Pal i Singh [73] zbadali także lepkość omawianych mieszanin w 303,15 K i 308,15 K. Obliczyli różnicę pomiędzy lepkością mieszaniny oraz roztworu doskonałego ($\Delta\eta$) i przeanalizowali jej zmiany od składu roztworu. Analizowana wielkość w zakresie bogatym w wodę ($x_{\text{glikolu}} < 0,1$) przyjmuje ujemne wartości. Dla roztworów o $x_{\text{glikolu}} > 0,1$ wartości $\Delta\eta$ rosną, aby osiągnąć dodatnią wartość maksymalną. Maksimum funkcji $\Delta\eta = f(x_{\text{glikolu}})$ dla roztworu glikolu tetraetylenowego występuje przy $x_{\text{T4EG}} \approx 0,4$. Wzrost liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce skutkuje wzrostem intensywności tego maksimum i powoduje, że pojawia się ono w roztworze o mniejszej zawartości glikolu. W omawianej pracy autorzy obliczyli także współczynnik ściśliwości izoentropowej, wykorzystując własne dane densymetryczne uzyskane wcześniej [73].

Funkcje objętościowe roztworów wodnych krótkołańcuchowych glikoli polietylenowych w temperaturze 303,15 K i 308,15 K przeanalizował Pal ze współpracownikami [74]. Bardzo precyzyjnie określili, w każdej z temperatur, zarówno skład roztworu dla którego funkcja $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$ osiąga minimum, a także wartość nadmiaru objętości molowej dla tej mieszaniny. Te dane są zamieszczone w Tabeli 4.

Tabela 4. Skład roztworu, dla którego funkcja $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$ osiąga minimum

Mieszanina	303,15 K		308,15 K	
	$x_{\min}$	$V_{\min}^E$	$x_{\min}$	$V_{\min}^E$
W + DEG	0,3447	-0,689	0,3467	-0,673
W + T3EG	0,2833	-0,833	0,2874	-0,813
W + T4EG	0,2667	-1,006	0,2720	-0,969

W stałej temperaturze, minimum funkcji $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$ pojawia się w roztworze o mniejszej zawartości glikolu, gdy jego łańcuch oksyetylenowy się wydłuża, ale

jednocześnie jego głębokość rośnie. Taki trend zmian funkcji $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$ sugeruje, że siła oddziaływań pomiędzy cząsteczkami glikolu i wody wzrasta od DEG do T4EG, gdy temperatura obniża się. Wcześniejsze badania [75,76] pokazały, że hydrofobowa hydratacja grup $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ utrudnia i osłabia oddziaływania pomiędzy eterowymi atomami tlenu i cząsteczkami wody, poprzez tworzenie wiązań wodorowych. Zgodnie z sugestią Douheret'a i Morenas [77] duża ujemna wartość V_m^E jest wynikiem wzrostu oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu, ale także dużej różnicy objętości molowych czystych substancji. Obserwowana wartość nadmiarowej objętości molowej jest wypadkową kilku efektów tj. oddziaływaniami dipol-dipol i różnicą wielkości cząsteczek oraz kontrakcji będącej skutkiem tworzenia się kompleksów z wiązaniem wodorowym pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu. Otrzymane rezultaty wskazują, że ten ostatni efekt jest dominującym. Zjawisko nieznacznego wzmocnienia tetraedrycznej sieci wody jest obserwowane w obszarze w nią bogatym. Efekt ten jest tym większy im więcej grup oksyetylenowych zawiera cząsteczka glikolu. Pal i inni [74] przeanalizowali także zmiany pozornej objętości molowej omawianych glikoli polietylenowych od składu mieszaniny w dwóch wspomnianych powyżej temperaturach. Wielkość ta rośnie ze wzrostem temperatury, która znacząco wpływa na organizację cząsteczek w roztworze. Zwiększa się ilość „wolnych” cząsteczek wody, które lokując się w wolnych przestrzeniach struktury, prowadzą do wzrostu upakowania molekuł tworzących wodny roztwór poliglikolu. Wartości pozornej objętości molowej glikoli polietylenowych rosną, gdy ich zawartość w roztworze także wzrasta.

Pal ze współpracownikami [74] obliczyli różnicę pomiędzy wartością izoentropowego współczynnika ściśliwości dla mieszaniny i tą obliczoną na podstawie współczynników izoentropowych czystych substancji i składu mieszaniny, wyrażonego przez ułamki objętościowe składników. Analiza funkcji $\Delta\kappa_S = f(\phi)$ przyjmuje ujemne wartości w całym zakresie składów omawianych mieszanin, osiągając wartość minimalną w roztworze o ułamku objętościowym $\phi \approx 0,5$, niezależnie od wielkości cząsteczki glikolu. Catrinciuc i inni [78] wyznaczyli gęstość i lepkość kinematyczną mieszanin {woda+DEG} w 298,15 K. Przeanalizowali przebieg funkcji $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$. Ujemne wartości nadmiarowej objętości molowej były obserwowane w całym zakresie składów mieszaniny. Funkcja osiąga minimum dla roztworu, w którym zawartość glikolu dietylenowego wynosi około 45% molowych. Nadmiar lepkości kinematycznej (η^E) zmienia się wraz ze wzrostem stężenia glikolu w sposób, który był opisany wcześniej

przez Pal'à i Singh'à [73], tj. od ujemnych wartości w zakresie bogatym w wodę ($x_{\text{glikolu}} < 0,1$) do dodatnich w pozostałym zakresie z maksimum dla roztworu o $x_{\text{glikolu}} \approx 0,5$. Zmiany w przebiegu zmian funkcji nadmiarowych są wypadkową wielu czynników strukturalnych i tych związanych ze zmianami w oddziaływaniach międzycząsteczkowych. W przypadku mieszaniny {woda+1,5-PD} istotną rolę odgrywa fakt, że woda jest polarnym rozpuszczalnikiem protonowym ($\mu = 1,85$ D), a glikol dietylenowy także jest polarny ($\mu = 2,31$ D).

Dielektryczne właściwości wodnych roztworów DEG, T3EG i T4EG w zakresie temperatur $(35-55)^{\circ}\text{C}$, mierząc statyczną przenikalność elektryczną, zbadali Kao, Hsieh i Li [79]. W stałej temperaturze glikol dietylenowy ma największą wartość statycznej przenikalności elektrycznej (ϵ). Maleje ona ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce. Stwierdzono, że zarówno wzrost temperatury jak i zawartość glikolu w roztworze wodnym powoduje obniżenie wartości ϵ . Duże ujemne wartości nadmiarowych statycznych przenikalności elektrycznych badanych roztworów wodnych wydają się wskazywać na silne oddziaływania pomiędzy cząsteczkami w układach poprzez tworzące się wiązania wodorowe.

Wyniki badań densymetrycznych i krioskopowych Rudan – Tasic'à i Klofentor'à [80] umożliwiły:

- obliczenie praktycznych współczynników aktywności wodnych roztworów glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego,
- współczynników aktywności,
- cząstkowych objętości molowych glikoli w roztworze nieskończenie rozcieńczonym,
- termodynamicznych wielkości opisujących procesy solwatacyjne tj. zmianę entalpii, entalpii swobodnej i czynnika entropowego (TdS).

Wartości praktycznego współczynnika osmotycznego, wyznaczone w punkcie topnienia rozpuszczalnika rosną, gdy molalność każdego glikolu polietylenowego rośnie. Ich wartości zostały wykorzystane do obliczenia współczynników wirjalnych charakteryzujących wkład do nadmiarowej entalpii swobodnej oddziaływania par i trójek (cząsteczek glikolu) w wodzie. Stwierdzono, że wkład wnoszony przez oddziaływania pomiędzy dwiema cząsteczkami jest dodatni, a pomiędzy trzema jest ujemny ($|g_{222}| < |g_{22}|$), a jego bezwzględna wartość rośnie z wydłużeniem łańcucha cząsteczki glikolu polietylenowego. Analizując wartości tych współczynników stwierdzono, że zjawiska asocjacji nie są preferowane. Dobre strukturalne dopasowanie cząsteczek wody i glikoli sprawia, że

hydratacja jest dominującym zjawiskiem. Częsteczki wody mogą tworzyć wiązania wodorowe zarówno z eterowymi atomami tlenu cząsteczki glikolu jak i ich grupami hydroksylowymi. Należy pamiętać także o wpływie na strukturę wody i jej możliwości tworzenia wiązań wodorowych, zjawiska hydrofobowej hydratacji grup etylenowych.

Graniczna cząstkowa objętość molowa każdego z analizowanych glikoli rośnie ze wzrostem temperatury w przedziale (298,15–308,15) K. Nachylenie funkcji $V_2^0 = f(T)$ rośnie, gdy liczba grup oksyetylenowych w cząsteczce jest większa. Ujemne wartości entalpii solwatacji i czynnika entropowego maleją (stają się bardziej ujemne) ze wzrostem temperatury, dla każdego z badanych roztworów wodnych. Ze względu na większe ujemne wartości czynnika entropowego solwatacji w porównaniu z entalpią solwatacji, zmiana entalpii swobodnej związana z solwatacją (hydratacją) cząsteczek glikolu jest dodatnia, a jej wartość rośnie w wyższych temperaturach. W temperaturze 298,15 K zaobserwowano, że $\Delta G_{\text{solwatacji}} = f(n_c)$ liniowo rośnie ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce glikolu polietylenowego.

Bazując na teorii Kirkwood'a – Buff'a, Marcus [69] określił wartość parametru H_{12}^∞ w 298,15 K, który staje się bardziej ujemny, gdy długość łańcucha oksyetylenowego w cząsteczce rośnie.

Badaniom densymetrycznym i sonochemicznym wodnych mieszanin glikoli di-, tri- i tetraetylenowego w 298,15 K swoją pracę poświęcili Tsierkezos i Palaiolognu [81]. Na podstawie danych eksperymentalnych obliczono nadmiar: objętości molowej, szybkość dźwięku i ściśliwości izoentropowej. Przeanalizowano zmiany tych wielkości od składu mieszaniny w całym zakresie jej składów. Nadmiarowe objętości molowe wszystkich mieszanin dwuskładnikowych są ujemne, co wskazuje na kontrakcję objętości w trakcie powstawania roztworu. Minimum zależności $V_m^E = f(x_{\text{glikolu}})$ występuje w zakresie bogatym w wodę dla $x_{\text{glikolu}} \approx 0,45$. Dla mieszaniny równomolowej ($x_{\text{wody}} = x_{\text{glikolu}} = 0,5$) obliczone ujemne wartości V_m^E zachowują porządek: DEG, T3EG, T4EG (największa ujemna wartość). Ta kolejność wskazuje, że siła oddziaływania pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu jest bardziej znacząca przy przejściu od glikolu dietylenowego do tetraetylenowego. Jest to związane ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce glikolu, których obecność zwiększa zdolność do tworzenia, przez grupy hydroksylowe glikolu, wiązań wodorowych z cząsteczkami wody [82].

Także wartości κ_S^E są ujemne (w przeciwieństwie do dodatnich wartości u^E) w całym zakresie składów mieszanin. Rezultaty te pokazują, że roztwory rzeczywiste są mniej

ściśliwe niż mieszaniny doskonałe. Zmniejszenie ściśliwości roztworu jest przejawem specyficznych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu [83,84]. Tworzenie wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu odgrywa dominującą rolę i decyduje o właściwościach tych mieszanin.

Entalpie mieszania dla wodnych roztworów glikolu di- i trietylenowego w 298,15 K zmierzył Richon ze współpracownikami [85]. Ujemne wartości entalpii mieszania autorzy przypisują hydrofilowej hydratacji, czyli tworzeniu wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami glikolu i wody. Obecność dodatkowego eterowego atomu tlenu sprawia, że nadmiarowa entalpia staje się bardziej ujemna. Atom ten jest łatwo dostępny do tworzenia kolejnych wiązań wodorowych. Dodatni wkład związany z hydrofobową hydratacją grup alkilowych odgrywa mniejszą rolę. Duże ujemne wartości entalpii mieszania wskazują na dominację hydrofilowej hydratacji w analizowanych roztworach wodnych. Bardziej ujemne wartości z minimum dla roztworu o $x_{\text{glikolu}} \approx 0,3$ były obserwowane dla glikolu trietylenowego, którego łańcuch zawiera o jeden eterowy atom tlenu więcej niż glikol dietylenowy.

2.3. Wybrane funkcje termodynamiczne roztworów

Substancje tworząc mieszaninę tracą swoje indywidualne właściwości, a ich roztwór zyskuje nowe, często znacząco odbiegające od tych charakteryzujących substancje czyste. Jest to wynikiem istotnych zmian w charakterze i energii oddziaływań międzycząsteczkowych pomiędzy składnikami mieszaniny, w porównaniu z tymi występującymi w czystych substancjach.

Termodynamika pozwala kompleksowo i precyzyjnie opisać zmiany zachodzące w roztworach na skutek zmiany ich składu i temperatury. Do opisu właściwości roztworu stosuje się funkcje mieszania i funkcje nadmiarowe. Zmiany właściwości składników roztworu charakteryzowane są przez wielkości cząstkowe i pozorne molowe. Definicje i sens wspomnianych powyżej funkcji zostaną omówione w kolejnych podrozdziałach.

2.3.1. Funkcje nadmiarowe, cząstkowe pozorne i molowe. Podstawowe informacje

W dyskusji o właściwościach termodynamicznych roztworów istotną rolę pełnią funkcje nadmiarowe, które stanowią różnicę pomiędzy molową wartością danej funkcji dla roztworu a wartością tej funkcji dla roztworu doskonałego, w tej samej temperaturze

i ciśnieniu. Funkcje nadmiarowe odzwierciedlają zmiany związane z naturą oddziaływań międzycząsteczkowych pomiędzy składnikami mieszaniny. Nadmiar wielkości molowej (Z_m^E) określa różnicę pomiędzy wartością danej funkcji stanu dla roztworu rzeczywistego (Z_m) i dla roztworu doskonałego (Z_m^{id}), wyznaczonych w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia:

$$Z_m^E = Z_m - Z_m^{id} \quad (1)$$

Roztwór doskonały to taki, w którym nie zachodzą istotne zmiany w oddziaływaniach międzycząsteczkowych pomiędzy składnikami mieszaniny w porównaniu do tych występujących pomiędzy cząsteczkami w czystych substancjach. Definiuje go równanie, w którym potencjał chemiczny każdego składnika spełnia w całym zakresie stężeń zależność:

$$\mu_i(T, p) = \mu_i^0(T, p) + R T \ln x_i \quad \text{dla } 0 < x_i \leq 1 \quad (2)$$

μ_i^0 – standardowy potencjał chemiczny składnika roztworu doskonałego (potencjał chemiczny czystego składnika).

Funkcja nadmiarowa może być definiowana także jako różnica wartości molowej funkcji mieszania roztworu rzeczywistego i doskonałego:

$$Z_m^E = Z_m^M - Z_m^{M id} \quad (3)$$

Nadmiar objętości molowej i entalpii molowej jest równy odpowiednio, objętości molowej (V_m^M) mieszania i molowej entalpii mieszania (H_m^M). Zatem objętość powstałego roztworu doskonałego jest sumą objętości czystych składników, a ich mieszanin nie towarzyszy żaden efekt cieplny.

$$\begin{aligned} V_m^E &= V_m^M & \text{ponieważ} & & V_m^{M id} &= 0 \\ H_m^E &= H_m^M & \text{ponieważ} & & H_m^{M id} &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Powyższe relacje (4) nie dotyczą nadmiaru molowej entropii i entalpii swobodnej. Zmiany nadmiaru wielkości molowych od składu układu zazwyczaj są opisywane za pomocą równania Redlicha–Kistera (5), którego ogólna postać jest podana poniżej:

$$Z_m^E = x_1 \cdot x_2 \cdot \sum_{j=0}^j A_j \cdot (1 - 2x_1)^j \quad (5)$$

gdzie:

Z_m^E – nadmiarowa molowa funkcja termodynamiczna,

x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

A_j – współczynnik dobieralny,

j – stopień wielomianu.

Jak wspomniano wcześniej, składniki mieszaniny częściowo tracą swoje indywidualne cechy i właściwości w roztworze w porównaniu ze stanem czystym, dlatego ekstensywna funkcja stanu charakteryzująca roztwór zazwyczaj nie jest addytywna względem odpowiednich funkcji stanu odnoszących się do czystych składników.

$$z \neq n_1 \cdot Z_{m,1}^* + n_2 \cdot Z_{m,2}^* + \dots \neq \sum_{i=1}^i n_i \cdot Z_{m,i}^* \quad (6)$$

gdzie:

z – ekstensywna wielkość termodynamiczna roztworu,

$n_1, n_2, \dots, n_i$ – liczba moli składnika 1, 2, ..., i ,

$Z_{m,1}^*, Z_{m,2}^*, \dots, Z_{m,i}^*$ – molowa wielkość termodynamiczna czystej substancji 1, 2, ..., i .

Właściwości mieszaniny zmieniają się wraz ze zmianą jej składu. Zastosowanie cząstkowych wielkości molowych ($Z_{m,i}$) pozwala wyrazić zmiany dowolnej wielkości ekstensywnej spowodowane zmianą liczby moli danego składnika i w mieszaninie.

Cząstkowa wielkość molowa ($Z_{m,i}$) składnika i jest równa zmianie funkcji ekstensywnej (z) układu, gdy w warunkach izotermiczno-izobarycznych wprowadzi się 1 mol składnika i , nie zmieniając składu roztworu, tj. stężeń wszystkich jego składników.

$$Z_{m,i} = \left(\frac{\partial z}{\partial n_i} \right)_{p,T,n_{j \neq i}} \quad (7)$$

Zatem, ekstensywna funkcja stanu roztworu zgodnie z twierdzeniem Eulera jest zdefiniowana równaniem:

$$z = \sum_{i=1}^i n_i \cdot \left(\frac{\partial z}{\partial n_i} \right)_{p,T,n_{j \neq i}} = \sum_{i=1}^i n_i \cdot Z_{m,i} \quad (8)$$

Cząstkowa wielkość molowa ($Z_{m,i}$) określa udział, jaki dany składnik i wnosi do wartości ekstensywnej funkcji roztworu. Zależy ona od składu układu i nie jest równa wielkości molowej czystej substancji:

$$Z_{m,i} \neq Z_{m,i}^* \quad (9)$$

Obserwacja przebiegu zmian wielkości cząstkowych molowych od składu roztworu, pozwala na analizę zmian zachodzących w oddziaływaniach międzycząsteczkowych pomiędzy jego składnikami.

Wartości ekstensywnej funkcji stanu można wyznaczyć na drodze eksperymentalnej, ale wartości cząstkowych wielkości molowych nie można uzyskać na podstawie bezpośrednich pomiarów. Do ich wyznaczenia najczęściej wykorzystuje się wielkości pozorne molowe.

Pozorną wielkość molową składnika 2 w mieszaninie ($Z_{\phi,m,2}$) dwuskładnikowej definiuje równanie:

$$z = n_1 \cdot Z_{m,1}^* + n_2 \cdot Z_{\phi,m,2} \quad (10)$$

gdzie:

z – funkcja ekstensywna,

n_1, n_2 – liczba moli składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$Z_{\phi,m,2}$ – pozorna wielkość molowa składnika 2 w mieszaninie,

$Z_{m,1}^*$ – wielkość molowa czystej substancji 1.

Jest ona molową wielkością termodynamiczną wybranego składnika w roztworze przy założeniu, że pozostałe składniki mieszaniny zachowują wartości tej wielkości opisujące je w stanie czystym.

Pozorną wielkość molową ($Z_{\phi,m,2}$) określa się zazwyczaj w odniesieniu do substancji rozpuszczonej.

Różniczkując równanie (10) względem n_2 , otrzymujemy zależność umożliwiającą określenie cząstkowej wielkości molowej substancji 2 w mieszaninie dwuskładnikowej, o określonej zawartości tego składnika (n_2):

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial n_2} \right)_{n_1} = Z_{m,2} = Z_{\phi,2} + n_2 \cdot \left(\frac{\partial Z_{\phi,2}}{\partial n_2} \right)_{n_1} \quad (11)$$

W roztworze nieskończenie rozcieńczonym ($n_2 \rightarrow 0$) wartości pozornych wielkości molowych i cząstkowych molowych są sobie równe.

2.3.2. Funkcje objętościowe

2.3.2.1. Wielkości nadmiarowe

Rezultaty badań densymetrycznych dają możliwość przeanalizowania zmiany objętości mieszaniny spowodowanej zarówno zmianą składu roztworu jak i temperatury. Obserwowane zmiany funkcji objętościowych odzwierciedlają przeobrażenia strukturalne zachodzące w roztworze, będące następstwem zmiany oddziaływań pomiędzy cząsteczkami tworzącymi roztwór.

Jedną z najczęściej analizowanych funkcji nadmiarowych jest nadmiarowa objętość molowa (V_m^E):

$$V_m^E = V_m - V_m^{id} \quad (12)$$

gdzie:

V_m – objętość molowa mieszaniny,

V_m^{id} – objętość molowa roztworu doskonałego.

Objętość molową dwuskładnikowego roztworu doskonałego możemy przedstawić jako sumę udziałów wnoszonych przez obydwie składniki:

$$V_m^{id} = x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^* \quad (13)$$

w którym:

x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa, odpowiednio, czystej substancji 1 i 2.

W praktyce nadmiarową objętość molową (V_m^E) dla mieszaniny o określonym składzie wyznacza się korzystając z rezultatów badań densymetrycznych dotyczących roztworu i czystych substancji. Wartości V_m^E oblicza się ze wzoru:

$$V_m^E = x_1 \cdot M_1 \cdot \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1} \right) + x_2 \cdot M_2 \cdot \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (14)$$

gdzie:

x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

M_1, M_2 – masa molowa składnika 1 i 2 w mieszaninie,

ρ – gęstość mieszaniny,

ρ_1, ρ_2 – gęstość czystej substancji 1 i 2.

Rezultaty badań densymetrycznych, prowadzonych w szerokim zakresie temperatur dają możliwość określenia współczynnika izobarycznej rozszerzalności cieplnej (α_p). Jest ona definiowana równaniem (15):

$$\alpha_p = \frac{1}{V_m} \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p = -\left(\frac{\partial \ln \rho}{\partial T} \right)_p \quad (15)$$

Dysponując wartością współczynnika izobarycznej rozszerzalności cieplnej (α_p) możemy obliczyć molową rozszerzalność cieplną mieszaniny pod stałym ciśnieniem ($E_{p,m}$), korzystając ze wzoru:

$$E_{p,m} = \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p = \alpha_p \cdot V_m \quad (16)$$

Obydwie, wspomniane powyżej, wielkości odzwierciedlają wpływ temperatury na objętość roztworu. Nadmiar molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej mieszaniny definiuje równanie (17):

$$E_{p,m}^E = E_{p,m} - E_{p,m}^{\text{id}} \quad (17)$$

gdzie:

$E_{p,m}^E$ – nadmiarowa molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna mieszaniny,

$E_{p,m}$ – molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna mieszaniny,

$E_{p,m}^{\text{id}}$ – molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna mieszaniny doskonałej.

Molową izobaryczną rozszerzalność cieplną mieszaniny doskonałej można obliczyć ze wzoru:

$$E_{p,m}^{\text{id}} = \alpha_p^{\text{id}} \cdot V_m^{\text{id}} = (\phi_1 \cdot \alpha_{p,1}^* + \phi_2 \cdot \alpha_{p,2}^*) \cdot (x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^*) \quad (18)$$

w którym:

α_p^{id} – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej mieszaniny doskonałej,

V_m^{id} – objętość molowa mieszaniny doskonałej,

ϕ_1, ϕ_2 – ułamek objętościowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$\alpha_{p,1}^*, \alpha_{p,2}^*$ – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czystej substancji 1 i 2,

x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa substancji 1 i 2 w stanie czystym.

2.3.2.2. Częstkowe i pozorne molowe wielkości objętościowe

W roztworach rzeczywistych składniki mieszaniny tracą swoje indywidualne właściwości, co skutkuje brakiem addytywności ekstensywnych funkcji opisujących stan układu. Właściwości składników roztworu zazwyczaj charakteryzuje się stosując wielkości pozorne i cząstkowe molowe odniesione do poszczególnych składników.

Pozorna objętość molowa składnika roztworu jest molową objętością danego składnika w roztworze przy założeniu, że objętości pozostałych składników roztworu nie zmieniają się czyli ich wartości są takie jak dla substancji czystych. Zatem wszystkie zmiany objętości wynikające z oddziaływań międzycząsteczkowych manifestują się jedynie poprzez zmianę objętości składnika, dla którego pozorna objętość molowa jest określona.

Pozorną objętość molową składnika 2 w mieszaninie ($V_{\phi,m,2}$) możemy zdefiniować jako różnicę pomiędzy objętością roztworu i objętością czystego rozpuszczalnika w przeliczeniu na 1 mol substancji 2:

$$V_{\phi,m,2} = \frac{V - n_1 \cdot V_{m,1}^*}{n_2} \quad (19)$$

gdzie:

V – objętość roztworu,

$V_{m,1}^*$ – objętość molowa czystej substancji 1,

n_1, n_2 – liczba moli substancji 1 i 2.

Wykorzystując rezultaty badań densymetrycznych, pozorną objętość molową substancji 2 można obliczyć ze wzoru:

$$V_{\phi,m,2} = \frac{M_2}{\rho} - \frac{1000 \cdot (\rho - \rho_1)}{m \cdot \rho \cdot \rho_1} \quad (20)$$

m – molalność roztworu (stężenie roztworu wyrażone liczbą moli substancji 2 w 1 kg rozpuszczalnika 1),

ρ_1, ρ – gęstość, odpowiednio, czystej substancji 1 i roztworu,

M_2 – masa molowa substancji 2.

W roztworze nieskończenie rozcieńczonym wielkości cząstkowe molowe i pozorne molowe danego składnika mieszaniny są sobie równe:

$$V_{\phi,m,2}^0 = \lim_{m \rightarrow 0} V_{\phi,m,2} = V_{m,2}^0 \quad (21)$$

Zmiany pozornej objętości molowej substancji 2 od molalności roztworu można opisać równaniem Redlich'a i Meyer [86]:

$$V_{\phi,m,2} = V_{\phi,m,2}^0 + S_V \cdot \sqrt{m} + b_V \cdot m \quad (22)$$

w którym:

$V_{\phi,m,2}^0$ – graniczna pozorna objętość molowa substancji 2,

m – stężenie substancji 2 wyrażane liczbą moli tej substancji w 1 kilogramie substancji 1,

S_V, b_V – parametry dobieralne.

Jeżeli substancją 2 jest nieelektrolit ($S_V = 0$), to wzór (22) przybiera uproszczoną postać:

$$V_{\phi,m,2} = V_{\phi,m,2}^0 + b_V \cdot m \quad (23)$$

Współczynnik b_V jest nachyleniem liniowej zależności pozornej objętości molowej substancji 2 od molalności roztworu. Współczynnik ten dostarcza informacji o charakterze oddziaływań pomiędzy cząsteczkami substancji 2 [87]. Jeżeli współczynnik b_V przyjmuje dużą ujemną wartość tzn., że substancja ma silne właściwości hydrofobowe [88,89]. Wyznaczenie, na podstawie danych densymetrycznych, wartości pozornych objętości molowych składnika 2 w mieszaninie ($V_{\phi,m,2}$) o różnej jego zawartości, daje możliwość określenia jego cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) w roztworze o zdefiniowanym składzie:

$$V_{m,2} = V_{\phi,m,2} + n_2 \left(\frac{\partial V_{\phi,m,2}}{\partial n_2} \right)_{n_1} \quad (24)$$

Stosownie do wzoru (7), cząstkowe objętości molowe składników 1 i 2 mieszaniny dwuskładnikowej, w warunkach izotermiczno – izobarycznych możemy zdefiniować wzorami:

$$V_{m,1} = \left(\frac{\partial V}{\partial n_1} \right)_{T,p,n_2} \quad (25)$$

$$V_{m,2} = \left(\frac{\partial V}{\partial n_2} \right)_{T,p,n_1} \quad (26)$$

Objętość roztworu zawierającego n_1 moli substancji 1 i n_2 moli substancji 2 obliczamy ze wzoru:

$$V = n_1 \cdot V_{m,1} + n_2 \cdot V_{m,2} \quad (27)$$

gdzie:

n_1, n_2 – liczba moli składnika 1 i 2,

$V_{m,1}, V_{m,2}$ – cząstkowe objętości molowe substancji 1 i 2.

Wpływ ciśnienia na objętość roztworu opisuje współczynnik ściśliwości izentropowej, definiowany jako:

$$\kappa_S = - \frac{1}{V_m} \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial p} \right)_S \quad (28)$$

Jego wartość można wyznaczyć łącząc rezultaty badań densymetrycznych i akustycznych.

Rezultaty badań densymetrycznych przeprowadzonych z dużą precyzją, w szerokim zakresie temperatur pozwalają, stosując podstawowe relacje termodynamiczne, określić wpływ ciśnienia (dla $T = \text{const.}$) na zmiany takich funkcji termodynamicznych jak:

1. molowa entalpia swobodna:

$$\left(\frac{\partial G_m}{\partial p} \right)_T = V_m \quad (29)$$

2. entropia molowa:

$$\left(\frac{\partial S_m}{\partial p} \right)_T = - \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p = -V_m \cdot \alpha_p \quad (30)$$

3. entalpia molowa:

$$\left(\frac{\partial H_m}{\partial p} \right)_T = V_m - T \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p = V_m \cdot (1 - T \cdot \alpha_p) \quad (31)$$

4. izobaryczna molowa pojemność cieplna:

$$\left(\frac{\partial C_{p,m}}{\partial p} \right)_T = -T \cdot \left(\frac{\partial^2 V_m}{\partial T^2} \right)_p = -T \cdot V_m \cdot \left(\alpha_p^2 + \frac{\partial \alpha_p^2}{\partial T} \right) \quad (32)$$

2.3.3. Wielkości związane z pomiarami akustycznymi

Analiza zmian wielkości opisujących ściśliwość roztworu dostarcza cennych informacji na temat oddziaływań pomiędzy cząsteczkami mieszaniny i ich zmian.

Połączenie rezultatów badań densymetrycznych i akustycznych otrzymanych dla czystych substancji i ich mieszanin o zdefiniowanych składach, daje możliwość obliczenia współczynnika ściśliwości izentropowej czystej substancji np. 1 ($\kappa_{S,1}$) i roztworu (κ_S):

$$\kappa_{S,1} = \frac{1}{u_1^{*2} \cdot \rho_1} \quad (33)$$

$$\kappa_S = \frac{1}{u^2 \cdot \rho} \quad (34)$$

gdzie:

- $\kappa_S, \kappa_{S,1}$ – współczynnik ściśliwości izentropowej roztworu i czystej substancji 1,
- ρ, ρ_1 – gęstość roztworu i czystej substancji 1,
- u, u_1^* – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w roztworze i w czystej substancji 1.

Nadmiar współczynnika ściśliwości izoentropowej roztworu (κ_S^E) definiuje równanie:

$$\kappa_S^E = \kappa_S - \kappa_S^{\text{id}} \quad (35)$$

w którym (κ_S^{id}) jest współczynnikiem ściśliwości izoentropowej roztworu doskonałego obliczanym ze wzoru (36):

$$\begin{aligned} \kappa_S^{\text{id}} = & \phi_1 \cdot \kappa_{S,1}^* + \phi_2 \cdot \kappa_{S,2}^* \\ & + T \left[\frac{\phi_1 \cdot V_{m,1}^* \cdot (\alpha_{p,1}^*)^2}{C_{p,m,1}^*} + \frac{\phi_2 \cdot V_{m,2}^* \cdot (\alpha_{p,2}^*)^2}{C_{p,m,2}^*} \right. \\ & \left. - \frac{(\phi_1 \cdot V_{m,1}^* + \phi_2 \cdot V_{m,2}^*) \cdot (\phi_1 \cdot \alpha_{p,1}^* + \phi_2 \cdot \alpha_{p,2}^*)^2}{x_1 \cdot C_{p,m,1}^* + x_2 \cdot C_{p,m,2}^*} \right] \end{aligned} \quad (36)$$

w którym:

- ϕ_1, ϕ_2 – ułamek objętościowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,
- x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,
- $\kappa_{S,1}^*, \kappa_{S,2}^*$ – współczynnik ściśliwości izoentropowej czystej substancji 1 i 2,
- $\alpha_{p,1}^*, \alpha_{p,2}^*$ – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czystej substancji 1 i 2,
- $V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa czystej substancji 1 i 2,
- $C_{p,m,1}^*, C_{p,m,2}^*$ – izobaryczna molowa pojemność cieplna czystej substancji 1 i 2.

Molową ściśliwość izentropową ($K_{S,m}$) oraz nadmiarową molową ściśliwość izentropową ($K_{S,m}^E$) mieszaniny dwuskładnikowej możemy obliczyć korzystając z zależności:

$$K_{S,m} = \kappa_S \cdot V_m \quad (37)$$

$$K_{S,m}^{\text{id}} = \kappa_S^{\text{id}} \cdot V_m^{\text{id}} = \kappa_S^{\text{id}} \cdot (x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^*) \quad (38)$$

$$K_{S,m}^E = K_{S,m} - K_{S,m}^{\text{id}} \quad (39)$$

gdzie:

$K_{S,m}^{\text{id}}$ – molowa ściśliwość izentropowa mieszaniny doskonałej,

V_m^{id} – objętość molowa mieszaniny doskonałej,

x_1, x_2 – ułamki molowe składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa czystej substancji 1 i 2.

W analizie procesu solwatacji cząsteczek substancji 2 przez rozpuszczalnik 1 stosuje się jej pozorny molowy współczynnik ściśliwości izentropowej ($K_{S,\phi,m,2}$), którego wartość można obliczyć ze wzoru:

$$K_{S,m,\phi,2} = \frac{\kappa_S \cdot \rho_1 - \kappa_{S,1}^* \cdot \rho}{m \cdot \rho \cdot \rho_1} + \frac{M_2 \cdot \kappa_S}{\rho} \quad (40)$$

gdzie:

M_2 – masa molowa substancji 2,

ρ, ρ_1 – gęstość roztworu i gęstość rozpuszczalnika,

$\kappa_S, \kappa_{S,1}^*$ – współczynnik ściśliwości izentropowej roztworu i czystej substancji 1,

m – stężenie roztworu wyrażone liczbą moli substancji 2 w 1 kg rozpuszczalnika.

Pozorna molowa ściśliwość izentropowa substancji 2 w roztworze zależy od jej zawartości w mieszaninie:

$$K_{S,m,\phi,2} = K_{S,m,\phi,2}^0 + b_K \cdot m \quad (41)$$

gdzie:

$K_{S,\phi,m,2}^0$ – graniczna pozorna molowa ściśliwość izentropowa substancji 2,

b_K – parametr empiryczny,

m – stężenie substancji 2 wyrażone liczbą jej moli w 1 kg rozpuszczalnika.

Porównanie wartości granicznych cząstkowych objętości molowych i ściśliwości izentropowych dla różnych substancji wskazuje na większą czułość drugiej z wymienionych wielkości na zmiany zachodzące w otoczkach solwatacyjnych

cząsteczek substancji rozpuszczonej. Wydaje się, że jest to całkowicie uzasadnione faktem, że do wyznaczenia współczynnika ściśliwości izentropowej wykorzystuje się rezultaty nie tylko badań densymetrycznych, ale i akustycznych, które są bardziej czułe na zmiany zachodzące w otoczeniu cząsteczki substancji rozpuszczonej.

Znak $K_{S,m,\phi,2}^0$ dostarcza informacji o wzmacniającym lub osłabiającym wpływie substancji rozpuszczonej na strukturę rozpuszczalnika w roztworze nieskończenie rozcieńczonym.

Wzrost wartości $K_{S,m,\phi,2}^0$ wiąże się z osłabieniem oddziaływań pomiędzy cząsteczkami substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika. Taka struktura jest bardziej podatna na działanie ciśnienia [90]. Jeżeli substancja rozpuszczona wzmacnia strukturę rozpuszczalnika to wartości $K_{S,m,\phi,2}^0$ są mniejsze. Otoczki solwatacyjne cząsteczek substancji, które osłabiają strukturę rozpuszczalnika, są bardziej podatne na zmiany temperatury. Zmniejszenie ściśliwości najprawdopodobniej wynika z faktu, że cząsteczki rozpuszczalnika zaangażowane w tworzenie otoczek solwatacyjnych wykazują bardzo niewielką ściśliwość.

Rezultaty badań akustycznych dają szerokie możliwości opisania najbliższego otoczenia cząsteczki substancji rozpuszczonej w roztworze, poprzez śledzenie zmian liczby solwatacji, określającej liczbę cząsteczek rozpuszczalnika znajdującego się w polu siłowym cząsteczki substancji rozpuszczonej. Jeżeli rozpuszczalnikiem jest woda, to mówimy o liczbie hydratacji (n_h), która może być obliczona z wykorzystaniem rezultatów badań densymetrycznych i akustycznych za pomocą równania Pasynsky'ego [91,92]:

$$n_h = \frac{n_1}{n_2} \cdot \left(1 - \frac{\kappa_S}{\kappa_{S,1}^*} \right) \quad (42)$$

gdzie:

$\kappa_S, \kappa_{S,1}^*$ – współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu i czystej wody,

n_1, n_2 – liczba moli, odpowiednio, wody i substancji rozpuszczonej.

W roztworze nieskończenie rozcieńczonym liczba hydratacji cząsteczek substancji rozpuszczonej przyjmuje wartość graniczną zgodnie z równaniem:

$$n_h^0 = \lim_{n_2 \rightarrow 0} n_h \quad (43)$$

Według Pasynsky'ego [91,92] ściśliwość cząsteczek wody znajdujących się w otoczkach hydratacyjnych jest dużo mniejsza w porównaniu do niezwiązanej wody. Ściśliwość wodnego roztworu polarnego nieelektrolitu maleje ze wzrostem jego stężenia. W roztworze

zawierającym większą liczbę cząsteczek polarnych, proces hydratacji zachodzi z większą intensywnością. Tworzące się otoczki hydratacyjne angażują większą liczbę cząsteczek wody tj. n_h (liczba hydratacji) rośnie w przeliczeniu na każdą cząsteczkę substancji rozpuszczonej. Ta część roztworu jest mniej ściśliwa niż ta zawierająca cząsteczki wody nie biorące udziału w hydratacji. Jednocześnie, obliczone metodą Pasynsky'ego, liczby hydratacji niepolarnych nieelektrolitów maleją ze wzrostem stężenia roztworu i temperatury. W bardzo rozcieńczonych wodnych roztworach nieelektrolitów (dla $x_2 < 0,01$) zależność współczynnika ściśliwości izentropowej roztworu (κ_S) od ułamka molowego substancji rozpuszczonej może być opisana zależnością liniową:

$$\kappa_S = \frac{d\kappa_S}{dx_2} x_2 + \kappa_{S,1}^* \quad (44)$$

gdzie:

$\kappa_{S,1}^*$ – współczynnik ściśliwości izoentropowej wody,

x_2 – ułamek molowy substancji rozpuszczonej 2.

Liczbę hydratacji substancji w roztworze nieskończenie rozcieńczonym (n_h^0) możemy obliczyć łącząc równanie (43) i (44), otrzymując zależność:

$$n_h^0 = \lim_{x_2 \rightarrow 0} n_h = -\frac{1}{\kappa_{S,1}^*} \left(\frac{d\kappa_S}{dx_2} \right) \quad (45)$$

Łącząc wcześniej zdefiniowane wielkości dla roztworu takie jak:

- α_p – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej (równanie 15),
- κ_S – współczynnik ściśliwości izentropowej roztworu (równanie 44),
- c_p – izobaryczna właściwa pojemność cieplna mieszaniny,

można obliczyć trzy inne wielkości, charakteryzujące roztwór w warunkach izotermicznych:

1. współczynnik ściśliwości izotermicznej (κ_T) roztworu:

$$\kappa_T = -\frac{1}{V_m} \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial p} \right)_T = \kappa_S + \frac{\alpha_p^2 \cdot T}{c_p \cdot \rho} \quad (46)$$

gdzie:

κ_S – współczynnik ściśliwości izentropowej roztworu,

α_p – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu,

c_p – izobaryczna właściwa pojemność cieplna roztworu,

T, p – temperatura, ciśnienie,
 ρ – gęstość mieszaniny,
 V_m – objętość molowa mieszaniny.

2. molową ściśliwość izotermiczną ($K_{T,m}$) roztworu:

$$K_{T,m} = \kappa_T \cdot V_m \quad (47)$$

w którym:

κ_T – współczynnik ściśliwości izotermicznej roztworu,
 V_m – objętość molowa mieszaniny.

3. nadmiar molowej ściśliwości izotermicznej roztworu ($K_{T,m}^E$):

$$K_{T,m}^E = K_{T,m} - K_{T,m}^{id} \quad (48)$$

gdzie:

$K_{T,m}$ – molowa ściśliwość izotermiczna roztworu,
 $K_{T,m}^{id}$ – molowa ściśliwość izotermiczna mieszaniny doskonałej, której wartość można obliczyć ze wzoru:

$$K_{T,m}^{id} = \kappa_{T,m}^{id} \cdot V_m^{id} = (\phi_1 \cdot \kappa_{T,1}^* + \phi_2 \cdot \kappa_{T,2}^*) \cdot (x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^*) \quad (49)$$

w którym:

$\kappa_{S,m}^{id}$ – współczynnik ściśliwości izentropowej mieszaniny doskonałej,
 V_m^{id} – objętość molowa mieszaniny doskonałej,
 ϕ_1, ϕ_2 – ułamek objętościowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,
 $\kappa_{T,1}^*, \kappa_{T,2}^*$ – współczynnik ściśliwości izotermicznej czystych substancji 1 i 2,
 x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w roztworze,
 $V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa czystej substancji 1 i 2.

Jeżeli wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_T) roztworu zostaną wyznaczone w szerokim zakresie temperatur, to zgodnie z relacją:

$$-\left(\frac{\partial \kappa_T}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial \alpha_p}{\partial p}\right)_T \quad (50)$$

jest możliwe określenie wpływu ciśnienia na współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu (α_p) w danej temperaturze.

3. Część eksperymentalna

3.1. Przygotowanie substancji do badań

W pracy badano mieszaniny dwuskładnikowe tj. wodne roztwory: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG. Informacje o pochodzeniu substancji i stopniu ich czystości są podane w Tabeli 5.

Tabela 5. Źródło i czystość substancji badanych

substancja	źródło	czystość [% wagowy]
1,5-PD	Acros Organics	98%
DEG	Sigma Aldrich	99,5%
T3EG	Sigma Aldrich	99%
T4EG	Acros Organics	99,5%

Substancje organiczne były przechowywane w butlach z ciemnego szkła nad sitami molekularnymi (Sigma 0,3 i 0,4 nm), w celu zmniejszenia zawartości wody. Metodą Karla Fischera określono jej ilość w substancji badanej i tak dla 1,5-PD była ona mniejsza niż 0,03% wagowe, a dla wszystkich glikoli polietylenowych nie przekraczała 0,02% wagowych. Substancje organiczne nie były dodatkowo oczyszczane w procesie destylacji frakcyjnej. Woda podwójnie destylowana i odgazowana pod zmniejszonym ciśnieniem była używana w celu przygotowania mieszanin wodno – organicznych. Mieszaniny przygotowywano wagowo (waga elektroniczna Sartorius RC 210 D) z dokładnością $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ g.

Odczytywalność i powtarzalność pomiaru masy wynosiła odpowiednio: $1 \cdot 10^{-5}$ g i $4 \cdot 10^{-5}$ g. Roztwory były dodatkowo odgazowywane przed pomiarem.

3.2. Metody pomiarowe

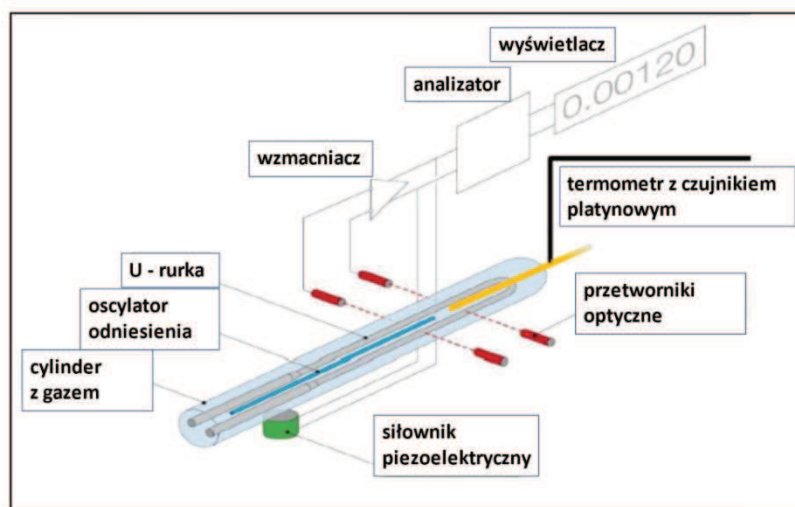
3.2.1. Densymetria

Pomiary gęstości dwuskładnikowych mieszanin wody z: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG zostały wykonane w całym zakresie składów badanych układów, w temperaturach z zakresu: od 278,15 K do 333,15 K. Badania densymetryczne przeprowadzono stosując densymetr Anton Paar DMA 5000 M – pokazany na Rysunku 1.



Rysunek 1. Densymetr Anton Paar DMA 5000 M

Ten rodzaj densymetru umożliwia wykonanie pomiaru gęstości cieczy w zakresie temperatur (273,15–373,15) K. Chociaż rzeczywista minimalna temperatura, w której można zmierzyć gęstość próbki jest nieco wyższa i wynosi ok. 278,15 K, ze względu na małą szybkość chłodzenia termoelektrycznych elementów Peltiera poniżej tej temperatury. Górna granica temperaturowego zakresu pomiarowego ($T \leq 373,15$ K) jest uzależniona od temperatury wrzenia substancji badanej. Zakres mierzonych gęstości przy użyciu densymetru Anton Paar DMA 5000 M wynosi (0–3) $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Zadeklarowana przez producenta powtarzalność wynosi $1\cdot 10^{-6}$ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, a obliczona [93] niepewność pomiaru gęstości to $\pm 5\cdot 10^{-6}$ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Minimalna objętość próbki badanej wynosi ok. 1 cm^3 . Stała temperatura była utrzymywana z dokładnością $\pm 0,01^\circ\text{C}$ i powtarzalnością $\pm 0,001^\circ\text{C}$. Można ją uzyskać dzięki wbudowanemu układowi jednostek Peltiera. Określenie gęstości próbki polega na pomiarze częstotliwości drgań celi pomiarowej tj. U-rurki, wykonanej ze szkła borokrzemianowego, wypełnionej badaną cieczą. Schemat układu pomiarowego jest pokazany na Rysunku 2.



Rysunek 2. Schemat układ do pomiaru gęstości (Anton Paar – materiały promocyjne) [94]

Częstotliwość drgań celi, umieszczonej w bloku termostatuującym, jest funkcją masy układu. Jako, że objętość próbki zamkniętej między węzłami oscylacji jest stała, to częstotliwość jej drgań zależy od gęstości próbki, zgodnie ze wzorem:

$$\tau = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot V + m}{c}}$$

w którym:

τ – okres drgań U-kształtnej celi pomiarowej,

ρ – gęstość próbki,

V – objętość celi pomiarowej,

m – masa celi pomiarowej,

c – stała sprężynowa.

Podnosząc powyższe równanie obustronnie do potęgi drugiej oraz przyjmując, że stałe charakteryzujące celę pomiarową są opisane następującymi wyrażeniami:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot v}{c}$$

oraz

$$H = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot m}{c}$$

otrzymujemy:

$$\rho = \frac{(\tau^2 - H)}{G}$$

Wypełnienie rurki substancją badaną powoduje tłumienie jej drgań. Jego intensywność zależy od właściwości cieczy badanej tj. m. in. od jej lepkości. Gęstościomierz dokonuje automatycznego pomiaru tłumienia drgań, korygując błędy związane ze zmianami lepkości. W celu uniknięcia zjawiska powstawania pęcherzyków gazów w trakcie pomiaru prowadzono je od najwyższej temperatury tj. 333,15 K do najniższej czyli 278,15 K. Porównanie gęstości wody, wyznaczonych eksperymentalnie w tej pracy z wartościami cytowanymi w literaturze [94] są zestawione w Tabeli 6.

Tabela 6. Gęstość wody w wybranych temperaturach.

Temperatura [°C]	ρ [g·cm ⁻³] dane eksp.	ρ [g·cm ⁻³] [94]
5	0,999965	0,9999637
10	0,999698	0,9996991
15	0,999099	0,9990986
20	0,998204	0,9982033
25	0,997043	0,9970450
30	0,995643	0,9956482
35	0,994026	0,9940330
40	0,992208	0,9922175
45	0,990201	0,990208
50	0,988027	0,988030
55	0,985682	0,985688
60	0,983186	0,983191

Dobra zgodność otrzymanych eksperymentalnie wartości gęstości wody także z cytowanymi w pracach Bigg'a [95] oraz Kell'a [96–98] potwierdza rzetelność otrzymanych danych i prawidłowe stosowanie metody badawczej.

Wartości gęstości dla wszystkich substancji czystych i ich wodnych mieszanin, zbadanych w tej pracy, w całym zakresie ich składów, w wybranych temperaturach z przedziału (278,15–333,15) K są zamieszczone w Tabelach 1–4 (Załączniki).

3.2.2. Sonochemia

Pomiary szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w wodnych roztworach: 1,5-pentanodiolu, glikolu dietylenowego, glikolu trietylenowego i tetraetylenowego

zostały wykonane w całym zakresie składów mieszanin dwuskładnikowych, w zakresie temperatur (288,15K–318,15) K.

Badania zostały przeprowadzone wykorzystując zestaw pomiarowy skonstruowany przez Przedsiębiorstwo Badawczo – Produkcyjne OPTEL z Wrocławia, które od 1989 roku specjalizuje się w technikach ultradźwiękowych, odnosząc znaczące sukcesy.

Układ pomiarowy do badania szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w cieczech składa się z: karty ultradźwiękowej OPCARD 01/100, celi pomiarowej i termostatu.

Ultradźwiękowa karta OPCARD 01/100 ze zintegrowanym nadajnikiem impulsów jest zainstalowana w gnieździe PCI komputera klasy PC. Na karcie jest zaimplementowany jednokanałowy układ nadawczo – odbiorczy z przyłączonymi dwoma wejściami, dzięki nim karta może pracować z jedną głowicą ultradźwiękową w trybie nadawanie – odbiór. Karta OPCARD [99] jest pokazana na Rysunku 3.



Rysunek 3. Karta OPCARD 01/100 (Optel – materiały promocyjne) [99]

Celę pomiarową stanowi kuweta szklana o wymiarach (35 × 45 × 10) mm i objętości całkowitej ok. 17,5 cm³. Cella pomiarowa jest pokazana na Rysunku 4.



Rysunek 4. Cella do pomiaru szybkości propagacji fal ultradźwiękowych

Na przeciwległych ściankach celi (tych o wymiarach: 45 mm × 10 mm) umocowane są dwa przetworniki, z których jeden pełni rolę transmitera, a drugi odbiornika sygnału. Obydwa piezoelektryczne przetworniki były podpięte do karty OPCARD.

Stabilizację temperatury dokładnością do $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ zapewniał termostat HAAKE B5, w którym umieszczono celę pomiarową.

Zasada pomiaru sprowadzała się do wyznaczenia czasu przejścia fali ultradźwiękowej od pierwszego przetwornika piezoelektrycznego, emitującego falę o średniej częstotliwości 3MHz, przez roztwór badany do drugiego przetwornika.

Pomiar czasu przejścia sygnału przez roztwór, dzięki zastosowaniu karty OPCARD umożliwia uwzględnienie nie tylko przesunięcia czasowego, ale także zmiany amplitudy sygnału w zakresie, w którym karta pomiarowa miała zapewnioną synchronizację nadawanego impulsu z zegarem karty.

Szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w danym ośrodku oblicza się ze wzoru:

$$u = \frac{l}{t}$$

w którym:

- u – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków,
- t – czas propagacji fali,
- l – droga akustyczna.

W celu wyznaczenia drogi akustycznej należy zmierzyć czas przejścia sygnału pomiędzy obydwoma przetwornikami, gdy naczynie pomiarowe jest wypełnione cieczą wzorcową, dla której znamy wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków. W tego typu badaniach jako wzorzec stosuje wodę, dla której dobrej jakości dane eksperymentalne są dostępne w literaturze [100,101].

W trakcie pomiaru, celę pomiarową napełnia się badaną substancją lub mieszaniną i mierzy czas, w którym fala ultradźwiękowa przebywa drogę pomiędzy obydwoma przetwornikami. System komputerowy analizuje wygenerowany sygnał ultradźwiękowy i na podstawie jego parametrów oblicza szybkość. Stabilizacja temperatury i wartości szybkości propagacji fal wskazuje, że pomiar można zakończyć. W kolejnym etapie należy wymienić roztwór w celi pomiarowej albo zmienić temperaturę, stosownie do etapu realizowanego eksperymentu.

Oprogramowanie karty OPCARD umożliwia uwzględnienie poprawki związanej z niewielkimi wahaniami temperatury w trakcie pomiaru oraz opóźnienia związanego z elektroniką.

Weryfikację poprawnej pracy aparatu, zgodnie z zaleceniami producenta, przeprowadzano okresowo wykonując pomiary kalibrujące. W badaniach sonochemicznych uznanym wzorcem szybkości propagacji fal ultradźwiękowych, jak wspomniano wcześniej, jest woda trzykrotnie destylowana. Porównanie otrzymanych w tej pracy wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w wodzie z rekomendowanymi wartościami literaturowymi [100] jest zestawione w Tabeli 7.

Tabela 7. Szybkość propagacji fal ultradźwiękowych w wodzie w wybranych temperaturach

Temperatura [°C]	u [m·s ⁻¹] dane eksp.	u [m·s ⁻¹] [100]
15	1466,57	1465,93
20	1482,33	1482,34
25	1496,75	1496,69
30	1509,39	1509,13
35	1520,13	1519,81
40	1529,76	1528,86
45	1536,65	1536,41

Dobra zgodność pomiędzy cytowanymi w powyższej tabeli wartościami eksperymentalnymi uzyskanymi w tej pracy, a uznanymi danymi literaturowymi, potwierdza skuteczność zastosowanej metody pomiarowej.

Wartości szybkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w badanych w tej pracy układach dwuskładnikowych, w całym zakresie ich składów i w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K są zamieszczone w Tabelach 65–68 (Załączniki).

4. Wyniki pomiarów i ich dyskusja

W rozdziale tym przedstawiono wyniki badań densymetrycznych i sonochemicznych dotyczących czystych substancji (1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG) i ich wodnych mieszanin. Przeanalizowano także wpływ składu roztworu i temperatury na wielkości bezpośrednio mierzone i te obliczone na ich podstawie. Zmiany właściwości mieszanin dotyczyły całego zakresu składów i temperatur z przedziału (278,15–333,15) K z krokiem co 5 stopni.

4.1. Rezultaty badań densymetrycznych i akustycznych czystych substancji

Eksperymentalne wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego 1,5-pentanodiolu i glikoli polietylenowych (DEG, T3EG, T4EG) w badanych temperaturach, porównane z wartościami literaturowymi przedstawione są w poniższych Tabelach (8–11).

Tabela 8. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego 1,5-PD

T/K	$\rho \text{ (g}\cdot\text{cm}^{-3}\text{)}$			$u \text{ (m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$		
	Exp. [46]	Literatura		Exp.	Literatura	
278,15	0,9980					
283,15	0,9950					
288,15	0,9922	0,9922	[64]	1616,37		
293,15	0,9893	0,99279 0,9892 0,9927	[68] [64] [102]	1605,05		
298,15	0,9865	0,9877 ^a 0,9862 0,9878	[103] [64] [104]	1593,78		
303,15	0,9836	0,98672 0,9832 0,9867	[68] [64] [102]	1582,54		
308,15	0,9807	0,97340 0,9803 0,9743	[58,105,51] [64] [106]	1571,33	1566,12	[58,105]
313,15	0,9778	0,98125 0,9777 ^b 0,9774 0,9773 0,9812	[69] [103] [64] [107] [102]	1560,15		
318,15	0,9749	0,9748 0,9744	[64] [107]	1549,01		
323,15	0,9719					
328,15	0,9690	0,9685 ^c	[103]			
333,15	0,9659					

^a w 296 K; ^b w 313 K; ^c w 328 K

Tabela 9. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego DEG

T/K	$\rho \text{ (g}\cdot\text{cm}^{-3}\text{)}$			$u \text{ (m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$		
	Exp.[108]	Literatura		Exp.	Literatura	
278,15	1,12718	1,12666	[109]			
283,15	1,12366	1,12308 1,12424				
288,15	1,12013	1,11951 1,12065 1,1158 1,11704	[109] [110] [111] [112]	1604,86		
293,15	1,11658	1,113510 1,11594 1,11705 1,1181 1,11638 1,11351 1,1135 1,11297 1,11238 1,1124	[56] [109] [110] [113] [114] [115] [116] [117] [118,119] 109]	1591,72		
298,15	1,11303	1,1096 1,109560 1,1095 1,1126 1,10883 1,11347 1,11303 1,10956 1,111 1,11281 1,11233 1,1131 1,1134	[54] [56] [73] [81] [109] [110] [114] [115] [120] [121] [122] [123] [124]	1579,91	1580 1577	[56,125] [116]
303,15	1,10946	1,1141 1,1061 1,106221 1,1062 1,10988 1,10947 1,10622 1,10578 1,10948 1,109 1,11224	[52] [54] [56] [73] [110] [114] [115] [117] [123] [125] [126]	1568,03	1570,2 1565,81	[73] [52]
308,15	1,10587	1,103021 1,10572 1,1014 1,10302 1,10588 1,10565 1,10557 1,1055	[56] [110] [111] [115] [118,119] [119] [127] [127]	1557,96	1550 155,9	[56,115] [73]

cd. Tabeli 9. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego DEG

313,15	1,10227	1,1027 1,10454 1,09851 1,10211 1,10300	[110] [113] [116] [123] [125]	1546,77		
318,15	1,09866	1,09809 1,09911 1,09835	[109] [110] [123]	1535,71		
323,15	1,09503	1,09551 1,09126 1,09494 1,095	[110] [117] [123] [125]			
328,15	1,09138	1,09086 1,09191 1,0874	[109] [110] [113]			
333,15	1,08772	1,08728 1,0883 1,088	[109] [110] [125]			

Tabela 10. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego T3EG

T/K	$\rho \text{ (g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)}$			$u \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$		
	Exp. [129]	Literatura		Exp.	Literatura	
278,15	1,13514					
283,15	1,13129					
288,15	1,12743			1643,87		
293,15	1,12356	1,1231 1,12369	[111] [130]	1629,02		
298,15	1,11969	1,11959 1,11959 1,11991 1,1198 1,11959 1,1199	[56] [115] [117] [118,119] [130] [131]	1613,52	1612	[56, 115]
303,15	1,11581	1,1232 1,115882 1,1164 1,11588 1,1158	[45] [56] [73] [115] [131]	1599,09	1597,3 1595,32	[73] [52]
308,15	1,11192	1,11196 1,1127 1,11209 1,1126 1,112010 1,1120 1,1119	[56, 116] [73] [117] [118, 119] [122] [127] [131]	1584,59	1582,1 1586	[73] [56, 115]
313,15	1,10803	1,10953 1,1079 1,109532 1,10802 1,1084	[51] [111] [115] [130] [131]	1569,06		

cd. Tabela 10. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego T3EG

318,15	1,10413	1,10413 1,1040	[130] [131]	1554,68		
323,15	1,10022	1,10019 1,1000	[130] [131]			
328,15	1,0963	1,09646 1,109629	[117] [130]			
333,15	1,09238	1,0919 1,09234	[111] [130]			

Tabela 11. Eksperymentalne i literaturowe wartości gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystego T4EG

T/K	$\rho(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$			$u(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$		
	Exp.[55]	Literatura		Exp.	Literatura	
278,15	1,13581					
283,15	1,13185					
288,15	1,12788			1633,14		
293,15	1,1239	1,1231	[111]	1615,35		
298,15	1,11992	1,11980 1,1203 1,12009 1,12005 1,1201 1,1211 1,1209 1,12006	[81] [117] [118] [121] [122] [131] [132] [133]	1599,09	1597,9 1597,63 1586	[81] [121] [134]
303,15	1,11594	1,1259 1,117 1,116 1,1166	[52] [73] [124] [130]	1582,9	1579,20 1582,7	[52] [73]
308,15	1,11196	1,1131 1,11228 1,1126	[73] [122] [125]	1568,7	1566,6	[73]
313,15	1,10798	1,1079 1,108 1,1087	[111] [125] [131]	1553,48		
318,15	1,10401	1,1043 1,1045	[117] [131]	1538,54		
323,15	1,10002	1,100 1,1005	[125] [131]			
328,15	1,09604	1,0963	[117]			
333,15	1,09205	1,0919 1,093	[111] [125]			

Zgodność pomiędzy wartościami eksperymentalnymi gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków dla czystych glikoli i 1,5-pentanodiolu w badanych temperaturach i dostępnymi danymi literaturowymi jest bardzo dobra.

4.2. Analiza funkcji objętościowych wodnych roztworów substancji badanych

Eksperymentalne wartości gęstości zarówno czystych substancji, jak i ich wodnych roztworów zmierzone w zakresie temperatur (278,15–333,15) K z krokiem co pięć stopni są zamieszczone w Tabelach 1–4 (Załączniki).

Na ich podstawie obliczono objętości molowe wszystkich mieszanin wodno – organicznych badanych w tej pracy, w każdej z analizowanych temperatur korzystając ze wzoru:

$$V_m = \frac{x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^*}{\rho} \quad (51)$$

gdzie:

- V_m – objętość molowa mieszaniny,
- x_1, x_2 – ułamek molowy wody 1 i substancji 2 w mieszaninie,
- $V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa czystej wody 1 i substancji 2,
- ρ – eksperymentalna gęstość mieszaniny.

4.2.1. Nadmiarowa objętość molowa

W kolejnym kroku wartości te, dla roztworów o zdefiniowanych składach, zostały wykorzystane do obliczenia nadmiaru objętości molowych (V_m^E) ze wzoru (14) – rozdział 2.3.2.1. Otrzymane zależności $V_m^E = f(x_2)$, w których x_2 jest ułamkiem molowym organicznego składnika roztworu we wszystkich rozpatrywanych temperaturach zostały opisane równaniem Redlicha–Kistera w postaci:

$$V_m^E = x_2 \cdot (1 - x_2) \sum_{j=1}^j A_j \cdot (1 - 2 \cdot x_2)^{j-1} \quad (52)$$

gdzie:

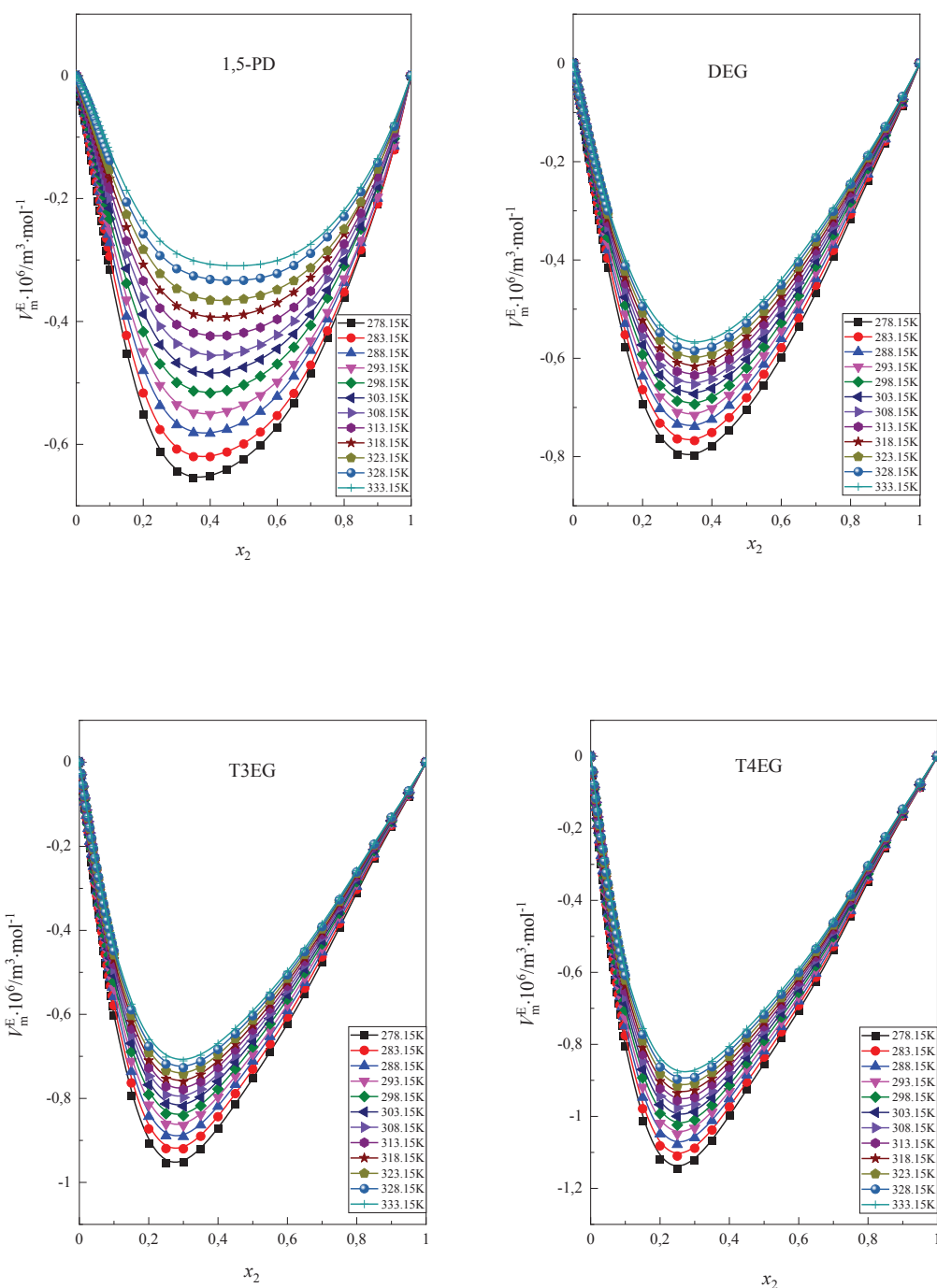
- V_m^E – nadmiarowa objętość molowa mieszaniny,
- x_2 – ułamek molowy składnika 2 w mieszaninie,
- A_j – współczynnik dobieralny równania.

Wartości współczynników dobieralnych A_j ($1 \leq j \leq 6$) dla badanych układów, we wszystkich temperaturach są zamieszczone w Tabelach 5–8 (Załączniki). Znając wartości współczynników równania (52) obliczono nadmiarowe objętości molowe mieszanin wodnych zawierających badane substancje organiczne, których stężenie zmieniało się: w zakresie $0,1 \geq x_2 > 0$ z krokiem co 0,005, a dla $x_2 > 0,1$ z krokiem co 0,05.

Obliczone wartości nadmiarowych objętości molowych V_m^E dla narzuconych wartości ułamków molowych poszczególnych substancji w roztworach wodnych zostały zamieszczone w Tabelach 9–12 (Załączniki) i zilustrowane na Rysunku 5.

Obliczone wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) wodnych mieszanin 1,5-pentanodiolu, glikolu: dietylenowego, trietylenowego i tetraetylenowego w badanych temperaturach są ujemne w całym zakresie składów mieszaniny. Rzeczywista objętość molowa mieszaniny jest mniejsza niż roztworu doskonałego. Wskazuje to na kontrakcję objętości spowodowaną silniejszymi oddziaływaniami pomiędzy składnikami roztworu niż ich cząsteczkami w mieszaninie doskonałej. Upakowanie cząsteczek w mieszaninie jest większe niż w substancjach czystych, co może wskazywać na istnienie silnych oddziaływań, pomiędzy cząsteczkami składników roztworu.

Głębokie minima funkcji $V_m^E = f(x_2)$ dla wszystkich z badanych mieszanin wskazują na istnienie silniejszych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i badanej substancji niż oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody. Według Paulinga strukturę wody stanowi sieć cząsteczek, w której istnieją duże puste przestrzenie (klatki), które mogą być wypełnione innymi cząsteczkami [30,31]. Dodanie niewielkiej ilości 1,5-PD lub DEG, T3EG czy T4EG do wody może również powodować rozpad pewnej liczby wiązań wodorowych w czystej wodzie i tworzenie nowych wiązań pomiędzy cząsteczkami wody i cząsteczkami dodanych substancji [5,6].



Rysunek. 5. Zmiany nadmiarowej objętości molowej (V_m^E) mieszaniny wody z: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ułamka molowego substancji organicznej (x_2) w wybranych temperaturach

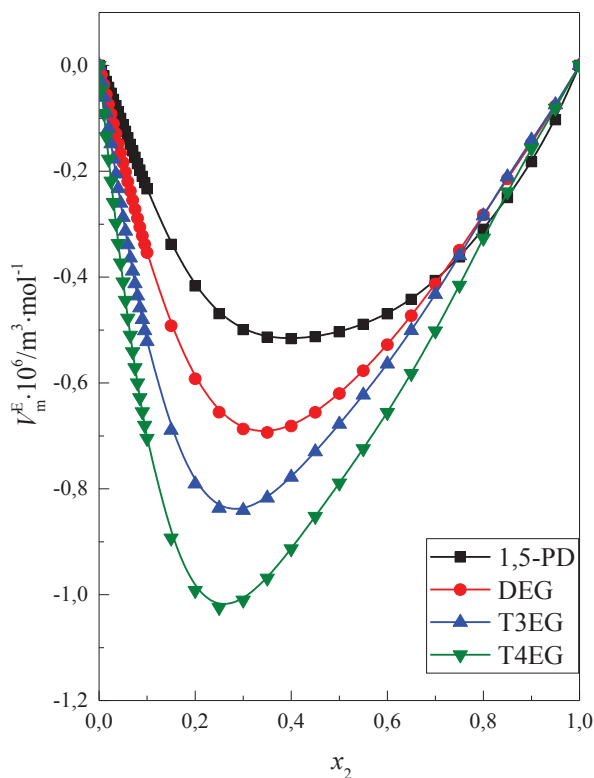
Ze względów sterycznych, rozmieszczenie cząsteczek diolu lub glikoli polietylenowych wewnątrz klatek tworzonych przez cząsteczki wody zachodzi w niewielkim stopniu i dotyczy tylko najmniejszych cząstek. Powstanie bardziej upakowanej struktury mieszaniny jest przede wszystkim następstwem hydrofobowej hydratacji cząsteczek

organicznych, a także oddziaływań hydrofilowych pomiędzy cząsteczkami wody i grupami hydroksylowymi i eterowymi atomami tlenu cząsteczek badanych związków. Dodanie do czystej wody nawet niewielkiej ilości diolu lub glikolu polietylenowego zaburza jej pierwotną strukturę, ale ze względu na wspomniane powyżej oddziaływania ulega ona stabilizacji w kolejnym etapie. Należy pamiętać, że cząsteczki wszystkich substancji, o których jest mowa w tej pracy, mogą tworzyć międzycząsteczkowe wiązania wodorowe, które stabilizują ich strukturę w stanie czystym i roztworach także o małej zawartości wody.

Badania dielektryczne pokazują, że dodanie wody do czystego 1,5-PD zaburza jego pierwotną strukturę, w której dominują równoległe uporządkowane dipole [135]. Natomiast wiskozymetryczne badania Czechowskiego i Jadźyna [136,137] pokazują, że dodanie niewielkiej ilości wody do diolu buduje hydrofilowy obszar wokół grup hydroksylowych bez dużych zmian w strukturze roztworu. Rezultaty uzyskane dla mieszanin 1,5-pentanodiolu z wodą, gdy jej zawartość nie przekracza 20% molowych, świadczą o addytywności lepkości roztworów w zakresie temperatur (0–50)°C. Relatywnie niewielka ilość wody dodana do diolu, zostaje wbudowana w przestrzeń hydrofilową wokół grupy hydroksylowych diolu. Dalsze zwiększanie zawartości wody powoduje modyfikację struktury związaną z możliwością tworzenia wiązań wodorowych między cząsteczkami organicznymi a wodą. W 1,5-pentanodiolu grupy HO– są ulokowane w pozycjach terminalnych łańcucha cząsteczki i dzięki temu ich samoasocjacja prowadzi raczej do wydłużonej struktury warstwowej [135], niż asocjatów cyklicznych. Według Barone [139] istnienie silnych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i substancji tworzącej z nią roztwór, prowadzi do wzrostu stopnia jego upakowania.

Wzrost temperatury powoduje, że wartości V_m^E stają się mniej ujemne, co należy wiązać z powstaniem struktury o większym stopniu uporządkowania. Także skład mieszaniny dla, którego funkcja $V_m^E = f(x_2)$ osiąga minimum zależy od temperatury. Ekstremum tej funkcji w temperaturze wyższej pojawia się dla mieszaniny o większej zawartości organicznego składnika (x_2) w roztworze. Mieszanina o składzie wyznaczonym przez położenie minimum omawianej funkcji charakteryzuje się najsilniejszymi oddziaływaniami międzycząsteczkowymi.

Zmiany nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) wodnych mieszanin substancji badanych tj.: 1,5-pentanodiolu, glikolu dietylenowego, trietylenowego i tetraetylenowego od składu roztworu (x_2) w 298,15 K są pokazane na Rysunku 6.



Rysunek 6. Zmiany nadmiarowej objętości molowej (V_m^E) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ułamka molowego substancji organicznej (x_2) w 298,15 K

Obecność dwóch grup hydroksylowych i czterech eterowych atomów tlenu w jego cząsteczce, daje duże możliwości tworzenia wiązań wodorowych z wodą. Cząsteczki wody wypełniają wolne przestrzenie pomiędzy cząsteczkami diolu i glikoli polietylenowych, które także oddziałują tworząc asocjaty lub samoasocjaty. Położenie minimum funkcji $V_m^E = f(x_2)$ zależy od rodzaju substancji organicznej będącej składnikiem roztworu wodnego. Należy odnotować, że dla układu {W+T4EG} występuje ono dla roztworu w którym ułamek molowy T4EG wynosi $x_2 \approx 0,23$ i jest najmniejszy spośród analizowanych układów tj.

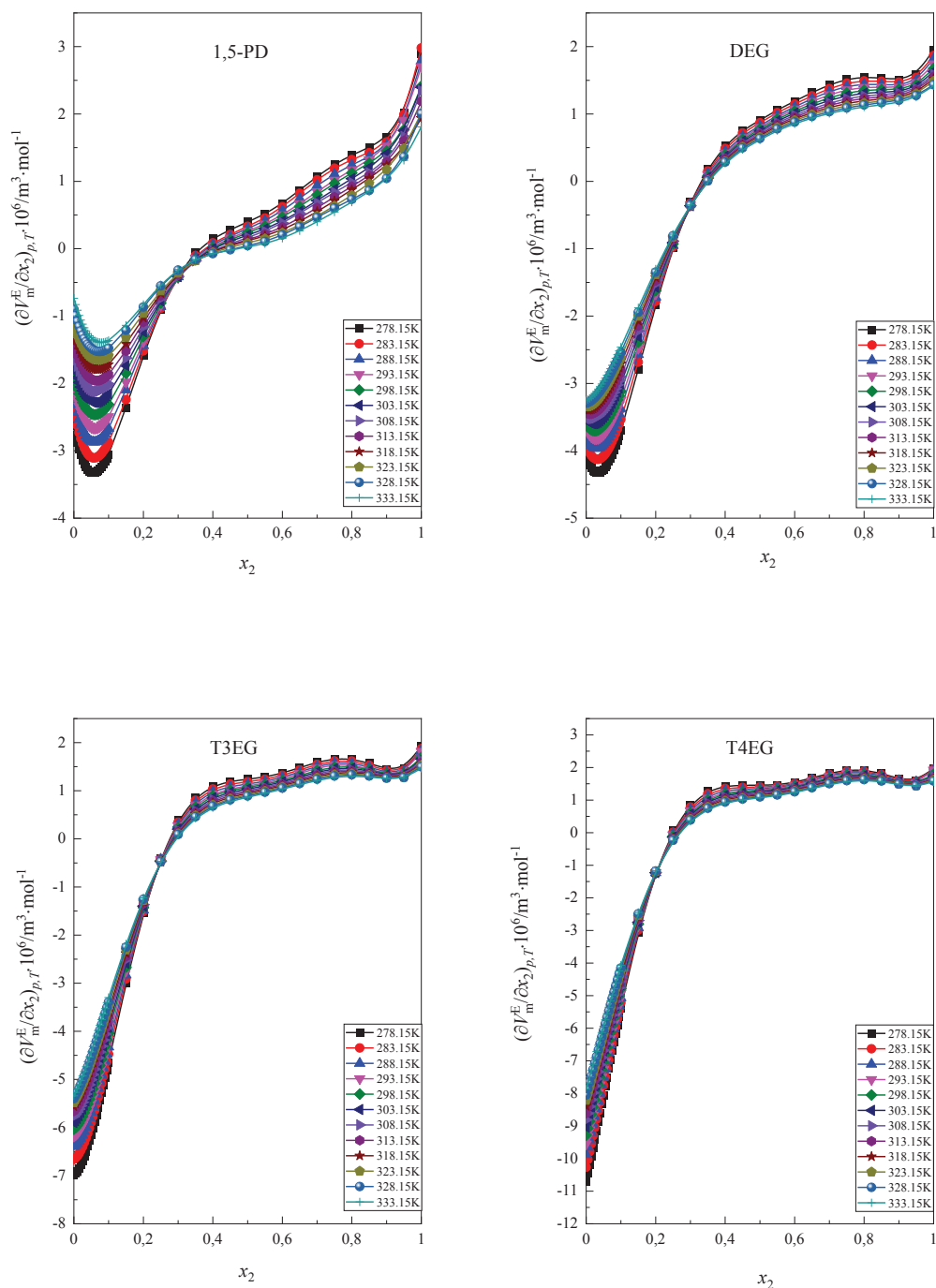
x_2 (T4EG) < x_2 (T3EG) < x_2 (DEG) < x_2 (1,5-PD).

Zatem, można stwierdzić, że wzrost liczby eterowych atomów tlenu w cząsteczce powoduje, że minimum funkcji $V_m^E = f(x_2)$ pogłębia się i występuje dla mniejszej zawartości substancji 2 w roztworze (x_2). Aby precyzyjnie określić wartość składu mieszaniny (x_2) odpowiadające minimum funkcji dla badanych układów, we wszystkich temperaturach, obliczono wartości pochodnych $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T}$. W tym celu wykorzystano postać równania Redlicha–Kistera (52), którego pochodna jest opisana zależnością:

$$\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T} = (1 - 2 \cdot x_2) \cdot \sum_{j=1}^j A_j \cdot (1 - 2 \cdot x_2)^{j-1} - 2x_2 \cdot (1 - x_2) \cdot \sum_{j=1}^j A_j(j-1) \cdot (1 - 2 \cdot x_2)^{j-2} \quad (53)$$

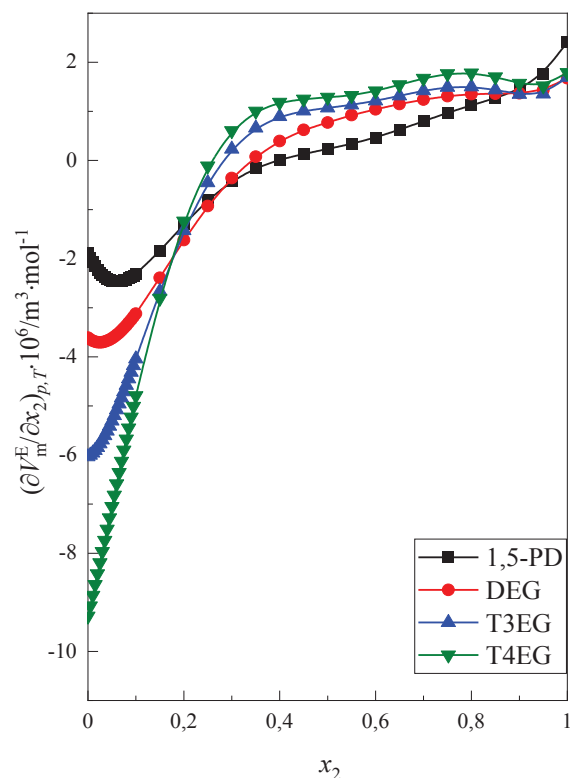
Obliczone wartości tej pochodnej dla czterech układów, we wszystkich analizowanych temperaturach są zamieszczone w Tabelach 13–16 (Załączniki), a jej zmiany spowodowane składem mieszaniny i temperatury są przedstawione na Rysunku 7.

Nachylenie funkcji $V_m^E = f(x_2)$, które odzwierciedla pochodna $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T}$ jest znacząco różne dla dwóch zakresów składów tj. dla $0,25 \geq x_2 \geq 0$ i $x_2 \geq 0,25$. Szczególnie w zakresie składów bogatych w wodę otrzymane zależności $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right) = f(x_2)$ mają zróżnicowany przebieg dla poszczególnych układów. Dla wodnych mieszanin 1,5-PD i DEG obserwuje się występowanie niewielkiego minimum funkcji dla $x_2 \approx 0,05$, którego głębokość maleje ze wzrostem temperatury. W tym zakresie składów rozpatrywanych układów wzrost temperatury sprzyja zmniejszeniu się różnicy pomiędzy objętością molową roztworu rzeczywistego i doskonałego. Odwrócenie tendencji obserwuje się dla roztworów w których $x_2 > 0,25$. Otrzymane krzywe $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right) = f(x_2)$, przecinają się w punktach odpowiadających określonego składowi roztworu: dla 1,5-PD jest to $x_2 \approx 0,26$; dla DEG to $x_2 \approx 0,25$; dla T3EG to $x_2 \approx 0,23$ i dla T4EG to $x_2 \approx 0,20$. Dla roztworów o $x_2 > 0,25$ następuje zmiana charakteru omawianej krzywej. W tym zakresie składów, dla wszystkich mieszanin (poza układem {1,5-PD+W}) obserwuje się tym mniejszy wpływ temperatury i składu mieszaniny na analizowaną pochodną im dłuższy łańcuch posiada cząsteczka glikolu polietylenowego.



Rysunek 7. Zmiany wartości pochodnej $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T}$ od składu mieszaniny (x_2) i temperatury

Dla zobrazowania różnic w przebiegu omawianej funkcji dla wodnych roztworów analizowanych w tej pracy: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG na kolejnym Rysunku 8 pokazano przebieg funkcji $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T} = f(x_2)$, dla omawianych układów w 298,15 K.



Rysunek 8. Zmiany wartości pochodnej $\left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2}\right)_{p,T}$ od składu mieszaniny (x_2) w temperaturze 298,15 K

W zakresie składów bogatych w wodę, analizowana zależność zmienia się od występowania minimum dla cząsteczki o najmniejszej masie molowej, poprzez stopniowy jego zanik w przypadku DEG i T3EG, do całkowitego jego braku dla wodnych roztworów T4EG.

4.2.2. Cząstkowa objętość molowa

Przebieg zmian nadmiarowej objętości molowej mieszaniny od jej składu umożliwia obliczenie cząstkowych objętości molowych poszczególnych składników w wodnych roztworach, korzystając z poniższych wzorów:

$$V_{m,1} = V_m^E + V_{m,1}^* + x_2 \cdot \left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2} \right)_{p,T} \quad (54)$$

$$V_{m,2} = V_m^E + V_{m,2}^* + (1 - x_2) \cdot \left(\frac{\partial V_m^E}{\partial x_2} \right)_{p,T} \quad (55)$$

gdzie:

$V_{m,1}, V_{m,2}$ – cząstkowa objętość molowa wody 1 i badanej substancji organicznej 2,

V_m^E – nadmiarowa objętość molowa roztworu,

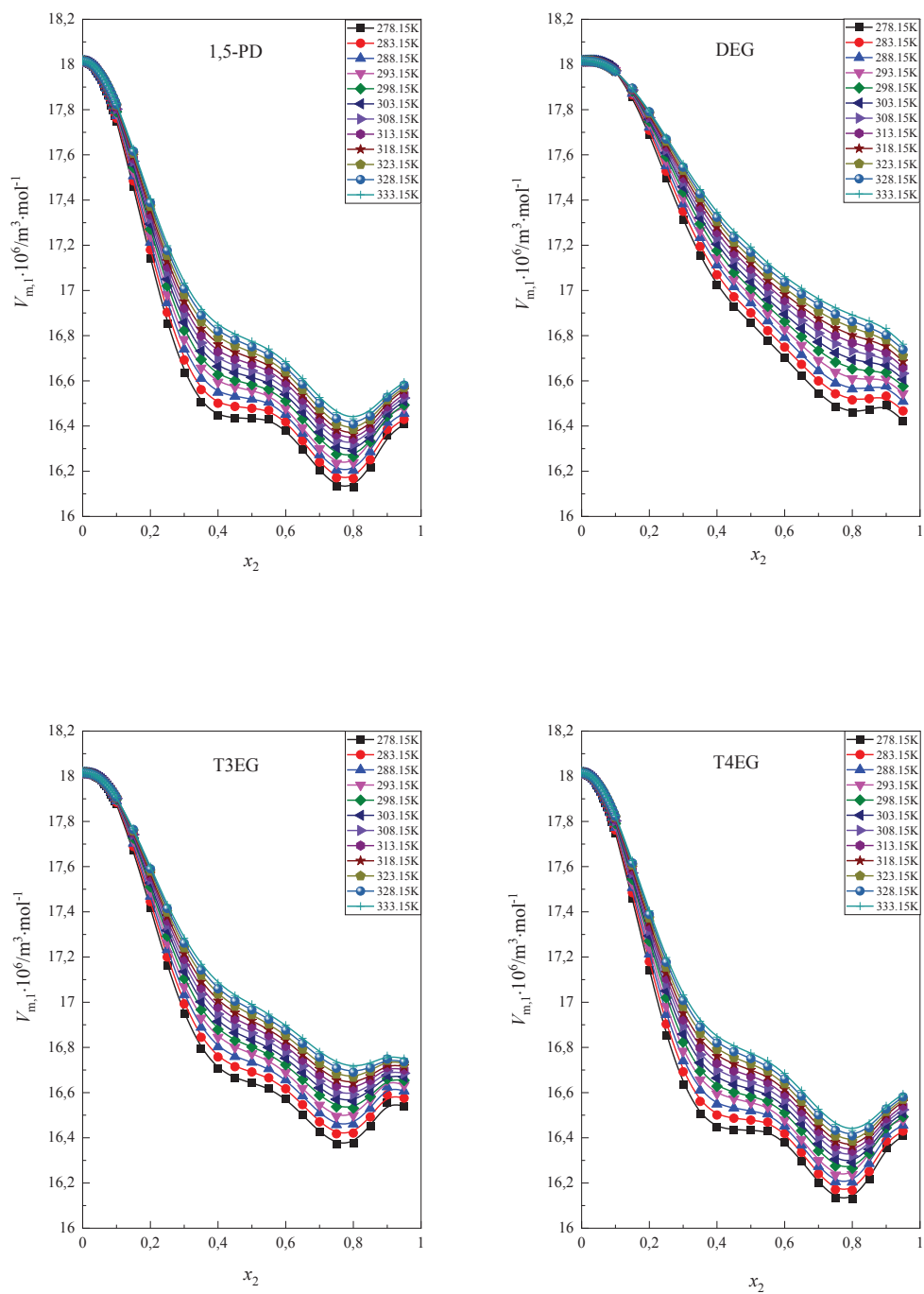
$V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa czystej wody 1 i substancji organicznej 2,

x_2 – ułamek molowy składnika 2 w mieszaninie.

Obliczone wartości cząstkowych objętości molowych wody ($V_{m,1}$) w roztworach obejmujących cały zakres składów mieszanin i we wszystkich analizowanych temperaturach, są zamieszczone w Tabelach 17–20 (Załączniki) i zobrazowane na Rysunku 9.

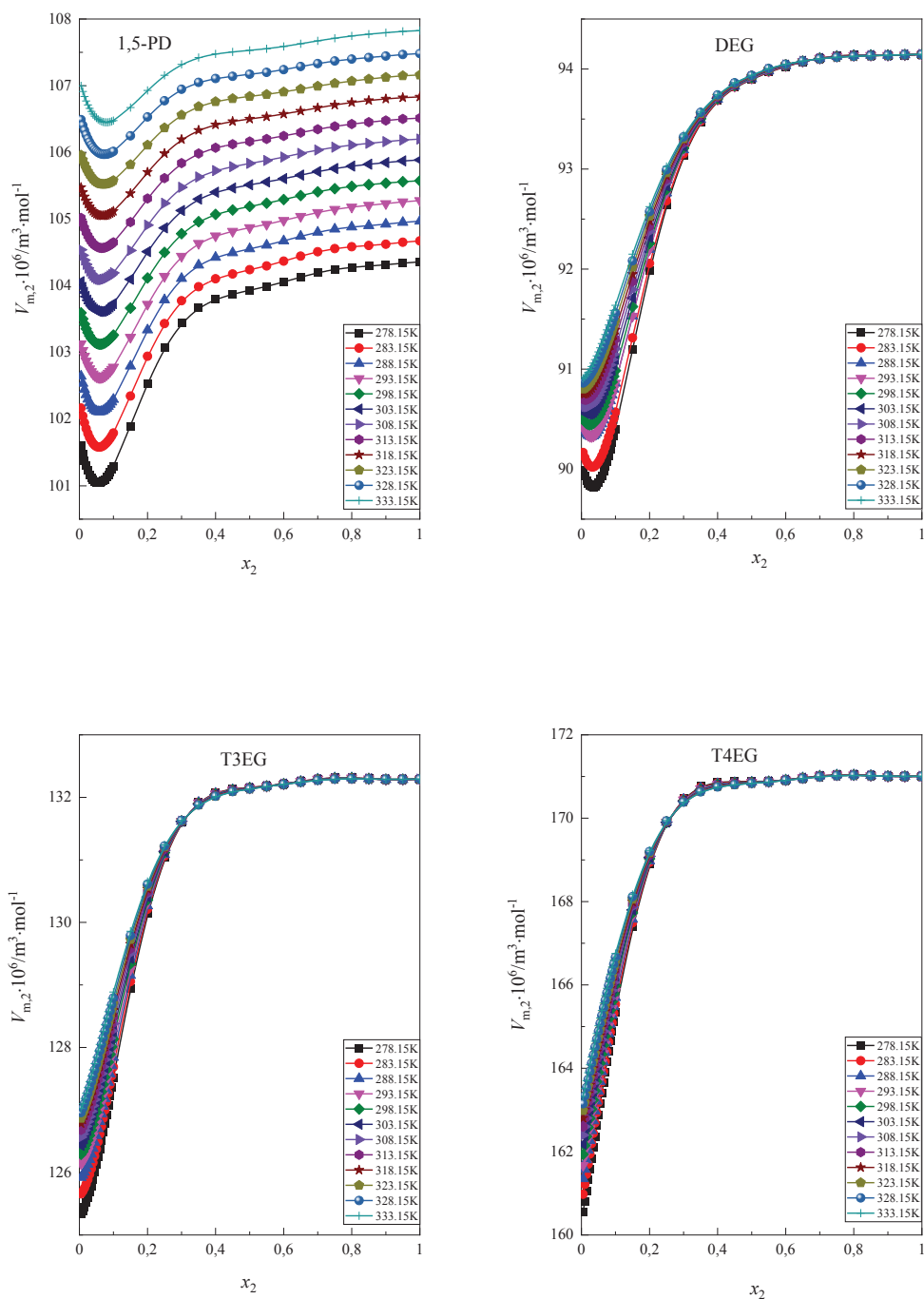
Krzywe $V_{m,1} = f(x_2)$ mają zbliżony charakter dla badanych układów, we wszystkich analizowanych temperaturach. O ile w roztworach o małej zawartości substancji organicznej temperatura nie wpływa znacząco na cząstkową objętość molową wody, to w roztworach o $x_2 > 0,3$ ten wpływ jest bardziej znaczący. Wzrost temperatury obniża wartość $V_{m,1}$, co zapewne związane jest z silniejszymi oddziaływaniami cząsteczek wody z cząsteczkami diolu czy glikoli polietylenowych a także efektem hydrofobowej hydratacji grup etylenowych.

Dla wszystkich mieszanin badanych zawierających około 0,8 mola substancji organicznej w 1 molu wodnego roztworu, cząstkowa objętość molowa wody przyjmuje najniższą wartość, w każdej z analizowanych temperatur. Najniższa wartość $V_{m,1}$ dotyczy temperatury 278,15 K. Jest to efektem najwyższego stopnia upakowania cząsteczek wody w strukturze mieszaniny, który jest wynikiem oddziaływań międzycząsteczkowych, hydrofobowej hydratacji i lokowania się cząsteczek wody w lukach struktury roztworu.



Rysunek 9. Zmiany cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) od ułamka molowego organicznej substancji (x_2) w mieszaninie: 1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG i temperatury z zakresu (278,15 K–333,15) K

Obliczone ze wzoru (55) wartości cząstkowych objętości molowych substancji organicznych ($V_{m,2}$): (1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG) są zawarte w Tabelach 21–24 (Załączniki). Ich zmiany, związane ze składem roztworu i temperaturą, są pokazane na Rysunku 10.



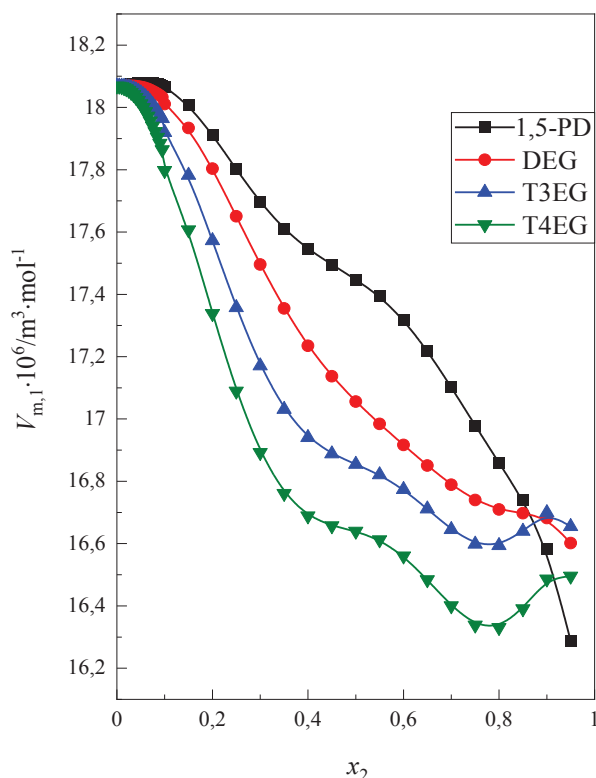
Rysunek 10. Zależność cząstkowej objętości molowej substancji organicznej ($V_{m,2}$) w roztworach wodnych, od jej ułamka molowego (x_2) w mieszaninie i od temperatury

Otrzymane krzywe mają zróżnicowany przebieg, gdy zawartość substancji organicznej w wodnym roztworze jest $0,3 > x_2 > 0$. W układach zawierających 1,5-pentanodiol i glikol dietylenowy, w zakresach składów bogatych w wodę ($x_2 \approx 0,1$) na zależnościach $V_{m,2} = f(x_2)$ występują minima. Wzrost temperatury powoduje, że cząstkowa objętość molowa substancji 2 w roztworze o zdefiniowanym składzie rośnie. Jeżeli zawartość glikolu polietylenowego przekracza $x_2 > 0,3$, to cząstkowa objętość molowa tej substancji w niewielkim stopniu zależy od temperatury, a jej zmiany wynikające z zawartości glikolu w mieszaninie są niewielkie.

Zwiększenie zawartości glikolu w roztworze powoduje wyraźne obniżenie wartości V_m^E i jednocześnie wzrost wartości $V_{m,2}$ w zakresie do $x_2 \approx 0,3$, czyli takiego składu mieszaniny, który odpowiada minimum funkcji $V_m^E = f(x_2)$. Znaczący wzrost zawartości diolu lub glikolu w roztworze radykalnie zmienia oddziaływania międzycząsteczkowe. Pierwotna struktura wody ulega częściowej destrukcji na skutek pojawiających się oddziaływań woda – glikol lub woda – diol. Tworzące się wiązania wodorowe pomiędzy cząsteczkami wody i grupami –OH oraz eterowymi atomami tlenu w cząsteczkach glikoli polietylenowych definiują strukturę mieszaniny. Te silne oddziaływania międzycząsteczkowe zwiększają stopień upakowania cząsteczek, którego skutkiem są minima na zależnościach $V_m^E = f(x_2)$ widoczne na Rysunku 5.

Liczba eterowych atomów tlenu (w grupach $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$) istotnie wpływa na strukturę i oddziaływania pomiędzy cząsteczkami wody i glikoli polietylenowych. Wprowadzenie kolejnej grupy oksyetylenowej do cząsteczki glikolu polietylenowego sprawia, że minimum funkcji $V_m^E = f(x_2)$ staje się bardziej intensywne i pojawia się w roztworze o mniejszej zawartości wody (Rysunek 6). W roztworach o $x_2 > 0,4$ cząstkowe objętości molowe $V_{m,2}$ zmieniają się bardzo nieznacznie, ale nadmiar objętości molowej roztworu rośnie tzn. przyjmuje mniejsze ujemne wartości. Obniżenie wartości $V_{m,1}$, w tym zakresie składów, związany jest zapewne z lokowaniem się cząsteczek wody w wolnych przestrzeniach pomiędzy dużymi cząsteczkami diolu czy glikoli polietylenowych. Wartości $V_{m,1}$ są znacznie niższe niż wartości charakterystyczne dla trójwymiarowych struktur czystej wody [24–27,113,132].

Wpływ stężenia 1,5-pentanodiolu, glikolu dietylenowego, glikolu trietylenowego i teraetylenowego (x_2) na cząstkową objętość molową wody w mieszaninach o różnych składach w temperaturze 298,15 K jest pokazany na Rysunku 11.

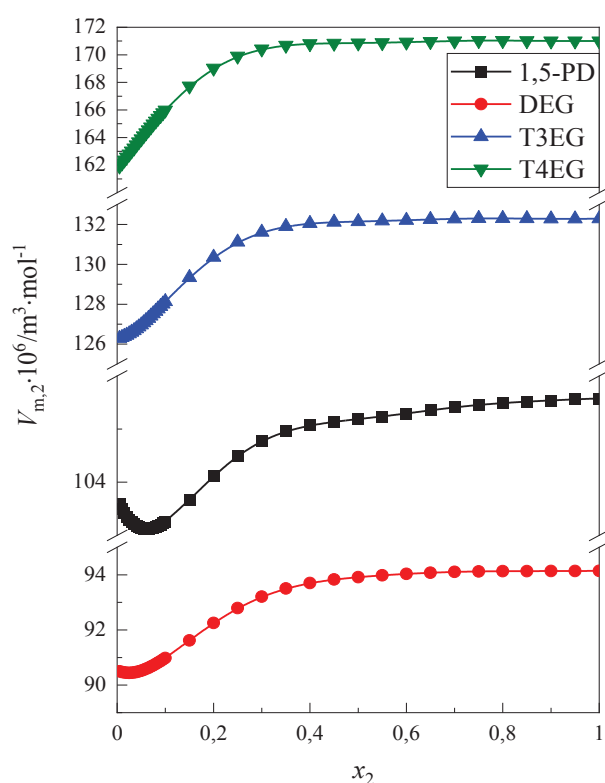


Rysunek 11. Zależność cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w wodnych roztworach: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Dodanie do wody niewielkiej ilości każdej z badanych w tej pracy substancji organicznej, gdy jej zawartość $x_2 < 0,1$, nie powoduje znacznych zmian wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$), co świadczy o zachowaniu pierwotnej struktury wody i tylko nieznacznej modyfikacji w bezpośrednim sąsiedztwie nielicznych cząsteczek substancji organicznych. Wzrost zawartości substancji organicznej w roztworze powoduje znaczne obniżenie wartości $V_{m,1}$. Największe ujemne nachylenie funkcji $V_{m,1} = f(x_2)$ obserwuje się w przypadku T4EG, a najmniejsze w przypadku 1,5-PD. Przyczyna takich zmian zapewne jest związana z możliwością wbudowania się cząsteczek wody w struktury tworzone przez cząsteczki substancji organicznych, poprzez tworzenie wiązań wodorowych. Także zjawisko hydrofobowej hydratacji może tu odgrywać znaczącą rolę, biorąc pod uwagę że w swojej budowie cząsteczki zarówno diolu jak i glikoli polietylenowych zawierają fragmenty hydrofobowe w postaci łańcucha węglowodorowego.

Według Lin'a i Marszall'a [140] obecność każdej grupy oksyetylenowej podwyższa wartość współczynnika HLB (hydrophilic lipophilic balance) o 0,33. Jego większa wartość wskazuje na wzrost hydrofilowych właściwości substancji.

Zmiany cząstkowych objętości molowych ($V_{m,2}$) badanego diolu (1,5-PD) i glikoli polietylenowych (DEG, T3EG i T4EG) w wodnych roztworach, w zależności od ich składu w temperaturze 298,15 K są pokazane na Rysunku 12.



Rysunek 12. Zależność cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$): 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG w roztworach wodnych od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Warto zauważyć, że pewne zróżnicowanie otrzymanych zależności obserwuje się w zakresie składów bogatych w wodę tj. gdy $x_2 < 0,2$. Od niewielkiego minimum dla układu {W+1,5-PD}, które wypłaszcza się dla mieszanin {W+DEG}, po całkowity jego brak w przypadku wodnych roztworów T3EG i T4EG. W roztworach, w których ilość cząsteczek wody przypadających na pojedynczą cząsteczkę substancji organicznej jest ok. $4 \div 200$ obserwuje się niższe wartości $V_{m,2}$. Jest to rezultat silnych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i diolu oraz glikoli dietylenowych, poprzez tworzenie

wiązań wodorowych, ale także procesu hydratacji cząsteczek. Największe obniżenie $V_{m,2}$ dotyczy T4EG czyli substancji, która ma największe możliwości tworzenia wiązań wodorowych z powodu obecności w niej trzech eterowych atomów tlenu. Wartości różnic pomiędzy objętością molową substancji (1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG) a ich cząstkową objętością molową w roztworze wodnym, w którym $x_2 = 0,4$ (gdy $x_2 > 0,4$ wartości $V_{m,2}$ praktycznie są stałe) w 298,15 K są przedstawione w Tabeli 12.

Tabela 12. Wartości różnic objętości molowych (V_2^*) i cząstkowych objętości molowych ($V_{m,2}$) substancji badanych w roztworach o $x_2 = 0,4$, w temperaturze 298,15 K

Substancja	$V_2^* - V_{m,2}$ [cm ³ ·mol ⁻¹]
1,5-PD	0,51
DEG	1,64
T3EG	2,07
T4EG	2,63

Powyższe dane potwierdzają postawioną tezę, że ilość eterowych atomów tlenu w cząsteczce wpływa na zmianę rzeczywistej objętości 1 mola cząsteczek w roztworze wodnym, która rośnie wraz z wydłużeniem łańcucha oksyetylenowego w cząsteczce.

Wzrost zawartości badanych substancji organicznych w roztworze gdy $x_2 > 0,4$ powoduje, że zmiany cząstkowych objętości molowych ich cząsteczek są bardzo niewielkie. Jest to rezultat zmniejszania roli oddziaływań cząsteczek substancji organicznej (1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG) z wodą, której liczba cząsteczek przypadających na pojedynczą cząsteczkę substancji 2 sukcesywnie maleje. Większą rolę zaczynają odgrywać zjawiska związane z asocjacją cząsteczek organicznych.

4.2.3. Rozszerzalność cieplna

Rezultaty badań densymetrycznych dają duże możliwości podczas analizy zmian właściwości mieszanin, spowodowanych składem układu i temperaturą. Obserwacja zmian takich wielkości jak np. współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czy współczynnik ściśliwości izoentropowej, to źródło cennych informacji o oddziaływaniach występujących pomiędzy składnikami mieszaniny i ich zmianach związanych ze składem roztworu i jego temperaturą.

Ważnym jest, aby wartości wszystkich wielkości fizykochemicznych były wyznaczone dla mieszanin o ściśle określonych składach, w szczególności jeżeli w obliczeniach łączymy rezultaty uzyskane różnymi metodami pomiarowymi. Dlatego na podstawie obliczonych (z danych eksperymentalnych) wartości nadmiarowych objętości molowych wszystkich mieszanin, we wszystkich analizowanych temperaturach, zostały obliczone gęstości mieszanin o narzuconych składach (przypomnienie: dla $0,5 > x_2 > 0$ z krokiem co 0,005 i dla $1 > x_2 > 0,5$ z krokiem co 0,05) z równania (56).

$$\rho = \frac{M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2}{V_1^* \cdot x_1 + V_2^* \cdot x_2 + V_m^E} \quad (56)$$

gdzie:

M_1, M_2 – masa molowa wody 1 i substancji organicznej 2,

x_1, x_2 – ułamek molowy wody 1 i składnika 2 w mieszaninie,

V_1^*, V_2^* – objętość molowa czystej wody 1 i czystej substancji 2,

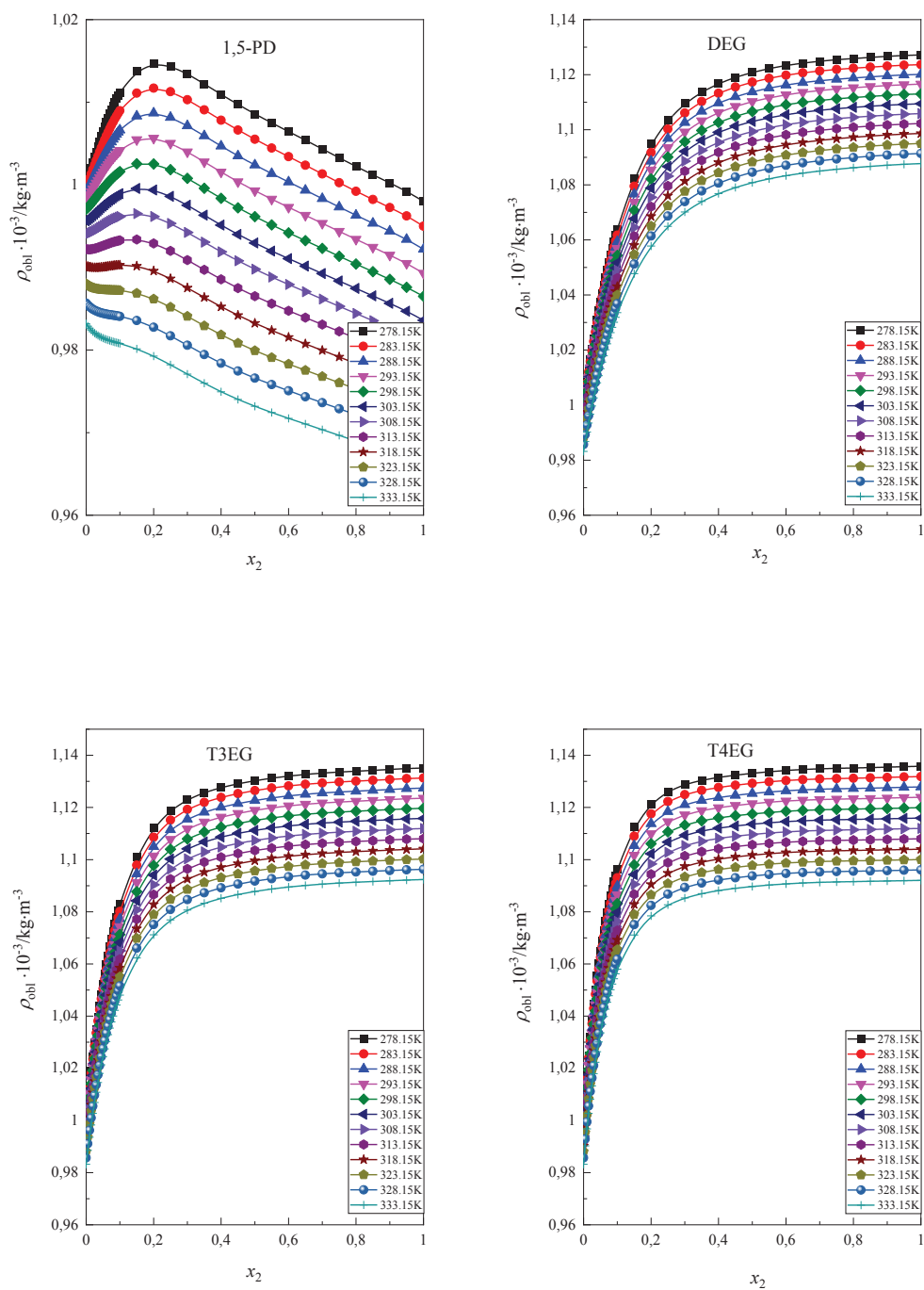
V_m^E – nadmiarowa objętość molowa mieszaniny.

Obliczone wartości gęstości zostały zamieszczone w Tabelach 25–28 (Załączniki) i przedstawione na Rysunku 13.

Charakter krzywych $\rho = f(x_2)$ dla wodnych roztworów trzech zbadanych glikoli polietylenowych jest podobny. Dodanie nawet niewielkiej ilości DEG lub T3EG czy T4EG do wody powoduje znaczny wzrost gęstości powstałej mieszaniny, czego należało oczekiwać. Cząsteczki tych substancji, chociaż burzą pierwotną strukturę wody, to finalnie lokują się w jej lukach i chętnie oddziałują z jej cząsteczkami poprzez tworzenie wiązań wodorowych. Gdy $x_2 > 0,2$, tendencja wzrostu gęstości wyraźnie się osłabia.

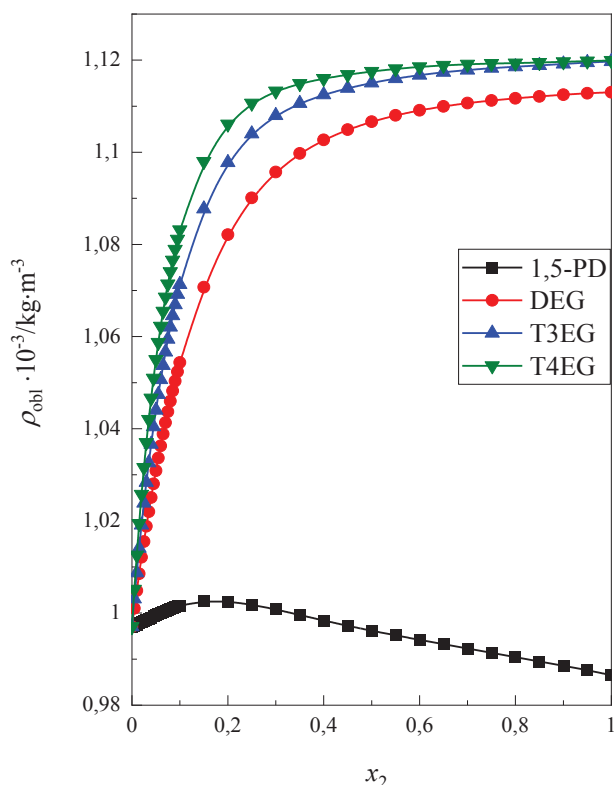
Odmienne charakter krzywych $\rho = f(x_2)$ zaobserwowano dla układu {W+1,5-PD}. W temperaturach $T \leq 313,15\text{K}$ dodanie diolu do wody skutkuje niewielkim wzrostem gęstości mieszaniny, aż do osiągnięcia maksimum o małej intensywności dla $x_2 \approx 0,2$, która maleje ze wzrostem temperatury. Relatywnie duże cząsteczki 1,5-PD z jednej strony niszczą strukturę wody, ale z drugiej wywołują efekt porządkujący dzięki tworzeniu z nią wiązań wodorowych i hydrofobowej hydratacji

łańcucha węglowodorowego. Wzrost temperatury obniża gęstość każdego z badanych układów.



Rysunek 13. Zależność gęstości (ρ) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w zakresie temperatur (278,15–333,15) K

Dla uwypuklenia różnic w przebiegach funkcji $\rho = f(x_2)$ dla diolu i glikoli polietylenowych na Rysunku 14 pokazano krzywe dla wybranej temperatury tj. 298,15 K.



Rysunek 14. Zmiany gęstości (ρ) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Zależność $\rho = f(x_2)$ otrzymana dla układu {W+1,5-PD} ma odmienny charakter od tych dla wodnych roztworów badanych w tej pracy glikoli polietylenowych. Zmiany gęstości wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu na skutek wzrostu jego stężenia są niewielkie z maksimum o małej intensywności dla $x_2 \approx 0,15$.

Cząsteczki diolu wprowadzone do wody, wbudowują się w jej strukturę tworząc z nią wiązania wodorowe, a ich łańcuchy węglowodorowe jednocześnie poprzez hydrofobową hydratację konsolidują strukturę wody. Gęstość czystego 1,5-PD jest mniejsza niż wody, co wskazuje na niski stopień upakowania jego cząsteczek, które mogą asocjować tworząc głównie struktury liniowe i warstwowe. Przebiegi zależności $\rho = f(x_2)$ dla trzech badanych glikoli polietylenowych (DEG, T3EG i T4EG) mają ten sam charakter. Funkcja ta ma duże dodatnie nachylenie w zakresie składów $0,2 > x_2 > 0$, które maleje ze wzrostem zawartości glikolu polietylenowego w roztworze. Dla dowolnego składu

roztworu $\rho(\text{T4EG}) > \rho(\text{T3EG}) > \rho(\text{DEG})$, co jest odzwierciedleniem wzrostu masy molowej tych substancji, związanej z obecnością dodatkowej grupy oksyetylenowej w cząsteczce.

Dane gęstości (ρ) zostały wykorzystane do obliczenia objętości molowych mieszanin o zdefiniowanych składach (równanie 57):

$$V_m = \frac{x_1 \cdot V_1^* + x_2 \cdot V_2^*}{\rho} \quad (57)$$

gdzie:

x_1, x_2 – ułamek molowy wody 1 i substancji organicznej 2 w mieszaninie,

V_1^*, V_2^* – objętość molowa czystej wody 1 i substancji organicznej 2.

Wartości liczbowe V_m są zamieszczone w Tabelach 29 – 32 (Załączniki).

Dla każdego roztworu o zdefiniowanym składzie (x_2) zależność objętości molowej V_m tej mieszaniny, od temperatury została opisana równaniem (58):

$$V_m = a_2 \cdot (T - 273.15)^2 + a_1 \cdot (T - 273.15) + a_0 \quad (58)$$

Wartości stałych: a_0, a_1 i a_2 powyższego równania są zapisane w Tabelach 33–36 (Załączniki).

W kolejnym kroku zostały one wykorzystane do obliczenia izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej mieszanin o zdefiniowanych składach, we wszystkich temperaturach.

Wykorzystano wzór definiujący tę wielkość (równ. 15 – rozdz.2.3.2.1.):

$$\alpha_p = \frac{1}{V_m} \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p$$

gdzie:

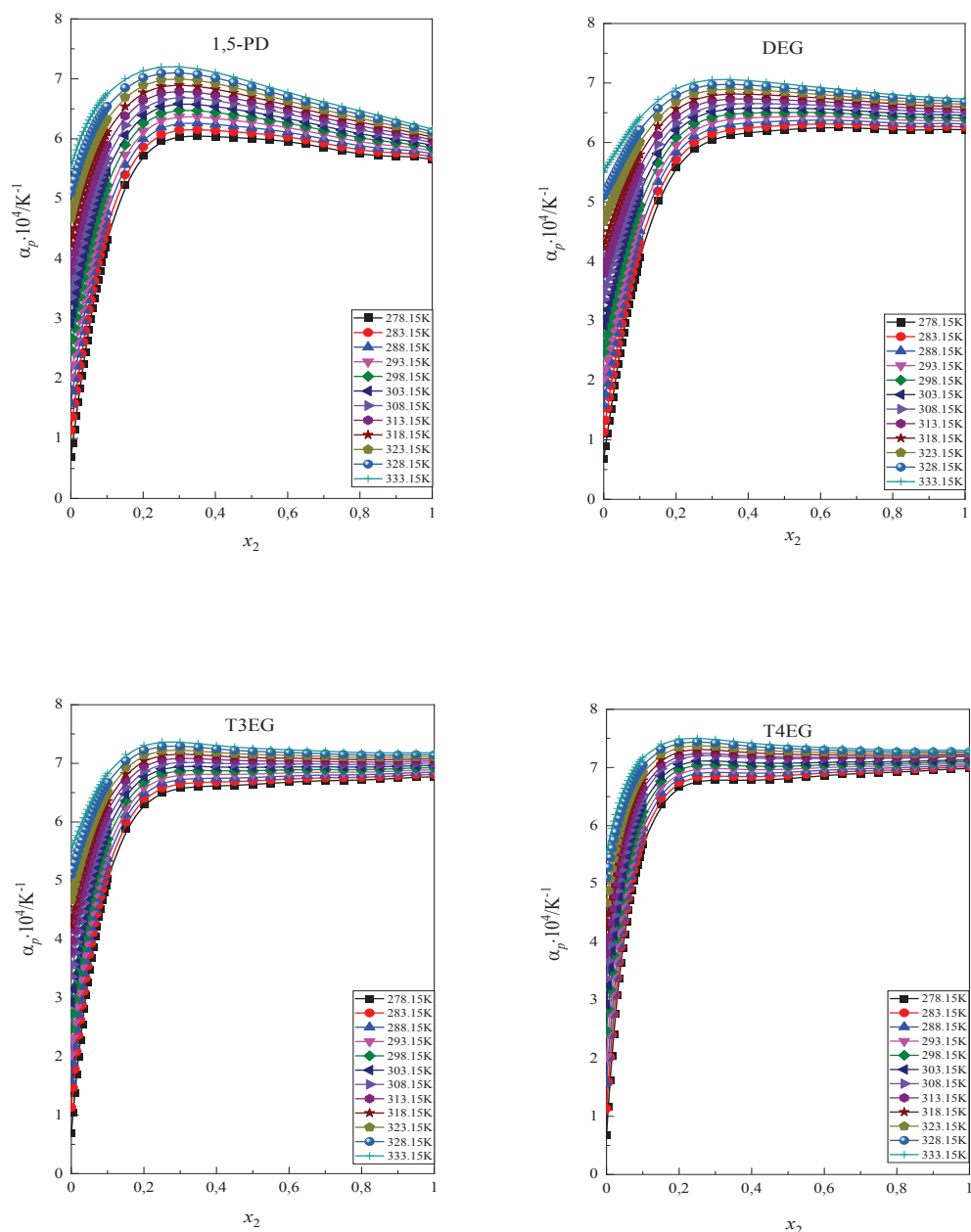
α_p – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej mieszaniny,

V_m – objętość molowa mieszaniny.

Po uwzględnieniu w nim zależności (58) otrzymujemy:

$$\alpha_p = \frac{2 \cdot a_2 \cdot (T - 273.15) + a_1}{a_2 \cdot (T - 273.15)^2 + a_1 \cdot (T - 273.15) + a_0} \quad (59)$$

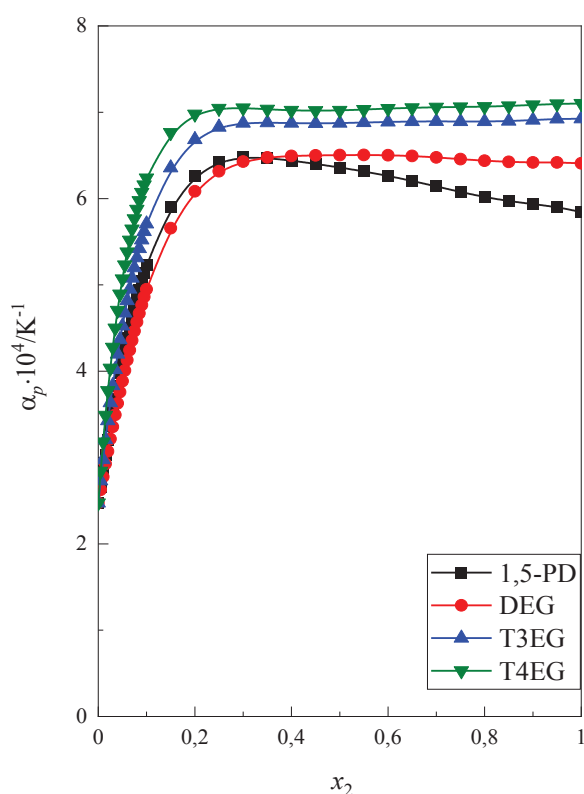
Obliczone wartości izobarycznych współczynników rozszerzalności cieplnej badanych układów zawarte są w Tabelach 37–40 (Załączniki). Na ich podstawie przygotowano Rysunek 15, pokazujący zmiany współczynnika α_p od składu poszczególnych mieszanin i od temperatury.



Rysunek 15. Zmiany izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) badanych układów spowodowane ich składem (x_2) i temperaturą

Nachylenie funkcji $\alpha_p = f(T)$ jest dodatnie dla wszystkich zbadanych układów, jeżeli zawartość organicznej substancji w roztworze wodnym nie przekracza $x_2 \approx 0,2$.

Niewielki wzrost tego nachylenia można zaobserwować dla glikoli polietylenowych, ze wzrostem wielkości ich cząsteczek. Jeżeli $x_2 > 0,2$ to zmiany współczynnika α_p są bardzo nieznaczne w przypadku wszystkich układów. Wydaje się, że mieszaniny o tych składach mają na tyle stabilne struktury, że ich podatność na zmianę temperatury jest niewielka. Jednakże wzrost temperatury zwiększa wartość α_p dla wszystkich mieszanin. W celu prześledzenia subtelnych zmian izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej układu od jego składu, na Rysunku 16 pokazano przebieg funkcji $\alpha_p = f(x_2)$ dla badanych mieszanin dwuskładnikowych w temperaturze 298,15 K.



Rysunek 16. Zmiany izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Należy zauważyć, że obecność każdej dodatkowej grupy $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ w cząsteczce glikolu polietylenowego zwiększa wartość współczynnika α_p , niezależnie od składu mieszaniny. Tylko w przypadku układu $\{\text{W}+1,5\text{-PD}\}$ można zaobserwować niewielką podatność mieszanin o $x_2 > 0,2$ na wpływ temperatury. Maleje ona wraz ze wzrostem ułamka molowego 1,5-pentanodiolu w mieszaninie.

W celu obliczenia nadmiarowego współczynnika rozszerzalności cieplnej koniecznym było wyrażenie stężenia składników mieszaniny w ułamkach objętościowych (Φ_i). Wykorzystując składy mieszanin wyrażone poprzez ich ułamki molowe (x_1 i x_2) oraz objętości molowe czystych składników mieszaniny (V_1^* i V_2^*), można obliczyć ułamek objętościowy składnika „i” w mieszaninie (Φ_i) stosując wzór:

$$\Phi_i = \frac{x_i \cdot V_i^*}{\sum_{i=1}^i x_i \cdot V_i^*} \quad (60)$$

gdzie:

x_i – ułamek molowy składnika i w roztworze,

V_i^* – objętość molowa czystej substancji i ,

V^{id} – objętość molowa mieszaniny doskonałej.

Znając skład mieszaniny wyrażonej przez Φ_i oraz wartości izobarycznych współczynników rozszerzalności cieplnych czystych substancji można obliczyć wartość tego współczynnika dla mieszaniny doskonałej (α_p^{id}), o zdefiniowanym przez Φ_1 i Φ_2 składzie, ze wzoru:

$$\alpha_p^{id} = \Phi_1 \cdot \alpha_{p,1}^* + \Phi_2 \cdot \alpha_{p,2}^* \quad (61)$$

gdzie:

Φ_1, Φ_2 – ułamek objętościowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$\alpha_{p,1}^*, \alpha_{p,2}^*$ – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czystej substancji 1 i 2.

W kolejnym etapie obliczono wartości nadmiarowego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) dla wszystkich układów, we wszystkich rozpatrywanych temperaturach korzystając ze wzoru (62):

$$\alpha_p^E = \alpha_p - \alpha_p^{id} = \alpha_p - (\Phi_1 \cdot \alpha_{p,1}^* + \Phi_2 \cdot \alpha_{p,2}^*) \quad (62)$$

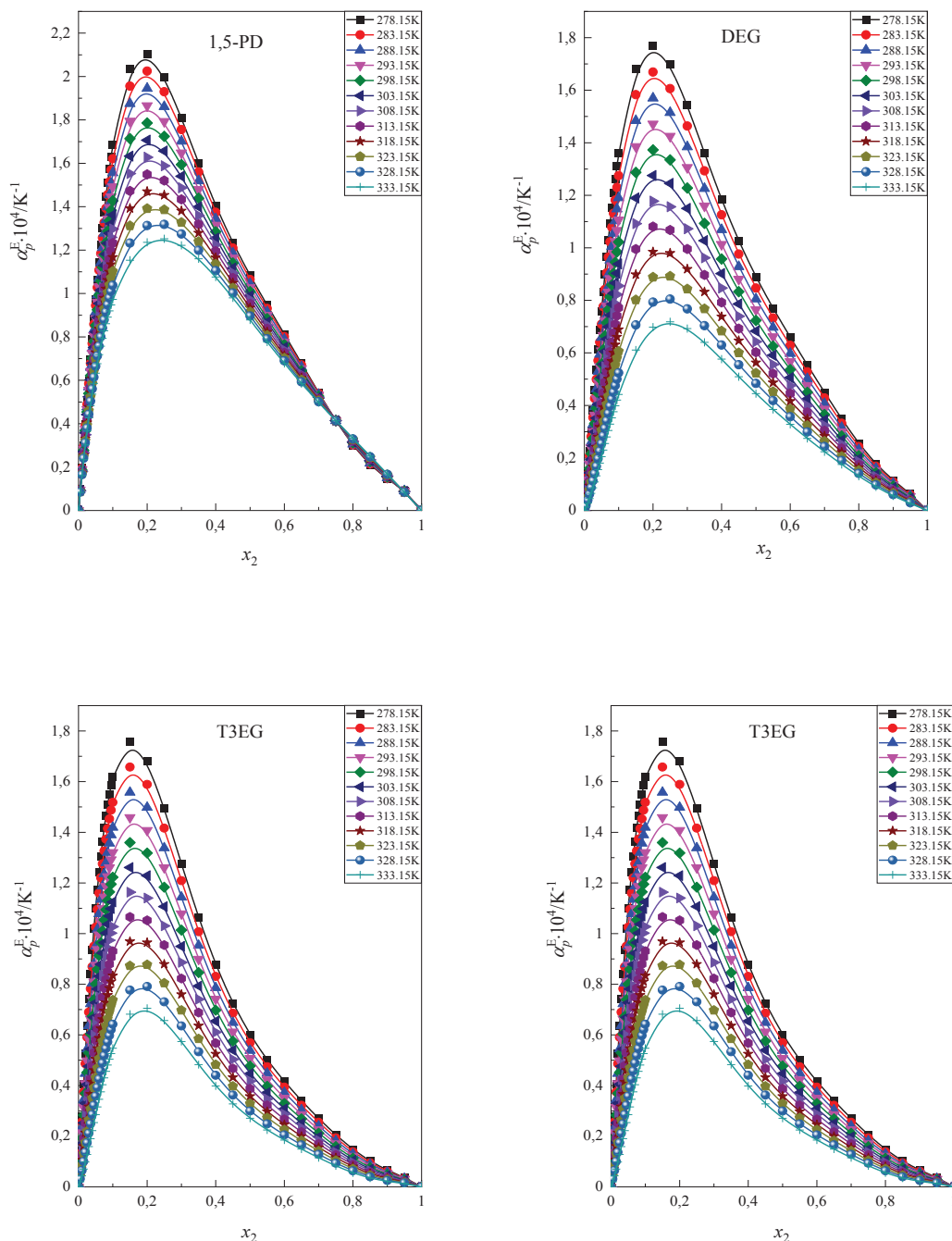
gdzie:

α_p, α_p^{id} – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu rzeczywistego i doskonałego,

Φ_1, Φ_2 – ułamek objętościowy składnika 1 i 2 w mieszaninie,

$\alpha_{p,1}^*, \alpha_{p,2}^*$ – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej czystej substancji 1 i 2.

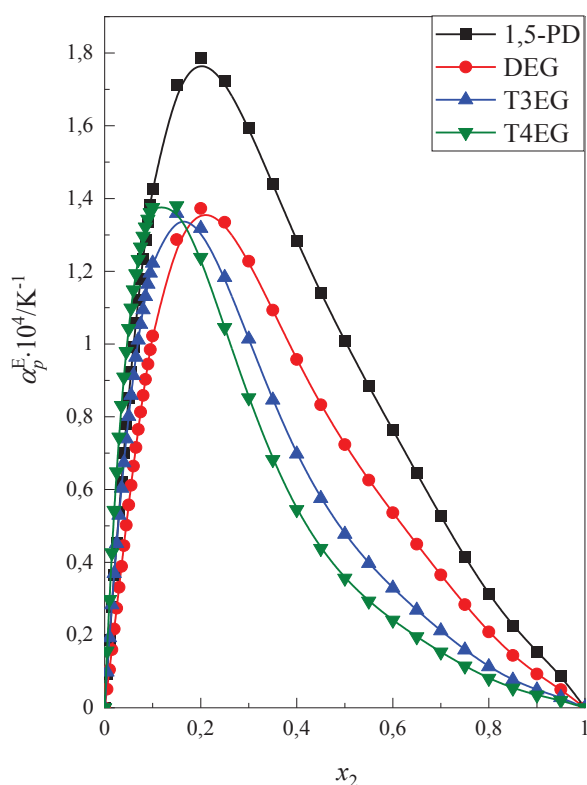
Obliczone wartości współczynnika α_p^E dla czterech układów, w funkcji ich składu i temperatury, zostały zamieszczone w Tabelach 41–44 (Załączniki) i zobrazowane graficznie na Rysunku 17.



Rysunek 17. Zmiany nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) i temperatury

Dodatnie wartości α_p^E dla wszystkich układów, w całym zakresie ich składów, maleją ze wzrostem temperatury. Obserwowane maksima funkcji $\alpha_p^E = f(x_2)$ stają się mniej intensywne, gdy temperatura rośnie.

Wzrost temperatury nie sprzyja autoasocjacji składników mieszaniny, poprzez tworzenie wiązań wodorowych [60]. Funkcja $\alpha_p^E = f(x_2)$ osiąga wartość maksymalną dla roztworu w którym $x_2 \approx 0,2$, dla mieszanin zawierających 1,5-PD i DEG. W przypadku T3EG i T4EG obserwuje się niewielkie przesunięcie tego maksimum w kierunku niższych wartości x_2 , gdy liczba grup oksyetylenowych w cząsteczce rośnie. Doskonałym potwierdzeniem tej obserwacji jest Rysunek 18, na którym pokazano przebieg funkcji $\alpha_p^E = f(x_2)$ dla wszystkich układach w temperaturze 298,15 K.



Rysunek 18. Zmiany nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu roztworu (x_2) w temperaturze 298,15 K

O ile wysokość maksimum analizowanej zależności jest największa dla układu {W+1,5-PD}, to w przypadku wodnych roztworów glikoli polietylenowych obserwuje się brak wyraźnego jej zróżnicowania wynikającego z liczby grup oksyetylenowych

w cząsteczce. Wydaje się, że w zakresie składów odpowiadających $x_2 \approx 0,2$ struktury analizowanych glikoli wykazują podobną podatność na wpływ temperatury.

Korzystając z zależności (16) – rozdz. 2.3.2.1., obliczono molową izobaryczną rozszerzalność cieplną ($E_{p,m}$) badanych mieszanin w całym zakresie składów, w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K:

$$E_{p,m} = \left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_p = \alpha_p \cdot V_m$$

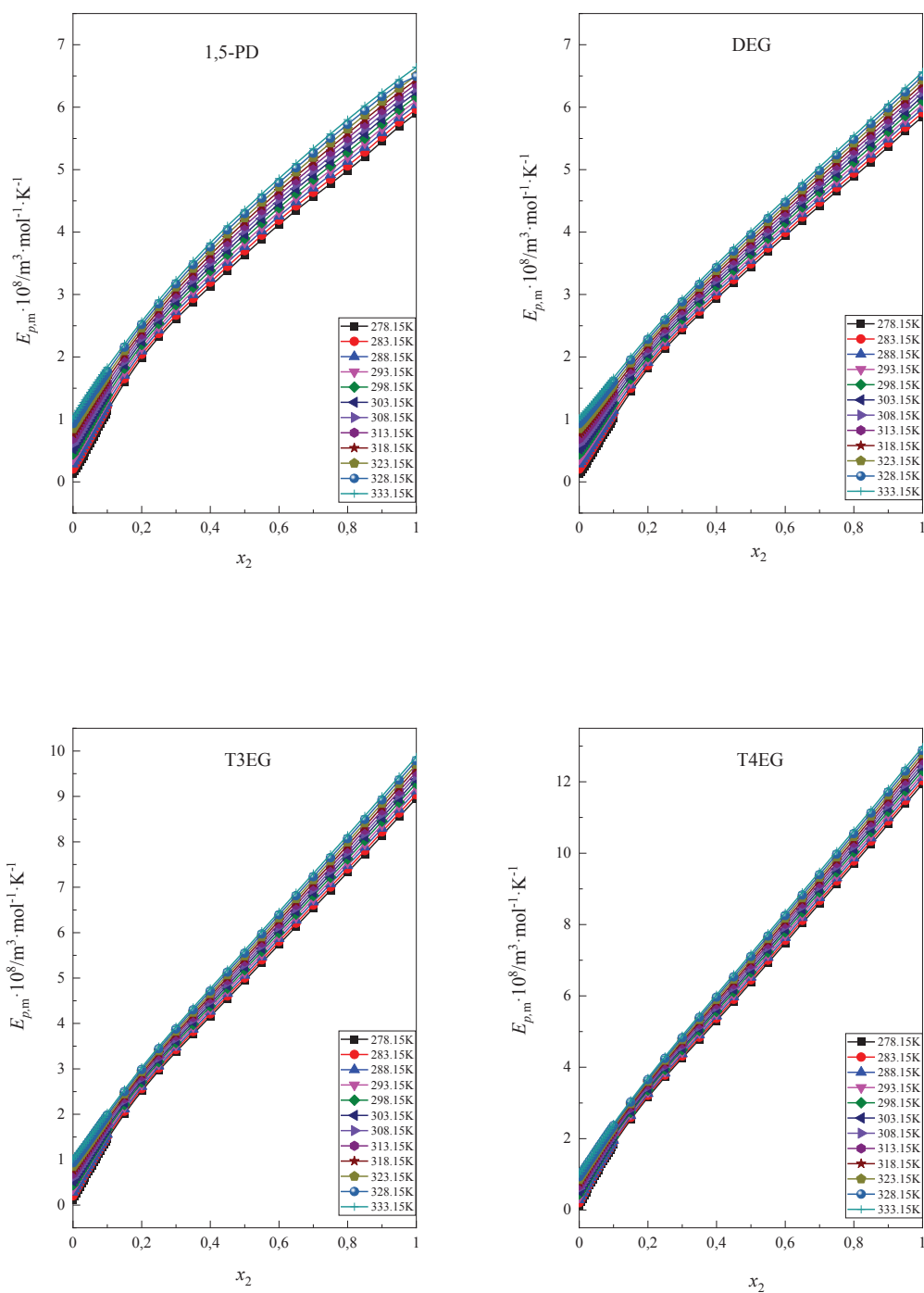
gdzie:

α_p – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej mieszaniny,

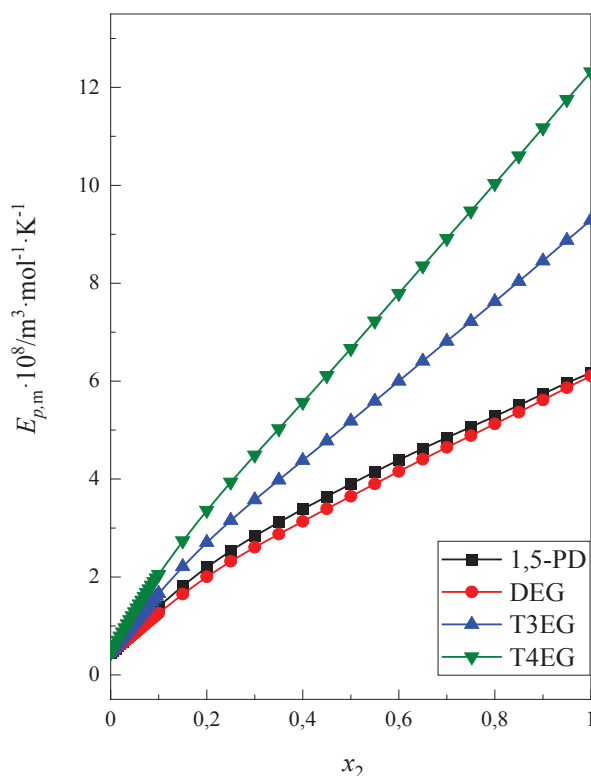
V_m – objętość molowa mieszaniny.

Wartości liczbowe $E_{p,m}$ zostały zamieszczone w Tabelach 45–48 (Załączniki). Zmiany molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej mieszanin związane ze składem roztworów i temperaturą są pokazane na Rysunku 19.

Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej rosną, gdy ilość organicznej substancji w wodnym roztworze się zwiększa. Zapewne jest to rezultat osłabienia oddziaływań pomiędzy cząsteczkami mieszaniny. Także wzrost temperatury, wpływający na ruchy termiczne cząsteczek, skutkuje wzrostem $E_{p,m}$ dla wszystkich przebadanych układów. Porównanie przebiegu funkcji $E_{p,m} = f(x_2)$ dla wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu i glikoli polietylenowych (DEG, T3EG i T4EG) w temperaturze 298,15 K możemy prześledzić na Rysunku 20.

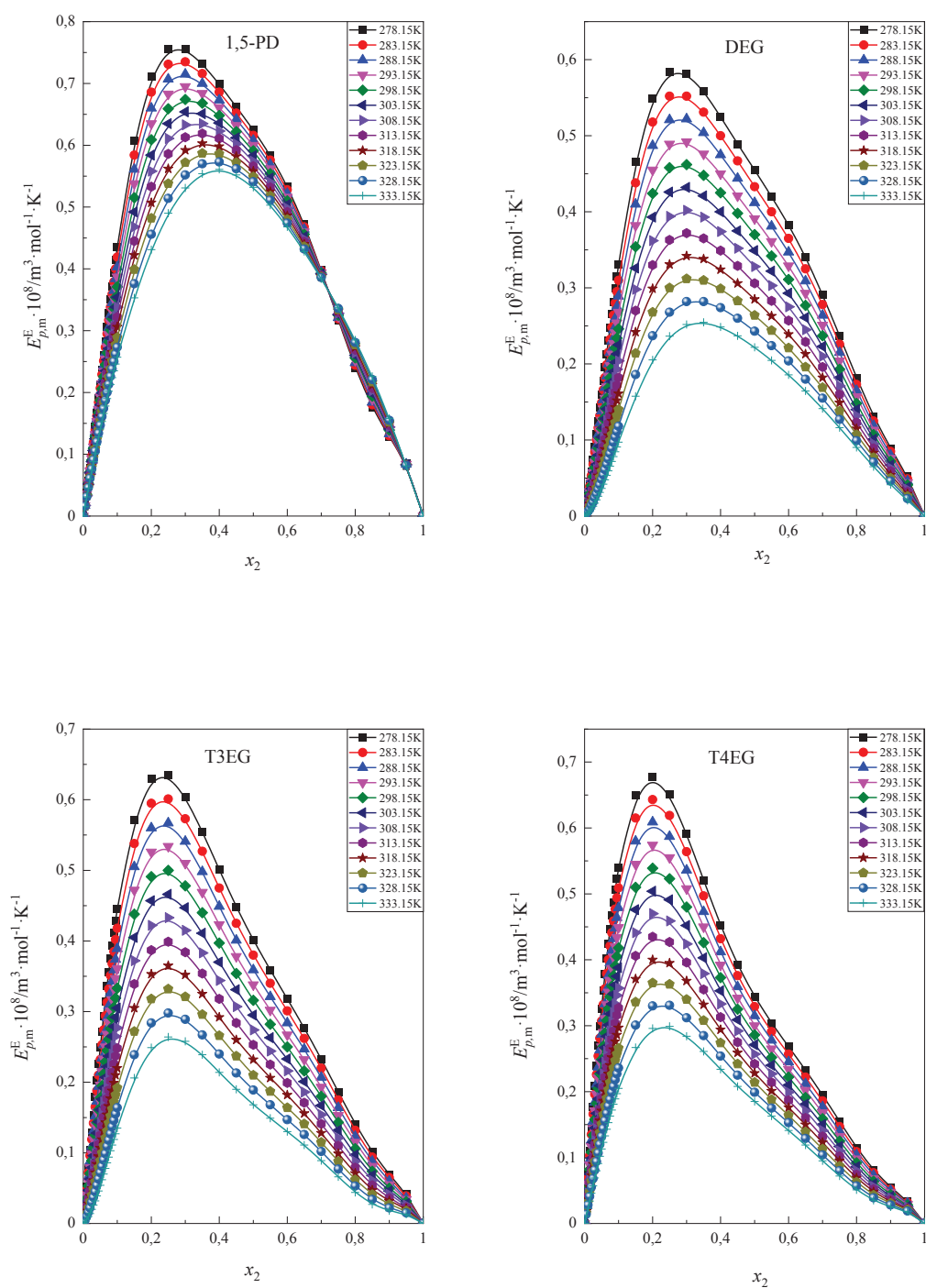


Rysunek 19. Przebieg zmian molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu mieszaniny (x_2) w wybranych temperaturach



Rysunek 20. Przebieg zmian molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu mieszaniny (x_2) w 298,15 K

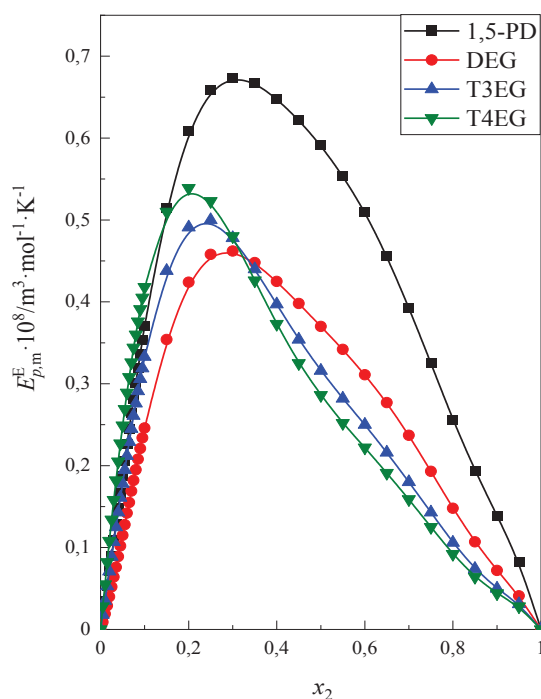
Dodatknie nachylenie funkcji $E_{p,m}=f(x_2)$ ma zbliżoną wartość do wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu i glikolu dietylenowego, co może wskazywać na podobny charakter oddziaływań międzycząsteczkowych występujących w tych układach i powstawanie struktur, na które temperatura ma zbliżony wpływ. Wydłużenie cząsteczki glikolu dietylenowego o kolejne grupy oksyetylenowe sprawia, że wartości $E_{p,m}$ rośnie, a nachylenie funkcji $E_{p,m}=f(x_2)$ także wzrasta (masa molowa substancji wzrasta), odzwierciedlając zmiany w sile i naturze oddziaływań międzycząsteczkowych. Korzystając z zależności (16–18) – rozdz. 2.3.2.1., obliczono nadmiar molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) badanych wodno – organicznych (1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG) mieszanin o składach wyrażonych poprzez ułamek molowy x_2 , w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K. Dane liczbowe są zamieszczone w Tabelach 49–52 (Załączniki) i zobrazowane na Rysunku 21.



Rysunek 21. Zmiany nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) i temperatury

Nadmiarowa molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna jest dodatnia w całym zakresie składów badanych mieszanin dwuskładnikowych, we wszystkich temperaturach. Zatem, zbadane układy charakteryzują się większą rozszerzalnością cieplną, niż ta jaką wykazywałby się roztwór doskonały o tym samym składzie. Analizowane krzywe $E_{p,m}^E = f(x_2)$ osiągają maksima, dla każdego z badanych układów dla roztworów zawierających około 20% molowych substancji organicznej w roztworze wodnym. Ich intensywność maleje ze wzrostem temperatury, który sprawia także nieznaczne przesunięcie maksimum w kierunku roztworów o większej zawartości 1,5-PD i DEG. Dla wodnych roztworów T3EG i T4EG położenie maksimum funkcji $E_{p,m}^E = f(x_2)$ jest stałe tj. nie zależy od temperatury.

Na Rysunku 22 zestawiono wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej dla wszystkich badanych mieszanin, w całym zakresie ich składów w temperaturze 298,15 K.



Rysunek 22. Zależność nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ułamka molowego (x_2) w 298,15 K

Zmiany $E_{p,m}^E$ w danej temperaturze (tutaj 298,15 K) zależą od substancji tworzącej roztwór z wodą i od składu mieszaniny. Maksimum funkcji $E_{p,m}^E = f(x_2)$ ma największą intensywność dla mieszanin 1,5-pentanodiolu z wodą, a jego położenie występuje dla roztworu o $x_2 \approx 0,3$.

Dla szeregu glikoli polietylenowych zarówno intensywność maksimum jak i jego położenie zmieniają się w przewidywalny sposób. Największą wartość $E_{p,m}^E$ mamy dla układu {W+T4EG} i składu o $x_2 \approx 0,2$, a najmniejszą dla układu {W+DEG} z maksimum dla $x_2 \approx 0,3$.

4.2.4. Pozorna objętość molowa

W kolejnym etapie interpretacji badań densymetrycznych obliczono i przeanalizowano zmiany pozornych objętości molowych badanych substancji organicznych w roztworach wodnych. Z równania (20) – rozdz. 2.3.2.1., obliczono pozorne objętości molowe ($V_{\Phi,m,2}$): 1,5-pentanodiolu i glikoli polietylenowych (DEG, T3EG i T4EG) w wodnych roztworach w temperaturze 298,15 K.

$$V_{\Phi,m,2} = \frac{M_2}{\rho} - \frac{1000 \cdot (\rho - \rho_1)}{m \cdot \rho \cdot \rho_1}$$

gdzie:

M_2 – masa molowa substancji 2,

ρ_1, ρ – gęstość czystej wody 1 i roztworu,

m – molalność roztworu (liczba moli substancji 2 w 1 kg wody).

Do analizy funkcji $V_{\Phi,m,2} = f(m)$ zastosowano równanie Redlich'a i Meyer (równ. 23 – rozdz.2.3.2.1.):

$$V_{\Phi,m,2} = V_{\Phi,m,2}^0 + b_V m$$

w którym:

$V_{\Phi,m,2}^0$ – graniczna pozorna objętość molowa substancji 2,

b_V – stała, nachylenie funkcji,

m – molalność roztworu (liczba moli substancji 2 w 1 kg wody).

Graniczna pozorna objętość molowa substancji 2 ($V_{\Phi,m,2}^0$) jest równa granicznej cząstkowej molowej objętości tej substancji ($V_{m,2}^0$) – równ. (21) – rozdz.2.3.2.1.

$$\lim_{m \rightarrow 0} V_{\Phi, m, 2} = V_{\Phi, m, 2}^0 = V_{m, 2}^0$$

gdzie:

$V_{\Phi, m, 2}$ – pozorna objętość molowa substancji 2 w roztworze,

$V_{\Phi, m, 2}^0$ – graniczna pozorna objętość molowa substancji 2,

$V_{m, 2}^0$ – graniczna cząstkowa objętość molowa substancji 2.

Zakres składów wziętych do obliczeń był dobrany dla każdego układu tak, aby dotyczył roztworów rozcieńczonych dla których funkcja $V_{\Phi, m, 2}^0 = f(m)$ zachowuje liniowość.

Obliczone wartości granicznych pozornych objętości molowych $V_{\Phi, m, 2}^0$ oraz wartości współczynników b_V w temperaturze 298,15 K przedstawiono w Tabeli 13. Dla porównania umieszczono także objętości molowe czystych substancji (V_2^*).

Tabela 13. Graniczna pozorna objętość molowa ($V_{\Phi, m, 2}^0$) i wartości współczynników b_V w temperaturze 298,15 K

	$V_2^* \cdot 10^6$ [$m^3 \cdot mol^{-1}$]	$V_{\Phi, m, 2}^0 \cdot 10^6$ [$m^3 \cdot mol^{-1}$]	$b_V \cdot 10^6$ [$m^3 \cdot kg \cdot mol^{-2}$]	R^2
1,5-PD	105,89	103,68±0,01	-0,150±0,005	0,9968
DEG	95,34	91,73±0,01	-0,040±0,003	0,9788
T3EG	134,12	128,07±0,01	0,084±0,004	0,9942
T4EG	173,43	164,15±0,01	0,378±0,001	0,9999

gdzie: R – współczynnik determinacji.

Graniczne pozorne objętości molowe wszystkich substancji organicznych badanych w tej pracy: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG są mniejsze od ich objętości molowych w stanie czystym. Różnica ($V_2^* - V_{\Phi, m, 2}^0$) jest tym większa im więcej jest możliwości oddziaływania pomiędzy cząsteczkami substancji organicznej i wody. Różnica ta jest największa dla T4EG, a najmniejsza w przypadku 1,5-PD.

4.2.5. Wpływ ciśnienia na zmiany wybranych funkcji termodynamicznych

Precyzyjne pomiary gęstości i szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w układzie, przeprowadzone w szerokim zakresie temperatur, dają możliwość uzyskania danych termodynamicznych bez konieczności prowadzenia pomiarów kalorymetrycznych.

Znajomość wartości funkcji objętościowych umożliwia obliczenie zmian podstawowych molowych wielkości termodynamicznych takich jak: entalpia swobodna, entropia, entalpia czy izobaryczna molowa pojemność cieplna, wywołanych zmianą ciśnienia w warunkach izotermicznych. Śledzenie zmian tych funkcji od składu mieszaniny daje możliwość zaobserwowania wpływu ciśnienia na strukturę i właściwości układów.

Stosując podstawowe reakcje termodynamiczne można określić wpływ ciśnienia, dla $T = \text{const}$, na zmianę:

1) molowej entalpii swobodnej układu:

$$\left(\frac{\partial G_m}{\partial p}\right)_T = V_m \quad (63)$$

2) molowej entropii:

$$\left(\frac{\partial S_m}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial V_m}{\partial T}\right)_p = -V_m \alpha_p \quad (64)$$

3) entalpii molowej:

$$\left(\frac{\partial H_m}{\partial p}\right)_T = V_m - T\left(\frac{\partial V_m}{\partial T}\right)_p = V_m(1 - T\alpha_p) \quad (65)$$

4) molowej izobarycznej pojemności cieplnej:

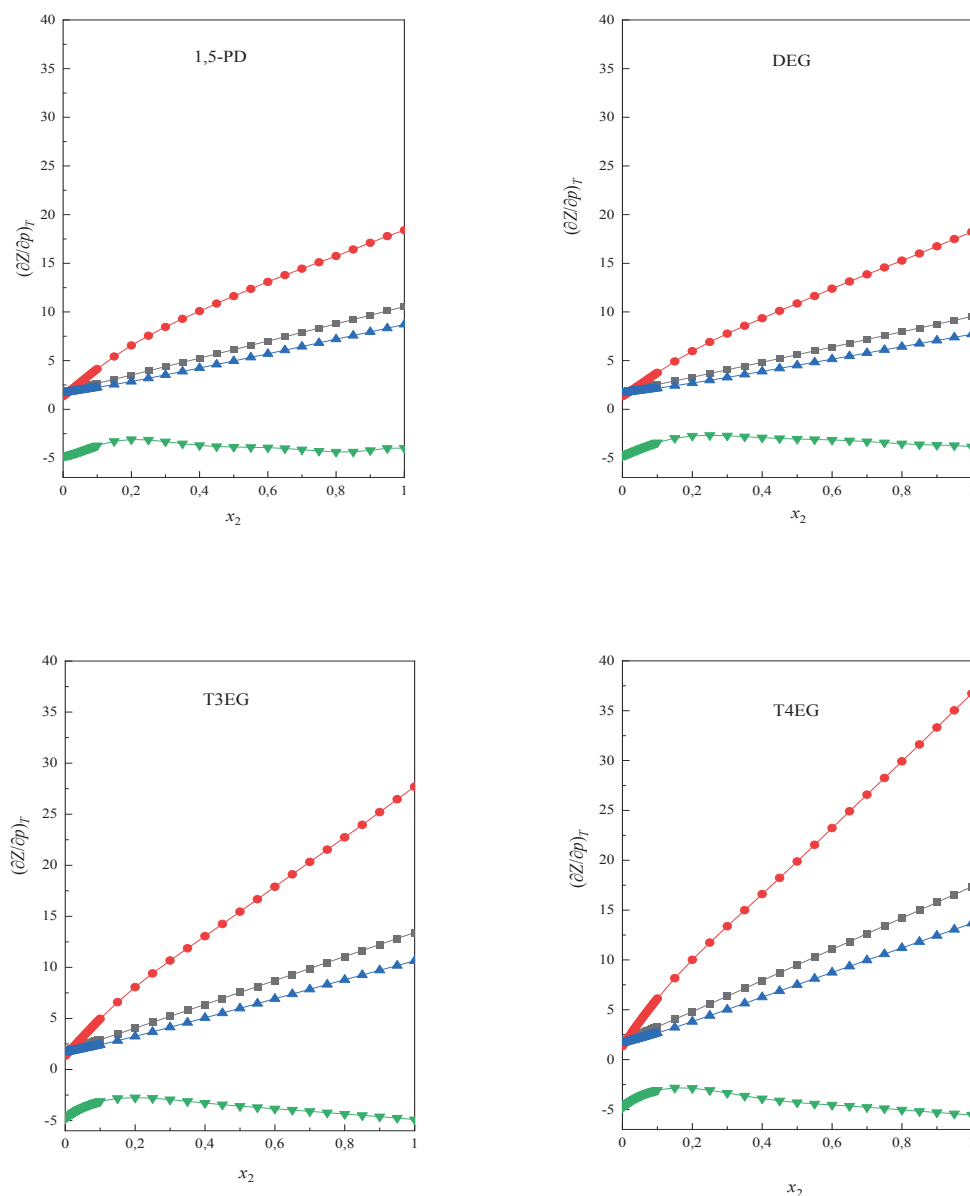
$$\left(\frac{\partial C_{p,m}}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 V_m}{\partial T^2}\right)_p = -TV_m \left[\alpha_p^2 + \left(\frac{\partial \alpha_p}{\partial p}\right)_p \right] \quad (66)$$

Zmiany pochodnych, wymienionych powyżej, od składu mieszaniny (x_2) w wybranej temperaturze (298,15 K) są pokazane na Rysunku 23.

Wartości pochodnej $(\partial H_m/\partial p)_T$ są dodatnie i rosną ze wzrostem zawartości diolu i poszczególnych glikoli polietylenowych w roztworze. Zależności mają charakter zbliżony do liniowego, o zróżnicowanym nachyleniu. Pochodne $(\partial S_m/\partial p)_T$ są ujemne i maleją ze wzrostem zawartości substancji organicznej w roztworze wodnym. Mniej ujemna wartość tej pochodnej dla wody jest spowodowana mniejszym wpływem ciśnienia na redukcję entropii uporządkowanej struktury wody.

Czynnik entropowy $[-T(\partial S_m/\partial p)_T]$ jest monotonicznie rosnącą funkcją ułamka molowego (x_2) każdej zbadanej w tej pracy substancji. Jedynie zmiany molowej izobarycznej pojemności cieplnej spowodowane ciśnieniem (w $T = \text{const}$) nie

zachowują tego charakteru tj. dodatnie nachylenie w zakresie składów $0,1 < x_2 < 0,2$ przechodzi w ujemne dla $x_2 > 0,2$.



Rysunek 23. Zmiany pochodnych molowych wielkości termodynamicznych po ciśnieniu ($T = \text{const.}$):

$$\left(\frac{\partial G_m}{\partial p}\right)_T \cdot 10^5 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}] \blacksquare; \quad -T \left(\frac{\partial S_m}{\partial p}\right)_T \cdot 10^5 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}] \bullet;$$

$$\left(\frac{\partial H_m}{\partial p}\right)_T \cdot 10^5 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}] \blacktriangle; \quad \left(\frac{\partial C_{p,m}}{\partial p}\right)_T \cdot 10^8 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \blacktriangledown;$$

od składu wodnych roztworów (x_2), w temperaturze 298,15 K

Ze względu na mało zróżnicowany charakter zmian wspomnianych powyżej zależności, analizie poddano nadmiarowe wartości tych pochodnych, które były obliczone zgodnie z ogólnym wzorem:

$$\left(\frac{\partial Z_m}{\partial p}\right)_T^E = \left(\frac{\partial Z_m}{\partial p}\right)_T - \left[x_1 \left(\frac{\partial Z_1^*}{\partial p}\right)_T + x_2 \left(\frac{\partial Z_2^*}{\partial p}\right)_T \right] \quad (67)$$

w którym:

Z_m – molowa wielkość termodynamiczna roztworu,

Z_1^*, Z_2^* – molowe wielkości termodynamiczne czystych substancji 1 i 2.

Zatem, łącząc wzory 63 – 67, otrzymujemy:

$$\left(\frac{\partial G_m}{\partial p}\right)_T^E = V_m - [x_1 V_1^* + x_2 V_2^*] = V_m^E \quad (68)$$

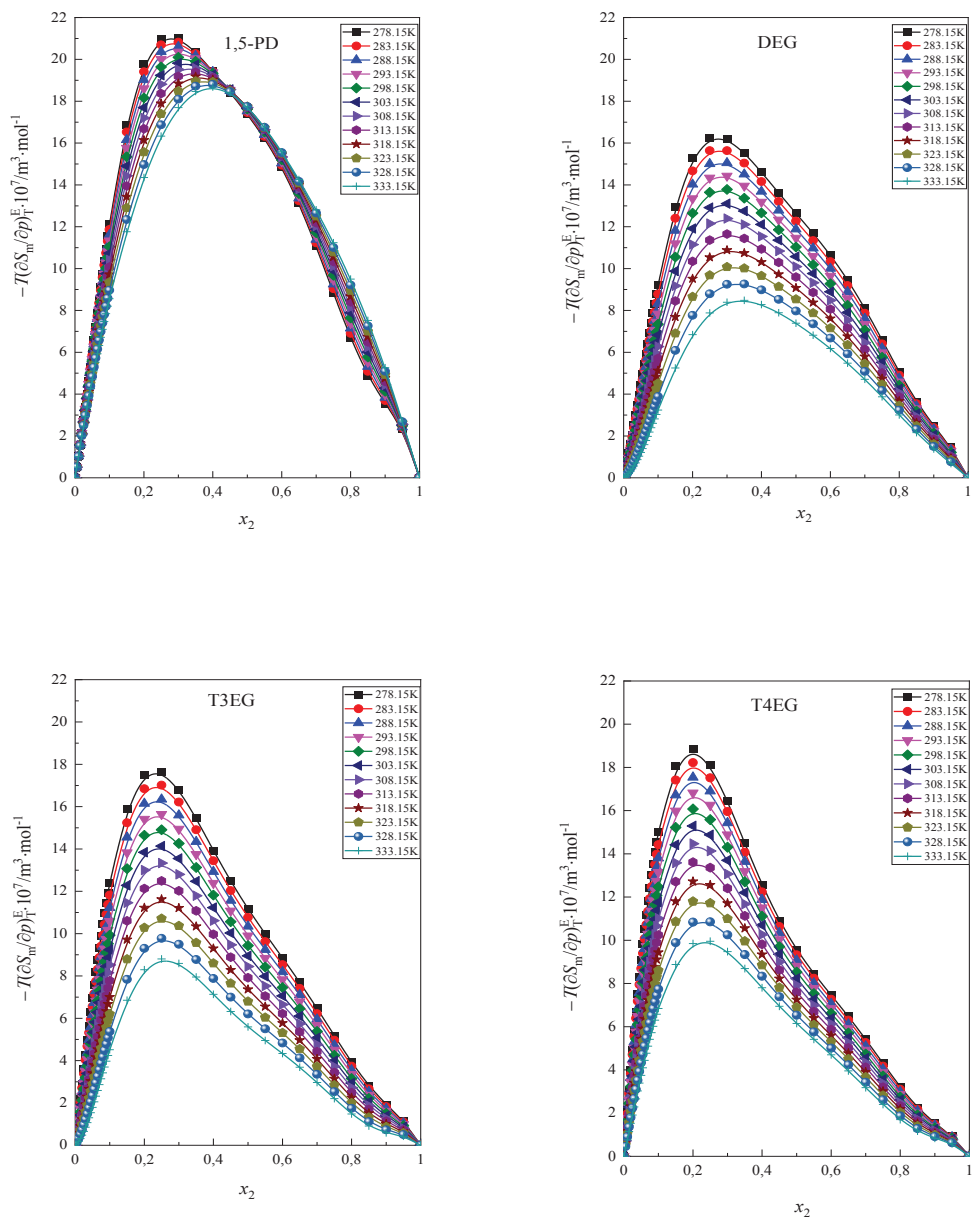
$$\left(\frac{\partial S_m}{\partial p}\right)_T^E = -V_m \alpha_p - [x_1 (-V_1^* \alpha_{p,1}^*) + x_2 (-V_2^* \alpha_{p,2}^*)] = -E_{p,m}^E \quad (69)$$

$$\left(\frac{\partial H_m}{\partial p}\right)_T^E = V_m (1 - T \alpha_p) - [x_1 (V_1^* - T V_1^* \alpha_{p,1}^*) + x_2 (V_2^* - T V_2^* \alpha_{p,2}^*)] \quad (70)$$

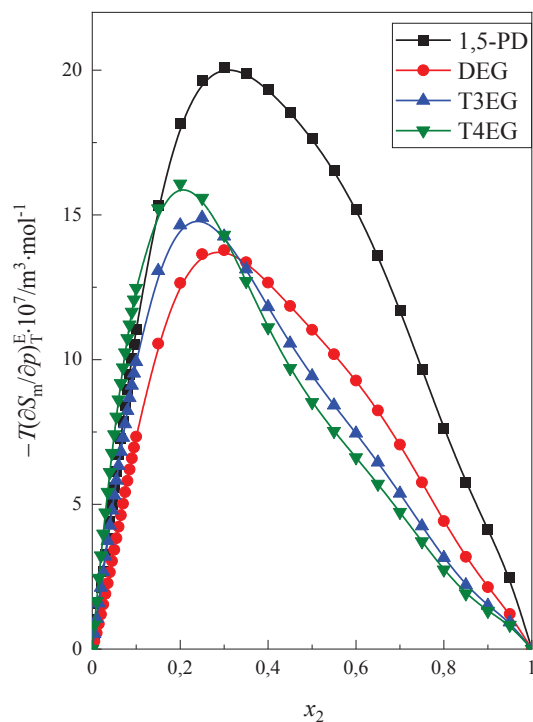
$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial C_{p,m}}{\partial p}\right)_T^E = & -T V_m \left[\alpha_p^2 + \left(\frac{\partial \alpha_p}{\partial T}\right)_p \right] - \left\{ \left[x_1 (-T V_1^* \alpha_{p,1}^{*2} - T V_1^* \left(\frac{\partial \alpha_{p,1}^*}{\partial T}\right)_p) \right] \right. \\ & \left. - \left[x_2 (-T V_2^* \alpha_{p,2}^{*2} - T V_2^* \left(\frac{\partial \alpha_{p,2}^*}{\partial T}\right)_p) \right] \right\} \end{aligned} \quad (71)$$

Obliczenia wykonano dla wszystkich mieszanin, w całym zakresie składów, w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K. Jako, że nadmiar pochodnej molowej entalpii swobodnej po ciśnieniu dla $T = \text{const}$ jest równy nadmiarowej objętości molowej roztworu (równanie 68), to dane dla tej funkcji znajdują się w Tabelach 9–12 (Załączniki). Zilustrowano je na Rysunku 5 i 6 i omówiono wcześniej w rozdziale 4.2.1. Zgodnie z równaniem (69), nadmiar pochodnej entropii molowej po ciśnieniu, dla $T = \text{const}$, jest równy nadmiarowi molowej rozszerzalności cieplnej, wziętej ze znakiem przeciwnym. Przebieg funkcji $E_{p,m}^E = f(x_2, T)$ jest pokazany na Rysunku 21 i 22, a dane liczbowe są zamieszczone w Tabelach 49–52 (Załączniki). Zostały one przedyskutowane w rozdziale 4.2.3. W tej części pracy analizie poddano wyrażenie $[-T(\partial S_m / \partial p)_T^E]$. W Tabelach 53–56 (Załączniki) zamieszczono obliczone ze wzoru

(69) wartości nadmiaru pochodnej entropii molowej po ciśnieniu (dla $T = \text{const}$) pomnożonej przez $(-T)$. Przebieg zmian tego wyrażenia od składu (x_2) i temperatury jest przedstawiony na Rysunku 24 i 25.



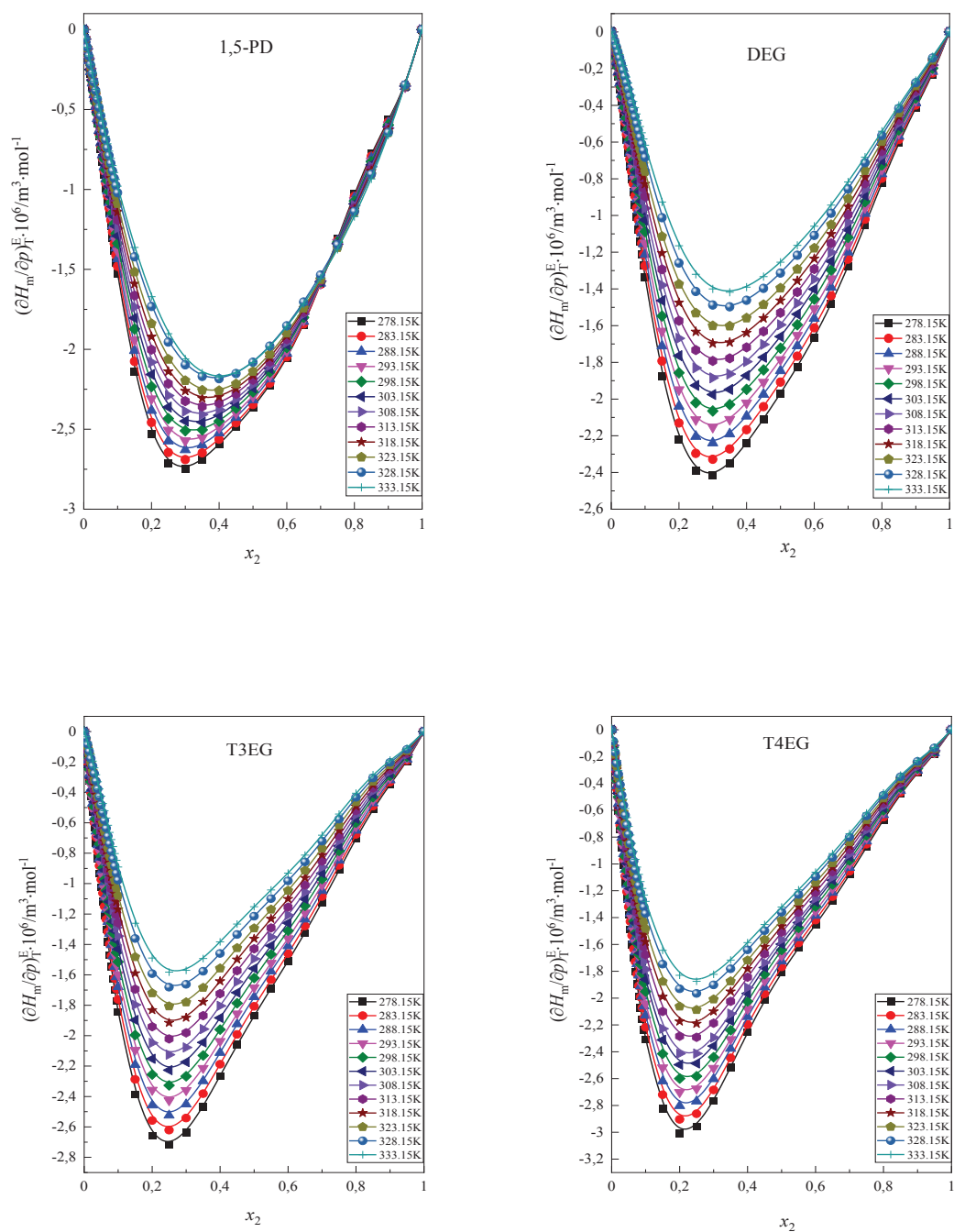
Rysunek 24. Zmiany czynnika entropowego $[-T(\partial S_m / \partial p)_T^E]$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ułamka molowego substancji organicznej (x_2), temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K



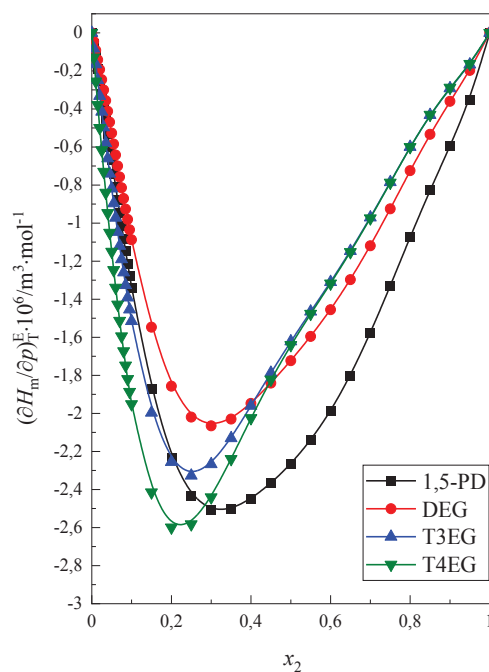
Rysunek 25. Zmiany czynnika entropowego $[-T(\partial S_m/\partial p)_T^E]$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ułamka molowego substancji organicznej (x_2), w temperaturze 298,15 K

Obliczone według wzoru (70) nadmiary pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu (dla $T = \text{const}$) w całym zakresie składów badanych mieszanin i w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K są zebrane w Tabelach 57– 60 (Załączniki).

Graficznie przebieg funkcji $(\partial H_m/\partial p)_T^E = f(x_2, T)$ jest pokazany na Rysunku 26 i 27.

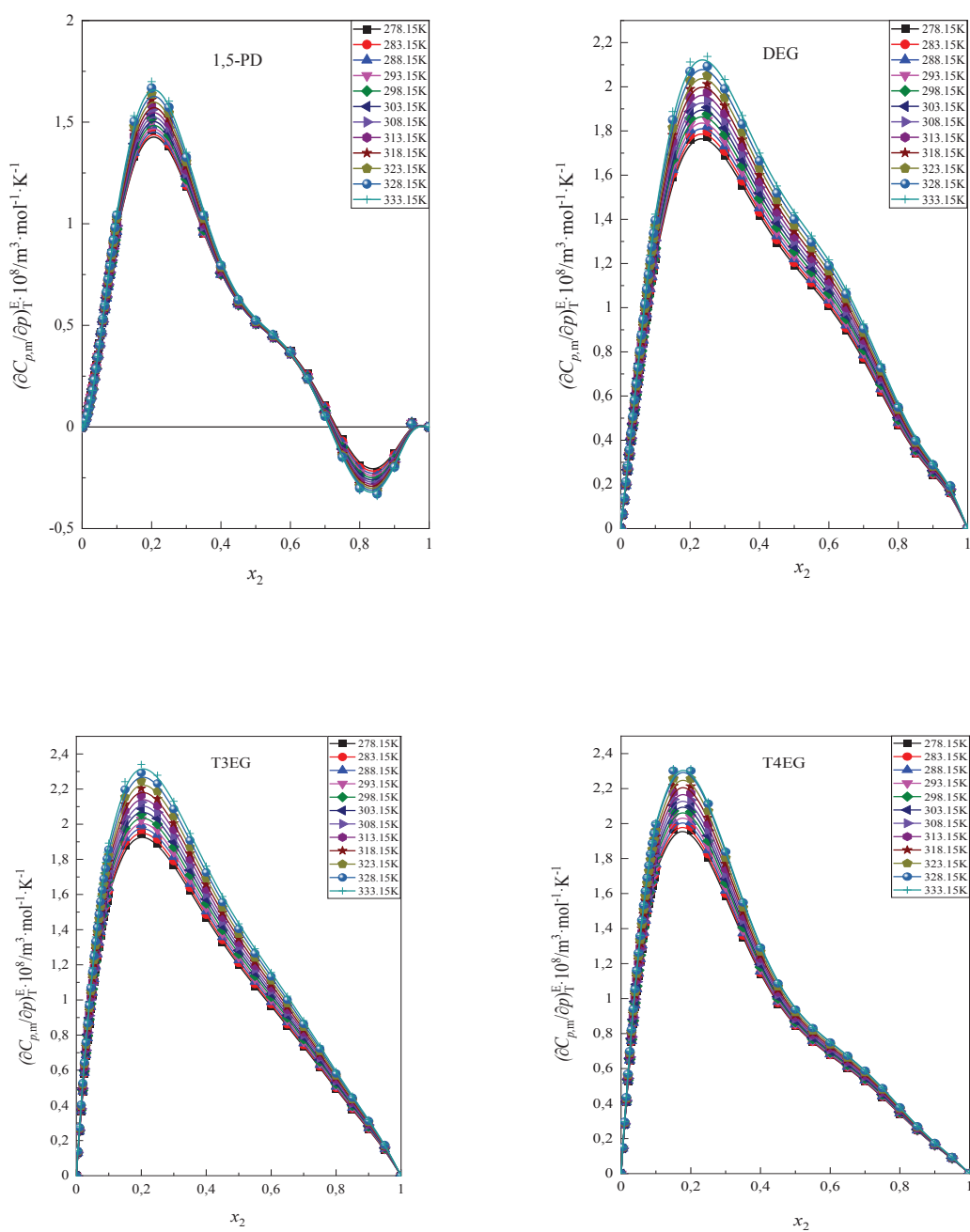


Rysunek 26. Zmiany pochodnej $(\partial H_m / \partial p)_T^E$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2), w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

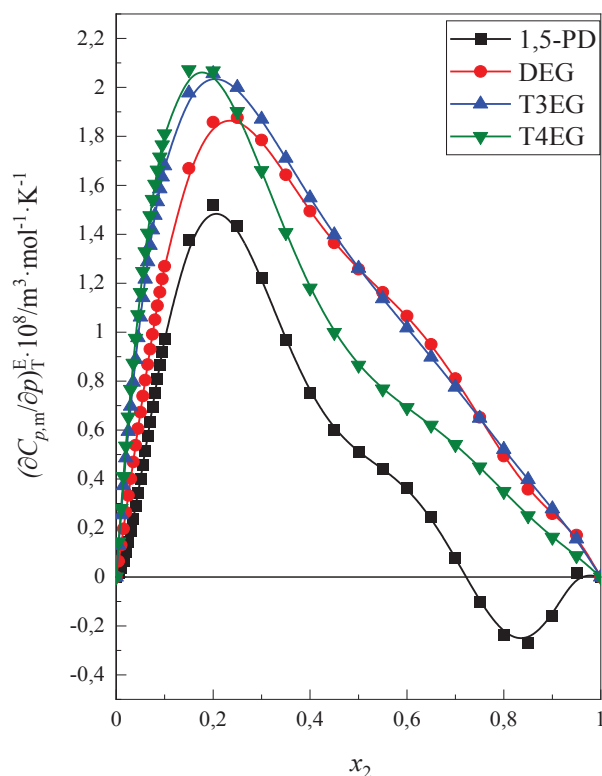


Rysunek 27. Zmiany pochodnej $(\partial H_m/\partial p)_T^E$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2), w temperaturze 298,15 K

Nadmiar pochodnej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu (dla $T = \text{const}$) został obliczony ze wzoru (71). Wartości liczbowe znajdują się w Tabelach 61–64 (Załączniki). Zmiany tej pochodnej od składu roztworu (x_2) i temperatury przedstawiono na Rysunku 28 i 29.



Rysunek 28. Zmiany pochodnej $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2), w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K



Rysunek 29. Zmiany pochodnej $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Analiza nadmiaru wielkości termodynamicznych dostarcza cennych informacji o zmianach strukturalnych zachodzących w roztworze, które związane są z jego składem i/lub temperaturą.

W wodnych roztworach badanych w tej pracy, wiązania wodorowe powstające pomiędzy cząsteczkami 1,5-pentanodiolu i glikoli polietylenowych a wodą, a także asocjacja cząsteczek organicznych, leżą u podstaw zmian strukturalnych analizowanych mieszanin. Skład mieszaniny decyduje o tym, które z tych oddziaływań odgrywają bardziej znaczącą rolę w definiowaniu struktury i stopnia uporządkowania układu.

Ujemne wartości nadmiaru pochodnych: $(\partial G_m/\partial p)_T^E$ i $(\partial H_m/\partial p)_T^E$ od składu mieszaniny (x_2) we wszystkich analizowanych temperaturach osiągają wartości minimalne, które są najmniejsze (największe ujemne) w 278,15 K i stają się mniej ujemne ze wzrostem temperatury, który powoduje jednoczesne przesunięcie ekstremum w kierunku mieszanin o większej wartości x_2 . Porównanie analizowanych pochodnych w jednej temperaturze tj. 298,15 K (Rys. 6 i Rys. 27) pozwala uchwycić pewne

prawidłowości wskazujące, że minima zależności nadmiarowych pochodnych molowej entalpii swobodnej i entalpii od składu mieszaniny (x_2) występują w podobnym zakresie składów, tj. dla $x_2 \approx 0,25 \div 0,35$.

Ich względne położenie jest także zachowane. W przypadku obydwu zależności skrócenie łańcucha glikolu polietylenowego przesuwają ekstrema w kierunku większej zawartości glikolu w mieszaninie. W obydwu przypadkach układ {W+1,5-PD} charakteryzują minima omawianych zależności dla mieszanin w których $x_2 \approx 0,35$. Istotna różnica w przebiegu analizowanych zależności związana jest z dużą intensywnością minimum funkcji $(\partial H_m/\partial p)_T^E = f(x_2)$ dla wodnych roztworów 1,5-PD. To anomalne zachowanie nie było obserwowane podczas analizy funkcji $(\partial G_m/\partial p)_T^E = V_m^E = f(x_2)$, w przypadku, której wzrost hydrofilowości cząsteczki substancji organicznej był związany ze wzrostem głębokości minimum analizowanej zależności.

Dodatkowo zmiany nadmiaru pochodnej $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ i wyrażenia: $[-T(\partial S_m/\partial p)_T^E]$ od składu mieszaniny (x_2) występują we wszystkich temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K – odpowiednio Rysunek 28 i 24. Wzrost ciśnienia wymusza zwiększenie upakowania cząsteczek mieszaniny, co skutkuje wzrostem uporządkowania struktury i zmniejszenie entropii układu [128,136].

Z analizy Rysunku 24 wynika, że wzrost temperatury obniża wysokość maksimum funkcji $[-T(\partial S_m/\partial p)_T^E] = f(x_2)$ i tylko w przypadku mieszanin {W+1,5-PD} ma on wpływ na jego położenie tj. przesuwają je w kierunku mieszanin o większej zawartości 1,5-pentanodiolu. Warto zauważyć, że dla $x_2 \approx 0,45$ temperatura praktycznie nie wpływa na wartość analizowanej nadmiarowej pochodnej.

W szeregu glikoli polietylenowych (di-, tri- i tetra-) przesunięcie położenia maksimum jest niewielkie. Jeżeli analizie poddamy krzywe otrzymane dla wybranej temperatury tj. 298,15 K (Rysunek 25), to możemy zaobserwować, że największe zmiany analizowanej zależności mamy dla układu zawierającego 1,5-pentanodiol, czyli substancji, której oddziaływanie z wodą są najsłabsze, spośród analizowanych związków.

Zatem struktura takiej mieszaniny powinna być najbardziej podatna na wpływ ciśnienia.

Dodatkowo wartości nadmiaru pochodnej $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ w przypadku glikoli polietylenowych, ale także dla wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu w zakresie: $0,7 > x_2 > 0$, wykazują maksymalne wartości dla roztworów o zbliżonych składach tj.

około $x_2 \approx 0,2$. Intensywność tych ekstremów rośnie ze wzrostem temperatury, ale nie ma on wpływu na zmianę ich położenia.

Nieznaczące przesunięcie maksimum funkcji $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ możemy zaobserwować dla wodnych roztworów szeregu glikoli polietylenowych, analizując Rysunek 29. W przypadku układu {W+DEG} mamy $x_{2,max} \approx 0,3$ co oznacza, że w mieszaninie o tym składzie istnieje maksymalna liczba międzycząsteczkowych wiązań wodorowych. Dla takiego składu mieszaniny mamy średnio około 2 do 3 cząsteczek wody przypadających na pojedynczą cząsteczkę glikolu dietylenowego. Dla mieszanin {W+T3EG} na jedną cząsteczkę glikolu przypada średnio od 2,3 do 4 cząsteczek wody [74], a dla układu {W+T4EG} ta liczba wynosi od 3,1 do 5 cząsteczek [73]. Wzrost liczby eterowych atomów tlenu w cząsteczce glikolu polietylenowego sprawia, że większa liczba cząsteczek wody, tworzy powiązane z nimi międzycząsteczkowe wiązania wodorowe. Także intensywność maksimum funkcji $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ rośnie, gdy liczba eterowych atomów tlenu w cząsteczce jest większa.

4.3. Omówienie rezultatów badań akustycznych wodnych roztworów substancji badanych

Molekularna budowa ośrodka wpływa zarówno na szybkość rozchodzenia się w nim fali ultradźwiękowej, jak i na jej tłumienie. Akustyczne procesy molekularne są wynikiem oddziaływania fali dźwiękowej z cząsteczkami ośrodka przez, który ona przechodzi. W cieczach oddziaływanie te sprowadzają się do zmiany energii relaksacji termicznej i strukturalnej. Procesy te w pewnym sensie przypominają aktywację termiczną poszczególnych stopni swobody związaną ze wzrostem energii kinetycznej poszczególnych cząsteczek.

Szybkość propagacji fali dźwiękowej zależy między innymi od sprężystości i gęstości ośrodka tzn. rośnie dla substancji o wyższej gęstości. Natomiast na zjawisko tłumienia fali ma wpływ lepkość i przewodnictwo cieplne ośrodka przez, który ona przechodzi. Zatem, analiza szybkości rozchodzenia się fali akustycznej w ośrodku sprężystym (np. cieczy), czyli zaburzenia polegającego na przenoszeniu energii przez drgające cząsteczki, bez zmiany ich średniego położenia, może stanowić źródło informacji o strukturze molekularnej cieczy i jej zmianach wywołanych różnymi czynnikami.

Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) we wszystkich badanych mieszaninach wodno – organicznych (1,5-PD, DEG, T3EG

i T4EG) zmierzone w całym zakresie składów, w zakresie temperatur (288,15–318,15) K są zamieszczone w Tabelach 65–68 (Załączniki). Zostały one wykorzystane do obliczenia odchylenia szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w roztworze rzeczywistym od tej w roztworze doskonałym ze wzoru (72):

$$\Delta u = u - (x_1 \cdot u_1^* + x_2 \cdot u_2^*) \quad (72)$$

gdzie:

- Δu – odchylenie od addytywności szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninie,
- u – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninie,
- u_1^*, u_2^* – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w czystej substancji 1 i 2,
- x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie.

Obliczone wartości (Δu) są zawarte w Tabelach 69–72 (Załączniki).

Dane te zostały opisane równaniem Redlicha–Kistera w postaci:

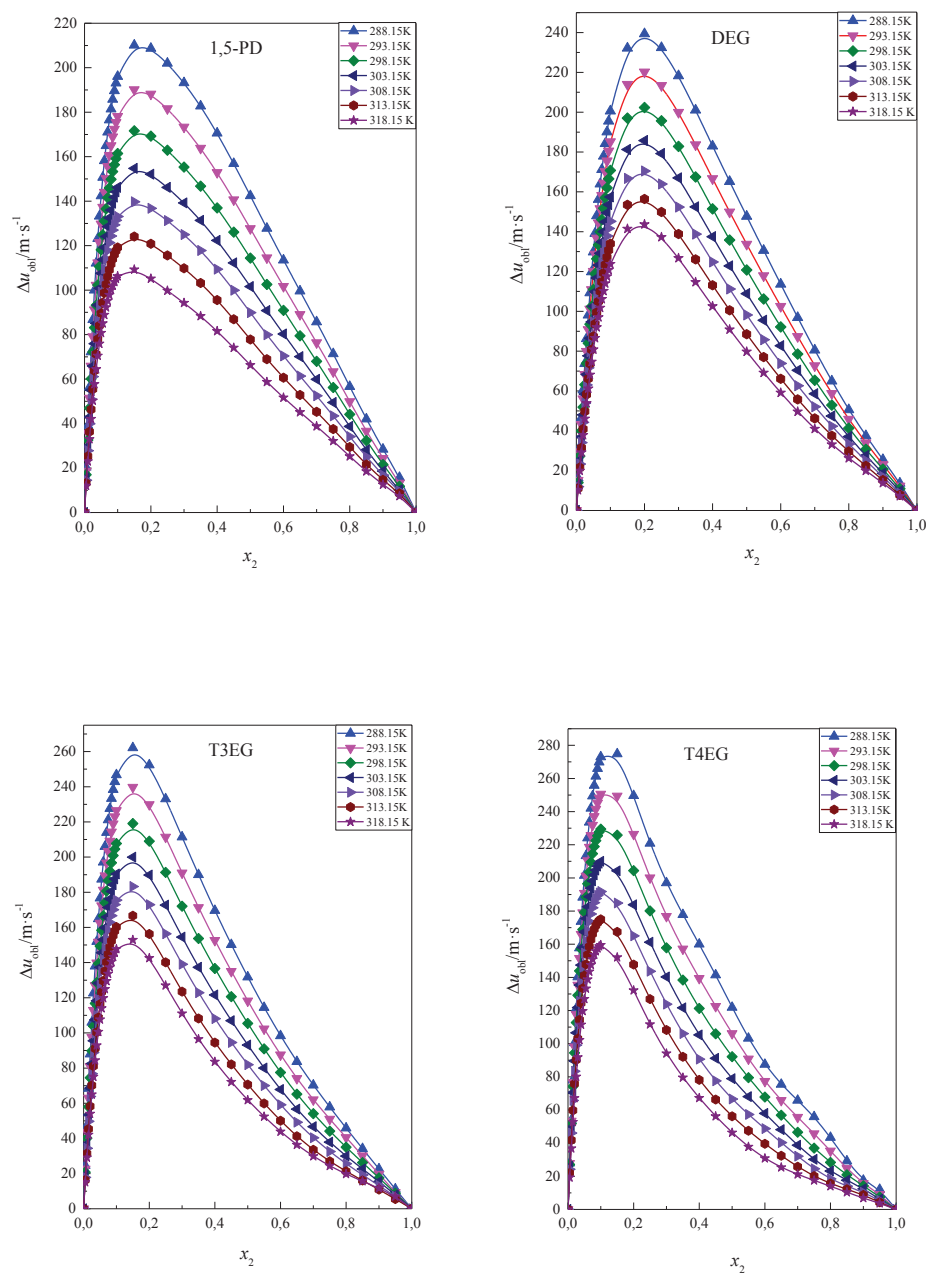
$$\Delta u = x_2 \cdot (1 - x_2) \cdot \sum_{k=1}^6 A_k \cdot (1 - 2 \cdot x_2)^{k-1} \quad (73)$$

w którym:

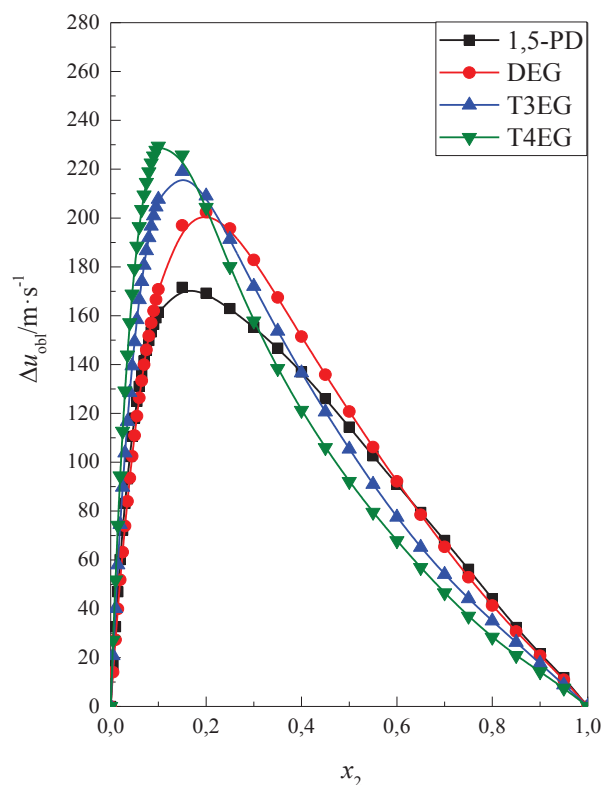
- Δu – odchylenie od addytywności szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninie,
- x_2 – ułamek molowy składnika 2 w mieszaninie,
- A_k – współczynnik dobieralny.

Wartości stałych równania (73) są zamieszczone w Tabelach 73–76 (Załączniki).

Wartości stałych (A_k ; $6 \geq k \geq 1$) równania Redlicha–Kistera zostały wykorzystane do obliczenia wartości Δu dla wszystkich układów o wygenerowanych składach tj. w zakresie $0,1 > x_2 > 0$ z krokiem co 0,005 dla $x_2 > 0,1$ z krokiem 0,05. W ten sposób obliczone wartości Δu dla czterech mieszanin wodno – organicznych, w temperaturach (288,15–318,15) K są zebrane w Tabelach 77–78 (Załączniki) i zilustrowane na Rysunku 30 i 31.



Rysunek 30. Zmiany odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w wodnych roztworach: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu mieszaniny (x_2) i temperatury



Rysunek 31. Zmiany odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w wodnych roztworach: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu mieszaniny (x_2) w temperaturze 298,15 K

Przebieg funkcji $\Delta u = f(x_2)$ dla badanych układów, we wszystkich analizowanych temperaturach ma ten sam charakter. Krzywe przechodzą przez maksima. Ich intensywność i położenie (x_2) zależą od rodzaju substancji tworzącej roztwór z wodą. Wartość Δu w maksimum zmienia się zgodnie z szeregiem: $\Delta u(1,5\text{-PD}) < \Delta u(\text{DEG}) < \Delta u(\text{T3EG}) < \Delta u(\text{T4EG})$. Dla każdego układu wzrost temperatury powoduje obniżenie wysokości maksimum funkcji $\Delta u = f(x_2)$. Skład mieszaniny (x_2), dla której to ekstremum występuje w danym układzie praktycznie jest stały i nie zmienia się z temperaturą. Chociaż, jak można zauważyć analizując Rysunek 31, położenie ekstremum w temperaturze 298,15 K zmienia się w zależności od rodzaju substancji (1,5-PD, DEG, T3EG czy T4EG) tworzącej roztwór wodny. Występowanie maksimum zależności $\Delta u = f(x_2)$ w zakresie $0,2 > x_2 > 0,1$, jest związane ze stopniem usztywnienia struktury mieszaniny [81], który wynika przede wszystkim z istnienia silnych oddziaływań pomiędzy cząsteczkami wody i badanych substancji organicznych

poprzez tworzenie wiązań wodorowych. Analiza krzywych w tej samej temperaturze (tutaj 298,15 K) pozwala wyeliminować jej wpływ na lepkość mieszaniny, która zasadniczo wpływa na szybkość rozchodzenia się ultradźwięków.

Znając współczynniki równania Redlicha–Kistera (równanie 73), obliczono Δu dla wygenerowanych składów mieszanin (przypomnienie: dla zakresu $x_2 \leq 0,1$ z krokiem 0,005; dla $x_2 > 0,1$ z krokiem 0,05). Otrzymane wartości Δu użyto w celu określenia szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninach o narzuconych składach, zgodnie ze wzorem (74):

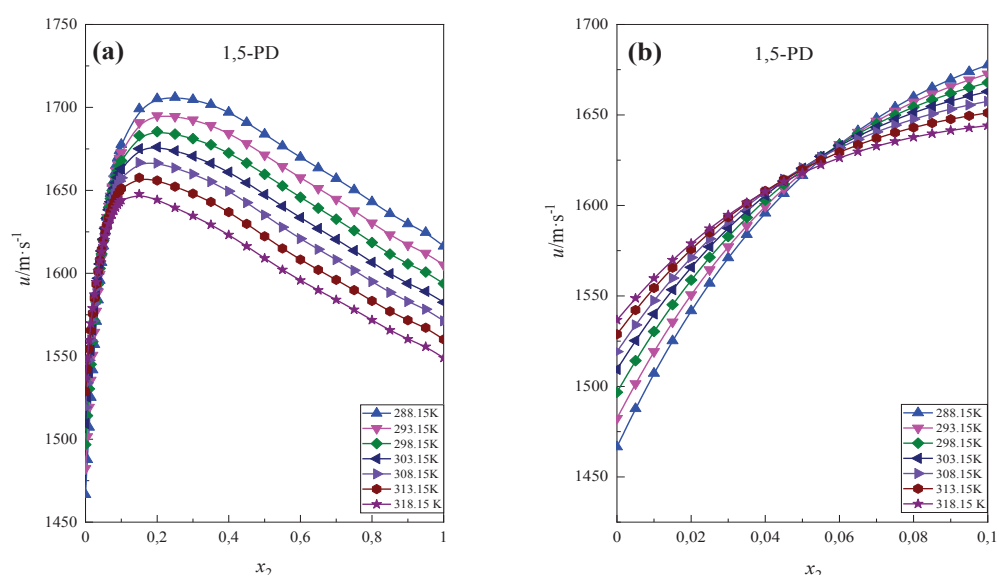
$$u = \Delta u + (x_1 \cdot u_1^* + x_2 \cdot u_2^*) \quad (74)$$

gdzie:

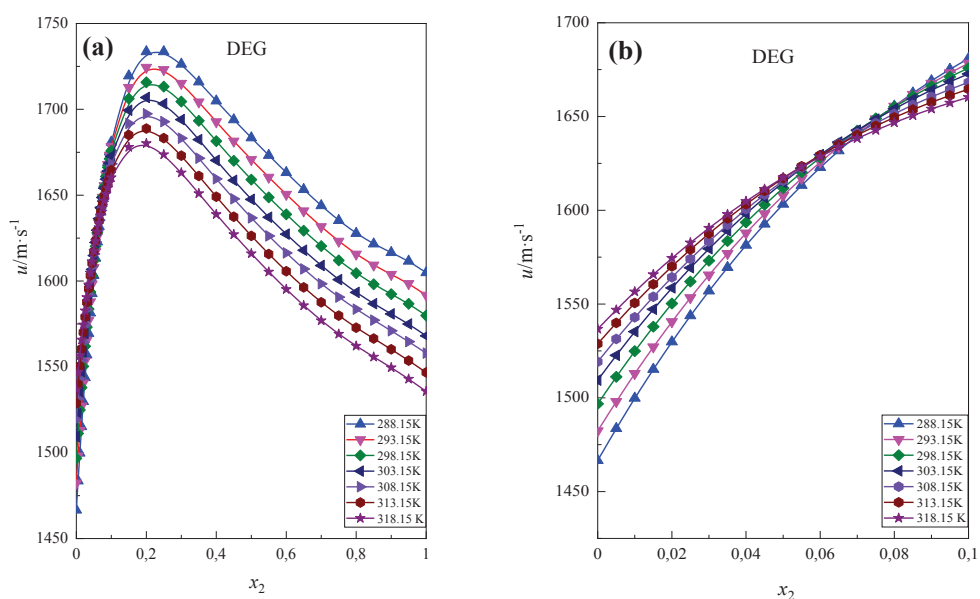
- u – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninie,
- Δu – odchylenie od addytywności szybkości rozchodzenia się dźwięku obliczone,
- u_1^*, u_2^* – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w czystej substancji 1 i 2,
- x_1, x_2 – ułamek molowy składnika 1 i 2 w mieszaninie.

Obliczone wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w badanych układach w pełnym zakresie składów i temperatur, znajdują się w Tabelach 81–84 (Załączniki).

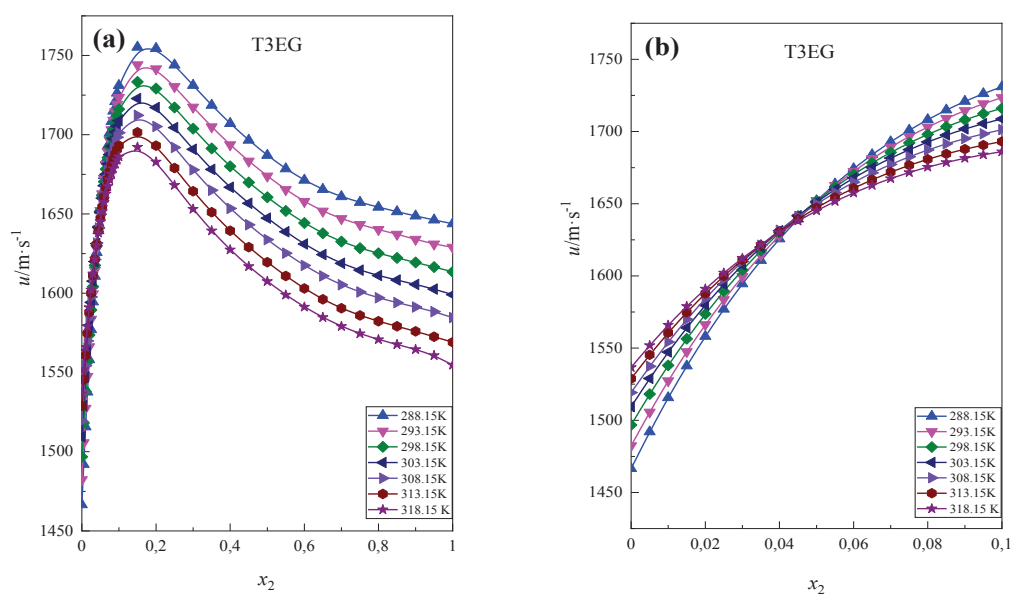
Zostały one przedstawione w postaci krzywych $u = f(x_2)$ na Rysunkach 32–35.



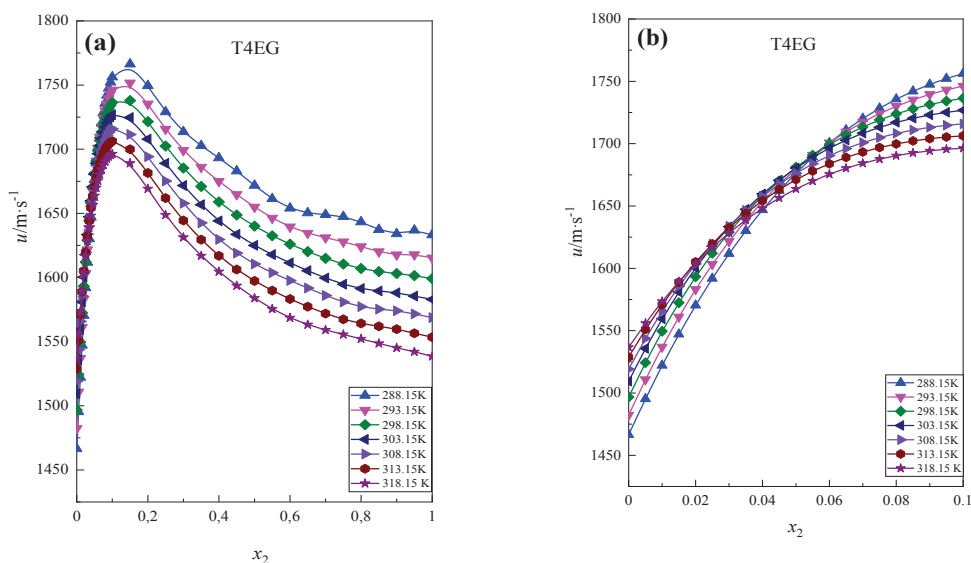
Rysunek 32. Zależność szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w układzie $\{W+1,5\text{-PD}(x_2)\}$ od jego składu: **(a)** $1 \geq x_2 \geq 0$; **(b)** $0,1 \geq x_2 \geq 0$ i temperatury



Rysunek 33. Zależność szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w układzie $\{W+DEG (x_2)\}$ od jego składu: **(a)** $1 \geq x_2 \geq 0$; **(b)** $0,1 \geq x_2 \geq 0$ i temperatury



Rysunek 34. Zależność szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w układzie $\{W+T3EG (x_2)\}$ od jego składu: **(a)** $1 \geq x_2 \geq 0$; **(b)** $0,1 \geq x_2 \geq 0$ i temperatury



Rysunek 35. Zależność szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w układzie $\{W+T4EG (x_2)\}$ od jego składu: **(a)** $1 \geq x_2 \geq 0$; **(b)** $0,1 \geq x_2 \geq 0$ i temperatury

Wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków, w skrajnych temperaturach z badanego zakresu dla czystych substancji są zebrane w Tabeli 14.

Tabela 14. Szybkość propagacji ultradźwięków w czystych substancjach w temperaturze 288,15 K i 318,15 K

substancja	$u \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$	
	288,15 K	318,15 K
woda	1466,57	1536,65
1,5-PD	1616,37	1549,01
DEG	1604,87	1535,71
T3EG	1643,87	1554,68
T4EG	1633,14	1538,54

Jedynie w przypadku wody wzrost temperatury powoduje wzrost szybkości propagacji ultradźwięków. Gęstość wody w analizowanym zakresie temperatur (poza niewielkim maksimum w 4°C) maleje ze wzrostem temperatury, więc to nie jej zmiany leżą u podstaw wyjaśnienia wzrostu wartości (u) ze wzrostem temperatury. Przyczyny takich zmian należy upatrywać w oddziaływaniach międzycząsteczkowych w efekcie, których struktura substancji staje się bardziej usztywniona. W wodno – organicznych roztworach,

gdy $x_2 < 0,07$ szybkość propagacji ultradźwięków rośnie ze wzrostem temperatury. W przypadku każdego z analizowanych w tej pracy układów dwuskładnikowych istnieje taki skład mieszaniny (x_2), dla którego temperatura nie wpływa (w granicach błędu) na szybkość rozchodzenia się ultradźwięków – patrz Tabela 15.

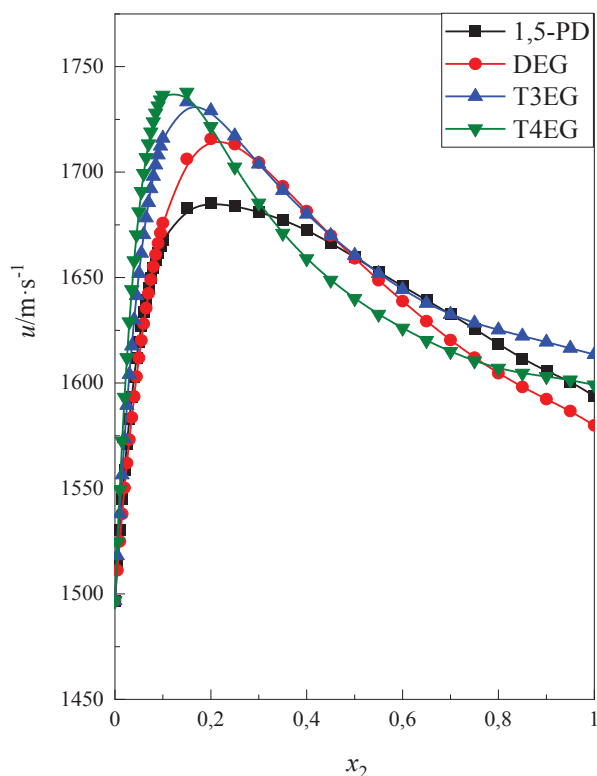
Tabela 15. Skład mieszaniny (x_2), dla którego temperatura nie wpływa na szybkość propagacji ultradźwięków

układ	x_2
W + 1,5-PD	0,050
W + DEG	0,065
W + T3EG	0,045
W + T4EG	0,040

Zwiększenie zawartości substancji organicznej (powyżej x_2 podanych w Tabeli 15) powoduje odwrócenie trendu tj. obniżenie się szybkości propagacji fal ultradźwiękowych ze wzrostem temperatury. Podobny efekt był obserwowany dla funkcji $\rho = f(x_2, T)$. Czynniki temperaturowy ma istotny wpływ zarówno na gęstość układu i lepkość oraz elastyczność struktury. Wszystkie te wielkości charakteryzujące układ decydują o szybkości z jaką porusza się fala dźwiękowa w danym ośrodku.

Na zależnościach $u = f(x_2, T)$ dla wszystkich układów występują maksima, których położenie i intensywność zależą od układu badanego i temperatury.

Analizując przebieg wspomnianej funkcji (Rysunki 32–35) należy zauważyć, że intensywność maksimów pojawiających się na krzywych maleje i jednocześnie nieznacznie przesuwają się w kierunku składów o mniejszej zawartości diolu lub glikolu polietylenowego w mieszaninie (x_2 maleje), ze wzrostem temperatury. Analiza krzywych zamieszczonych na Rysunku 36 pokazuje, że w temperaturze 298,15 K intensywność maksimum funkcji $u = f(x_2)$ zmienia się zgodnie z porządkiem: T4EG ($x_2 \approx 0,1$) > T3EG ($x_2 \approx 0,15$) > DEG ($x_2 \approx 0,2$) > 1,5-PD ($x_2 \approx 0,15$).



Rysunek 36. Zależność szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w wodnych roztworach: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu mieszaniny (x_2) w temperaturze 298,15 K

W temperaturze 298,15 K układ {W+T4EG} w zakresie składów bogatych w wodę wydaje się charakteryzować najbardziej sztywną, uporządkowaną strukturą, ale w obszarze w którym zawartość wody maleje wydaje się, że jest ona „najsłabsza” spośród badanych układów.

Połączenie rezultatów badań densymetrycznych i sonochemicznych daje możliwość wyznaczenia wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej, którego zmiany od składu i temperatury dają cenne wskazówki odnośnie zmiany oddziaływań w mieszaninie, wywołanej tymi dwoma czynnikami.

Wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) zostały obliczone z równania. (34) – rozdz. 2.3.3.:

$$\kappa_S = -\frac{1}{V_m} \cdot \left(\frac{\partial V_m}{\partial p} \right)_S = \frac{1}{u^2 \cdot \rho}$$

w którym:

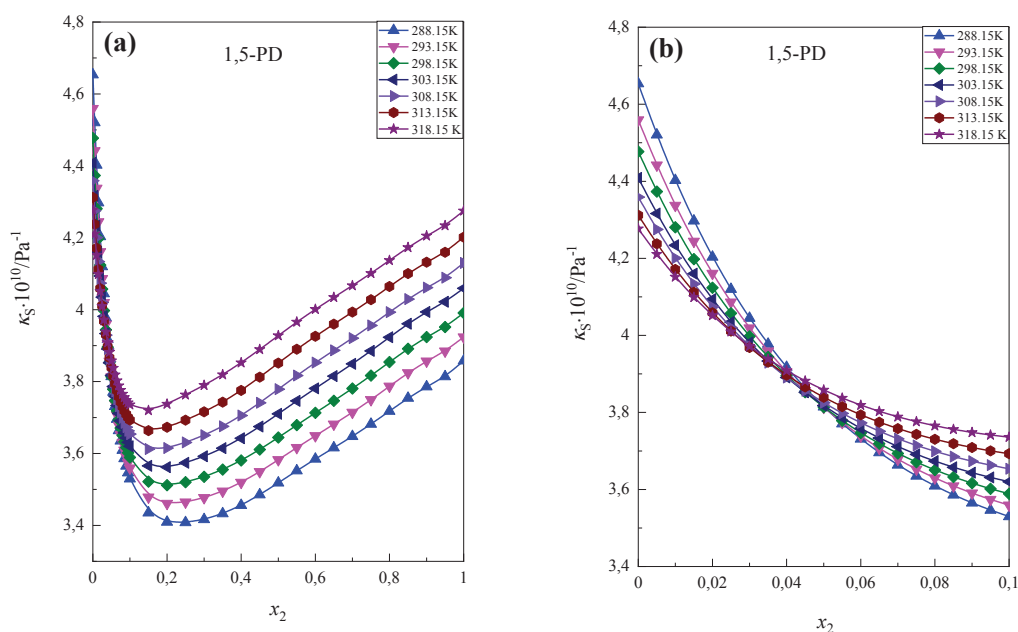
V_m – objętość molowa mieszaniny,

u – szybkość rozchodzenia się ultradźwięków w mieszaninie,

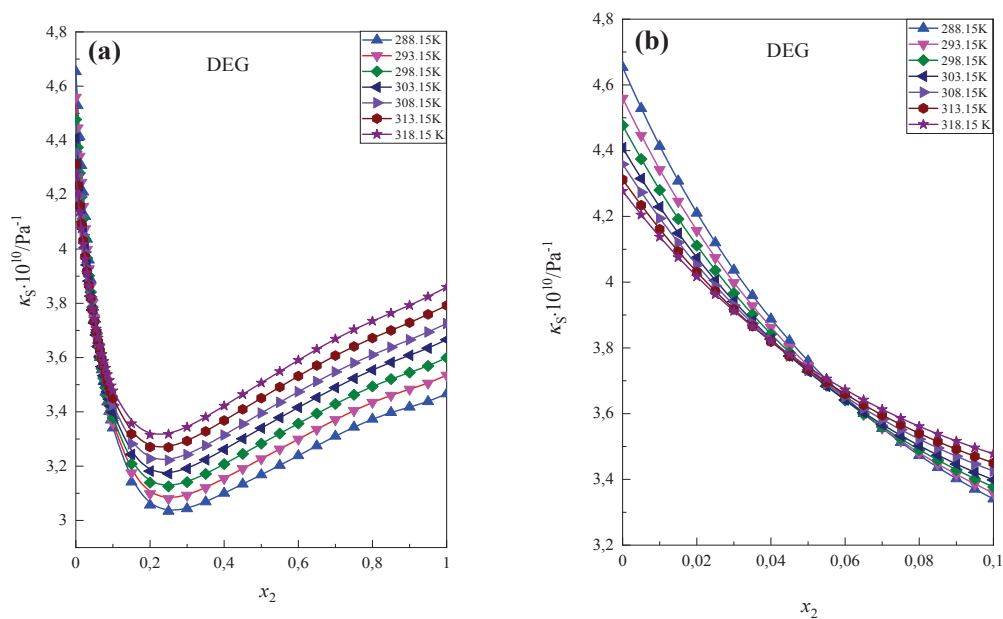
ρ – gęstość mieszaniny.

Ich wartości zostały zebrane w Tabelach 85–88 (Załączniki).

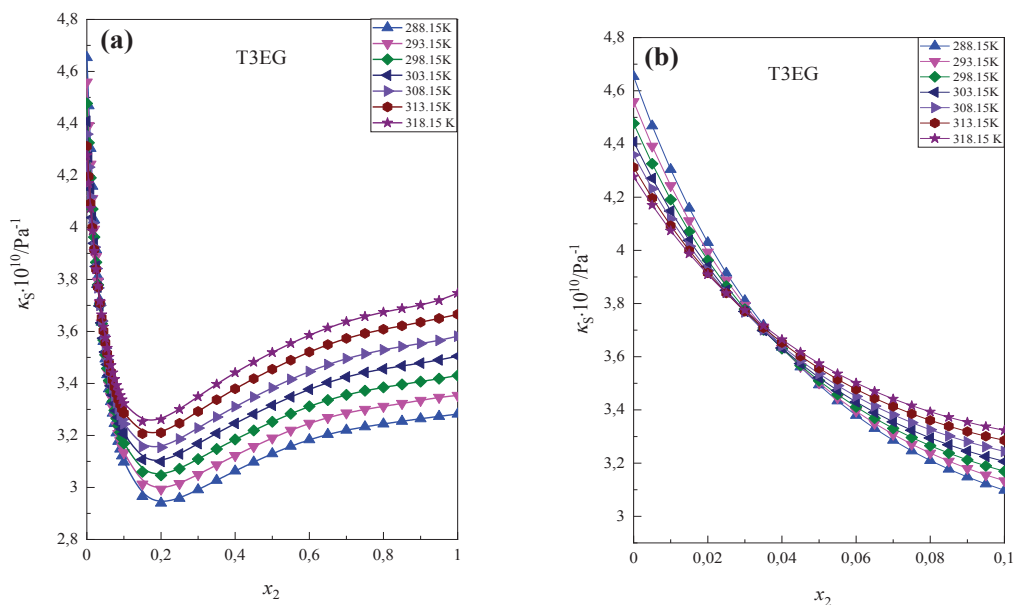
Dane te w postaci zależności $\kappa_S = f(x_2)$ dla wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG w całym zakresie ich składów, w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K są przedstawione na Rysunkach 37–40.



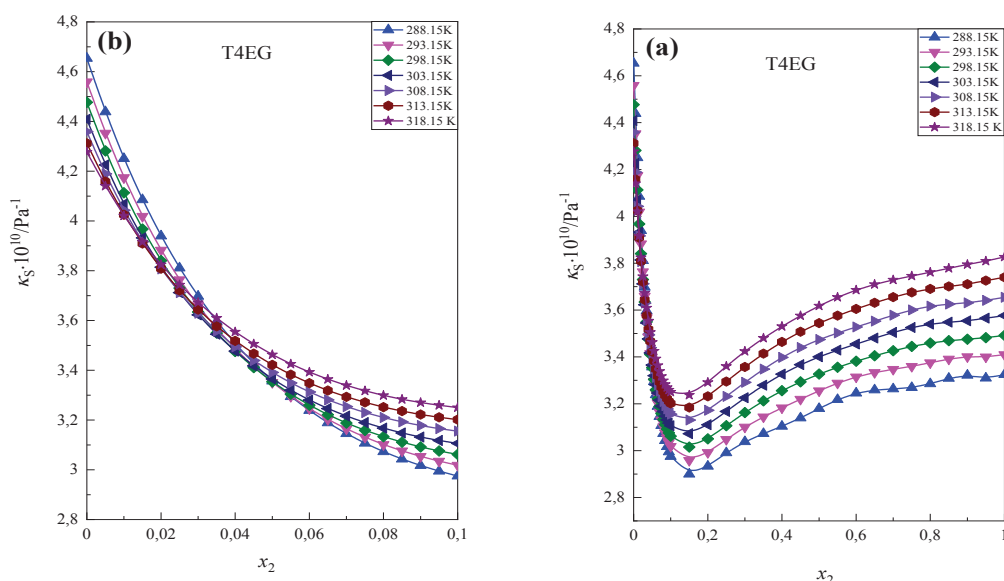
Rysunek 37. Zależność współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu {W+1,5-PD (x_2)} od składu: **(a)** w całym zakresie składów, **(b)** dla $0 \leq x_2 \leq 0,1$, w zakresie temperatur (288,15–318,15) K



Rysunek 38. Zależność współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu {W+DEG (x_2)} od składu: **(a)** w całym zakresie składów, **(b)** dla $0 \leq x_2 \leq 0,1$, w zakresie temperatur (288,15–318,15) K



Rysunek 39. Zależność współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu {W+T3EG (x_2)} od składu: **(a)** w całym zakresie składów, **(b)** dla $0 \leq x_2 \leq 0,1$, w zakresie temperatur (288,15–318,15) K



Rysunek 40. Zależność współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu $\{W+T4EG (x_2)\}$ od składu: **(a)** w całym zakresie składów, **(b)** dla $0 \leq x_2 \leq 0,1$, w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

Przebiegi funkcji $\kappa_S = f(x_2)$ dla wszystkich analizowanych mieszanin wodno–organicznych mają ten sam charakter. Dla wody wartość współczynnika ściśliwości izoentropowej jest najwyższa w 288,15 K i maleje ze wzrostem temperatury. Dodanie do niej niewielkiej ilości substancji organicznej tj. 1,5-PD, DEG, T3EG czy T4EG, tak że $0 < x_2 < 0,05$, powoduje obniżenie wartości κ_S . Ujemne nachylenie funkcji $\kappa_S = f(x_2)$ maleje ze wzrostem temperatury. Dzięki temu otrzymane krzywe przecinają się. Skład roztworu, przy którym w danym układzie obserwuje się taką samą wartość współczynnika κ_S (w każdej z temperatur) jest charakterystyczny dla rozpatrywanego układu, i tak mamy $x_2 \approx 0,038$ dla układu $\{W+1,5\text{-PD}\}$; $x_2 \approx 0,05$ dla układu $\{W+DEG\}$; $x_2 \approx 0,035$ dla $\{W+T3EG\}$ i $x_2 \approx 0,03$ dla wodnych roztworów glikolu tetraetylenowego. Dalszy wzrost x_2 w roztworze powoduje obniżenie wartości κ_S (największy w 288,15 K) aż do osiągnięcia minimum przez funkcję $\kappa_S = f(x_2)$. Intensywność tego ekstremum jest największa dla wodnych mieszanin 1,5-pentanodiolu, co wskazuje na największą podatność struktury tego układu na działanie ciśnienia. Także analiza zależności $V_m^E = f(x_2)$ wskazywała, że oddziaływania w tej mieszaninie są najbardziej zbliżone do tych w roztworze doskonałym. Intensywność minimum funkcji $\kappa_S = f(x_2)$ w grupie glikoli polietylenowych jest mniejsza i zmienia się w porządku: DEG > T3EG > T4EG, ale różnice są niewielkie.

Położenie ekstremum analizowanej zależności zmienia się nieznacznie w grupie badanych układów, co jest pokazane w Tabeli 16.

Tabela 16. Skład układu (x_2) dla którego funkcja $\kappa_S = f(x_2)$ osiąga wartość minimalną

układ	$x_{2(\min.)}$
W +1,5-PD	0,20
W +DEG	0,25
W +T3EG	0,20
W +T4EG	0,15

Jak się wydaje, wszystkie badane w tej pracy układy, które zawierają około 20% molowych organicznej substancji w 1 molu wodnego roztworu, charakteryzują się najbardziej stabilną strukturą, zbudowaną na bazie oddziaływań międzycząsteczkowych poprzez tworzone wiązania wodorowe.

W celu określenia nadmiaru współczynnika ściśliwości izoentropowej badanych układów w pierwszym kroku obliczono współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu doskonałego, korzystając z równania 36 – (rozdz.2.3.3.):

$$\kappa_S^{\text{id}} = \Phi_1 \cdot \kappa_{S,1}^* + \Phi_2 \cdot \kappa_{S,2}^* +$$

$$+T \left[\frac{\Phi_1 \cdot V_{m,1}^* \cdot (\alpha_{p,1}^*)^2}{C_{p,m,1}^*} + \frac{\Phi_2 \cdot V_{m,2}^* \cdot (\alpha_{p,2}^*)^2}{C_{p,m,2}^*} - \frac{(x_1 \cdot V_{m,1}^* + x_2 \cdot V_{m,2}^*) \cdot (\Phi_1 \cdot \alpha_{p,1}^* + \Phi_2 \cdot \alpha_{p,2}^*)^2}{x_1 \cdot C_{p,m,1}^* + x_2 \cdot C_{p,m,2}^*} \right]$$

gdzie:

- κ_S^{id} – współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu doskonałego,
- Φ_1, Φ_2 – ułamek objętościowy wody 1 i substancji 2 w mieszaninie,
- x_1, x_2 – ułamek molowy wody 1 i substancji 2 w mieszaninie,
- $\kappa_{S,1}^*, \kappa_{S,2}^*$ – współczynnik ściśliwości izentropowej wody 1 i czystej substancji 2,
- $\alpha_{p,1}^*, \alpha_{p,2}^*$ – współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej wody 1 i substancji 2,
- $V_{m,1}^*, V_{m,2}^*$ – objętość molowa wody 1 i substancji 2,
- $C_{p,m,1}^*, C_{p,m,2}^*$ – izobaryczna molowa pojemność cieplna wody 1 i substancji 2.

Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości wszystkich zbadanych roztworów, w całym zakresie składów i w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K zostały obliczone z równania (35) – rozdz.2.3.3.:

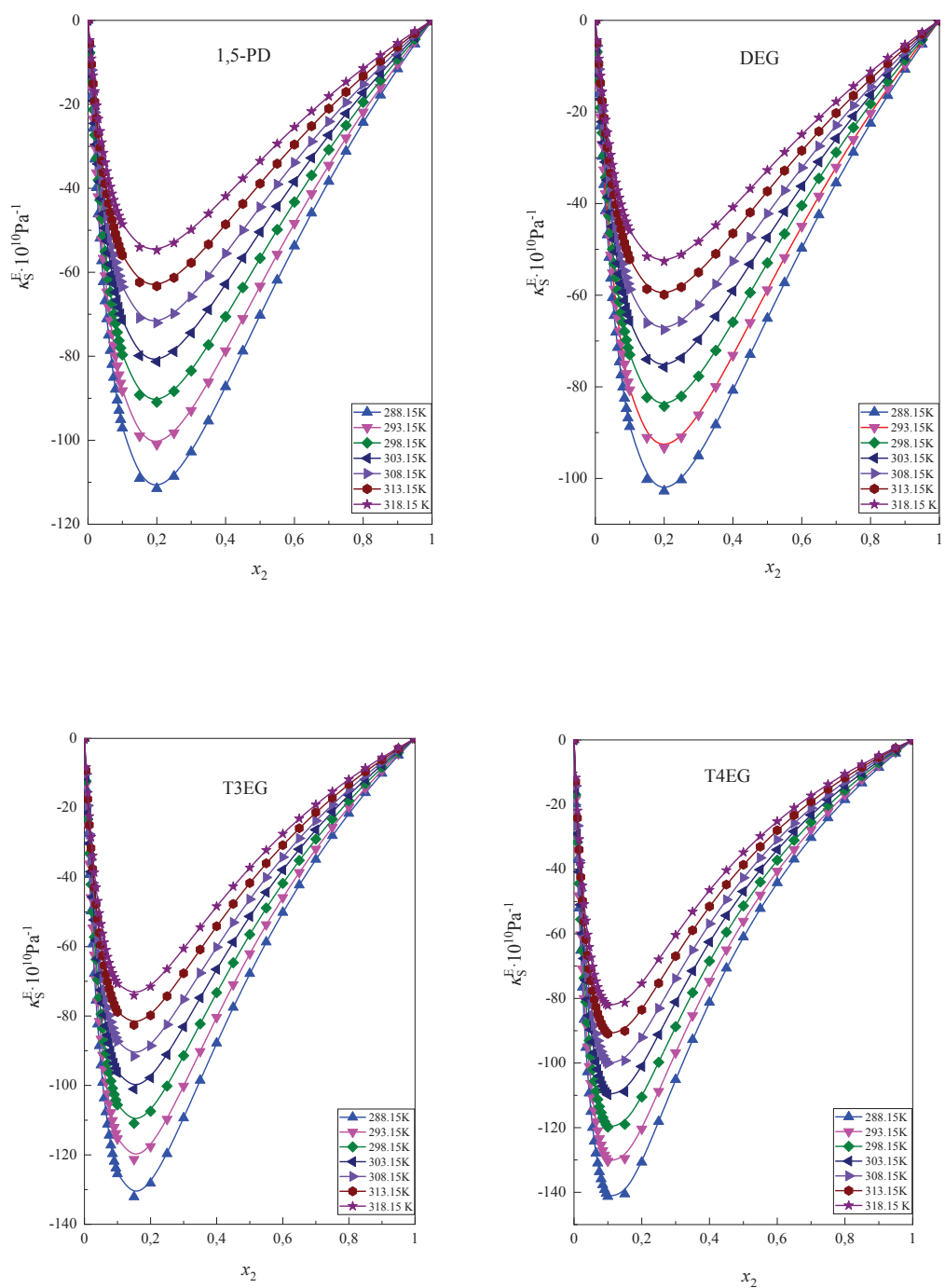
$$\kappa_S^E = \kappa_S - \kappa_S^{\text{id}}$$

w którym:

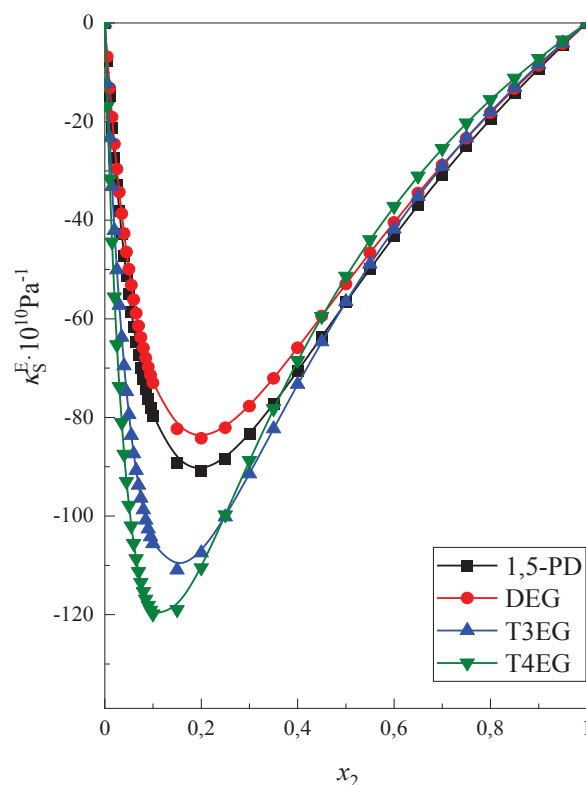
- κ_S^E – nadmiarowy współczynnik ściśliwości izentropowej mieszaniny,
- κ_S – współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu rzeczywistego,
- κ_S^{id} – współczynnik ściśliwości izentropowej roztworu doskonałego.

Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej zamieszczono w Tabelach 89–92 (Załączniki). Na rysunku 41 pokazano przebieg jego zmian zarówno od składu (x_2) każdego z badanych układów jak i temperatury, w zakresie (288,15–318,15) K.

Otrzymane krzywe $\kappa_S^E = f(x_2)$ mają ten sam charakter dla wszystkich mieszanin dwuskładnikowych zbadanych w tej pracy. W przypadku każdego z układów wodno – organicznych, wzrost temperatury powoduje, że wartość κ_S^E staje się mniej ujemna. Wartości κ_S^E stają się bardziej ujemne, gdy ułamek molowy substancji organicznej (x_2) rośnie do osiągnięcia wartości minimalnej dla $x_2 \approx 0,2$ w przypadku wodnych roztworów 1,5-PD i DEG, oraz $x_2 \approx 0,15$ dla T3EG i $x_2 \approx 0,1$ dla T4EG. W szeregu glikoli polietylenowych obecność dodatkowego eterowego atomu tlenu w cząsteczce sprzyja tworzeniu wodnych mieszanin o strukturze, której objętość jest najmniej podatna na działanie ciśnienia. Także intensywność minimum funkcji $\kappa_S^E = f(x_2)$ zmienia się od najmniejszej dla DEG do największej w przypadku T4EG. Zaobserwowanie tych prawidłowości będzie łatwiejsze, jeżeli prześledzimy przebiegi funkcji $\kappa_S^E = f(x_2)$ dla badanych układów w jednej, wybranej temperaturze tj. w 298,15 K (Rysunek 42).



Rysunek 41. Zmiany nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) wodnych roztworów: 1,5-pentanodiolu, glikolu: dietylenowego, trietylenowego i tertaetylenowego od ich składu (x_2) i temperatury



Rysunek 42. Zmiany nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Można zauważyć, że krzywe dla wodnych roztworów 1,5-PD i DEG różnią się jedynie intensywnością minimum omawianej funkcji, przy braku różnicy w ich nachyleniu zarówno w zakresie bogatym w wodę jak i w zakresie bogatym w substancję 2. Dla szeregu glikoli polietylenowych można zaobserwować bardzo wyraźną zmianę intensywności minimum jak i jego położenia, o czym była mowa powyżej.

Łącząc, uzyskane z pomiarów densymetrycznych wartości objętości molowej mieszaniny (V_m) i współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S), do obliczenia, którego niezbędne były dane zarówno gęstości jak i prędkości rozchodzenia się ultradźwięków w roztworze, obliczono molową ściśliwość izoentropową roztworu o danym składanie korzystając z równania (37) – rozdz.2.3.3.:

$$K_{S,m} = \kappa_S \cdot V_m$$

gdzie:

$K_{S,m}$ – molowa ściśliwość izoentropowa roztworu,

κ_S – współczynnik ściśliwości izentropowej mieszaniny,

V_m – objętość molowa roztworu.

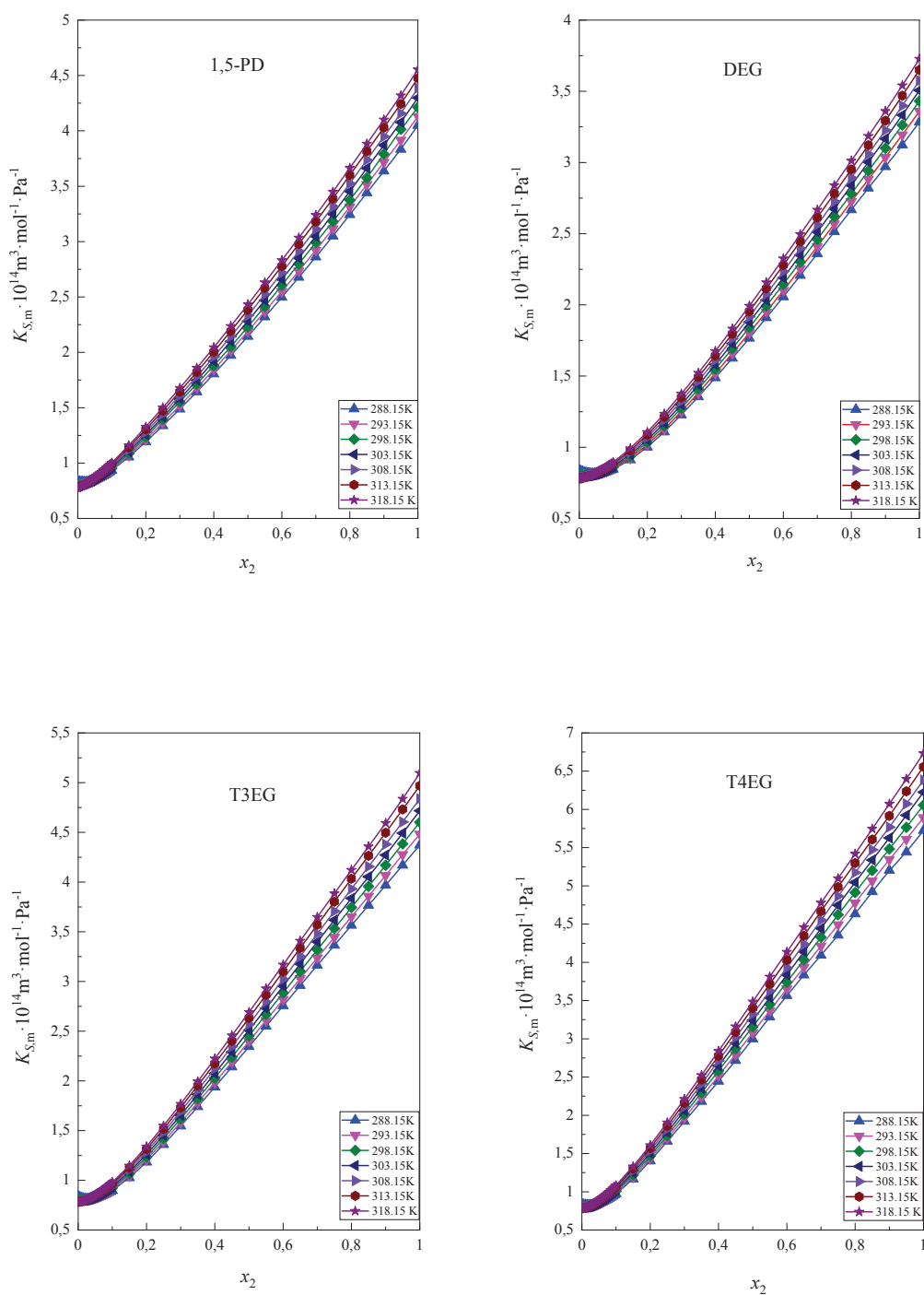
Wartości liczbowe molowej ściśliwości izoentropowej badanych mieszanin, w całym zakresie składów i w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K znajdują się w Tabelach 93–96 (Załączniki). W postaci wykresów $K_{S,m} = f(x_2, T)$ są one przedstawione na Rysunku 43.

Monotoniczny wzrost wartości molowej ściśliwości izoentropowej wodnych roztworów ze wzrostem zawartości diolu i każdego z glikoli polietylenowych jest obserwowany we wszystkich analizowanych temperaturach.

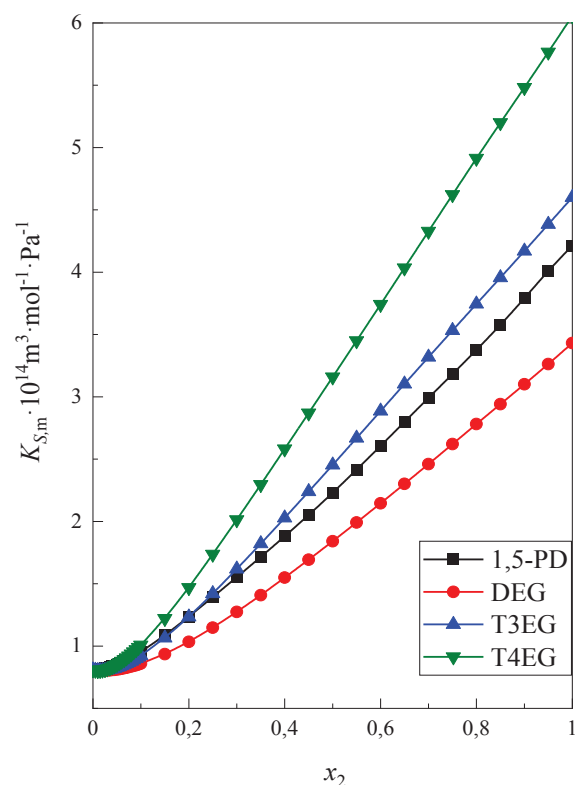
Dodawanie diolu lub glikoli do wody prowadzi do zmiany oddziaływań międzycząsteczkowych, co skutkuje wzrostem ściśliwości mieszaniny. O ile w zakresie składów bogatych w wodę wpływ temperatury na przebieg funkcji $K_{S,m} = f(x_2)$ jest bardzo nieznaczny, to staje się on znaczący w mieszaninach o $x_2 > 0,1$. Wzrost temperatury zwiększa wartość $K_{S,m}$ dla każdej mieszaniny o określonym składzie. Procentowy wzrost $K_{S,m}$ jest tym większy im większa jest zawartość diolu lub glikolu polietylenowego w wodnym roztworze.

Ażeby wyeliminować wpływ temperatury, a jedynie obserwować zmiany $K_{S,m}$ od składu mieszaniny, przeanalizowano przebieg funkcji $K_{S,m} = f(x_2)$ w jednej, wybranej temperaturze.

Wpływ zawartości 1,5-pentanodiolu i glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego w roztworze wodnym na jego molową ściśliwość izoentropową w temperaturze 298,15 K jest pokazany na Rysunku 44.



Rysunek 43. Przebieg zmian molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od składu (x_2) i temperatury



Rysunek 44. Przebieg zmian molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) wodnych roztworów: 1,5-pentanodiolu i glikoli: di-, tri- i tetraetylenowego od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Nachylenie funkcji $K_{S,m} = f(x_2)$ rośnie w grupie glikoli od najmniejszego dla DEG do największego dla T4EG. Wzrost liczby eterowych atomów tlenu w cząsteczce sprzyja jej oddziaływaniom z wodą poprzez tworzenie dodatkowych wiązań wodorowych. Z drugiej strony wydłużenie łańcucha cząsteczki o dodatkowe grupy oksyetylenowe sprawia, że zyskują one dodatkowe stopnie swobody związane z ruchem zginającym, co skutkuje rozluźnieniem struktury roztworu. Obydwa te zjawiska, w konsekwencji prowadzą do wzrostu molowej ściśliwości izoentropowej roztworu {W+1,5-PD}. Podobną sekwencję położenia krzywych obserwowaliśmy podczas analizy zmian nadmiaru współczynnika ściśliwości izoentropowej.

Wykorzystując wcześniej obliczone wartości:

- 1) współczynnika ściśliwości izoentropowej roztworów (κ_S) (wzór 34 – rozdz.2.3.3.),
- 2) molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) (wzór 37 – rozdz.2.3.3.),

3) współczynnika ściśliwości izoentropowej roztworu doskonałego (κ_S^{id}) (wzór 36 – rozdz.2.3.3.)

obliczono molową ściśliwość izoentropową mieszanin doskonałych ($K_{S,m}^{\text{id}}$) o zdefiniowanych składach ze wzoru (równ. 38 – rozdz.2.3.3.):

$$K_{S,m}^{\text{id}} = \kappa_S^{\text{id}} \cdot V_m^{\text{id}}$$

w którym:

$K_{S,m}^{\text{id}}$ – molowa ściśliwość izoentropowa mieszaniny doskonałej,

κ_S^{id} – współczynnik ściśliwości izoentropowej mieszaniny doskonałej,

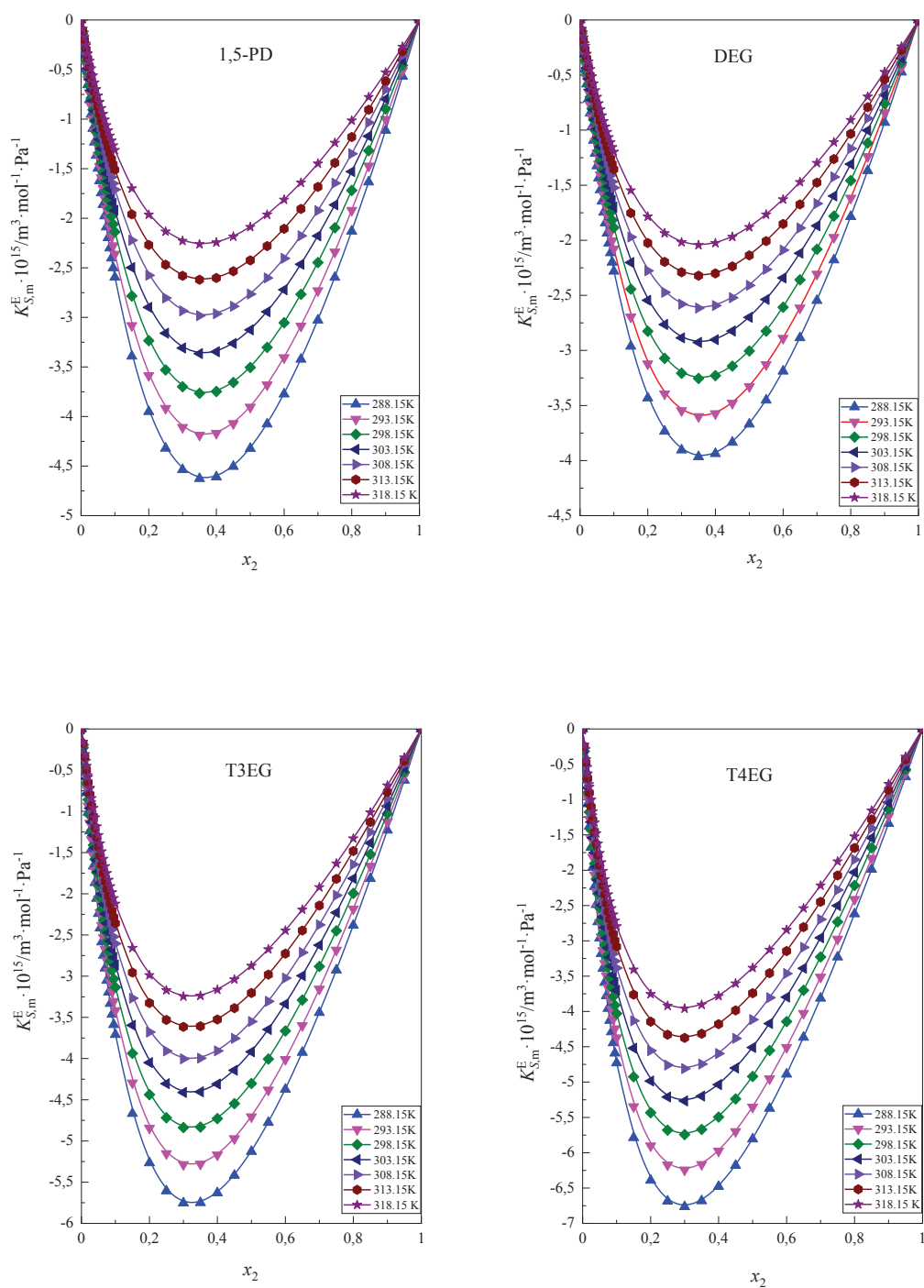
V_m^{id} – objętość molowa mieszaniny doskonałej.

Wymienione powyżej wielkości zostały wykorzystane do obliczenia nadmiaru molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$), stosując równanie (39) – rozdz. 2.3.3., dla wszystkich układów w całym zakresie stężeń i w temperaturach od 288,15 K do 318, 15 K. Wartości ($K_{S,m}^E$) zebrano w Tabelach 97–100 (Załączniki) i zilustrowano ich zmiany od składu i temperatury na Rysunku 45.

Skład mieszaniny wodno – organicznej (x_2), dla którego funkcja $K_{S,m}^E = f(x_2)$ osiąga wartość minimalną, głębokość tego ekstremum w najniższej (288,15 K) i najwyższej (318,15K) z temperatur, w którym wyznaczono wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej poszczególnych układów oraz różnicę $|\Delta K_{S,m}^E| = |K_{S,m}^E(288,15) \text{ K} - K_{S,m}^E(318,15) \text{ K}|$ są przedstawione w Tabeli 17.

Tabela 17. Skład mieszaniny dla którego funkcja $K_{S,m}^E = f(x_2)$ osiąga minimum ($x_{2,\text{min}}$); wartość $K_{S,m}^E$ dla roztworów o $x_{2,\text{min}}$ w 288,15 K i 318,15 K; różnica $|\Delta K_{S,m}^E| = |K_{S,m}^E(288,15 \text{ K}) - K_{S,m}^E(318,15 \text{ K})|$

Układ	$(x_{2,\text{min}})$	$K_{S,m}^E(\text{w } x_{2,\text{min}})$		$ \Delta K_{S,m}^E $
		288,15K	318,15K	
W+1,5-PD	0,35	–4,623	–2,262	2,361
W+DEG	0,35	–3,965	–2,044	1,921
W+T3EG	0,30	–5,753	–3,246	2,508
W+T4EG	0,30	–6,764	–3,959	2,805



Rysunek 45. Zmiany nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

Budowa cząsteczkowa, badanych w tej pracy: diolu i glikoli polietylenowych, nie wpływa w istotny sposób na położenie minimum funkcji $K_{S,m}^E = f(x_2)$, ale jego głębokość jest powiązana z ilością grup oksyetylenowych w cząsteczce. Wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej stają się bardziej ujemne, gdy ilość grup $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ w cząsteczce rośnie. Zatem układ {W+T4EG} wykazuje najmniejszą molową ściśliwość izoentropową, w porównaniu z roztworem doskonałym. Jest to związane z możliwością tworzenia największej liczby wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami glikolu tetraetylenowego a wodą, dzięki obecności w jego cząsteczce dwóch grup hydroksylowych i czterech eterowych atomów tlenu. Ograniczenie liczby centrów aktywnych w cząsteczce, mogących brać udział w tworzeniu wiązań wodorowych, prowadzi do wzrostu ściśliwości układu.

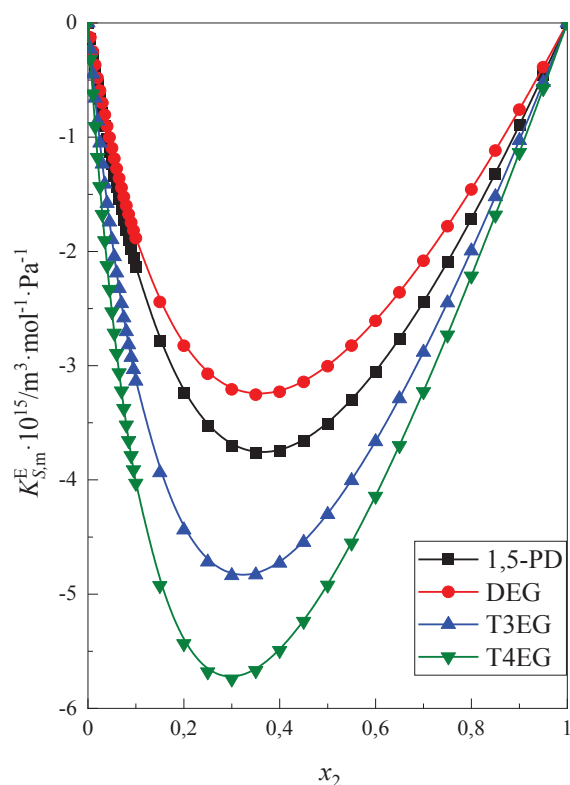
Skąd dla wodnych roztworów glikoli polietylenowych mamy:

$$K_{S,m}^E (\text{DEG}) > K_{S,m}^E (\text{T3EG}) > K_{S,m}^E (\text{T4EG}).$$

Molowa ściśliwość izoentropowa dla układu {W+1,5-PD} jest mniejsza niż dla wodnych roztworów glikolu dietylenowego, co może wydawać się zaskakujące. Hydrofobowa hydratacja łańcucha (C_5H_{10}) daje efekt większego uporządkowania struktury niż oddziaływania wody z grupami $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$.

Warto zauważyć, że największy wpływ ma wzrost temperatury na wartości $K_{S,m}^E$ dla mieszaniny {W +T4EG}.

W celu pominięcia wpływu temperatury na zależność $K_{S,m}^E = f(x_2)$ dla wszystkich układów zbadanych w tej pracy, prześledzimy na Rysunku 46 przebieg tej funkcji w temperaturze 298,15 K.



Rysunek 46. Przebieg zmian nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) wodnych roztworów: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG od ich składu (x_2) w temperaturze 298,15 K

Wszystkie prawidłowości wynikające z Tabeli 17 odnoszą się także do zachowania się tej funkcji w temperaturze 298,15 K. Najmniejszą ściśliwość także w tej temperaturze obserwuje się dla układu {W+ T4EG}, którego struktura jest zdefiniowana przez najsilniejsze oddziaływania międzycząsteczkowe.

Wartości współczynników ściśliwości izoentropowej roztworów (κ_S), a także ich gęstości w temperaturze 298,15 K połączono w celu otrzymania wartości granicznej cząsteczkowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m,2}^0$) substancji organicznych stanowiących składnik mieszanin wodno – organicznych.

W tym celu:

- 1) obliczono pozorną molową ściśliwość izoentropową ($K_{S,m,\Phi,2}$) substancji 2 w roztworze o określonej molalności: (wzór 40 – rozdz.2.3.3.)

$$K_{S,m,\Phi,2} = \frac{M_2 \cdot \kappa_S}{\rho} + \frac{\kappa_S \cdot \rho_1 - \kappa_{S,1}^* \cdot \rho}{m \cdot \rho \cdot \rho_1}$$

gdzie:

M_2 – masa molowa substancji 2,

ρ, ρ_1 – gęstość roztworu i wody, odpowiednio,

m – stężenie substancji 2 w molach na 1 kg wody,

$\kappa_S, \kappa_{S,1}^*$ – współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu i wody,

2) opisano zmiany $K_{S,m,\Phi,2}$ od molalności roztworu (wzór 41 – 2.3.3.):

$$K_{S,m,\Phi,2} = K_{S,m,\Phi,2}^0 + b_K \cdot m$$

gdzie:

$K_{S,m,\Phi,2}$ – pozorna molowa ściśliwość izoentropowa substancji 2,

$K_{S,m,\Phi,2}^0$ – standardowa pozorna molowa ściśliwość izoentropowa substancji 2,

m – molalność roztworu (liczba moli substancji 2 w 1 kg wody),

b_K – parametr empiryczny,

3) powiązano $K_{S,m,\Phi,2}$ z graniczną cząstkową molową ściśliwością izoentropową substancji organicznej (1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG) w roztworze:

$$\lim_{m \rightarrow 0} K_{S,m,\Phi,2} = K_{S,m,\Phi,2}^0 = K_{S,m,2}^0 \quad (75)$$

gdzie:

$K_{S,m,\Phi,2}$ – pozorna molowa ściśliwość izoentropowa substancji 2 w roztworze,

$K_{S,m,\Phi,2}^0$ – standardowa pozorna molowa ściśliwość izoentropowa substancji 2,

$K_{S,m,2}^0$ – graniczna cząstkowa molowa ściśliwość izoentropowa substancji 2.

Pozorne molowe ściśliwości izoentropowe ($K_{S,m,\Phi,2}$) substancji organicznych 1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG w wodnych roztworach o molalności nie przekraczającej 1,42 mol/kg, w temperaturze 298,15 K zostały opisane liniową funkcją $K_{S,m,\Phi,2} = f(m)$. Parametry tej zależności zostały wyznaczone dla każdego z badanych układów i zamieszczone w Tabeli 18.

Tabela 18. Wartości granicznej pozornej molowej ściśliwości izoentropowej: 1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG w wodnych roztworach w 298,15 K oraz wartości współczynnika b_K – nachylenia funkcji $K_{S,m,\Phi,2} = f(m)$

	$K_{S,m,\Phi,2}^0 \cdot 10^{15}$ [m ³ ·Pa ⁻¹ ·mol ⁻¹]	$b_K \cdot 10^{15}$ [Pa ⁻¹ ·kg ⁻¹ ·mol ⁻²]	R^2
1,5-PD	8,14±0,01	3,38±0,01	0,99855
DEG	2,61±0,01	2,33±0,01	0,99902
T3EG	0,11±0,01	4,69±0,01	0,99817
T4EG	0,37±0,01	6,75±0,01	0,99764

gdzie: R – współczynnik determinacji.

Dodatknie nachylenie funkcji $K_{S,m,\Phi,2} = f(m)$ rośnie w grupie glikoli polietylenowych ze wzrostem liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce. Wartość parametru b_K dla układu {1,5-PD+W} jest wyższa niż dla wodnych roztworów DEG, ale niższa niż dla T3EG. Wcześniejsze obserwacje dotyczące zmian np.: szybkość rozchodzenia się ultradźwięków, molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej czy nadmiaru współczynnika ściśliwości izoentropowej także wskazywały na podobne zachowanie się tego układu.

4.4. Liczby hydratacyjne

Połączenie rezultatów badań densymetrycznych i akustycznych umożliwia opisanie najbliższego otoczenia cząsteczki znajdującej się w środowisku molekuł rozpuszczalnika, poprzez wyznaczenie liczby jego cząsteczek znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie cząsteczki substancji solwatowanej. Jeżeli rozpuszczalnikiem jest woda, to mówimy o zjawisku hydratacji cząsteczki np. związku organicznego takiego jak: 1,5-pentanodiol czy glikol polietylenowy (di-, tri- i tetraetylenowy). Intensywność tego zjawiska jest bezpośrednio powiązana z budową cząsteczkową związku hydratowanego. Zarówno liczba odpowiednich grup funkcyjnych (tutaj: –OH i –CH₂CH₂O– mogących uczestniczyć w tworzeniu wiązań wodorowych z cząsteczkami wody jak i zjawisko hydrofobowej hydratacji łańcuchów węglowodorowych sprawiają, że liczba cząsteczek wody powiązanych z cząsteczką diolu lub glikolu polietylenowego jest różna. Wartości liczb hydratacji (n_h) obliczono łącząc wcześniej uzyskane wartości współczynników ściśliwości izoentropowej dla wody ($\kappa_{S,1}^*$) i roztworu (κ_S) o zdefiniowanym składzie z równania (42) – rozdz. 2.3.3.:

$$n_h = \frac{n_1}{n_2} \cdot \left(1 - \frac{\kappa_S}{\kappa_{S,1}^*}\right)$$

gdzie:

- n_h – liczba hydratacji substancji 2,
 n_1, n_2 – liczba moli wody i substancji 2,
 $\kappa_S, \kappa_{S,1}^*$ – współczynnik ściśliwości izoentropowej mieszaniny i wody.

W roztworze nieskończenie rozcieńczonym ($n_2 \rightarrow 0$) liczbę hydratacji (n_h^0) otrzymano przez ekstrapolację prostoliniowej zależności $n_h = f(n_2)$ do $n_2 = 0$ stosownie do relacji (43) – rozdz. 2.3.3.:

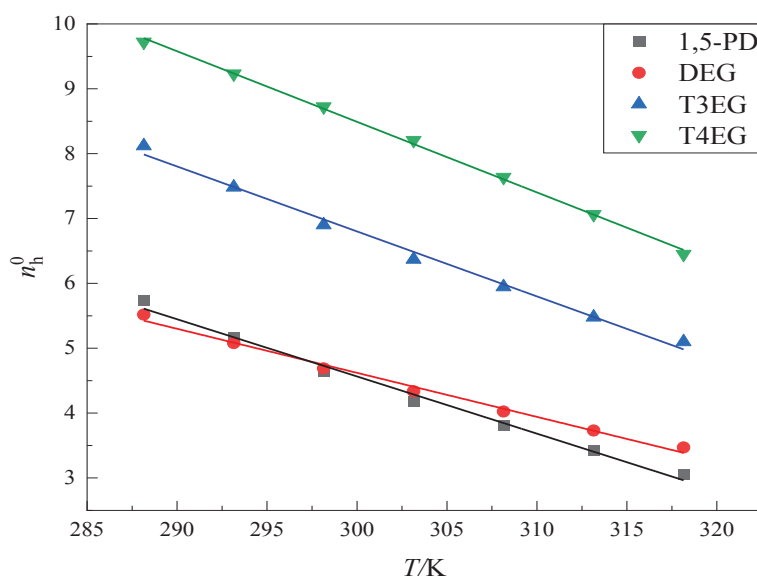
$$n_h^0 = \lim_{n_2 \rightarrow 0} n_h$$

Otrzymane dane liczbowe zostały zebrane w Tabeli 19.

Tabela 19. Liczby hydratacji (n_h^0): 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG w nieskończenie rozcieńczonych roztworach wodnych w wybranych temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

T/K	n_h^0			
	1,5-PD	DEG	T3EG	T4EG
288,15	5,742	5,519	8,119	9,722
293,15	5,162	5,079	7,483	9,232
298,15	4,636	4,689	6,900	8,724
303,15	4,174	4,337	6,371	8,207
308,15	3,817	4,024	5,945	7,637
313,15	3,422	3,731	5,479	7,063
318,15	3,059	3,469	5,099	6,451

Zależność granicznych liczb hydratacji badanych substancji (1,5-PD, DEG, T3EG, T4EG) od temperatury jest pokazana na Rysunku 47.



Rysunek 47. Zależność liczby hydratacji dla: 1,5-PD, DEG, T3EG i T4EG w nieskończenie rozcieńczonym roztworze wodnym od temperatury

Wzrost temperatury w przypadku każdego z analizowanych związków organicznych obniża n_h^0 , co jest bezpośrednią konsekwencją większej roli ruchów termicznych cząsteczek. Bardzo zbliżone wartości n_h^0 dla 1,5-PD i DEG, praktycznie w całym zakresie temperatur są pewnym zaskoczeniem ze względu na obecność eterowego atomu tlenu w cząsteczce DEG, dzięki któremu jak się wydaje hydratacja tej cząsteczki powinna być znacznie silniej manifestowana.

W grupie glikoli polietylenowych niemal liniowo malejące zależności $n_h^0 = f(T)$ mają podobne nachylenie, a ich wzajemne położenie jest zgodne z oczekiwaniami. Wzrost liczby grup oksyetylenowych w cząsteczce skutkuje wzrostem jej liczby hydratacji w każdej z analizowanych temperatur.

Udział wnoszony do liczby hydratacji przez kolejne grupy ($-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$) nie jest stały. W temperaturze 298,15 K różnica [$n_h^0(\text{T3EG}) - n_h^0(\text{DEG}) = 2,211$] podczas, gdy taka różnica pomiędzy T4EG i T3EG jest równa 1,824. O ile obecność dodatkowego eterowego atomu tlenu, to czynnik sprzyjający zjawisku hydratacji, to dwie dodatkowe grupy metylenowe utrudniają ten proces. Liczby hydratacji odzwierciedlają wypadkowy efekt tworzenia otoczek hydratacyjnych wokół poszczególnych cząsteczek o zróżnicowanym charakterze hydrofilowo – hydrofobowym.

4.5. Wpływ obecności grupy funkcyjnej na różnice nadmiarów wybranych wielkości fizykochemicznych

4.5.1. Eterowy atom tlenu

Różnice w budowie cząsteczkowej pomiędzy poszczególnymi substancjami, związane z liczbą i rodzajem grup funkcyjnych, decydują o ich właściwościach i wartościach wielkości, które je charakteryzują.

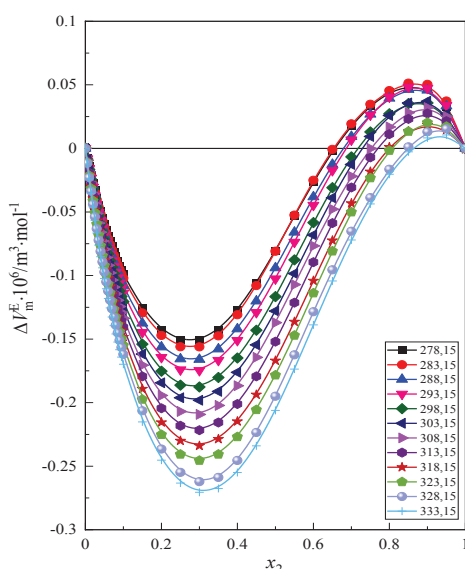
Prześledźmy, jak zastąpienie środkowej grupy metylenowej w cząsteczce 1,5-pentanodiolu, eterowym atomem tlenu wpływa na zmiany wielkości nadmiarowych. W tym celu obliczono różnice:

$$\Delta Z_m^E = Z_m^E(\text{DEG}) - Z_m^E(1,5\text{-PD})$$

gdzie Z_m^E oznacza nadmiar wybranej molowej wielkości fizykochemicznej, odpowiednio dla glikolu dietylenowego i 1,5-PD. Obliczenia różnic poszczególnych wielkości nadmiarowych wykonano w całym zakresie składów, w temperaturach z przedziału (278,15–333,15) K. Uzyskane rezultaty przedstawiono w postaci zależności: $\Delta Z_m^E = f(x_2, T)$, jeżeli Z_m^E była:

- 1) nadmiarową objętością molową (Rysunek 48):

$$\Delta V_m^E = V_m^E(\text{DEG}) - V_m^E(1,5\text{-PD})$$

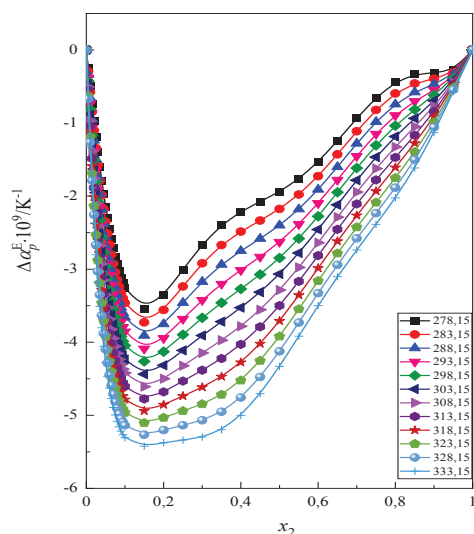


Rysunek 48.

Zmiany ΔV_m^E od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

2) nadmiarową izobaryczną rozszerzalnością cieplną roztworu (Rysunek 49):

$$\Delta\alpha_p^E = \alpha_p^E(\text{DEG}) - \alpha_p^E(1,5\text{-PD})$$

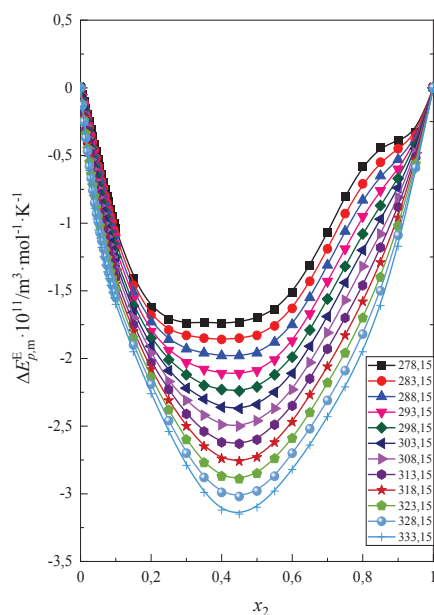


Rysunek 49.

Zmiany $\Delta\alpha_p^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

3) nadmiarową molową izobaryczną rozszerzalnością cieplną roztworu (Rysunek 50):

$$\Delta E_{p,m}^E = E_{p,m}^E(\text{DEG}) - E_{p,m}^E(1,5\text{-PD})$$

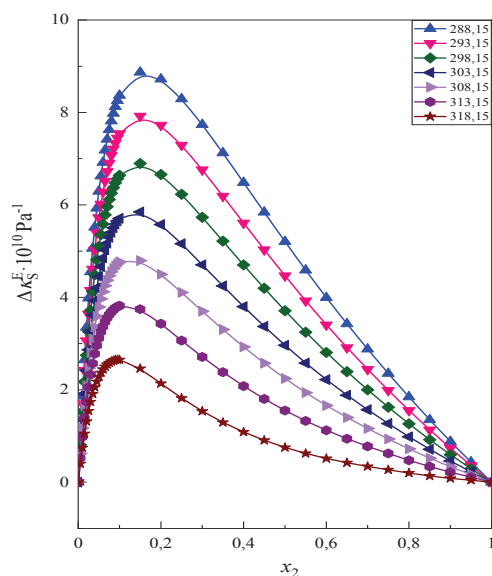


Rysunek 50.

Zmiany $\Delta E_{p,m}^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

- 4) nadmiarowym współczynnikiem ściśliwości izoentropowej roztworu (Rysunek 51):

$$\Delta\kappa_S^E = \kappa_S^E(\text{DEG}) - \kappa_S^E(1,5\text{-PD})$$

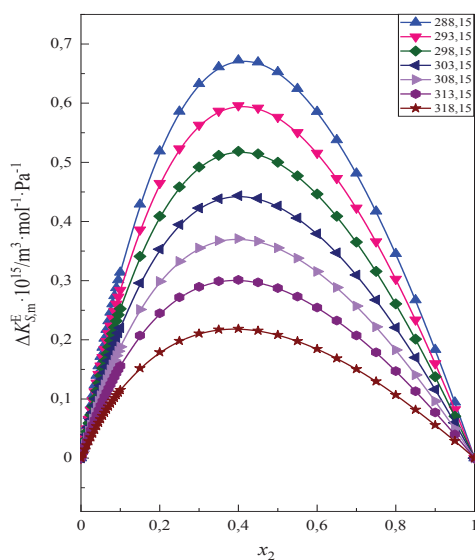


Rysunek 51.

Zmiany $\Delta\kappa_S^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

- 5) nadmiarową molową ściśliwością izoentropową roztworu (Rysunek 52):

$$\Delta K_{S,m}^E = K_{S,m}^E(\text{DEG}) - K_{S,m}^E(1,5\text{-PD})$$



Rysunek 52.

Zmiany $\Delta K_{S,m}^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

Obecność dwóch grup hydroksylowych w cząsteczkach 1,5-PD i DEG nie wpływa na zróżnicowanie właściwości tych związków i ich roztworów wodnych. Jednakże wprowadzenie do hydrofobowego łańcucha (C_5H_{10}) w cząsteczce 1,5-pentanodiolu, eterowego atomu tlenu zamiast środkowej grupy metylenowej, znacząco wpływa na zmianę właściwości wodnych roztworów. Cząsteczki glikolu dietylenowego są bardziej hydrofilowe, w porównaniu z 1,5-PD, a ich oddziaływania z cząsteczkami wody prowadzą do tworzenia się mieszanin wodnych o wyższym stopniu upakowania cząsteczek, czego przejawem jest bardziej ujemna wartość V_m^E dla wodnych roztworów glikolu dietylenowego. Także przebieg zależności $\Delta V_m^E = f(x_2)$ z minimum dla $x_2 \approx 0,3$ jest bezpośrednią konsekwencją zmian nadmiarowych objętości molowych obydwu układów od ich składu i temperatury. Warto odnotować obecność maksimum analizowanej zależności w zakresie składów o dużej zawartości 1,5-PD i DEG ($x_2 \approx 0,85$). Dodatnie wartości ΔV_m^E wskazują, że w tym obszarze składów słabsze oddziaływania są w układzie $\{W+1,5-PD\}$, co wydaje się naturalną konsekwencją hydrofobowo-hydrofilowego charakteru cząsteczek 1,5-pentanodiolu. Obecność hydrofobowego łańcucha węglowodorowego (C_5H_{10}) nie sprzyja oddziaływaniom cząsteczek tego związku z wodą, ale także ich asocjacji.

Różnice nadmiarowych współczynników izobarycznej rozszerzalności cieplnej (Rys. 49) są ujemne w całym zakresie składów i temperatury, co wynika bezpośrednio z przebiegów funkcji $\alpha_p^E = f(x_2)$ dla obydwu układów prezentowanych na Rysunku 17.

Podatność struktury mieszaniny na wpływ temperatury można prześledzić analizując zmiany nadmiaru molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej od składu mieszaniny i temperatury. Otrzymane krzywe $\Delta E_{p,m}^E = f(x_2, T)$ Rysunek 50, odzwierciedlają różnice wartości $E_{p,m}^E$ dla wodnych roztworów DEG i 1,5-PD. Wskazują, że mieszaniny o tych samych składach (x_2), które zawierają 1,5-pentanodiol są bardziej podatne na zmianę objętości na skutek zmiany temperatury, niż te które zawierają glikol dietylenowy. Układ $\{W+DEG\}$ tworzy mieszaniny, w których cząsteczki są silniej ze sobą powiązane. Silniejsza struktura jest efektem możliwości tworzenia większej liczby wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami wody i glikolu dietylenowego, w porównaniu z układem $\{W+1,5-PD\}$, a także asocjacji cząsteczek DEG.

Podatność struktury na wpływ ciśnienia można analizować na podstawie zmian nadmiaru współczynnika ściśliwości izoentropowej i jego molowych wartości. Różnice tych wielkości dla układów: $\{W+DEG\}$ i $\{W+1,5-PD\}$ są pokazane na Rysunku 51 i 52.

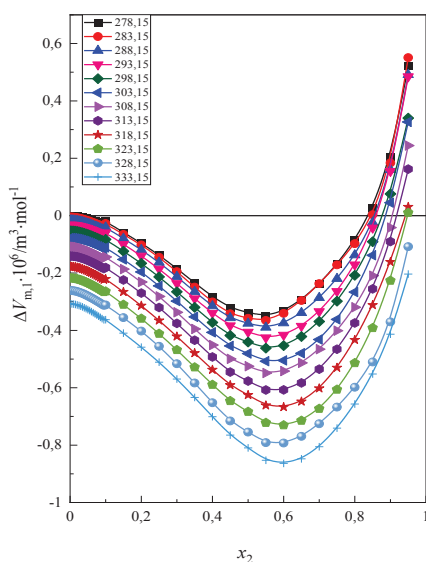
Otrzymane krzywe $\Delta\kappa_S^E = f(x_2, T)$ pokazują, że największą podatnością na wpływ ciśnienia charakteryzuje się układ {W + DEG} w temperaturze 278,15 K.

W wyższej temperaturze zmiany objętości spowodowane wzrostem ciśnienia tego układu są mniejsze. Najbardziej podatnymi na wpływ ciśnienia są mieszaniny o $x_2 \approx 0,15$. Krzywe $\Delta\kappa_S^E = f(x_2, T)$ mają bardziej symetryczny charakter z maksimum dla $x_2 \approx 0,40$, którego intensywność maleje ze wzrostem temperatury.

Różnice cząstkowych objętości molowych wody ($\Delta V_{m,1}$) w jej mieszaninach z DEG i z 1,5-PD obliczone ze wzoru:

$$\Delta V_{m,1} = V_{m,1}(\text{DEG}) - V_{m,1}(1,5\text{-PD})$$

są pokazane na Rysunku 53.



Rysunek 53.

Zmiany $\Delta V_{m,1}$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

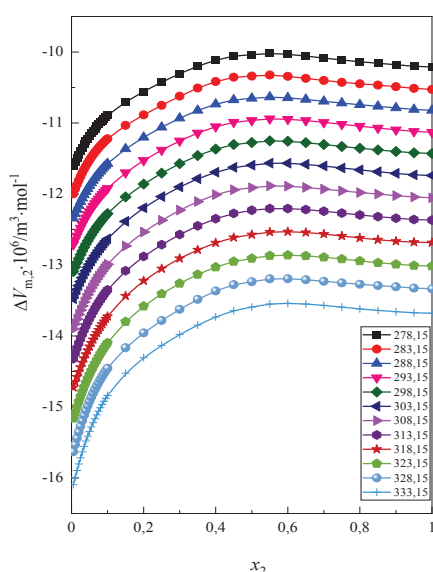
Ujemne wartości $\Delta V_{m,1}$ w zakresie składów: $0,8 > x_2 > 0$ we wszystkich temperaturach wskazują, że cząstkowa objętość molowa wody w mieszaninach wodnych zawierających 1,5-pentanodiol jest większa, niż w roztworach zawierających DEG. Oddziaływania pomiędzy eterowym atomem tlenu w cząsteczce glikolu dietylenowego a cząsteczkami wody są przyczyną zmniejszania rzeczywistej objętości molowej wody. Brak tego typu wiązań wodorowych w układzie {W+1,5-PD} manifestuje się powstaniem mniej zwartej struktury, w której cząstkowa objętość molowa wody jest większa. W mieszaninach zawierających ok. 0,6 mola DEG czy 1,5-PD w 1 molu mieszaniny, ta różnica odgrywa największą rolę. Wydaje się, że dla tego składu istnieje

największa różnica w sile oddziaływań międzycząsteczkowych: woda – 1,5-PD i woda – DEG. Wzrost temperatury pogłębia to zjawisko.

Różnice cząstkowych objętości molowych substancji organicznych (DEG i 1,5-PD) tj. $V_{m,2}$ w mieszaninach wodnych o określonych składach i w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K zostały obliczone ze wzoru:

$$\Delta V_{m,2} = V_{m,2}(\text{DEG}) - V_{m,2}(\text{1,5-PD})$$

a ich zmiany pokazano na Rysunku 54.



Rysunek 54.

Zmiany $\Delta V_{m,2}$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

Podobnie jak miało to miejsce w przypadku przebiegu funkcji $V_{m,2} = f(x_2)$ dla dwóch zestawionych układów (Rys. 10, rozdz. 4.2.2.) także istotne zmiany $\Delta V_{m,2}$ dotyczą zakresu stężeń mieszanin w których $x_2 < 0,4$. We wszystkich analizowanych temperaturach różnica $\Delta V_{m,2}$ staje się mniej ujemna ze wzrostem x_2 . Wzrost cząstkowej objętości molowej 1,5-pentanodiolu ze wzrostem jego zawartości w roztworze jest mniejszy niż wzrost tej wielkości dla DEG.

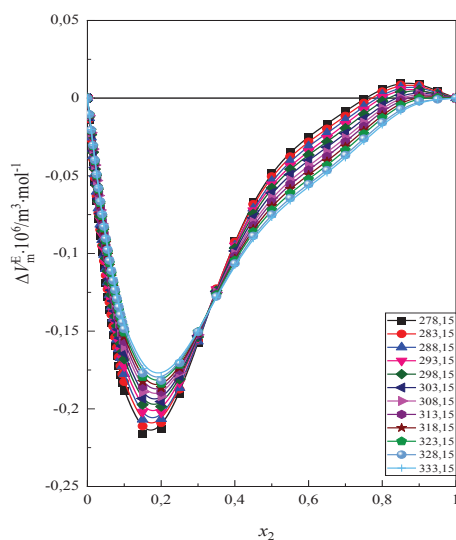
Ograniczone możliwości oddziaływania cząsteczek 1,5-pentanodiolu z cząsteczkami wody powodują, że cząstkowe objętości molowe 1,5-PD mają większe wartości w porównaniu z DEG.

4.5.2. Grupa oksyetylenowa

Przeanalizujemy wpływ obecności dodatkowej grupy oksyetylenowej w cząsteczce na dyskutowane powyżej różnice wybranych wielkości nadmiarowych dla wodnych roztworów glikolu dietylenowego (jedna grupa) i glikolu trietylenowego (dwie grupy). Podobnie jak poprzednio obliczono różnice:

- 1) nadmiarowych objętości molowych mieszanin (Rysunek 55):

$$\Delta V_m^E = V_m^E(\text{T3EG}) - V_m^E(\text{DEG})$$

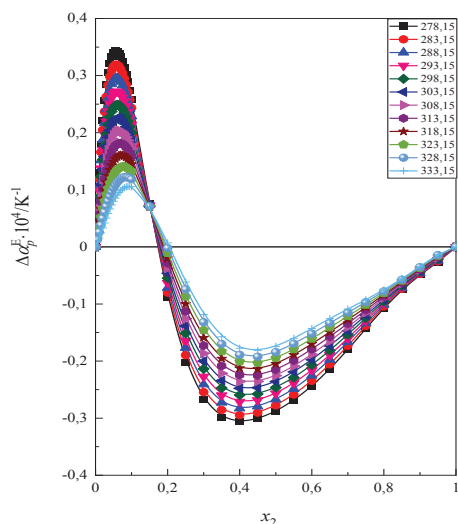


Rysunek 55.

Zmiany ΔV_m^E od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

- 2) nadmiarowych izobarycznych współczynników rozszerzalności cieplnej roztworów (Rysunek 56):

$$\Delta\alpha_p^E = \alpha_p^E(\text{T3EG}) - \alpha_p^E(\text{DEG})$$

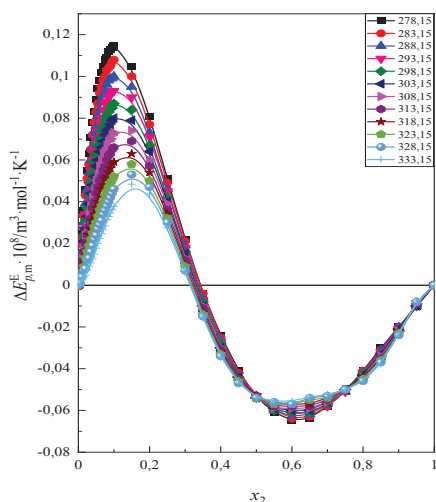


Rysunek 56.

Zmiany $\Delta\alpha_p^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

- 3) nadmiarowych molowych izobarycznych rozszerzalności cieplnych mieszanin wodnych (Rysunek 57):

$$\Delta E_{p,m}^E = E_{p,m}^E(\text{T3EG}) - E_{p,m}^E(\text{DEG})$$

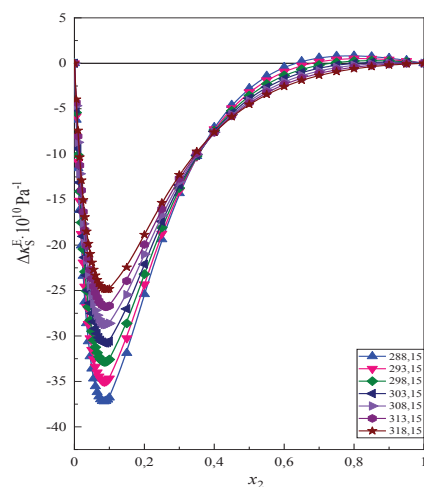


Rysunek 57.

Zmiany $\Delta E_{p,m}^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

4) nadmiarowych współczynników ściśliwości izoentropowej roztworów (Rysunek 58):

$$\Delta\kappa_S^E = \kappa_S^E(\text{T3EG}) - \kappa_S^E(\text{DEG})$$

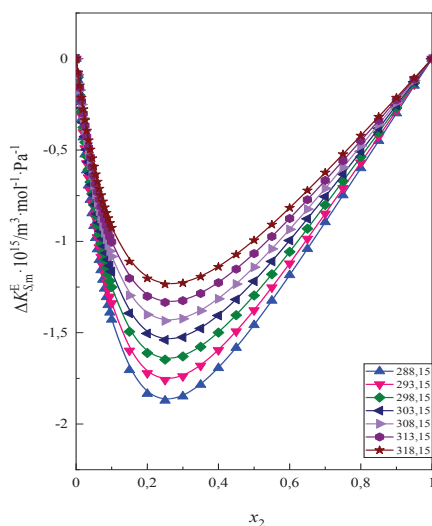


Rysunek 58.

Zmiany $\Delta\kappa_S^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2) w temperaturach (278,15–333,15) K

5) nadmiarowych molowych ściśliwości izoentropowych roztworów (Rysunek 59):

$$\Delta K_{S,m}^E = K_{S,m}^E(\text{T3EG}) - K_{S,m}^E(\text{DEG})$$



Rysunek 59.

Zmiany $\Delta K_{S,m}^E$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

Zmiany w budowie łańcucha pomiędzy terminalnymi grupami hydroksylowymi w cząsteczce diolu, poprzez wprowadzenie eterowego atomu tlenu lub dodanie kolejnych grup oksyetylenowych, istotnie wpływają na właściwości fizykochemiczne substancji w stanie czystym i ich interakcje w roztworach. Wprowadzenie eterowego atomu tlenu do cząsteczki diolu zwiększa znacząco możliwości jej oddziaływania z wodą poprzez tworzenie dodatkowych wiązań wodorowych.

Przebieg zależności $\Delta V_m^E = f(x_2, T)$ pokazuje, że największa różnica nadmiaru objętości molowych mieszanin wodnych T3EG i DEG dotyczy roztworów, w których na 2 mole diolu przypada 8 moli wody. W mieszaninach o tym składzie oddziaływania międzycząsteczkowe są najsilniejsze. Warto zauważyć, że gdy zawartość diolu wzrośnie do $x_2 \approx 0,35$, to temperatura nie ma wpływu na wartość ΔV_m^E . Dalszy wzrost x_2 skutkuje odwróceniem temperaturowego wpływu na przebieg funkcji $\Delta V_m^E = f(x_2, T)$, tj. wzrost temperatury powoduje, ΔV_m^E staje się bardziej ujemna.

Rozszerzalność termiczna roztworów, charakteryzowana przez współczynnik α_p^E i wartość molową $E_{p,m}^E$, także wskazuje na zróżnicowanie właściwości analizowanych układów.

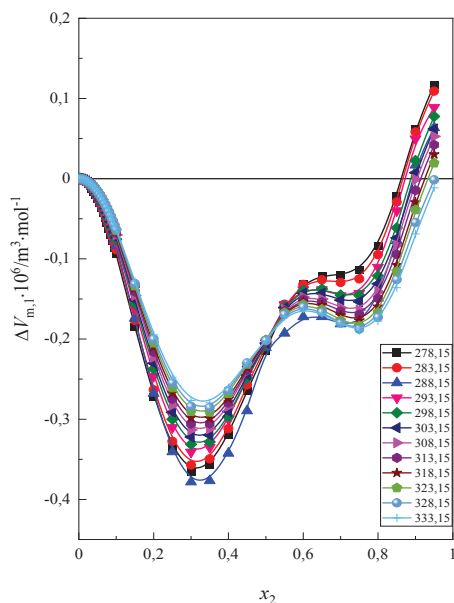
Przebiegi obydwu zależności: $\Delta \alpha_p^E = f(x_2, T)$ i $\Delta E_{p,m}^E = f(x_2, T)$ pokazują, że w zakresie składów bogatych w wodę występują maksima dla $0,1 \leq x_2 \leq 0,15$. Ich intensywność jest niewielka i maleje ze wzrostem temperatury. W tym zakresie składów można zaobserwować, że izobaryczna rozszerzalność cieplna układu {W+T3EG} jest większa niż układu {W+DEG}. Obecność dodatkowej grupy $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ w cząsteczce T3EG, w porównaniu z DEG, z jednej strony sprawia, że jej oddziaływania z wodą prowadzą do utworzenia większej liczby wiązań wodorowych i tworzenie struktury o wyższym stopniu uporządkowania. Z drugiej strony cząsteczka glikolu trietylenowego, zyskuje dodatkowe stopnie swobody związane z ruchami zginającymi, w stosunku do cząsteczek glikolu dietylenowego, pozbawionego tej dodatkowej grupy funkcyjnej. Gdy $x_2 > 0,2$ zmiany analizowanych różnic stają się ujemne, a funkcje osiągają wartości minimalne dla: $x_2 \approx 0,4$ ($\Delta \alpha_p^E$) i $x_2 \approx 0,6$ ($\Delta E_{p,m}^E$). Głębokość minimum maleje ze wzrostem temperatury. Warto odnotować, że różnica nadmiarowych współczynników izobarycznej rozszerzalności cieplnej dla mieszanin o $x_2 \approx 0,2$ praktycznie nie zależy od temperatury i w granicach błędu ma bardzo zbliżone wartości dla obydwu układów. Krzywe $\Delta E_{p,m}^E = f(x_2, T)$ mają podobny charakter. Dla roztworu zawierającego około 3 mole substancji organicznej na 7 moli wody nie obserwuje się wpływu temperatury na analizowaną zależność.

Także przebiegi zależności $\Delta \kappa_S^E = f(x_2, T)$ i $\Delta K_{S,m}^E = f(x_2, T)$ potwierdzają, że struktura wodnych roztworów glikolu dietylenowego, w porównaniu z układem {W+T3EG}, jest bardziej podatna na działanie ciśnienia, co jest związane ze słabszymi oddziaływaniami międzycząsteczkowymi woda – DEG, w porównaniu z tymi w wodnych roztworach glikolu trietylenowego. Minima omawianych zależności charakteryzuje

wzrost głębokości ze zmniejszeniem temperatury. Temperatura nie wpływa na ich położenie: $x_2 \approx 0,1$ dla $\Delta\kappa_S^E = f(x_2, T)$ i $x_2 \approx 0,25$ dla $\Delta\kappa_{S,m}^E = f(x_2, T)$.

Potwierdzeniem tezy o silniejszych oddziaływaniach międzycząsteczkowych wody z T3EG niż z DEG jest przebieg zmian różnicy cząsteczkowej objętości molowej wody w tych roztworach (Rysunek 60):

$$\Delta V_{m,1} = V_{m,1}(\text{T3EG}) - V_{m,1}(\text{DEG})$$



Rysunek 60.

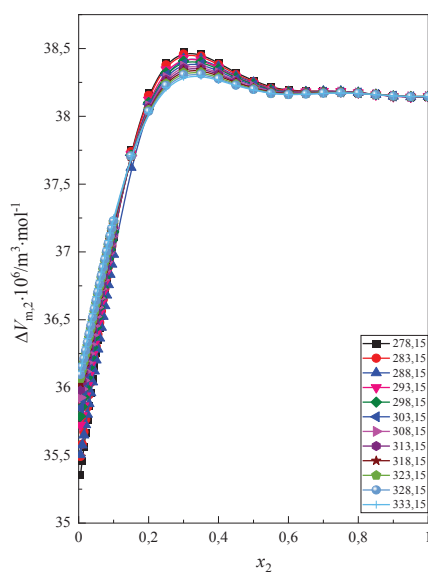
Zmiany $\Delta V_{m,1}$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

W zakresie składów mieszanin, w których $0,8 > x_2 > 0$ różnice $\Delta V_{m,1}$ są ujemne, co pokazuje, że cząstkowe objętości molowe wody w roztworach zawierających glikol dietylenowy mają większe wartości. W mieszaninach o $x_2 \approx 0,5$ można zaobserwować brak wpływu temperatury na wartość $\Delta V_{m,1}$. W roztworach bogatych w DEG i T3EG ($x_2 > 0,8$), cząstkowa objętość molowa wody przyjmuje zbliżone wartości.

Zmiany różnicy cząstkowych objętości molowych T3EG i DEG w wodnych roztworach, w całym zakresie składów, w temperaturach (278,15–333,15) K zostały obliczone ze wzoru:

$$\Delta V_{m,2} = V_{m,2}(\text{T3EG}) - V_{m,2}(\text{DEG})$$

i pokazane na Rysunku 61.



Rysunek 61.

Zmiany $\Delta V_{m,2}$ od ułamka molowego organicznego składnika mieszaniny (x_2), w temperaturach (278,15–333,15) K

Różnice $\Delta V_{m,2}$ są dodatnie w całym zakresie składów i temperatur, co jest bezpośrednią konsekwencją dużej różnicy objętości molowych substancji w stanie czystym (Tabela 12 – rozdz.4.2.2.) i co za tym idzie także ich dużej różnicy cząstkowych objętości molowych w roztworach wodnych.

5. Podsumowanie, obserwacje i wnioski

Fizykochemiczne właściwości substancji, wynikające z jej budowy cząsteczkowej, określają jej aplikacyjność. W mieszaninach substancji mogących tworzyć wiązania wodorowe lub też asocjować za ich pośrednictwem, zarówno skład roztworu jak i/lub temperatura powodują istotne zmiany strukturalne związane z modyfikacją oddziaływań międzycząsteczkowych i dominację ich określonego rodzaju. Te zmiany w interakcjach pomiędzy cząsteczkami wpływają na stopień uporządkowania i stabilność struktury mieszaniny.

Analiza rezultatów badań densymetrycznych i sonochemicznych dotyczących wodnych roztworów: 1,5-pentanodiolu i wybranych glikoli polietylenowych (di-, tri- i tetraetylenowego), przeprowadzonych w całym zakresie składów mieszanin dwuskładnikowych i w szerokim zakresie temperatur, daje możliwość zaobserwowania pewnych prawidłowości i sformułowania wniosków związanych ze zmianami w oddziaływaniach międzycząsteczkowych wynikającymi z tych dwóch czynników.

1. Trójwymiarowa struktura wody na skutek dodawania do niej nawet niewielkiej ilości każdej spośród badanych substancji ulega zaburzeniu:

- cząsteczki 1,5-pentanodiolu oddziałują z wodą tworząc wiązania wodorowe za pośrednictwem terminalnych grup hydroksylowych, a zjawisko hydrofobowej hydratacji łańcucha węglowodorowego (C_5H_{10}) skutkuje wzmocnieniem struktury wody w jego najbliższym sąsiedztwie,
- cząsteczki glikoli polietylenowych (di-, tri- i tetraetylenowego) oddziałują z wodą dodatkowo poprzez wiązania wodorowe, w których tworzeniu biorą udział eterowe atomy tlenu pochodzące z grup oksyetylenowych, których obecność wpływa na wzrost hydrofilowości cząsteczki.

W roztworach, w których stosunek liczby moli organicznego składnika mieszaniny do liczby moli wody nie przekracza $3 \div 7$, rola opisanych oddziaływań rośnie, gdy ułamek molowy diolu lub glikolu w roztworze wzrasta. Obserwacja zmian wielu wielkości fizykochemicznych od składu układu, pozwala określić przy jakiej zawartości substancji organicznej, jej mieszanina z wodą tworzy najbardziej stabilną strukturę. Analiza położenia ekstremum określonej zależności pozwala na ustalenie składu mieszaniny i przeanalizowanie wpływu temperatury na jego intensywność. Można zaobserwować, analizując dane zebrane w Tabeli 20, że w zależności od rodzaju rozpatrywanej wielkości, mieszaniny, w których zawartość organicznego

składnika nie przekracza 35% molowych, tworzą struktury o najwyższym stopniu uporządkowania i upakowania.

Tabela 20. Położenie ekstremum określonej funkcji dla badanych układów oraz wpływ temperatury na jego intensywność

wielkość	ekstremum	skład układu w ekstremum (x_2)	wzrost temperatury a intensywność ekstremum
V_m^E	minimum	0,2 – 0,35	maleje
α_p	maksimum	0,2	rośnie
α_p^E	maksimum	0,1 – 0,2	maleje
$E_{p,m}^E$	maksimum	0,2 – 0,3	maleje
u	maksimum	0,2	maleje
Δu	maksimum	0,1 – 0,2	maleje
κ_S	minimum	0,15 – 0,25	maleje
κ_S^E	minimum	0,1 – 0,2	maleje
$K_{S,m}^E$	minimum	0,3 – 0,35	maleje

Analiza wpływu temperatury na omawiane w pracy zależności pozwala zauważyć, że wartości: V_m^E , α_p^E , $E_{p,m}^E$ i Δu rosną, natomiast takich wielkości jak: κ_S , κ_S^E i $K_{S,m}^E$ maleją ze wzrostem temperatury, w roztworach o zdefiniowanych składach. Obserwacja ta prowadzi do ogólnego wniosku, że w badanych układach wzrost temperatury sprzyja osłabieniu oddziaływań międzycząsteczkowych, a ich konsekwencją jest tworzenie mieszanin o strukturach mniej zwartych tj. w których jest więcej luk i przestrzeni nie zajętych przez cząsteczki.

2. W każdej z analizowanych temperatur, dodatnie nachylenia funkcji: $E_{p,m} = f(x_2)$ i $K_{s,m} = f(x_2)$ potwierdzają fakt, że wzrost zawartości każdej z substancji organicznych, badanych w tej pracy, w roztworze wodnym prowadzi do osłabienia oddziaływań między cząsteczkami mieszaniny. Dzięki temu jej struktura staje się bardziej podatna na zmiany temperatury, która wpływa na ruchy termiczne cząsteczek.
3. Potwierdzeniem wpływu temperatury na oddziaływania międzycząsteczkowe w układach badanych w tej pracy jest analiza liczb hydratacji cząsteczek. Odzwierciedlają one wypadkowy efekt tworzenia otoczek hydratacyjnych wokół poszczególnych cząsteczek o zróżnicowanych właściwościach hydrofilowo –

hydrofobowych. Właściwości te są determinowane ilością centrów aktywnych w cząsteczce, dzięki którym może ona oddziaływać z cząsteczkami wody. Zbliżone ujemne nachylenia funkcji $n_h^0 = f(T)$ otrzymano dla wszystkich zbadanych układów, a ich względne położenie jest zgodne z oczekiwaniami. Zatem można stwierdzić, że wzrost temperatury nie sprzyja oddziaływaniom pomiędzy cząsteczkami badanych substancji organicznych i wody. Wzrost liczby eterowych atomów w cząsteczce glikolu polietylenowego skutkuje wzrostem jej liczby hydratacji w każdej z analizowanych temperatur, czego należało się spodziewać.

4. Przeanalizowano wpływ ciśnienia na strukturę i właściwości badanych układów, poprzez śledzenie zmian pochodnych molowych wielkości termodynamicznych takich jak: entalpia swobodna, entalpia, entropia i izobaryczna pojemność cieplna, po ciśnieniu i ich nadmiar, zarówno od składu mieszaniny jak i temperatury. Zmiany wspomnianych wielkości, od składu i temperatury wykazują istnienie ekstremów. Ich obecność potwierdza, że mieszaniny wodno – organiczne badane w tej pracy, zawierające około 0,2 mola organicznej substancji w 1 molu mieszaniny wykazują największą podatność na zmiany ciśnienia, co zapewne jest przejawem stopnia uporządkowania struktury roztworu.
 5. Analiza wpływu budowy cząsteczkowej organicznego składnika mieszaniny na różnicowanie właściwości badanych mieszanin została przeprowadzona na bazie różnic nadmiarowych wielkości molowych dla: glikolu dietylenowego (DEG) i 1,5-PD. Wprowadzenie eterowego atomu tlenu do cząsteczki 1,5-pentanodiolu, zamiast grupy $-CH_2$ w pozycji γ , skutkuje wzrostem hydrofilowości cząsteczki (glikolu dietylenowego). Dzięki temu cząsteczki DEG silniej oddziałują z wodą, prowadząc do tworzenia się mieszanin wodnych o wyższym stopniu upakowania cząsteczek, które mogą ulegać także zjawisku asocjacji. Konsekwencją zmiany budowy jest np. bardziej ujemna wartość V_m^E dla wodnych roztworów glikolu dietylenowego, w porównaniu z mieszaninami 1,5-pentanodiolu.
- Przejawem różnic w oddziaływaniach między cząsteczkami 1,5-PD oraz DEG a wodą są ekstrema występujące na zależnościach różnic wielkości pokazanych w Tabeli 21.

Tabela 21. Położenie ekstremum odpowiadające różnicom badanych funkcji dla układów {W+DEG} i {W+1,5-PD} oraz wpływ temperatury na ich intensywność

wielkość	ekstremum	skład układu w ekstremum (x_2)	wzrost temperatury a intensywność ekstremum
ΔV_m^E	minimum	0,3	pogłębia się
	maksimum	0,8	maleje
$\Delta \alpha_p^E$	minimum	0,15	pogłębia się
$\Delta E_{p,m}^E$	minimum	0,4	pogłębia się
Δu	minimum	0,05	maleje
	maksimum	0,2	rośnie
$\Delta \kappa_S^E$	maksimum	0,15 – 0,2	maleje
$\Delta K_{S,m}^E$	maksimum	0,4	maleje

Różnice nadmiarowych wielkości objętościowych wskazują, że mieszaniny o tych samych składach, zawierające 1,5-PD są bardziej podatne na zmiany temperatury, niż te zawierające glikol dietylenowy. Potwierdza to wniosek o silniejszych oddziaływaniach w układzie {W+DEG}, w szczególności w zakresie składów bogatych w wodę.

Także analiza różnic nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej potwierdza powyższy wniosek.

- Zmiany w budowie łańcucha węglowodorowego, znajdującego się pomiędzy terminalnymi grupami hydroksylowymi w cząsteczce diolu, poprzez wprowadzenie eterowego atomu tlenu lub dodanie kolejnych grup oksyetylenowych, istotnie wpływają na właściwości fizykochemiczne substancji w stanie czystym i jej oddziaływania w roztworach. Obecność dodatkowej grupy $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ w cząsteczce T3EG, w porównaniu z DEG sprawia, że jej oddziaływania z wodą prowadzą do utworzenia większej liczby wiązań wodorowych i tworzenia struktury o wyższym stopniu uporządkowania. Zjawisko to odgrywa największą rolę w roztworach rozcieńczonych, a jego manifestacją są ekstrema obserwowane na różnicach pomiędzy nadmiarowymi wielkościami dla: {W+T3EG} i {W+DEG}, przeanalizowanymi od składu mieszaniny i temperatury – Tabela 22.

Tabela 22. Położenie ekstremum odpowiadające różnicom badanych funkcji nadmiarowych dla układów {W+T3EG} i {W+DEG} oraz wpływ temperatury na ich intensywność

wielkość	ekstremum	skład układu w ekstremum (x_2)	wzrost temperatury a intensywność ekstremum
ΔV_m^E	minimum maksimum	0,15 0,8	maleje maleje
$\Delta \alpha_p^E$	maksimum maksimum	0,1 0,4	maleje maleje
$\Delta E_{p,m}^E$	maksimum minimum	0,1 0,6	maleje maleje
Δu	maksimum minimum	0,1 0,35	maleje maleje
$\Delta \kappa_S^E$	minimum maksimum	0,15 0,7	maleje maleje
$\Delta K_{S,m}^E$	minimum	0,25	maleje

Możliwości tworzenia wiązań wodorowych cząsteczek DEG i T3EG z wodą odgrywają decydującą rolę w stabilizacji struktury mieszaniny. Nie tylko liczba centrów aktywnych w cząsteczce mogących brać udział w tworzeniu wiązań wodorowych jest ważna. Należy brać pod uwagę także możliwości konformacyjne łańcuchów cząsteczek, których wydłużenie zwiększa liczbę stopni swobody związanych z ich ruchami zginającymi.

W mieszaninach o małej zawartości wody, oddziaływania pomiędzy cząsteczkami DEG i T3EG a wodą wyraźnie słabną, a większą rolę zaczynają odgrywać zjawiska asocjacji cząsteczek glikoli polietylenowych.

6. Streszczenie

Praca jest poświęcona badaniom densymetrycznym i sonochemicznym wodnych roztworów: 1,5-pentanodiolu (1,5-PD), glikolu dietylenowego (DEG), glikolu trietylenowego (T3EG) i glikolu tetraetylenowego (T4EG). Badania przeprowadzono w całym zakresie składów mieszanin wodno – organicznych w zakresie temperatur: (278,15–333,15) K – gęstość i (288,15–318,15) K – pomiar szybkości propagacji fal ultradźwiękowych.

Uzyskane eksperymentalne wartości gęstości oraz szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w badanych układach umożliwiły obliczenie nadmiarowych molowych wielkości termodynamicznych, opisujących ich właściwości oraz pozornych i cząstkowych molowych wielkości składników mieszaniny. Ich zmiany od składu układu i jego temperatury są czułym wskaźnikiem zmian zachodzących w oddziaływaniach pomiędzy składnikami mieszaniny. Ich konsekwencją są przeobrażenia strukturalne zachodzące w układzie.

Wyniki badań densymetrycznych umożliwiły obliczenie wartości następujących wielkości:

- nadmiarowej objętości molowej badanych mieszanin (V_m^E),
- cząstkowej objętości molowej poszczególnych składników mieszanin ($V_{m,i}$),
- pozornej objętości molowej organicznego składnika mieszaniny ($V_{\phi,m,2}$),
- współczynnika izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu (α_p) i jego nadmiaru (α_p^E),
- molowej izobarycznej rozszerzalności ciepłej roztworu ($E_{p,m}$) i jej nadmiaru ($E_{p,m}^E$).

Przeanalizowano zmiany wymienionych wielkości zarówno od składu mieszaniny i temperatury dla wszystkich układów. Przedyskutowano je w kontekście zmian w oddziaływaniach pomiędzy składnikami mieszanin i ich wpływu na stabilność i stopień upakowania tworzonej struktury.

Zmiany wartości prędkości propagacji fal ultradźwiękowych i ich odchyłeń od addytywności zostały przeanalizowane dla wszystkich zbadanych układów w zależności od ich składu i temperatury. Określono składy mieszanin, w których oddziaływania pomiędzy cząsteczkami wody i organicznego składnika mieszaniny są najsilniejsze i prowadzą do utworzenia stabilnej i usztywnionej struktury.

Połączenie rezultatów badań densymetrycznych i sonochemicznych dla wszystkich mieszanin w całym zakresie ich składów i w wybranych temperaturach z zakresu (278,15–318,15) K, umożliwiło obliczenie:

- współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układów i jego nadmiaru (κ_S^E),
 - molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) mieszanin i jej nadmiaru ($K_{S,m}^E$),
 - liczb hydratacji (n_h^0) badanych związków organicznych w poszczególnych roztworach.
- Przedyskutowano zmiany wspomnianych powyżej wielkości od składu mieszaniny i temperatury w aspekcie zmian w oddziaływaniach międzycząsteczkowych, wpływających na stabilność struktury mieszaniny. Powiązano zjawisko hydratacji cząsteczek substancji badanych z liczbą grup oksyetylenowych zawartych w ich łańcuchu.

Przeanalizowano jak, w warunkach izotermicznych, ciśnienie wpływa na zmiany podstawowych molowych wielkości termodynamicznych takich jak: entalpia swobodna, entalpia, entropia i izobaryczna molowa pojemność cieplna. W tym celu obliczono nadmiary pochodnych wspomnianych wielkości po ciśnieniu w temperaturze 298,15 K. Zostały omówione ich zmiany od składu poszczególnych mieszanin, z uwzględnieniem różnic w budowie cząsteczkowej organicznego składnika mieszaniny.

Opisano, w jaki sposób zastąpienie grupy metylenowej znajdującej się w pozycji γ w cząsteczce 1,5-pentanodiolu eterowym atomem tlenu, a także wydłużenie łańcucha cząsteczki o kolejne grupy oksyetylenowe, wpływa na zmianę różnic nadmiarów wybranych wielkości fizykochemicznych takich jak:

- objętość molowa (ΔV_m^E),
- współczynnik izobarycznej rozszerzalności cieplnej roztworu ($\Delta \alpha_p^E$),
- molowa izobaryczna rozszerzalność cieplna roztworu ($\Delta E_{p,m}^E$),
- współczynnik ściśliwości izoentropowej roztworu ($\Delta \kappa_S^E$),
- molowa ściśliwość izoentropowa roztworu ($\Delta K_{S,m}^E$).

Rezultaty badań przeprowadzonych w tej pracy umożliwiły określenie warunków tj. składu mieszaniny i temperatury, w których zachodzą istotne zmiany w oddziaływaniach międzycząsteczkowych i powiązanie ich ze zmianami strukturalnymi zachodzącymi w roztworze.

Abstract

In this work, the results of densimetric and sonochemical studies of aqueous solutions of 1,5-pentanediol (1,5-PD), diethylene glycol (DEG), triethylene glycol (T3EG) and tetraethylene glycol (T4EG) are presented.

The research was carried out within the entire water – organic mixtures range of composition. The densities of the mixtures were determined within the temperature range 278,15 K – 333,15 K and the sound velocity values of the tested water-organic mixtures were investigated within temperature range 288,15 K – 318,15 K. The obtained experimental values of density and ultrasonic speed in the tested range of composition allowed for the calculation of the excess molar thermodynamic quantities, as well as the apparent and partial molar quantities of the mixture components, describing their properties. The observed changes with a water – organic mixture compositions and temperature are a sensitive indicator of the ongoing changes in the interactions between the mixture components. Consequences of these interactions are structural transformations that take place in the mixtures.

The results of densimetric studies allowed for the calculation of the following quantities:

- excess molar volume of the tested mixtures (V_m^E),
- partial molar volume of individual components of the mixtures ($V_{m,j}$)
- apparent molar volume of the organic component of the mixture ($V_{\phi,m,2}$),
- coefficient of isobaric thermal expansion of the solution (α_p) a
- and its excess (α_p^E),
- molar isobaric thermal expansion of the solution ($E_{p,m}$) and its excess ($E_{p,m}^E$).

Observed changes in the quantities mentioned above, both in relation to the composition of the mixture and the temperature, were carefully analysed. The differences were discussed in the context of changes in the interactions between the mixture components, and their influence on the stability and degree of packing of formed structure. The values of the ultrasonic sound speed and its deviations from additivity were analysed for all tested mixtures depending on their composition and temperature (288,15 K – 318,15 K). The compositions of the mixtures, in which the interactions between the molecules of water and the organic component of the mixture are the strongest and lead to the formation of a stable and stiffened structure, were found. The combination of

densimetric and sonochemical results for all investigated mixtures at selected temperatures enabled the calculation of:

- isentropic compressibility factor (κ_S) of mixtures and their excess (κ_S^E),
- molar isentropic compressibility ($K_{S,m}$) of mixtures and their excess ($K_{S,m}^E$),
- hydration numbers of the tested organic compounds in individual solutions.

Noticed changes of the quantities mentioned above with the composition of the mixture and temperature were discussed in terms of changes in intermolecular interactions, affecting stability of the mixture structure. The phenomenon of hydration of the molecules of the tested substances was connected with the number of oxyethylene groups contained in their chain. Under isothermal conditions, it was analysed how pressure can affect changes in basic molar thermodynamic quantities, such as Gibbs energy, enthalpy, entropy, and isobaric molar heat capacity. For this purpose, the excess of the derivatives of the quantities mentioned above as a function of pressure at the temperature of 298,15 K were calculated. Their changes with the composition of individual mixtures, taking into account the differences in the molecular structure of the organic component of the mixture, were discussed. It was described how replacing the methylene group in the γ –position in the 1,5–pentanediol molecule for the ether oxygen atom, as well as extending the chain of molecule with subsequent oxyethylene groups, changes the differences in the excesses of selected physicochemical quantities such as:

- molar volume (ΔV_m^E)
- coefficient of isobaric thermal expansion of the solution ($\Delta \alpha_p^E$),
- molar isobaric thermal expansion of the solution ($\Delta E_{p,m}^E$),
- isentropic compressibility factor of the solution ($\Delta \kappa_S^E$),
- molar isentropic compressibility of the solution ($\Delta K_{S,m}^E$).

The results of the research carried out in this work made it possible to determine the conditions (the composition of the mixture and the temperature) at which significant changes in intermolecular interactions occur and relate them with structural changes occurring in the solution.

Bibliografia

- [1] R. F. Checoni, *J. Chem. Thermodyn.*, 42 (2010) 612 – 620.
- [2] Q. S. Li, Y. M. Tian, S. J. Wang, *J. Chem. Eng. Data*, 53 (2008) 271 – 274.
- [3] J. M. Harris, *Poly(ethylene glycol) chemistry: biotechnical and biomedical applications*, Plenum Press, New York (1992).
- [4] F. E. Jr. Bailey, J. V. Kolesie, *Poly(Ethylene Oxide)*, Academic Press, New York (1976).
- [5] A. Polson, G. M. Potgieter, J. F. Largier, G. E. Mears, F. J. Joubert, *Biochim. Biophys. Acta*, 82 (1964) 463 – 475.
- [6] M. Zeppezauer, S. Brishammar, *Biochim. Biophys. Acta*, 94 (1965) 581 – 583.
- [7] P. W. Chun, M. Fried, E. F. Ellis, *Anal. Biochem.*, 19 (1967) 481 – 497.
- [8] K. N. Kao, F. Constable, M. R. Michayluck, O. L. Gamborg, *Planta*, 120 (1974) 215 – 227.
- [9] Q. F. Ahkong, D. Fisher, W. Tampion, J. A. Lucy, *Nature*, 253 (1975) 194 – 195.
- [10] G. Pontecorvo, *Somat. Cell. Genet.*, 1 (1975) 397 – 400.
- [11] P. A. Albertsson, *Partition of Cell Particles and Macromolecules*, 3rd Ed., Wiley, New York (1986).
- [12] A. Abuchowski, T. van Es, N. C. Palczuk, F. F. Davis, *J. Biol. Chem.*, 252 (1977) 3578 – 3581.
- [13] Y. Mori, S. Nagaoka, H. Takiuchi, T. Kikuchi, N. Noguchi, H. Tanzawa, Y. Noishiki, *Trans. Am. Soc. Artif. Interfinal Organs*, 28 (1982) 459 – 467.
- [14] D. Rudan – Tasic, C. Klofutar, *J. Mol. Liq.*, 103 (2003) 187 – 200.
- [15] D. J. Mitchell, G. J. T. Tiddy, L. Waring, T. Bostock, M. P. MacDonald, *J. Chem. Soc. Faraday Trans.*, 79 (1983) 975 – 1000.
- [16] V. Degiorgio, M. Corti, *Physics of Amphiphiles: Micelles, Vesicles and Microemulsions*, North Holland, Amsterdam (1985) 281.
- [17] G. C. Kresheck, *Water – A Comprehensive Treatise*, Plenum Press, New York, (1975) 95 – 167.
- [18] D. F. Vans, B. W. Ninham, *J. Phys. Chem.*, 87 (1983) 5025 – 5032.
- [19] R. Y. Lochhead, J. V. Gruber, E. D. Goddard, J. V. Gruber, *Principles of Poymer Science and Technology in Cosmetics and Personal Care*, Marcel Dekker, New York (1999).
- [20] M. Yasmin, M. Gupa, J. Shukla, *J. Mol. Liq.*, 160 (2011) 22 – 29.

- [21] W. L. Jorgensen, J. Chandrasekhar, J. D. Madura, R. W. Impey, M. L. Klein, *J. Phys. Chem.*, 79 (1983) 926 – 935.
- [22] K. S. Kim, M. Dupuis, G. C. Lie, E. Clementi, *Chem. Phys. Letters*, 131 (1986) 451 – 456.
- [23] W. C. Röntgen, *Ann. Phys. Chim. (Wied.)*, 45 (1892) 91.
- [24] Ya. O. Samoilov, *Zh. Fiz. Khim.*, 20 (1946) 12.
- [25] E. Forslind, *Acta Polytechnica*, 115 (1952) 33.
- [26] M. Danford, H. A. Levy, *J. Am. Chem. Soc.*, 84 (1962) 3965 – 3966.
- [27] H. S. Frank, W.-Y. Wen, *Disc. Faraday Soc.*, 24 (1957) 133 – 140.
- [28] G. Nemethy, H. A. Scheraga, *J. Phys. Chem.*, 36 (1962) 3382 – 3401.
- [29] G. Nemethy, H. A. Scheraga, *J. Phys. Chem.*, 66 (1962) 1773 – 1789.
- [30] J. A. People, *Proc. Roy. Soc. A*, 205 (1951) 163 – 178.
- [31] L. Pauling, *Hydrogen bonding*, Pergamon Press, New York (1960).
- [32] L. Pauling, *The Nature of Chemical Bonds*, ed. III, Cornell University Press, New York (1960) 257 – 268.
- [33] R. J. Podolsky, *Circulation. J. Am. Heart Assoc.*, 21 (1960) 818 – 835.
- [34] A. H. Narten, H. A. Levy, *Science*, 165 (1969) 447 – 454.
- [35] P. Jedlovszky, I. Bakó, G. Palinkas, *Chem. Phys. Letters*, 221 (1994) 183.
- [36] N. Ohtomo, K. Tokiwano, K. Arakawa, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 55 (1982) 2788 – 2795.
- [37] S. W. Benson, E. D. Siebert, *J. Am. Chem. Soc.*, 114 (1992) 4269 – 4276.
- [38] A. Ben – Naim, *Water and Aqueous Solutions*, Plenum Press, New York (1974).
- [39] F. Scortino, A. Geiger, H. E. Stanley, *J. Chem. Phys.*, 96 (1992) 3857 – 3865.
- [40] F. H. Stillinger, A. Rahman, *J. Phys. Chem.*, 60 (1974) 1545 – 1557.
- [41] O. Matsuoka, E. Clementi, M. Yoshimine, *J. Phys. Chem.*, 64 (1976) 1351 – 1361.
- [42] A. K. Karmakar, R. N. Joarder, *Phys. Letters A*, 190 (1994) 480 – 482.
- [43] J. L. Kuo, M. L. Klein, *J. Phys. Chem.*, 122 (2005) 24516 – 24529.
- [44] S. P. Ju, S. H. Yang, M. L. Liao, *J. Phys. Chem. B*, 110 (2006) 9286 – 9290.
- [45] D. Xanides, B. R. Randolph, B. M. Rode, *J. Mol. Liq.*, 123 (2006) 61 – 67.
- [46] K. Klimaszewski, E. Stronka – Lewkowska, A. Bald, *J. Chem. Thermodyn.*, 115 (2017) 119 – 132.
- [47] R. Francesconi, C. Castellari, F. Comelli, S. Ottani, *J. Chem. Eng. Data*, 49 (2004) 363 – 367.
- [48] M. Moosavi, A. Motahari, A. Omari, A. A. Rostami, *J. Chem. Thermodyn.*, 58 (2013) 340 – 350.

- [49] P. Góralski, M. Tkaczyk, *J. Chem. Eng. Data*, 53 (2008) 1932 – 1934.
- [50] N. B. Graham, C. F. Chen, *Eur. Polym. J.*, 29 (1993) 149 – 151.
- [51] J. A. Riddick, W. B. Bunger, T. K. Sakano, *Organic Solvents: Physical Properties and Methods of Purification*, Wiley/Interscience, New York (1986).
- [52] S. K. Mehta, G. Ram, A. K. Sharma, *Fluid Phase Equilib.*, 220 (2004) 153 – 160.
- [53] A. F. Gallagher, H. Hibbert, *J. Am. Chem. Soc.*, 58 (1936) 813 – 816.
- [54] W. H. Rinkenbach, *Ind. Eng. Chem.*, 19 (1927) 474 – 476.
- [55] K. Klimaszewski, E. Stronka – Lewkowska, I. Trzcińska, A. Bald, *J. Chem. Thermodyn.*, 85 (2015) 191– 201.
- [56] N. V. Sastry, R. R. Thator, M. C. Patel, *Int. J. Theronphys.*, 29 (2008) 610 – 618.
- [57] P. J. Carvalho, C. H. G. Fonseca, M. L. C. J. Moita, A. F. S. Santos, J. A. P. Coutinho, *J. Chem. Eng. Data*, 60 (2015) 3721 – 3737.
- [58] S. K. Mehta, G. Ram, K. K. Bhasin, *J. Chem. Thermodyn.*, 40 (2008) 498 – 508.
- [59] W. V. Steele, R. D. Chirico, A. B. Cowell, S. E. Knipmeyer, A. Nguyen, *J. Chem. Eng. Data*, 47 (2002) 667 – 688.
- [60] W. Tawfik, A. S. Teja, *Chem. Eng. Sci.*, 44 (1989) 921 – 923.
- [61] R. J. Lee, A. S. Teja, *J. Chem. Eng. Data*, 35 (1990) 385 – 387.
- [62] N. Koizumi, T. Hanai, *J. Phys. Chem.*, 60 (1956) 1496 – 1500.
- [63] S. Schrödle, R. Buchner, W. Kunz, *J. Phys. Chem. B*, 108 (2004) 6281 – 6287.
- [64] M. Moosavi, A. A. Rostami, *J. Chem. Eng. Data*, 62 (2017) 156 – 168.
- [65] D. Dragoescu, F. Sirbu, L. Almasy, *J. Mol. Liq.*, 335 (2021) 116150 – 116170.
- [66] G. Borghesani, R. Pedriali, F. Pulidori, *J. Solution Chem.*, 183 (1989) 289 – 300.
- [67] L. Hnědkovský, I. Cibulka, *J. Chem. Eng. Data*, 58 (2013) 1724 – 1734.
- [68] G. Czechowski, B. Żywucki, J. Jadżyn, *J. Chem. Eng. Data*, 33 (1988) 55 – 59.
- [69] Y. Marcus, *J. Mol. Liq.*, 158 (2011) 23 – 26.
- [70] W. N. Vanderkooi, D. L. Hildenbrand, R. D. Stull, *J. Chem. Eng. Data*, 12 (1967) 377 – 379.
- [71] T. Sun, A. S. Teja, *J. Chem. Eng. Data*, 48 (2003) 198 – 202.
- [72] F. S. Jerome, J. T. Tseng, L. T. Fan, *J. Chem. Eng. Data*, 13 (1968) 469 – 496.
- [73] A. Pal, W. Singh, *J. Chem. Eng. Data*, 42 (1997) 234 – 237.
- [74] A. Pal, P. N. Halder, W. Singh, *Indian J. Chem.*, 33 (1994) 154 – 158.
- [75] S. Harada, T. Nakajima, T. Komatsu, T. Nakagawa, *J. Solution Chem.*, 7 (1978) 463 – 474.
- [76] K. Kusano, J. Suurkuusk, I. Wadsö, *J. Chem. Thermodyn.*, 5 (1973) 757 – 767.

- [77] G. Douheret, M. Morenas, *Can. J. Chem.*, 57 (1979) 608 – 613.
- [78] M. Catrinciuc, O. Iulian, L. M. Omota, I. Nita, *Rev. Roum. Chim.*, 51 (2006) 1011 – 1018.
- [79] Y. L. Kao, C. J. Hsieh, M. H. Li, *J. Chem. Eng. Jpn.*, 40 (2007) 385 – 392.
- [80] D. Rudan – Tasic, C. Klofutar, *J. Mol. Liq.*, 103 (2003) 187 – 200.
- [81] N. G. Tsierkezos, M. M. Palaiologou, *Phys. Chem. Liq.*, 47 (2009) 447 – 459.
- [82] A. Pal, Y. P. Singh, *J. Chem. Eng. Data*, 41 (1996) 425.
- [83] R. J. Fort, W. R. Moore, *Trans. Faraday Soc.*, 61 (1965) 2102 – 2109.
- [84] J. Chandramouli, N. V. Choudary, A. Kriehnaiah, P. R. Naidu, *Fluid Phase Equilib.*, 8 (1982) 87 – 92.
- [85] R. Zehioua, Ch. Coquele, C. B. Soo, D. Richon, A. H. Meniai, *Thermochim. Acta*, 495 (2009) 72 – 80.
- [86] O. Redlich, D. M. Meyer, *Chem. Rev.*, 64 (1964) 221 – 227.
- [87] W. Zielenkiewicz, O. V. Kulikov, I. Kulis – Ćwikła, *J. Solution Chem.*, 22 (1993) 963 – 973.
- [88] C. de Visser, W. J. M. Heuvelsland, L. A. Dunn, G. Somsen, *J. Chem. Soc., Faraday Trans.1*, 74 (1978) 1159 – 1169.
- [89] G. Perron, J. E. Desnoyers, *Can. J. Chem.*, 59 (1981) 2599 – 2600.
- [90] S. Cabani, G. Conti, E. Matteoli, *J. Solution Chem.*, 8 (1979) 11 – 23.
- [91] A. G. Pasynski, *Acta Physicochim. U.R.S.S.*, 8 (1938) 385 – 418.
- [92] A. G. Pasynski, *Acta Physicochim. U.R.S.S.*, 22 (1947) 137 – 177.
- [93] T. J. Fortin, A. Laesecke, M. Freund, S. Outcalt, *J. Chem. Thermodyn.* 57 (2013) 276 – 285.
- [94] Anton Paar GmbH 5000 Density and Sound Velocity Analyzer Instruction Manual, Anton Paar GmbH, Graz (2003).
- [95] H. P. Bigg, *Brit. J. Appl. Phys.*, 18 (1967) 521 – 525.
- [96] G. S. Kell, *J. Chem. Eng. Data*, 12 (1967) 66 – 69.
- [97] G. S. Kell, *J. Chem. Eng. Data*, 20 (1975) 97 – 105.
- [98] G. S. Kell, E. W. Whalley, *J. Chem. Phys.*, 62 (1975) 3496 – 3503.
- [99] Materiały promocyjne firmy Optel (<https://optel.eu/manual/polska/opcard.html>) z dnia 31.05.2023
- [100] V. A. Del Grosso, C. W. Mader, *J. Acoust. Soc. Am.*, 52 (1972) 1442 – 1446.
- [101] J. Wawer, A. Pałecz, D. Warmińska, W. Grzybowski, *J. Mol. Liq.*, 149 (2009) 37 – 44.

- [102] M. L. Kijevčanin, E. M. Živkovic, B. D. Djordjevic, I. R. Radovic, J. Jovanovic, S. P. Šerbanovic, *J. Chem. Thermodyn.*, 56 (2013) 49 – 56.
- [103] J. G. Bleazard, T. F. Sun, R.D. Johnson, R. M. DiGuilio, A. S. Teja, *Fluid Phase Equilib.*, 117 (1996) 386 – 393.
- [104] J. W. Lee, S. B. H. Lee, *J. Chem. Eng. Data*, 45 (2000) 166 – 168.
- [105] S. K. Mehta, G. Ram, V. Kumar, K. K. Bhasin, *J. Chem. Thermodyn.*, 39 (2007) 781 – 790.
- [106] B. Hawrylak, K. Gracie, R. Palepu, *J. Solution Chem.*, 27 (1998) 17 – 31.
- [107] K. Zemankova, J. Troncoso, L. Romaniš. *Fluid Phase Equilib.*, 356 (2013) 1 – 10.
- [108] K. Klimaszewski, E. Stronka–Lewkowska, K. Soliwoda, A. Bald, *J. Mol. Liq.*, 215 (2016) 520 – 533.
- [109] M. Cocchi, A. Marchetti, L. Pigani, G. Sanna, L. Tassi, A. Ulrici, C. Zanardi, *Fluid Phase Equilib.*, 172 (2000) 93 – 104.
- [110] J. M. Bernal – García, A. Guzmán – López, A. Cabrales – Torres, V. Rico – Ramírez, G. A. Iglesias – Silva, *J. Chem. Eng. Data*, 53 (2008) 1024 – 1027.
- [111] A. Kumagi, H. Mochida, S. Takahashi, *J. Thermophys.*, 14 (1993) 45 – 53.
- [112] D. J. Sagdeev, M. G. Fomina, G. K. Mukhamedzyanov, L. M. Abdulagatov, *J. Thermophys.* 1 (2011) 1824 – 1843.
- [113] D. J. Sagdeev, M. G. Fomina, G. K. Mukhamedzanov, L. M. Abdulagatov, *Fluid Phase Equilib.*, 315 (2012) 64 – 76.
- [114] A. Ćwiklińska, M. Klimczak, W. J. Kinart, C. M. Kinart, *J. Chem. Thermodyn.*, 40 (2008) 476 – 482.
- [115] N. V. Sastry, M. C. Patel, *J. Chem. Eng. Data*, 48 (2003) 1019 – 1027.
- [116] T. M. Aminabhavi, B. Gopalakrishna, *J. Chem. Eng. Data*, 40 (1995) 856 – 861.
- [117] E. A. Mueller, P. Rasmussen, *J. Chem. Eng. Data*, 36 (1991) 214 – 217.
- [118] R. Francesconi, C. Castellari, F. Comelli, S. Ottani, *J. Chem. Eng. Data*, 49 (2004) 363 – 367.
- [119] C. Castellari, R. Francesconi, F. Comelli, *J. Chem. Eng. Data*, 49 (2004) 1032 – 1035.
- [120] W. V. Steele, R. D. Chirico, A. B. Cowell, S. E. Knipmeyer, A. Nguyen, *J. Chem. Eng. Data*, 47 (2002) 667 – 688.
- [121] C. Dethlefen, A. Hvidt, *J. Chem. Thermodyn.*, 17 (1985) 193 – 199.
- [122] C. Castellari, F. Comelli R. Francesconi, *Thermochim. Acta*, 413 (2004) 249 – 253.
- [123] S. K. Begum, R. J. Clarke, M. S. Ahmed, S. Begum, M. A. Saleh, *J. Chem. Eng. Data*, 56 (2011) 303 – 306.

- [124] M. Morenas, G. Douheret, *Thermochim. Acta*, 25 (1978) 217 – 224.
- [125] L. F. Chen, A. N. Soriano, M. H. Li, *J. Chem. Thermodyn.*, 41 (2009) 724 – 730.
- [126] A. M. Awwad, A. H. Al – Dujali, H. E. Salman, *Fluid Phase Equilib.*, 220 (2004) 153 – 160.
- [127] B. V. K. Naidu, K. C. Rao, M. C. S. Subha, *J. Chem. Eng. Data*, 48 (2003) 625 – 627.
- [128] B. V. K. Naidu, K. C. Rao, M. C. S. Subha, *J. Chem. Eng. Data*, 47 (2002) 379 – 382.
- [129] K. Klimaszewski, E. Stronka – Lewkowska, K. Abramczyk, A. Bald, *J. Chem. Thermodyn.*, 89 (2015) 212 – 222.
- [130] A. Valtz, M. Teodorescu, I. Wichterle, D. Richon, *Fluid Phase Equilib.*, 215 (2004) 129 – 142.
- [131] S. K. Begum, R. J. Clarke, M. S. Ahmed, S. Begum, M. A. Saleh, *J. Mol. Liq.*, 177 (2013) 11 – 18.
- [132] S. N. Bhattacharyya, D. Patterson, *Chem. Soc. Faraday Trans. 1*, 81 (1985) 375 – 385.
- [133] W. E. Acree Jr., *J. Chem. Eng. Data*, 28 (1983) 215 – 216.
- [134] G. W. Willard, *J. Acoust. Soc. Am.*, 19 (235) (1947) 234 – 241.
- [135] A. G. Petrov, *The Lyotropic State of Matter*, Gordon Breach Sci. Publ., Amsterdam (1999).
- [136] G. Czechowski, J. Jadzyn, *Z. Naturforsch. Sect. A*, 58a (2003) 317 – 320.
- [137] G. Czechowski, J. Jadzyn, *Z. Naturforsch. Sect. A*, 58a (2003) 321 – 324.
- [138] S. Fischer, *Wärme- und Stoffübertragung*, 20 (1986) 183.
- [139] G. Barone, P. Cacace, G. Castronuovo, V. Ella, *J. Chem. Soc Faraday Soc.*, 77 (1989) 1569 – 1577.
- [140] I. Lin, L. Marszall, *J. Colloid. Interface Sci.*, 57 (1976) 85 – 93.

I. Artykuły i rozdziały w książkach

Chemia fizyczna i organiczna

1. J. Lewkowski, E. Stronka-Lewkowska, **“Addition of Dialkyl and Diaryl Phosphites to N-(ortho-Substituted Phenyl) Terephthalic Schiff Bases. The Stereochemical Behaviour”**, *Phosphorus Sulfur Silicon*, **181(6)**, 1323-1330 (2006).
2. J. Lewkowski, R. Karpowicz, E. Stronka-Lewkowska, R. Skowroński, **“Synthesis of New Cholesteryl and Adenosinyl Esters of 2-Furyl-N-Phenylaminophosphonous Acids”**, *Phosphorus Sulfur Silicon*, **183**, 1455-1460 (2008).
3. K. Klimaszewski, E. Stronka-Lewkowska, K. Abramczyk, A. Bald, **„Acoustic and volumetric studies on (triethylene glycol + water) mixtures in a wide temperature range”**, *J. Chem. Thermodynamics*, **89**, 212–222 (2015).
4. K. Klimaszewski, E. Stronka-Lewkowska, I. Trzcińska, A. Bald, **„Volumetric and acoustic studies on (tetraethylene glycol + water) mixtures in a wide temperature range”**, *J. Chem. Thermodynamics*, **85**, 191–201 (2015).
5. K. Klimaszewski, E. Stronka-Lewkowska, K. Soliwoda, A. Bald, **„Acoustic and volumetric studies on water + diethylene glycol mixtures in a wide temperature range. Comparison with mixtures of water with tri- and tetraethylene glycol”**, *J. Mol. Liq.*, **215**, 520–533 (2016).
6. K. Klimaszewski, E. Stronka-Lewkowska, A. Bald, **“Speed of sound and density of water + 1,5-pentanediol mixtures in a wide temperature range. Comparison with mixtures of water with diethylene glycol, propoxyethanol and diethylene glycol dimethyl ether”**, *J. Chem. Thermodynamics*, **115**, 119-132 (2017).

Dydaktyka chemii i popularyzacja nauki

1. A.M. Wasiak, A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **“Kilka uwag o nowych standardach kształcenia nauczycieli.”** W: *Pedagogiczno- psychologiczne kształcenie nauczycieli*. E. Sałata (red.). Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy. Radom 2005. pp. 205-207. ISBN 83-7204-471-6.
2. A. Wasiak, A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **„Znaczenie dydaktyki chemii w przygotowaniu do zawodu nauczyciela chemii”**, W: *Współczesne problemy*

- pedeutologii i edukacji*. E. Sałata S. Ośko (red.). Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy. Radom 2007. pp. 160-163. ISBN 978-83-7204-649-9.
3. E. Stronka-Lewkowska, **„Chromatografia w życiu codziennym. Scenariusz eksperymentalnej lekcji chemii z zastosowaniem substancji używanych w życiu codziennym”**, Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, Seria: Chemia i Ochrona Środowiska (pod red. W. Śliwy i Cz. Puchały), Częstochowa 2008, str. 145-153.
 4. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **„Przegląd kształcenia nauczycieli w szkołach wyższych od 2004 roku”**, W: *Problemy dokształcania i doskonalenia zawodowego nauczycieli*. E. Sałata (red.). Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy. Radom 2009. pp. 216-219. ISBN 978-83-7204-851-6.
 5. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **„Scenariusz i konspekt lekcji jako pomoc w organizacji pracy nauczyciela”**, W: *Problemy dokształcania i doskonalenia zawodowego nauczycieli*. E. Sałata (red.). Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy. Radom 2009. pp. 374-376. ISBN 978-83-7204-851-6.
 6. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **„Zajęcia eksperymentalne z chemii w ocenie uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych”**, W: *Chemia bliżej życia. Dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji*, red. H. Gulińska, Sowa, Poznań 2009, 167-170.
 7. E. Stronka-Lewkowska, **„Oskarżony polimer. Scenariusz lekcji”**, *Chemia w szkole*, **56(2)**, 39 (2010).
 8. E. Stronka-Lewkowska, **„Bądź świadomym konsumentem”**, w *Praktyczne aspekty edukacji przyrodniczej*, pr. zbior. pod red. E. Szkurlat, WUŁ, Łódź, 2011, str. 105-112.
 9. J. Lewkowski, E. Stronka-Lewkowska, **„Statyny jako leki obniżające poziom cholesterolu”**, *Chemia w szkole*, **59(3)**, 13-17 (2013).
 10. J. Lewkowski, E. Stronka-Lewkowska, **„Struktura Salwarsanu 606 – nowe odkrycie po 95 latach”**, *Chemia w szkole*, **59(3)**, 17-18 (2013).
 11. E. Stronka-Lewkowska, J. Lewkowski, R. Zakrzewski, **„Chiralność – czym ona właściwie jest?”**, *Chemia w szkole*, **63(1)**, 33-40 (2017).
 12. E. Stronka-Lewkowska, P. Seliger **Warsztaty szkolne prowadzone w SP 101 im. J. Kochanowskiego w Łodzi.**

13. Wykonawca: w projekcie pn. "Modelowe kształcenie przyszłych nauczycieli przedmiotów matematyczno-przyrodniczych w Uniwersytecie Łódzkim" współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój: realizowany przez Uniwersytet Łódzki w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr POWR.03.01.00-IP.08-00-pkn/18, na podstawie umowy nr POWR.03.01.00-00-KN53/18-00 z dnia 12.12.2018 r.
14. Wykonawca w projekcie pn. "Kształtowanie kompetencji kluczowych poprzez zajęcia eksperymentalne z chemii dla niestandardowych odbiorców szkolnictwa wyższego" współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój: realizowany przez Uniwersytet Łódzki w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr POWR.03.01.00-IP.08-00-3MU/18, na podstawie umowy nr POWR.03.01.00-00-T173/18 z dnia 21.03.2019 r.

II. Konferencje

Chemia fizyczna

1. A. Florczak, E. Stronka-Lewkowska, A. Bald, **“Konduktometryczne badania roztworów wybranych elektrolitów w mieszaninach woda – 2-metoksyetanol o dużej zawartości wody”**, poster na XLVIII Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Poznań 18-22 września 2005.
2. A. Florczak, E. Stronka-Lewkowska, D. Chęcińska-Majak, A. Bald, **“Wolumetryczne i refraktometryczne własności mieszanin H_2O –2-etoksyetanol, H_2O –2-propoksyetanol i H_2O –2-butoksyetanol”**, poster na XLIX Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Gdańsk 18-22 września 2006.
3. E. Stronka-Lewkowska, A. Florczak, E. Deka, A. Bald, **“Lepkość mieszanin woda-glikol dietylenowy, woda-glikol trietylenowy oraz woda-glikol tetraetylenowy”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.
4. E. Stronka-Lewkowska, A. Bald, J. Benko, A. Florczak, **“Konduktometryczne badania roztworów elektrolitów w mieszaninach dietylenoglikol-woda o dużej zawartości wody”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.

5. E. Stronka-Lewkowska, A. Bald, J. Benko, A. Florczak, **“Współczynnik Kirkwooda w mieszaninach wody z di-, tri- i tetraetylenoglikolem w temperaturze 298,15 K”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.
6. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, A. Jedyk, A. Bald, **“Refraktometryczne badania mieszanin wody z etylenodiolami $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{CH}_2\text{OH}$ ($n=1,2,3$)”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.
7. A. Wypych-Stasiewicz, D. Chęcińska-Majak, E. Stronka-Lewkowska, A. Bald, **“Densymetryczne badania mieszanin wody z di-, tri- i tetraetylenoglikolami”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.
8. K. Klimaszewski, A. Bald, E. Stronka-Lewkowska, **„Wolumetryczne i akustyczne badania mieszanin wody z glikolem di-, tri- i tetraetylenowym w szerokim zakresie temperatur”**, poster na 58 Zjeździe Naukowym PTChem, Gdańsk, 21-25 września 2015.

Dydaktyka chemii

1. A.M. Wasiak, A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **“Kilka uwag o nowych standardach kształcenia nauczycieli”**, komunikat na Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej *“Pedagogiczno-psychologiczne kształcenie nauczycieli”*, Radom, 17-18 listopada 2005.
2. A. Wypych-Stasiewicz, A. Chmielewska, E. Stronka-Lewkowska, A.M. Wasiak, **„Kształcenie nauczycieli chemii według nowych standardów na Uniwersytecie Łódzkim”**, poster na IV Dolnośląskiej Konferencji Naukowo-Metodycznej *“Nauczyciel z pasją – szansą edukacji. Wokół kształcenia nauczycieli w szkole wyższej”*, Wrocław, 27 czerwca 2005.
3. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, A. Wasiak, **„Rola pedagogicznych praktyk śródrocznych w przygotowaniu do zawodu nauczyciela w ocenie studentów chemii Uniwersytetu Łódzkiego”**, poster na 50 Jubileuszowym Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Toruń 9-12 września 2007.
4. A. Wasiak, A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, **„Znaczenie dydaktyki chemii w przygotowaniu do zawodu nauczyciela chemii”**, komunikat na

- Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „**Współczesne problemy pedeutologii i edukacji**”, Radom, 22-23 listopada 2007.
5. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, „**Rola pedagogicznych praktyk śródrocznych w przygotowaniu do zawodu nauczyciela w ocenie studentów UŁ**”, poster na 52 Zjeździe Naukowym PTCh i SIiTPCh, Łódź 12-16 września 2009.
 6. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, „**Scenariusz i konspekt lekcji jako pomoc w organizacji pracy nauczyciela**”, komunikat na Międzynarodowej Konferencji Naukowej „*Problemy kształcenia i doskonalenia zawodowego nauczycieli*”, Radom, 19-20 listopada 2009.
 7. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, „**Przegląd kształcenia nauczycieli w szkołach wyższych od 2004 roku**”, komunikat na Międzynarodowej Konferencji Naukowej „*Problemy kształcenia i doskonalenia zawodowego nauczycieli*”, Radom, 19-20 listopada 2009.
 8. A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, „**Zajęcia eksperymentalne z chemii w ocenie uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych**”, XIV Szkoła Problemów Dydaktyki Chemii, Boszkowo, 4-7 czerwca 2009.
 9. M. Jaksender, R. Zakrzewski, E. Stronka-Lewkowska, „**Metody bilansowania równań reakcji redoks dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych**”, komunikat na 12. Międzynarodowym Seminarium Doktoranckim z Zakresu Dydaktyki Chemii, Kraków, 1-2 lipca 2016.
 10. E. Stronka-Lewkowska, M. Jaksender, R. Zakrzewski, **Projekt „Eksperyment to zabawa”, czyli chemia dla przedszkolaków. Prestidigitatorstwo czy edukacja?**, komunikat na 12. Międzynarodowym Seminarium Doktoranckim z Zakresu Dydaktyki Chemii, Kraków, 1-2 lipca 2016.
 11. R. Zakrzewski, M. Jaksender, K. Prawicki, L. Leszczyński, A. Wypych-Stasiewicz, E. Stronka-Lewkowska, „**Umiejętność bilansowania równań redoks w arkuszach maturalnych z chemii**”, wykład na 59 Zjeździe Naukowym PTChem, Poznań, 19-23 września 2016.
 12. M. Jaksender, R. Zakrzewski, E. Stronka-Lewkowska, „**Pasta dla słonia w szkolnym laboratorium chemicznym**”, poster na 59 Zjeździe Naukowym PTChem, Poznań, 19-23 września 2016.

ZAŁĄCZNIKI

Tabela 1. Eksperymentalne wartości gęstości (ρ) wodnych roztworów 1,5-pentanodiolu (x_2) w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,999965	0,999698	0,999099	0,998204	0,997043	0,995643	0,994026	0,992208	0,990201	0,988027	0,985682	0,983186
0,0050	0,999890	0,999550	0,998880	0,997920	0,996700	0,995240	0,993570	0,991700	0,989650	0,987420	0,985030	0,982480
0,0101	1,000220	0,999780	0,999030	0,997990	0,996700	0,995180	0,993540	0,991520	0,989410	0,987120	0,984700	0,982090
0,0196	1,001390	1,000730	0,999790	0,998580	0,997130	0,995460	0,993600	0,991540	0,989310	0,986930	0,984400	0,981690
0,0251	1,002340	1,001540	1,000470	0,999150	0,997610	0,995870	0,993930	0,991820	0,989530	0,987060	0,984490	0,981700
0,0304	1,003390	1,002410	1,001250	0,999800	0,998170	0,996330	0,994320	0,992130	0,989770	0,987260	0,984600	0,981740
0,0500	1,006630	1,005190	1,003560	1,001740	0,999750	0,997590	0,995280	0,992810	0,990210	0,987480	0,984620	0,981630
0,0769	1,009880	1,007890	1,005760	1,003500	1,001110	0,998600	0,995980	0,993240	0,990380	0,987420	0,984360	0,981190
0,1002	1,012010	1,009640	1,007250	1,004720	1,002090	0,999370	0,996540	0,993630	0,990620	0,987520	0,984330	0,981040
0,1438	1,013870	1,011180	1,008430	1,005610	1,002720	0,999750	0,996710	0,993610	0,990420	0,987170	0,983840	0,980430
0,1845	1,014450	1,011580	1,008630	1,005620	1,002560	0,999440	0,996260	0,993020	0,989720	0,986360	0,982940	0,979440
0,2503	1,014000	1,010960	1,007900	1,004770	1,001620	0,998420	0,995170	0,991870	0,988520	0,985120	0,981660	0,978150
0,3000	1,013140	1,010060	1,006940	1,003780	1,000580	0,997340	0,994060	0,990740	0,987370	0,983930	0,980460	0,976990
0,3343	1,012590	1,009430	1,006200	1,003140	0,999900	0,996610	0,993370	0,989990	0,986640	0,983170	0,979700	0,976210
0,4171	1,010690	1,007580	1,004470	1,001320	0,998140	0,994930	0,991680	0,988350	0,985020	0,981650	0,978260	0,974800
0,4540	1,009800	1,006710	1,003590	1,000440	0,997250	0,994030	0,990780	0,987500	0,984190	0,980830	0,977430	0,973980
0,5003	1,008700	1,005600	1,002500	0,999300	0,996200	0,993000	0,989800	0,986600	0,983300	0,980000	0,976600	0,973200
0,5362	1,007800	1,004700	1,001600	0,998500	0,995400	0,992200	0,989100	0,985800	0,982600	0,979300	0,976000	0,972600
0,6177	1,006000	1,003000	0,999900	0,996900	0,993800	0,990700	0,987600	0,984400	0,981200	0,978000	0,974800	0,971500
0,6478	1,005300	1,002300	0,999300	0,996300	0,993200	0,990100	0,987000	0,983900	0,980700	0,977500	0,974300	0,971000
0,7025	1,004200	1,001200	0,998200	0,995200	0,992200	0,989200	0,986100	0,983000	0,979900	0,976700	0,973600	0,970300
0,7504	1,003300	1,000300	0,997400	0,994400	0,991400	0,988400	0,985300	0,982300	0,979200	0,976100	0,972900	0,969700
0,7927	1,002500	0,999400	0,996500	0,993600	0,990600	0,987600	0,984600	0,981600	0,978500	0,975400	0,972300	0,969100
0,8605	1,001100	0,998100	0,995200	0,992300	0,989300	0,986400	0,983400	0,980400	0,977400	0,974400	0,971300	0,968100
0,9004	1,000200	0,997300	0,994400	0,991500	0,988600	0,985700	0,982700	0,979700	0,976700	0,973700	0,970700	0,967600
0,9496	0,999100	0,996100	0,993300	0,990400	0,987500	0,984600	0,981700	0,978800	0,975800	0,972800	0,969900	0,966700
1	0,998000	0,995000	0,992200	0,989300	0,986500	0,983600	0,980700	0,977800	0,974900	0,971900	0,969000	0,965900

Tabela 2. Eksperymentalne wartości gęstości (ρ) wodnych roztworów glikolu dietylenowego (x_2) w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,999965	0,999698	0,999099	0,998204	0,997043	0,995643	0,994026	0,992208	0,990201	0,988027	0,985682	0,983186
0,01010	1,008328	1,007855	1,007074	1,006022	1,004721	1,003193	1,001461	0,999536	0,997433	0,995161	0,992732	0,990152
0,02040	1,016462	1,015756	1,014774	1,013545	1,012088	1,010417	1,008556	1,006513	1,004300	1,001928	0,999403	0,996738
0,04000	1,030735	1,029576	1,028200	1,026622	1,024851	1,022901	1,020786	1,018510	1,016083	1,013513	1,010804	1,007974
0,06150	1,044485	1,042875	1,041097	1,039159	1,037060	1,034818	1,032434	1,029914	1,027263	1,024487	1,021534	1,018581
0,07980	1,054545	1,052598	1,050518	1,048311	1,045953	1,043433	1,040925	1,038221	1,035400	1,032465	1,029414	1,026272
0,10001	1,064213	1,061961	1,059602	1,057105	1,054559	1,051879	1,049095	1,046209	1,043223	1,040136	1,036953	1,033676
0,15020	1,082440	1,079654	1,076816	1,073903	1,070883	1,067806	1,064692	1,061479	1,058186	1,054809	1,051375	1,047870
0,19950	1,094706	1,091616	1,088475	1,085284	1,082035	1,078733	1,075374	1,071958	1,068483	1,064946	1,061354	1,057704
0,30100	1,109399	1,106009	1,102496	1,099098	1,095628	1,092102	1,088537	1,084932	1,081287	1,077597	1,073864	1,070084
0,40380	1,117032	1,113540	1,110027	1,106486	1,102918	1,099320	1,095692	1,092034	1,088344	1,084619	1,080858	1,077061
0,50001	1,120909	1,117398	1,113856	1,110312	1,106733	1,103112	1,099463	1,095794	1,092102	1,088384	1,084639	1,080860
0,59840	1,123328	1,119797	1,116246	1,112676	1,109080	1,105471	1,101830	1,098185	1,094509	1,090807	1,087058	1,083305
0,69910	1,124772	1,121247	1,117699	1,114137	1,110555	1,106952	1,103334	1,099698	1,096039	1,092358	1,088663	1,084951
0,75110	1,125458	1,121925	1,118381	1,114823	1,111247	1,107653	1,104046	1,100415	1,096766	1,093094	1,089399	1,085679
0,83581	1,126232	1,122713	1,119178	1,115628	1,112059	1,108470	1,104872	1,101257	1,097622	1,093968	1,090292	1,086597
0,89270	1,126689	1,123172	1,119635	1,116088	1,112522	1,108946	1,105353	1,101744	1,098115	1,094476	1,090803	1,087120
0,91980	1,126752	1,123230	1,119689	1,116136	1,112578	1,109012	1,105436	1,101842	1,098224	1,094585	1,090919	1,087238
0,94860	1,126926	1,123411	1,119883	1,116337	1,112768	1,109190	1,105601	1,101998	1,098378	1,094743	1,091088	1,087413
0,98001	1,127087	1,123550	1,120018	1,116469	1,112911	1,109340	1,105753	1,102151	1,098539	1,094905	1,091250	1,087601
1	1,127178	1,123660	1,120127	1,116583	1,113025	1,109455	1,105872	1,102274	1,098660	1,095030	1,091383	1,087716

Tabela 3. Eksperymentalne wartości gęstości (ρ) wodnych roztworów glikolu trietylenowego (x_2) w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,999965	0,999698	0,999099	0,998204	0,997043	0,995643	0,994026	0,992208	0,990201	0,988027	0,985682	0,983186
0,01071	1,013307	1,012653	1,011719	1,010533	1,009152	1,007527	1,005700	1,003694	1,001514	0,999177	0,996693	0,994065
0,02041	1,024392	1,023405	1,022175	1,020726	1,019125	1,017291	1,015270	1,013088	1,010746	1,008259	1,005638	1,002886
0,03972	1,043405	1,041831	1,040073	1,038141	1,036101	1,033872	1,031490	1,028974	1,026324	1,023558	1,020667	1,017675
0,04979	1,051970	1,050129	1,048128	1,045972	1,043715	1,041298	1,038745	1,036069	1,033271	1,030371	1,027350	1,024240
0,06996	1,066643	1,064346	1,061931	1,059386	1,056746	1,053998	1,051146	1,048188	1,045130	1,041993	1,038742	1,035424
0,09424	1,080565	1,077848	1,075048	1,072144	1,069140	1,066077	1,062940	1,059716	1,056411	1,053042	1,049576	1,046055
0,14815	1,100994	1,097710	1,094389	1,090998	1,087524	1,084031	1,080499	1,076910	1,073267	1,069567	1,065819	1,062017
0,20056	1,112251	1,108705	1,105141	1,101526	1,097869	1,094183	1,090467	1,086714	1,082920	1,079068	1,075203	1,071276
0,25017	1,118669	1,115004	1,111325	1,107607	1,103885	1,100117	1,096320	1,092497	1,088640	1,084728	1,080818	1,076844
0,29876	1,122733	1,119011	1,115274	1,111507	1,107755	1,103950	1,100116	1,096262	1,092378	1,088448	1,084517	1,080531
0,34919	1,125607	1,121856	1,118089	1,114298	1,110521	1,106698	1,102849	1,098979	1,095085	1,091154	1,087214	1,083230
0,39246	1,127400	1,123636	1,119856	1,116057	1,112259	1,108428	1,104574	1,100698	1,096802	1,092875	1,088933	1,084955
0,45021	1,129181	1,125409	1,121618	1,117814	1,113992	1,110156	1,106299	1,102421	1,098526	1,094607	1,090665	1,086697
0,48768	1,130078	1,126302	1,122508	1,118701	1,114868	1,111029	1,107171	1,103293	1,099400	1,095484	1,091545	1,087583
0,50035	1,130346	1,126569	1,122773	1,118966	1,115129	1,111290	1,107432	1,103553	1,099661	1,095747	1,091809	1,087849
0,57390	1,131636	1,127851	1,124046	1,120230	1,116385	1,112541	1,108682	1,104804	1,100916	1,097006	1,093076	1,089126
0,58002	1,131726	1,127941	1,124135	1,120318	1,116473	1,112629	1,108769	1,104891	1,101003	1,097094	1,093165	1,089215
0,65099	1,132630	1,128835	1,125018	1,121190	1,117347	1,113498	1,109635	1,105757	1,101871	1,097964	1,094043	1,090101
0,64655	1,132580	1,128786	1,124970	1,121143	1,117299	1,113450	1,109588	1,105710	1,101824	1,097916	1,093995	1,090053
0,70076	1,133138	1,129336	1,125511	1,121675	1,117833	1,113981	1,110116	1,106237	1,102351	1,098445	1,094529	1,090592
0,74705	1,133542	1,129733	1,125901	1,122058	1,118216	1,114361	1,110493	1,106613	1,102727	1,098821	1,094908	1,090974
0,76768	1,133705	1,129892	1,126057	1,122213	1,118369	1,114512	1,110644	1,106763	1,102876	1,098971	1,095059	1,091127

c.d. Tabela 3. Eksperymentalne wartości gęstości (ρ) wodnych roztworów glikolu trietylenowego (x_2) w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,82000	1,134079	1,130259	1,126418	1,122569	1,118718	1,114858	1,110987	1,107105	1,103216	1,099312	1,095401	1,091471
0,87922	1,134452	1,130624	1,126777	1,122927	1,119063	1,115198	1,111324	1,107440	1,103548	1,099645	1,095733	1,091805
0,86235	1,134350	1,130524	1,126679	1,122829	1,118969	1,115105	1,111233	1,107349	1,103458	1,099555	1,095643	1,091715
0,89755	1,134559	1,130729	1,126881	1,123030	1,119162	1,115295	1,111421	1,107535	1,103642	1,099740	1,095826	1,091900
0,92029	1,134690	1,130857	1,127007	1,123154	1,119282	1,115413	1,111537	1,107650	1,103756	1,099853	1,095938	1,092012
0,95139	1,134864	1,131027	1,127174	1,123318	1,119442	1,115569	1,111690	1,107801	1,103905	1,100001	1,096085	1,092159
0,96921	1,134964	1,131124	1,127268	1,123409	1,119533	1,115657	1,111776	1,107886	1,103989	1,100084	1,096166	1,092241
1	1,135136	1,131291	1,127429	1,123562	1,119690	1,115809	1,111924	1,108031	1,104132	1,100224	1,096304	1,092378

Tabela 4. Eksperymentalne wartości gęstości (ρ) wodnych roztworów glikolu tetraetylenowego (x_2) w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,999965	0,999698	0,999099	0,998204	0,997043	0,995643	0,994026	0,992208	0,990201	0,988027	0,985682	0,983186
0,01160	1,018941	1,018155	1,017079	1,015749	1,014303	1,012579	1,010659	1,008561	1,006251	1,003818	1,001244	0,998510
0,02030	1,031274	1,030119	1,028707	1,027072	1,025367	1,023397	1,021249	1,018942	1,016427	1,013810	1,011068	1,008169
0,04061	1,055352	1,053436	1,051333	1,049077	1,046754	1,044249	1,041613	1,038856	1,035932	1,032929	1,029826	1,026595
0,06052	1,073218	1,070731	1,068111	1,065391	1,062565	1,059644	1,056628	1,053521	1,050290	1,046990	1,043605	1,040123
0,08061	1,086767	1,083862	1,080865	1,077803	1,074606	1,071377	1,068077	1,064710	1,061250	1,057727	1,054130	1,050463
0,10240	1,097769	1,094548	1,091264	1,087936	1,084471	1,081009	1,077491	1,073925	1,070288	1,066592	1,062831	1,059022
0,15111	1,113073	1,109469	1,105834	1,102172	1,098433	1,094697	1,090916	1,087112	1,083253	1,079348	1,075396	1,071418
0,20062	1,121278	1,117514	1,113728	1,109914	1,106098	1,102249	1,098361	1,094459	1,090510	1,086524	1,082506	1,078466
0,25001	1,125884	1,122055	1,118204	1,114324	1,110479	1,106580	1,102648	1,098703	1,094723	1,090711	1,086674	1,082617
0,30121	1,128729	1,124877	1,121000	1,117096	1,113226	1,109301	1,105351	1,101385	1,097398	1,093382	1,089345	1,085288
0,40240	1,131711	1,127856	1,123972	1,120070	1,116154	1,112214	1,108260	1,104285	1,100309	1,096306	1,092284	1,088241
0,49640	1,133141	1,129284	1,125396	1,121496	1,117561	1,113623	1,109673	1,105705	1,101739	1,097752	1,093746	1,089720
0,59851	1,134109	1,130235	1,126330	1,122411	1,118475	1,114537	1,110585	1,106623	1,102662	1,098684	1,094691	1,090681
0,70181	1,134759	1,130859	1,126930	1,122985	1,119048	1,115103	1,111144	1,107181	1,103216	1,099240	1,095255	1,091256
0,75900	1,135014	1,131102	1,127161	1,123206	1,119263	1,115312	1,111349	1,107383	1,103415	1,099440	1,095456	1,091461
0,82010	1,135225	1,131302	1,127353	1,123392	1,119438	1,115480	1,111515	1,107544	1,103574	1,099598	1,095615	1,091624
0,83530	1,135270	1,131345	1,127394	1,123433	1,119476	1,115516	1,111550	1,107578	1,103607	1,099632	1,095649	1,091659
0,88040	1,135396	1,131465	1,127510	1,123548	1,119580	1,115616	1,111649	1,107674	1,103701	1,099725	1,095743	1,091755
0,92370	1,135519	1,131581	1,127622	1,123658	1,119682	1,115714	1,111744	1,107767	1,103794	1,099816	1,095835	1,091847
0,97190	1,135683	1,131734	1,127768	1,123799	1,119817	1,115844	1,111870	1,107890	1,103916	1,099936	1,095952	1,091965
1	1,135805	1,131848	1,127875	1,123898	1,119917	1,115941	1,111962	1,107981	1,104005	1,100022	1,096037	1,092048

Tabela 5. Wartości współczynników dobieralnych (A_j) równania Redlicha–Kistera (52), opisującego zależność $V_m^E = f(x_2)$ układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$T/[K]$	$A_1 \cdot 10^6$	$A_2 \cdot 10^6$	$A_3 \cdot 10^6$	$A_4 \cdot 10^6$	$A_5 \cdot 10^6$	$A_6 \cdot 10^6$
278,15	-2,49693	-0,77683	-1,38332	-1,44702	1,12241	2,35402
283,15	-2,39750	-0,64239	-1,22187	-1,45973	0,94258	2,40507
288,15	-2,25605	-0,58168	-1,15954	-1,20189	0,92048	2,07482
293,15	-2,14335	-0,51140	-1,14202	-0,93822	0,91606	1,78307
298,15	-2,01332	-0,45972	-1,03911	-0,83673	0,90625	1,56380
303,15	-1,89781	-0,39620	-1,02063	-0,65797	0,85505	1,38749
308,15	-1,79421	-0,32456	-0,89017	-0,68869	0,72800	1,40390
313,15	-1,67352	-0,26111	-0,91515	-0,59324	0,79055	1,24610
318,15	-1,55602	-0,23049	-0,88716	-0,43959	0,83775	1,00249
323,15	-1,45455	-0,16369	-0,84636	-0,39073	0,73459	1,00236
328,15	-1,33315	-0,07377	-0,75081	-0,67942	0,63244	1,30871
333,15	-1,23795	-0,04146	-0,78889	-0,50033	0,75474	1,07815

Tabela 6. Wartości współczynników dobieralnych (A_j) równania Redlicha–Kistera (52), opisującego zależność $V_m^E = f(x_2)$ układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$T/[K]$	$A_1 \cdot 10^6$	$A_2 \cdot 10^6$	$A_3 \cdot 10^6$	$A_4 \cdot 10^6$	$A_5 \cdot 10^6$	$A_6 \cdot 10^6$
278,15	-2,81829	-1,84352	-1,35702	-0,96430	1,15521	1,73791
283,15	-2,72126	-1,76869	-1,25705	-0,81130	1,08550	1,55512
288,15	-2,63226	-1,68058	-1,14989	-0,75870	0,97695	1,45556
293,15	-2,55347	-1,63112	-1,07747	-0,60814	0,91666	1,26949
298,15	-2,47971	-1,58216	-1,00683	-0,48102	0,84384	1,09737
303,15	-2,40977	-1,53097	-0,94456	-0,40356	0,77261	0,98448
308,15	-2,34274	-1,48393	-0,89865	-0,32826	0,70325	0,86101
313,15	-2,28163	-1,43489	-0,84528	-0,28420	0,63041	0,77788
318,15	-2,22376	-1,39044	-0,79539	-0,23924	0,56207	0,69424
323,15	-2,16809	-1,34959	-0,74796	-0,18678	0,49743	0,60648
328,15	-2,11315	-1,31249	-0,72312	-0,13993	0,47272	0,52224
333,15	-2,06244	-1,26425	-0,67658	-0,14762	0,40099	0,49331

Tabela 7. Wartości współczynników dobieralnych (A_j) równania Redlicha– Kistera (52), opisującego zależność $V_m^E = f(x_2)$ układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$T/[K]$	$A_1 \cdot 10^6$	$A_2 \cdot 10^6$	$A_3 \cdot 10^6$	$A_4 \cdot 10^6$	$A_5 \cdot 10^6$	$A_6 \cdot 10^6$
278,15	-3,01087	-2,47705	-2,63126	-2,70452	1,18907	2,65020
283,15	-2,92293	-2,37067	-2,50099	-2,58891	1,15657	2,56518
288,15	-2,84535	-2,27814	-2,37875	-2,49064	1,10772	2,48936
293,15	-2,77598	-2,19355	-2,24836	-2,38974	1,02726	2,40369
298,15	-2,71098	-2,14446	-2,16497	-2,12420	1,01193	2,09858
303,15	-2,65384	-2,07672	-2,06137	-1,99530	0,93856	1,95328
308,15	-2,59967	-2,01145	-1,96692	-1,89839	0,86769	1,83894
313,15	-2,54871	-1,95342	-1,88353	-1,79613	0,80719	1,71567
318,15	-2,50169	-1,89484	-1,80512	-1,70607	0,74978	1,59805
323,15	-2,45604	-1,83783	-1,71172	-1,62073	0,65957	1,48241
328,15	-2,41287	-1,79114	-1,65858	-1,51538	0,62283	1,35554
333,15	-2,36960	-1,74132	-1,58232	-1,43363	0,54850	1,23746

Tabela 8. Wartości współczynników dobieralnych (A_j) równania Redlicha– Kistera (52), opisującego zależność $V_m^E = f(x_2)$ układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$T/[K]$	$A_1 \cdot 10^6$	$A_2 \cdot 10^6$	$A_3 \cdot 10^6$	$A_4 \cdot 10^6$	$A_5 \cdot 10^6$	$A_6 \cdot 10^6$
278,15	-3,41474	-2,88378	-3,43211	-4,08131	0,51401	2,59963
283,15	-3,34158	-2,77728	-3,25515	-3,89253	0,49315	2,50929
288,15	-3,27436	-2,68399	-3,09398	-3,74241	0,46944	2,44877
293,15	-3,21385	-2,59681	-2,92358	-3,63010	0,40190	2,41352
298,15	-3,15595	-2,55282	-2,84690	-3,30027	0,46583	2,10744
303,15	-3,10114	-2,48198	-2,74751	-3,15619	0,46110	1,99375
308,15	-3,05021	-2,41964	-2,63643	-3,00947	0,42129	1,88066
313,15	-3,00059	-2,35629	-2,55662	-2,89772	0,41818	1,78368
318,15	-2,95610	-2,29246	-2,46059	-2,81306	0,39999	1,72938
323,15	-2,91204	-2,23303	-2,37138	-2,70023	0,36929	1,63527
328,15	-2,86827	-2,18056	-2,28825	-2,57590	0,34071	1,52420
333,15	-2,82316	-2,13044	-2,22592	-2,48384	0,33447	1,46038

Tabela 9. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {1,5-pentanodiolu (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,0135	-0,0122	-0,0113	-0,0105	-0,0097	-0,0089	-0,0081	-0,0073	-0,0066	-0,0058	-0,0047	-0,0039
0,010	-0,0276	-0,0251	-0,0232	-0,0215	-0,0198	-0,0182	-0,0166	-0,0150	-0,0136	-0,0120	-0,0099	-0,0083
0,015	-0,0422	-0,0385	-0,0356	-0,0329	-0,0304	-0,0280	-0,0255	-0,0230	-0,0209	-0,0185	-0,0155	-0,0130
0,020	-0,0573	-0,0523	-0,0485	-0,0448	-0,0413	-0,0381	-0,0347	-0,0315	-0,0285	-0,0254	-0,0214	-0,0182
0,025	-0,0728	-0,0666	-0,0617	-0,0570	-0,0526	-0,0485	-0,0443	-0,0402	-0,0364	-0,0325	-0,0277	-0,0236
0,030	-0,0887	-0,0813	-0,0752	-0,0695	-0,0641	-0,0592	-0,0541	-0,0491	-0,0446	-0,0399	-0,0342	-0,0294
0,035	-0,1048	-0,0962	-0,0890	-0,0823	-0,0759	-0,0700	-0,0641	-0,0583	-0,0529	-0,0475	-0,0410	-0,0353
0,040	-0,1211	-0,1113	-0,1030	-0,0952	-0,0878	-0,0811	-0,0743	-0,0677	-0,0615	-0,0553	-0,0480	-0,0416
0,045	-0,1376	-0,1266	-0,1171	-0,1083	-0,0999	-0,0923	-0,0847	-0,0772	-0,0701	-0,0632	-0,0552	-0,0479
0,050	-0,1541	-0,1421	-0,1314	-0,1215	-0,1121	-0,1036	-0,0951	-0,0868	-0,0789	-0,0712	-0,0625	-0,0545
0,055	-0,1708	-0,1576	-0,1457	-0,1348	-0,1244	-0,1149	-0,1057	-0,0965	-0,0878	-0,0793	-0,0699	-0,0612
0,060	-0,1874	-0,1731	-0,1601	-0,1482	-0,1367	-0,1263	-0,1162	-0,1063	-0,0967	-0,0875	-0,0774	-0,0679
0,065	-0,2040	-0,1886	-0,1744	-0,1615	-0,1490	-0,1378	-0,1268	-0,1161	-0,1056	-0,0957	-0,0850	-0,0748
0,070	-0,2205	-0,2041	-0,1887	-0,1748	-0,1613	-0,1492	-0,1374	-0,1259	-0,1146	-0,1039	-0,0926	-0,0817
0,075	-0,2369	-0,2195	-0,2029	-0,1880	-0,1736	-0,1605	-0,1480	-0,1357	-0,1235	-0,1122	-0,1002	-0,0887
0,080	-0,2532	-0,2347	-0,2171	-0,2012	-0,1857	-0,1718	-0,1585	-0,1454	-0,1325	-0,1204	-0,1079	-0,0956
0,085	-0,2693	-0,2498	-0,2311	-0,2142	-0,1978	-0,1831	-0,1689	-0,1551	-0,1413	-0,1286	-0,1155	-0,1026
0,090	-0,2852	-0,2648	-0,2449	-0,2271	-0,2097	-0,1942	-0,1793	-0,1647	-0,1502	-0,1367	-0,1230	-0,1095
0,095	-0,3008	-0,2795	-0,2585	-0,2398	-0,2215	-0,2052	-0,1895	-0,1742	-0,1589	-0,1448	-0,1305	-0,1164
0,100	-0,3162	-0,2940	-0,2720	-0,2524	-0,2332	-0,2160	-0,1996	-0,1836	-0,1675	-0,1528	-0,1379	-0,1233

c.d. Tabela 9. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {1,5-pentanodiolu (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	-0,4526	-0,4228	-0,3919	-0,3650	-0,3380	-0,3140	-0,2911	-0,2689	-0,2465	-0,2261	-0,2058	-0,1865
0,200	-0,5512	-0,5166	-0,4802	-0,4491	-0,4168	-0,3882	-0,3607	-0,3341	-0,3075	-0,2830	-0,2577	-0,2357
0,250	-0,6128	-0,5761	-0,5371	-0,5042	-0,4691	-0,4381	-0,4080	-0,3785	-0,3496	-0,3224	-0,2929	-0,2695
0,300	-0,6444	-0,6079	-0,5683	-0,5353	-0,4993	-0,4674	-0,4363	-0,4052	-0,3752	-0,3468	-0,3143	-0,2903
0,350	-0,6549	-0,6202	-0,5812	-0,5490	-0,5133	-0,4814	-0,4507	-0,4188	-0,3885	-0,3599	-0,3260	-0,3017
0,400	-0,6520	-0,6202	-0,5823	-0,5512	-0,5164	-0,4851	-0,4557	-0,4237	-0,3935	-0,3655	-0,3317	-0,3073
0,450	-0,6410	-0,6126	-0,5759	-0,5462	-0,5124	-0,4822	-0,4545	-0,4230	-0,3931	-0,3662	-0,3338	-0,3095
0,500	-0,6242	-0,5994	-0,5640	-0,5358	-0,5033	-0,4745	-0,4486	-0,4184	-0,3890	-0,3636	-0,3333	-0,3095
0,550	-0,6018	-0,5801	-0,5465	-0,5204	-0,4893	-0,4622	-0,4381	-0,4098	-0,3815	-0,3579	-0,3298	-0,3072
0,600	-0,5722	-0,5533	-0,5222	-0,4988	-0,4693	-0,4448	-0,4221	-0,3966	-0,3698	-0,3484	-0,3222	-0,3015
0,650	-0,5337	-0,5172	-0,4894	-0,4696	-0,4420	-0,4208	-0,3995	-0,3772	-0,3527	-0,3339	-0,3090	-0,2911
0,700	-0,4852	-0,4711	-0,4472	-0,4318	-0,4063	-0,3891	-0,3693	-0,3507	-0,3290	-0,3131	-0,2893	-0,2745
0,750	-0,4269	-0,4154	-0,3960	-0,3852	-0,3620	-0,3492	-0,3313	-0,3163	-0,2975	-0,2852	-0,2626	-0,2510
0,800	-0,3606	-0,3522	-0,3371	-0,3304	-0,3096	-0,3012	-0,2858	-0,2740	-0,2578	-0,2495	-0,2292	-0,2200
0,850	-0,2883	-0,2835	-0,2719	-0,2681	-0,2498	-0,2452	-0,2331	-0,2238	-0,2099	-0,2056	-0,1893	-0,1815
0,900	-0,2098	-0,2088	-0,1998	-0,1974	-0,1821	-0,1801	-0,1722	-0,1648	-0,1530	-0,1524	-0,1419	-0,1348
0,950	-0,1196	-0,1210	-0,1148	-0,1129	-0,1026	-0,1020	-0,0984	-0,0933	-0,0850	-0,0863	-0,0825	-0,0768
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 10. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,0206	-0,0198	-0,0191	-0,0185	-0,0181	-0,0177	-0,0175	-0,0172	-0,0170	-0,0167	-0,0164	-0,0162
0,010	-0,0416	-0,0398	-0,0384	-0,0373	-0,0364	-0,0356	-0,0351	-0,0345	-0,0340	-0,0334	-0,0328	-0,0324
0,015	-0,0628	-0,0600	-0,0579	-0,0562	-0,0548	-0,0535	-0,0527	-0,0517	-0,0509	-0,0501	-0,0492	-0,0485
0,020	-0,0842	-0,0805	-0,0776	-0,0752	-0,0733	-0,0715	-0,0703	-0,0690	-0,0678	-0,0667	-0,0654	-0,0644
0,025	-0,1057	-0,1010	-0,0974	-0,0943	-0,0918	-0,0895	-0,0879	-0,0862	-0,0846	-0,0831	-0,0815	-0,0803
0,030	-0,1273	-0,1216	-0,1172	-0,1134	-0,1103	-0,1075	-0,1054	-0,1033	-0,1014	-0,0995	-0,0975	-0,0959
0,035	-0,1489	-0,1423	-0,1370	-0,1325	-0,1288	-0,1254	-0,1229	-0,1203	-0,1180	-0,1157	-0,1133	-0,1114
0,040	-0,1705	-0,1629	-0,1568	-0,1515	-0,1472	-0,1432	-0,1403	-0,1372	-0,1345	-0,1318	-0,1290	-0,1267
0,045	-0,1921	-0,1834	-0,1765	-0,1705	-0,1656	-0,1609	-0,1575	-0,1540	-0,1508	-0,1477	-0,1445	-0,1419
0,050	-0,2135	-0,2039	-0,1961	-0,1894	-0,1837	-0,1785	-0,1746	-0,1706	-0,1670	-0,1634	-0,1598	-0,1568
0,055	-0,2348	-0,2242	-0,2156	-0,2081	-0,2018	-0,1960	-0,1915	-0,1870	-0,1829	-0,1789	-0,1749	-0,1715
0,060	-0,2560	-0,2443	-0,2349	-0,2266	-0,2196	-0,2132	-0,2082	-0,2033	-0,1987	-0,1942	-0,1898	-0,1860
0,065	-0,2769	-0,2643	-0,2540	-0,2450	-0,2373	-0,2303	-0,2248	-0,2193	-0,2142	-0,2093	-0,2044	-0,2003
0,070	-0,2976	-0,2840	-0,2729	-0,2631	-0,2547	-0,2471	-0,2410	-0,2351	-0,2295	-0,2242	-0,2188	-0,2143
0,075	-0,3180	-0,3035	-0,2915	-0,2810	-0,2719	-0,2637	-0,2571	-0,2506	-0,2446	-0,2388	-0,2330	-0,2281
0,080	-0,3381	-0,3227	-0,3098	-0,2986	-0,2889	-0,2801	-0,2729	-0,2659	-0,2594	-0,2531	-0,2469	-0,2417
0,085	-0,3579	-0,3415	-0,3279	-0,3159	-0,3056	-0,2961	-0,2884	-0,2809	-0,2740	-0,2672	-0,2606	-0,2549
0,090	-0,3774	-0,3601	-0,3457	-0,3330	-0,3219	-0,3119	-0,3037	-0,2957	-0,2882	-0,2810	-0,2740	-0,2679
0,095	-0,3964	-0,3783	-0,3631	-0,3497	-0,3380	-0,3274	-0,3186	-0,3101	-0,3022	-0,2945	-0,2871	-0,2806
0,100	-0,4151	-0,3962	-0,3802	-0,3661	-0,3538	-0,3426	-0,3333	-0,3243	-0,3159	-0,3078	-0,3000	-0,2931
0,150	-0,5782	-0,5523	-0,5295	-0,5098	-0,4920	-0,4758	-0,4617	-0,4482	-0,4357	-0,4236	-0,4122	-0,4017
0,200	-0,6938	-0,6638	-0,6366	-0,6134	-0,5921	-0,5726	-0,5551	-0,5386	-0,5231	-0,5081	-0,4943	-0,4810

c.d. Tabela 10. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,250	-0,7637	-0,7322	-0,7028	-0,6783	-0,6554	-0,6343	-0,6149	-0,5967	-0,5795	-0,5631	-0,5478	-0,5328
0,300	-0,7953	-0,7640	-0,7344	-0,7100	-0,6870	-0,6655	-0,6456	-0,6268	-0,6092	-0,5923	-0,5765	-0,5608
0,350	-0,7976	-0,7677	-0,7391	-0,7156	-0,6935	-0,6726	-0,6529	-0,6345	-0,6171	-0,6006	-0,5848	-0,5692
0,400	-0,7792	-0,7511	-0,7244	-0,7022	-0,6813	-0,6613	-0,6424	-0,6248	-0,6083	-0,5924	-0,5771	-0,5623
0,450	-0,7467	-0,7206	-0,6961	-0,6751	-0,6555	-0,6367	-0,6188	-0,6024	-0,5868	-0,5719	-0,5573	-0,5434
0,500	-0,7046	-0,6803	-0,6581	-0,6384	-0,6199	-0,6024	-0,5857	-0,5704	-0,5559	-0,5420	-0,5283	-0,5156
0,550	-0,6550	-0,6326	-0,6125	-0,5941	-0,5769	-0,5607	-0,5452	-0,5312	-0,5179	-0,5050	-0,4923	-0,4808
0,600	-0,5988	-0,5784	-0,5604	-0,5435	-0,5277	-0,5129	-0,4988	-0,4861	-0,4740	-0,4622	-0,4507	-0,4404
0,650	-0,5360	-0,5180	-0,5020	-0,4869	-0,4729	-0,4597	-0,4473	-0,4360	-0,4252	-0,4147	-0,4045	-0,3954
0,700	-0,4671	-0,4517	-0,4379	-0,4250	-0,4130	-0,4017	-0,3912	-0,3815	-0,3722	-0,3632	-0,3545	-0,3466
0,750	-0,3933	-0,3807	-0,3692	-0,3588	-0,3491	-0,3398	-0,3314	-0,3234	-0,3158	-0,3084	-0,3013	-0,2946
0,800	-0,3165	-0,3068	-0,2977	-0,2898	-0,2824	-0,2753	-0,2689	-0,2628	-0,2568	-0,2512	-0,2456	-0,2403
0,850	-0,2393	-0,2323	-0,2256	-0,2199	-0,2145	-0,2094	-0,2050	-0,2006	-0,1963	-0,1923	-0,1881	-0,1842
0,900	-0,1633	-0,1584	-0,1541	-0,1501	-0,1463	-0,1430	-0,1401	-0,1373	-0,1346	-0,1320	-0,1289	-0,1265
0,950	-0,0866	-0,0837	-0,0815	-0,0790	-0,0767	-0,0749	-0,0733	-0,0719	-0,0705	-0,0691	-0,0672	-0,0662
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 11. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,0348	-0,0332	-0,0319	-0,0308	-0,0301	-0,0294	-0,0287	-0,0282	-0,0277	-0,0273	-0,0268	-0,0265
0,010	-0,0695	-0,0663	-0,0637	-0,0615	-0,0600	-0,0586	-0,0573	-0,0561	-0,0551	-0,0542	-0,0533	-0,0527
0,015	-0,1039	-0,0992	-0,0953	-0,0920	-0,0897	-0,0875	-0,0855	-0,0837	-0,0821	-0,0808	-0,0795	-0,0784
0,020	-0,1379	-0,1317	-0,1266	-0,1222	-0,1190	-0,1161	-0,1134	-0,1110	-0,1089	-0,1071	-0,1052	-0,1037
0,025	-0,1716	-0,1639	-0,1575	-0,1521	-0,1481	-0,1443	-0,1410	-0,1379	-0,1352	-0,1329	-0,1305	-0,1286
0,030	-0,2048	-0,1957	-0,1881	-0,1817	-0,1767	-0,1722	-0,1681	-0,1645	-0,1611	-0,1583	-0,1554	-0,1530
0,035	-0,2375	-0,2271	-0,2183	-0,2108	-0,2050	-0,1997	-0,1949	-0,1906	-0,1866	-0,1832	-0,1798	-0,1770
0,040	-0,2697	-0,2580	-0,2481	-0,2395	-0,2328	-0,2267	-0,2212	-0,2162	-0,2116	-0,2077	-0,2037	-0,2004
0,045	-0,3014	-0,2883	-0,2773	-0,2678	-0,2601	-0,2532	-0,2470	-0,2413	-0,2362	-0,2316	-0,2271	-0,2233
0,050	-0,3324	-0,3181	-0,3060	-0,2955	-0,2869	-0,2792	-0,2723	-0,2660	-0,2602	-0,2551	-0,2500	-0,2457
0,055	-0,3628	-0,3472	-0,3341	-0,3226	-0,3132	-0,3047	-0,2970	-0,2901	-0,2837	-0,2780	-0,2724	-0,2676
0,060	-0,3925	-0,3758	-0,3616	-0,3492	-0,3388	-0,3296	-0,3212	-0,3136	-0,3066	-0,3004	-0,2943	-0,2889
0,065	-0,4216	-0,4037	-0,3885	-0,3752	-0,3639	-0,3539	-0,3449	-0,3366	-0,3290	-0,3222	-0,3155	-0,3097
0,070	-0,4499	-0,4309	-0,4148	-0,4005	-0,3884	-0,3777	-0,3679	-0,3591	-0,3509	-0,3434	-0,3363	-0,3299
0,075	-0,4774	-0,4574	-0,4403	-0,4253	-0,4123	-0,4008	-0,3904	-0,3809	-0,3721	-0,3641	-0,3564	-0,3495
0,080	-0,5042	-0,4832	-0,4652	-0,4493	-0,4355	-0,4233	-0,4123	-0,4021	-0,3928	-0,3842	-0,3760	-0,3686
0,085	-0,5302	-0,5082	-0,4894	-0,4727	-0,4581	-0,4452	-0,4335	-0,4228	-0,4128	-0,4037	-0,3950	-0,3871
0,090	-0,5555	-0,5325	-0,5129	-0,4954	-0,4800	-0,4664	-0,4541	-0,4428	-0,4323	-0,4226	-0,4134	-0,4050
0,095	-0,5799	-0,5561	-0,5356	-0,5174	-0,5012	-0,4869	-0,4740	-0,4622	-0,4512	-0,4409	-0,4313	-0,4224
0,100	-0,6035	-0,5788	-0,5576	-0,5386	-0,5218	-0,5068	-0,4933	-0,4809	-0,4694	-0,4586	-0,4485	-0,4391

c.d. Tabela 11. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	-0,7944	-0,7633	-0,7364	-0,7117	-0,6892	-0,6692	-0,6509	-0,6341	-0,6183	-0,6030	-0,5893	-0,5758
0,200	-0,9069	-0,8729	-0,8431	-0,8156	-0,7906	-0,7679	-0,7471	-0,7278	-0,7097	-0,6919	-0,6761	-0,6602
0,250	-0,9540	-0,9196	-0,8894	-0,8614	-0,8365	-0,8132	-0,7918	-0,7719	-0,7532	-0,7346	-0,7184	-0,7016
0,300	-0,9530	-0,9200	-0,8910	-0,8642	-0,8408	-0,8186	-0,7979	-0,7787	-0,7606	-0,7427	-0,7270	-0,7107
0,350	-0,9209	-0,8903	-0,8634	-0,8387	-0,8175	-0,7971	-0,7780	-0,7603	-0,7436	-0,7271	-0,7125	-0,6974
0,400	-0,8713	-0,8436	-0,8192	-0,7971	-0,7779	-0,7597	-0,7425	-0,7265	-0,7116	-0,6968	-0,6836	-0,6699
0,450	-0,8136	-0,7889	-0,7671	-0,7475	-0,7299	-0,7138	-0,6985	-0,6842	-0,6709	-0,6580	-0,6460	-0,6338
0,500	-0,7527	-0,7307	-0,7113	-0,6940	-0,6777	-0,6635	-0,6499	-0,6372	-0,6254	-0,6140	-0,6032	-0,5924
0,550	-0,6897	-0,6703	-0,6531	-0,6377	-0,6227	-0,6100	-0,5980	-0,5867	-0,5763	-0,5662	-0,5566	-0,5469
0,600	-0,6235	-0,6065	-0,5914	-0,5777	-0,5642	-0,5530	-0,5424	-0,5324	-0,5233	-0,5144	-0,5060	-0,4974
0,650	-0,5525	-0,5378	-0,5246	-0,5126	-0,5010	-0,4913	-0,4822	-0,4735	-0,4658	-0,4580	-0,4509	-0,4435
0,700	-0,4756	-0,4632	-0,4520	-0,4418	-0,4324	-0,4245	-0,4168	-0,4096	-0,4033	-0,3968	-0,3912	-0,3850
0,750	-0,3939	-0,3838	-0,3747	-0,3663	-0,3594	-0,3532	-0,3472	-0,3415	-0,3366	-0,3314	-0,3274	-0,3224
0,800	-0,3104	-0,3026	-0,2955	-0,2891	-0,2843	-0,2799	-0,2754	-0,2713	-0,2677	-0,2639	-0,2612	-0,2576
0,850	-0,2293	-0,2237	-0,2186	-0,2142	-0,2106	-0,2077	-0,2046	-0,2018	-0,1993	-0,1968	-0,1951	-0,1926
0,900	-0,1539	-0,1501	-0,1469	-0,1443	-0,1410	-0,1391	-0,1372	-0,1353	-0,1336	-0,1320	-0,1309	-0,1292
0,950	-0,0820	-0,0800	-0,0783	-0,0772	-0,0742	-0,0730	-0,0720	-0,0708	-0,0697	-0,0689	-0,0680	-0,0670
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 12. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,0529	-0,0507	-0,0488	-0,0472	-0,0459	-0,0446	-0,0436	-0,0425	-0,0415	-0,0406	-0,0398	-0,0389
0,010	-0,1045	-0,1003	-0,0965	-0,0934	-0,0907	-0,0883	-0,0861	-0,0841	-0,0820	-0,0802	-0,0786	-0,0768
0,015	-0,1548	-0,1486	-0,1431	-0,1384	-0,1345	-0,1308	-0,1276	-0,1246	-0,1215	-0,1188	-0,1164	-0,1138
0,020	-0,2039	-0,1957	-0,1885	-0,1823	-0,1771	-0,1723	-0,1681	-0,1641	-0,1600	-0,1565	-0,1532	-0,1498
0,025	-0,2516	-0,2416	-0,2327	-0,2251	-0,2186	-0,2127	-0,2074	-0,2026	-0,1975	-0,1931	-0,1891	-0,1848
0,030	-0,2979	-0,2862	-0,2757	-0,2668	-0,2590	-0,2520	-0,2457	-0,2400	-0,2340	-0,2287	-0,2239	-0,2189
0,035	-0,3430	-0,3295	-0,3176	-0,3073	-0,2983	-0,2902	-0,2830	-0,2763	-0,2694	-0,2634	-0,2578	-0,2520
0,040	-0,3867	-0,3716	-0,3581	-0,3466	-0,3364	-0,3273	-0,3191	-0,3116	-0,3038	-0,2970	-0,2906	-0,2841
0,045	-0,4290	-0,4123	-0,3975	-0,3847	-0,3734	-0,3633	-0,3541	-0,3458	-0,3372	-0,3296	-0,3225	-0,3153
0,050	-0,4699	-0,4517	-0,4356	-0,4216	-0,4092	-0,3981	-0,3881	-0,3789	-0,3695	-0,3611	-0,3533	-0,3454
0,055	-0,5095	-0,4899	-0,4725	-0,4574	-0,4439	-0,4318	-0,4210	-0,4110	-0,4008	-0,3917	-0,3832	-0,3746
0,060	-0,5477	-0,5267	-0,5081	-0,4919	-0,4774	-0,4645	-0,4527	-0,4420	-0,4311	-0,4213	-0,4121	-0,4029
0,065	-0,5846	-0,5623	-0,5425	-0,5253	-0,5098	-0,4960	-0,4834	-0,4719	-0,4603	-0,4498	-0,4399	-0,4301
0,070	-0,6201	-0,5965	-0,5756	-0,5575	-0,5410	-0,5263	-0,5130	-0,5008	-0,4885	-0,4773	-0,4668	-0,4565
0,075	-0,6542	-0,6295	-0,6076	-0,5884	-0,5710	-0,5556	-0,5415	-0,5287	-0,5157	-0,5039	-0,4928	-0,4818
0,080	-0,6870	-0,6612	-0,6383	-0,6183	-0,6000	-0,5838	-0,5690	-0,5555	-0,5419	-0,5295	-0,5177	-0,5062
0,085	-0,7185	-0,6916	-0,6678	-0,6469	-0,6278	-0,6109	-0,5954	-0,5812	-0,5671	-0,5540	-0,5417	-0,5297
0,090	-0,7487	-0,7208	-0,6961	-0,6744	-0,6545	-0,6369	-0,6207	-0,6060	-0,5913	-0,5777	-0,5648	-0,5523
0,095	-0,7775	-0,7487	-0,7232	-0,7007	-0,6801	-0,6618	-0,6450	-0,6297	-0,6145	-0,6003	-0,5869	-0,5740
0,100	-0,8051	-0,7754	-0,7491	-0,7259	-0,7046	-0,6857	-0,6683	-0,6525	-0,6367	-0,6220	-0,6081	-0,5947

c.d. Tabela 12. Wartości nadmiarowych objętości molowych (V_m^E) roztworów {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	-1,0142	-0,9787	-0,9471	-0,9189	-0,8930	-0,8698	-0,8480	-0,8283	-0,8089	-0,7905	-0,7728	-0,7563
0,200	-1,1189	-1,0818	-1,0489	-1,0190	-0,9922	-0,9674	-0,9441	-0,9228	-0,9022	-0,8822	-0,8631	-0,8452
0,250	-1,1459	-1,1103	-1,0785	-1,0493	-1,0241	-0,9998	-0,9769	-0,9559	-0,9356	-0,9159	-0,8969	-0,8791
0,300	-1,1212	-1,0887	-1,0595	-1,0327	-1,0102	-0,9877	-0,9665	-0,9468	-0,9280	-0,9096	-0,8919	-0,8751
0,350	-1,0666	-1,0380	-1,0122	-0,9885	-0,9687	-0,9486	-0,9297	-0,9118	-0,8949	-0,8784	-0,8626	-0,8471
0,400	-0,9983	-0,9736	-0,9512	-0,9307	-0,9133	-0,8955	-0,8790	-0,8631	-0,8482	-0,8338	-0,8197	-0,8057
0,450	-0,9260	-0,9048	-0,8854	-0,8678	-0,8521	-0,8365	-0,8221	-0,8080	-0,7951	-0,7825	-0,7702	-0,7576
0,500	-0,8537	-0,8354	-0,8186	-0,8035	-0,7890	-0,7753	-0,7626	-0,7501	-0,7390	-0,7280	-0,7171	-0,7058
0,550	-0,7813	-0,7654	-0,7507	-0,7375	-0,7241	-0,7121	-0,7008	-0,6899	-0,6803	-0,6707	-0,6609	-0,6509
0,600	-0,7062	-0,6924	-0,6795	-0,6678	-0,6559	-0,6454	-0,6354	-0,6260	-0,6176	-0,6093	-0,6007	-0,5919
0,650	-0,6257	-0,6139	-0,6026	-0,5921	-0,5821	-0,5732	-0,5645	-0,5566	-0,5494	-0,5423	-0,5350	-0,5274
0,700	-0,5382	-0,5282	-0,5186	-0,5092	-0,5016	-0,4945	-0,4872	-0,4807	-0,4747	-0,4689	-0,4629	-0,4567
0,750	-0,4443	-0,4365	-0,4285	-0,4205	-0,4154	-0,4099	-0,4042	-0,3992	-0,3942	-0,3898	-0,3852	-0,3804
0,800	-0,3478	-0,3420	-0,3358	-0,3296	-0,3264	-0,3223	-0,3183	-0,3145	-0,3106	-0,3075	-0,3043	-0,3008
0,850	-0,2539	-0,2500	-0,2457	-0,2413	-0,2390	-0,2361	-0,2335	-0,2307	-0,2278	-0,2258	-0,2236	-0,2213
0,900	-0,1670	-0,1647	-0,1621	-0,1598	-0,1571	-0,1550	-0,1534	-0,1513	-0,1494	-0,1481	-0,1466	-0,1452
0,950	-0,0865	-0,0855	-0,0843	-0,0836	-0,0806	-0,0792	-0,0783	-0,0768	-0,0757	-0,0750	-0,0740	-0,0732
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 13. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj. $(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	-2,69545	-2,44249	-2,26584	-2,09312	-1,93135	-1,77901	-1,61370	-1,45285	-1,31554	-1,16054	-0,94446	-0,78341
0,005	-2,75771	-2,50570	-2,32297	-2,14599	-1,97988	-1,82430	-1,65814	-1,49601	-1,35509	-1,19983	-0,98968	-0,82806
0,010	-2,87429	-2,62433	-2,43023	-2,24540	-2,07121	-1,90961	-1,74195	-1,57753	-1,42994	-1,27428	-1,07546	-0,91302
0,015	-2,97542	-2,72777	-2,52390	-2,33249	-2,15136	-1,98467	-1,81586	-1,64972	-1,49646	-1,34067	-1,15216	-0,98949
0,020	-3,06196	-2,81687	-2,60472	-2,40794	-2,22094	-2,05002	-1,88042	-1,71307	-1,55509	-1,39943	-1,22027	-1,05792
0,025	-3,13474	-2,89244	-2,67341	-2,47238	-2,28052	-2,10620	-1,93613	-1,76806	-1,60624	-1,45095	-1,28026	-1,11873
0,030	-3,19455	-2,95527	-2,73067	-2,52644	-2,33066	-2,15370	-1,98348	-1,81515	-1,65031	-1,49562	-1,33258	-1,17232
0,035	-3,24216	-3,00613	-2,77717	-2,57072	-2,37190	-2,19303	-2,02296	-1,85478	-1,68769	-1,53381	-1,37766	-1,21911
0,040	-3,27832	-3,04573	-2,81357	-2,60580	-2,40477	-2,22464	-2,05502	-1,88738	-1,71875	-1,56590	-1,41592	-1,25945
0,045	-3,30374	-3,07479	-2,84048	-2,63223	-2,42977	-2,24901	-2,08010	-1,91336	-1,74386	-1,59222	-1,44778	-1,29374
0,050	-3,31910	-3,09399	-2,85852	-2,65056	-2,44738	-2,26657	-2,09863	-1,93312	-1,76336	-1,61313	-1,47362	-1,32231
0,055	-3,32508	-3,10397	-2,86825	-2,66130	-2,45807	-2,27774	-2,11103	-1,94705	-1,77759	-1,62893	-1,49381	-1,34552
0,060	-3,32230	-3,10536	-2,87023	-2,66496	-2,46229	-2,28294	-2,11769	-1,95552	-1,78688	-1,63996	-1,50873	-1,36369
0,065	-3,31137	-3,09877	-2,86500	-2,66200	-2,46048	-2,28255	-2,11899	-1,95887	-1,79154	-1,64650	-1,51871	-1,37714
0,070	-3,29289	-3,08477	-2,85308	-2,65289	-2,45303	-2,27696	-2,11529	-1,95747	-1,79187	-1,64885	-1,52410	-1,38618
0,075	-3,26742	-3,06392	-2,83495	-2,63807	-2,44037	-2,26653	-2,10696	-1,95163	-1,78815	-1,64730	-1,52521	-1,39111
0,080	-3,23550	-3,03675	-2,81109	-2,61797	-2,42286	-2,25161	-2,09432	-1,94167	-1,78068	-1,64210	-1,52235	-1,39219
0,085	-3,19765	-3,00377	-2,78196	-2,59299	-2,40089	-2,23254	-2,07770	-1,92789	-1,76971	-1,63353	-1,51582	-1,38972
0,090	-3,15436	-2,96545	-2,74798	-2,56353	-2,37479	-2,20963	-2,05741	-1,91059	-1,75550	-1,62182	-1,50590	-1,38394
0,095	-3,10611	-2,92228	-2,70957	-2,52996	-2,34491	-2,18319	-2,03375	-1,89004	-1,73830	-1,60722	-1,49286	-1,37511
0,100	-2,90417	-2,73777	-2,54414	-2,38274	-2,21257	-2,06421	-1,92530	-1,79268	-1,65388	-1,53213	-1,42115	-1,31718
0,150	-2,34997	-2,22634	-2,08258	-1,96675	-1,83605	-1,72222	-1,61128	-1,50574	-1,39992	-1,30183	-1,19777	-1,12442

c.d. Tabela 13. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj. $(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	-1,60222	-1,53309	-1,45195	-1,39115	-1,31147	-1,24134	-1,16862	-1,09608	-1,03074	-0,96362	-0,87145	-0,83049
0,250	-0,93230	-0,91241	-0,88100	-0,86228	-0,82552	-0,79157	-0,75536	-0,71017	-0,67644	-0,63797	-0,56586	-0,54588
0,300	-0,42099	-0,44087	-0,44111	-0,44826	-0,44155	-0,43292	-0,42720	-0,40282	-0,38933	-0,37480	-0,33064	-0,32156
0,350	-0,07557	-0,12351	-0,13964	-0,15944	-0,17039	-0,17742	-0,19390	-0,18538	-0,18288	-0,18675	-0,17363	-0,16952
0,400	0,13947	0,07555	0,05324	0,02819	0,00860	-0,00790	-0,03779	-0,04265	-0,04609	-0,06320	-0,07804	-0,07772
0,450	0,27765	0,20846	0,18287	0,15390	0,13047	0,10666	0,07117	0,05323	0,04465	0,01828	-0,01622	-0,02228
0,500	0,39158	0,32509	0,29378	0,25770	0,23163	0,19931	0,16400	0,13212	0,11622	0,08291	0,03981	0,02295
0,550	0,52006	0,46060	0,41851	0,37034	0,34059	0,29683	0,26469	0,21830	0,19196	0,15233	0,11112	0,07964
0,600	0,68106	0,62895	0,57169	0,50771	0,47280	0,41489	0,38590	0,32605	0,28741	0,24064	0,20792	0,16091
0,650	0,87066	0,82260	0,74931	0,66986	0,62931	0,55674	0,52803	0,45839	0,40854	0,35306	0,32901	0,26994
0,700	1,06786	1,01816	0,93330	0,84437	0,79946	0,71532	0,68195	0,60894	0,55254	0,48706	0,46438	0,40134
0,750	1,24544	1,18815	1,10124	1,01432	0,96742	0,87901	0,83521	0,76694	0,71110	0,63599	0,60119	0,54526
0,800	1,38663	1,31887	1,24137	1,17072	1,12277	1,04070	0,98179	0,92535	0,87626	0,79536	0,73307	0,69412
0,850	1,50778	1,43420	1,37280	1,32943	1,27492	1,21052	1,13544	1,09218	1,04873	0,97149	0,87264	0,85216
0,900	1,68694	1,62563	1,57096	1,55257	1,47158	1,43194	1,34647	1,30490	1,24880	1,19278	1,06741	1,04766
0,950	2,09839	2,08819	1,99826	1,97443	1,82106	1,80144	1,72215	1,64799	1,52972	1,52350	1,41892	1,34788
1	2,39116	2,41933	2,29598	2,25722	2,05209	2,03925	1,96881	1,86623	1,69958	1,72696	1,65058	1,53553

Tabela 14. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj. $(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	-4,09001	-3,91768	-3,78892	-3,68405	-3,60851	-3,53177	-3,48932	-3,43771	-3,39252	-3,34851	-3,29373	-3,25659
0,005	-4,15953	-3,98031	-3,84388	-3,73013	-3,64432	-3,55996	-3,50782	-3,44873	-3,39611	-3,34483	-3,28503	-3,24225
0,010	-4,21600	-4,03096	-3,88778	-3,76626	-3,67133	-3,58019	-3,51929	-3,45345	-3,39414	-3,33630	-3,27203	-3,22410
0,015	-4,26011	-4,07028	-3,92123	-3,79298	-3,68999	-3,59287	-3,52410	-3,45222	-3,38689	-3,32319	-3,25497	-3,20235
0,020	-4,29255	-4,09890	-3,94480	-3,81080	-3,70077	-3,59842	-3,52263	-3,44536	-3,37468	-3,30575	-3,23408	-3,17722
0,025	-4,31398	-4,11740	-3,95904	-3,82023	-3,70410	-3,59725	-3,51523	-3,43321	-3,35777	-3,28423	-3,20958	-3,14891
0,030	-4,32506	-4,12639	-3,96451	-3,82176	-3,70043	-3,58973	-3,50223	-3,41606	-3,33646	-3,25889	-3,18169	-3,11762
0,035	-4,32638	-4,12642	-3,96172	-3,81583	-3,69015	-3,57625	-3,48398	-3,39421	-3,31101	-3,22995	-3,15062	-3,08353
0,040	-4,31856	-4,11804	-3,95118	-3,80292	-3,67367	-3,55716	-3,46079	-3,36796	-3,28167	-3,19764	-3,11657	-3,04684
0,045	-4,30217	-4,10176	-3,93337	-3,78345	-3,65138	-3,53281	-3,43297	-3,33758	-3,24870	-3,16219	-3,07973	-3,00771
0,050	-4,27776	-4,07811	-3,90876	-3,75784	-3,62363	-3,50354	-3,40082	-3,30335	-3,21233	-3,12380	-3,04030	-2,96632
0,055	-4,24586	-4,04756	-3,87780	-3,72650	-3,59081	-3,46968	-3,36463	-3,26552	-3,17280	-3,08267	-2,99846	-2,92283
0,060	-4,20700	-4,01058	-3,84093	-3,68982	-3,55324	-3,43153	-3,32468	-3,22434	-3,13034	-3,03901	-2,95438	-2,87740
0,065	-4,16166	-3,96763	-3,79856	-3,64816	-3,51126	-3,38940	-3,28123	-3,18006	-3,08515	-2,99300	-2,90822	-2,83020
0,070	-4,11032	-3,91914	-3,75110	-3,60190	-3,46519	-3,34357	-3,23454	-3,13290	-3,03744	-2,94483	-2,86017	-2,78135
0,075	-4,05345	-3,86554	-3,69894	-3,55138	-3,41533	-3,29433	-3,18486	-3,08309	-2,98742	-2,89467	-2,81036	-2,73101
0,080	-3,99147	-3,80721	-3,64244	-3,49694	-3,36200	-3,24195	-3,13242	-3,03085	-2,93528	-2,84269	-2,75896	-2,67931
0,085	-3,92481	-3,74455	-3,58197	-3,43889	-3,30546	-3,18668	-3,07747	-2,97638	-2,88119	-2,78906	-2,70610	-2,62638
0,090	-3,85389	-3,67792	-3,51786	-3,37754	-3,24599	-3,12876	-3,02020	-2,91988	-2,82535	-2,73392	-2,65193	-2,57235
0,095	-3,77907	-3,60769	-3,45044	-3,31318	-3,18386	-3,06845	-2,96085	-2,86154	-2,76791	-2,67744	-2,59658	-2,51734

c.d. Tabela 14. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj.

$(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	-3,70074	-3,53418	-3,38003	-3,24611	-3,11931	-3,00596	-2,89961	-2,80155	-2,70905	-2,61974	-2,54018	-2,46147
0,150	-2,79466	-2,68404	-2,57113	-2,47962	-2,38892	-2,30502	-2,22195	-2,14543	-2,07304	-2,00391	-1,94303	-1,87732
0,200	-1,83730	-1,78270	-1,71757	-1,67112	-1,62210	-1,57299	-1,52124	-1,47326	-1,42783	-1,38515	-1,34655	-1,30144
0,250	-0,98552	-0,97536	-0,95310	-0,94261	-0,92846	-0,90980	-0,88674	-0,86547	-0,84523	-0,82682	-0,80803	-0,78451
0,300	-0,30786	-0,32677	-0,33698	-0,34941	-0,35859	-0,36196	-0,36024	-0,35960	-0,35869	-0,35853	-0,35462	-0,34977
0,350	0,18716	0,15330	0,12227	0,09887	0,07762	0,06103	0,04946	0,03658	0,02496	0,01364	0,00773	-0,00136
0,400	0,52725	0,48850	0,44688	0,42073	0,39557	0,37273	0,35429	0,33405	0,31572	0,29851	0,28667	0,26865
0,450	0,75679	0,71832	0,67345	0,64819	0,62321	0,59830	0,57674	0,55335	0,53219	0,51267	0,49711	0,47449
0,500	0,90791	0,86940	0,82591	0,79975	0,77418	0,74823	0,72434	0,69992	0,67773	0,65716	0,63685	0,61522
0,550	1,05902	1,02047	0,97837	0,95131	0,92514	0,89816	0,87193	0,84649	0,82326	0,80165	0,77987	0,75595
0,600	1,18993	1,14706	1,10601	1,07318	1,04232	1,01228	0,98183	0,95461	0,92942	0,90546	0,88005	0,85670
0,650	1,31840	1,26899	1,22715	1,18648	1,14891	1,11435	1,07867	1,04858	1,02039	0,99296	0,96401	0,94068
0,700	1,43331	1,37760	1,33336	1,28556	1,24164	1,20233	1,16191	1,12852	1,09698	1,06583	1,03450	1,01014
0,750	1,51527	1,45659	1,40951	1,35858	1,31154	1,26913	1,22644	1,19052	1,15649	1,12274	1,09129	1,06495
0,800	1,54782	1,49186	1,44306	1,39533	1,35063	1,30843	1,26760	1,23123	1,19682	1,16294	1,13414	1,10552
0,850	1,53296	1,48519	1,43704	1,39835	1,36128	1,32312	1,28841	1,25439	1,22231	1,19133	1,16701	1,13695
0,900	1,51111	1,47191	1,42676	1,39724	1,36842	1,33613	1,30898	1,27939	1,25135	1,22504	1,20354	1,17439
0,950	1,58535	1,54248	1,50010	1,46617	1,43443	1,40379	1,37811	1,35169	1,32571	1,30163	1,27400	1,24974
1	1,95019	1,86794	1,82148	1,74451	1,67689	1,63167	1,58696	1,55529	1,52164	1,48873	1,43337	1,41947

Tabela 15. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj. $(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	-6,98443	-6,66175	-6,39580	-6,17668	-6,03410	-5,89539	-5,76980	-5,65893	-5,55989	-5,48434	-5,39960	-5,34091
0,005	-6,95064	-6,63450	-6,37253	-6,15384	-6,00195	-5,85792	-5,72778	-5,61189	-5,50759	-5,42447	-5,33471	-5,26825
0,010	-6,90340	-6,59407	-6,33642	-6,11870	-5,95893	-5,81049	-5,67655	-5,55640	-5,44760	-5,35781	-5,26375	-5,19039
0,015	-6,84364	-6,54135	-6,28833	-6,07208	-5,90579	-5,75377	-5,61674	-5,49308	-5,38049	-5,28487	-5,18718	-5,10775
0,020	-6,77221	-6,47720	-6,22909	-6,01478	-5,84321	-5,68840	-5,54896	-5,42247	-5,30677	-5,20611	-5,10544	-5,02070
0,025	-6,68998	-6,40242	-6,15948	-5,94755	-5,77189	-5,61504	-5,47382	-5,34513	-5,22696	-5,12201	-5,01895	-4,92964
0,030	-6,59774	-6,31781	-6,08027	-5,87113	-5,69247	-5,53427	-5,39186	-5,26159	-5,14153	-5,03301	-4,92813	-4,83493
0,035	-6,49629	-6,22412	-5,99221	-5,78623	-5,60559	-5,44668	-5,30364	-5,17236	-5,05096	-4,93953	-4,83335	-4,73692
0,040	-6,38637	-6,12210	-5,89599	-5,69352	-5,51184	-5,35284	-5,20968	-5,07791	-4,95570	-4,84198	-4,73499	-4,63594
0,045	-6,26870	-6,01243	-5,79230	-5,59365	-5,41182	-5,25329	-5,11049	-4,97871	-4,85618	-4,74077	-4,63342	-4,53231
0,050	-6,14398	-5,89579	-5,68179	-5,48726	-5,30608	-5,14853	-5,00654	-4,87523	-4,75282	-4,63626	-4,52897	-4,42635
0,055	-6,01287	-5,77283	-5,56509	-5,37494	-5,19514	-5,03907	-4,89831	-4,76787	-4,64601	-4,52882	-4,42199	-4,31834
0,060	-5,87600	-5,64417	-5,44279	-5,25727	-5,07954	-4,92538	-4,78623	-4,65707	-4,53614	-4,41879	-4,31278	-4,20858
0,065	-5,73398	-5,51039	-5,31547	-5,13480	-4,95975	-4,80791	-4,67073	-4,54321	-4,42358	-4,30651	-4,20165	-4,09733
0,070	-5,58740	-5,37206	-5,18369	-5,00805	-4,83625	-4,68711	-4,55222	-4,42666	-4,30866	-4,19230	-4,08889	-3,98485
0,075	-5,43682	-5,22974	-5,04796	-4,87753	-4,70949	-4,56339	-4,43109	-4,30780	-4,19172	-4,07644	-3,97477	-3,87139
0,080	-5,28276	-5,08392	-4,90879	-4,74373	-4,57989	-4,43715	-4,30770	-4,18696	-4,07309	-3,95924	-3,85955	-3,75718
0,085	-5,12574	-4,93511	-4,76666	-4,60709	-4,44787	-4,30876	-4,18242	-4,06447	-3,95306	-3,84097	-3,74350	-3,64244
0,090	-4,96623	-4,78378	-4,62202	-4,46805	-4,31381	-4,17859	-4,05557	-3,94065	-3,83192	-3,72189	-3,62684	-3,52738

c.d. Tabela 15. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj.

$(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,095	-4,80469	-4,63037	-4,47531	-4,32704	-4,17810	-4,04699	-3,92749	-3,81579	-3,70995	-3,60224	-3,50980	-3,41222
0,100	-4,64157	-4,47532	-4,32694	-4,18445	-4,04108	-3,91427	-3,79847	-3,69018	-3,58741	-3,48227	-3,39260	-3,29713
0,150	-3,00411	-2,91302	-2,82875	-2,74497	-2,66458	-2,58676	-2,51345	-2,44486	-2,37881	-2,30807	-2,25122	-2,18554
0,200	-1,54157	-1,51128	-1,48090	-1,44984	-1,42817	-1,39849	-1,36772	-1,33909	-1,31085	-1,27879	-1,25501	-1,22378
0,250	-0,40133	-0,41480	-0,42430	-0,43358	-0,45277	-0,46055	-0,46374	-0,46676	-0,46896	-0,46944	-0,47140	-0,46933
0,300	0,38409	0,34321	0,30816	0,27277	0,23323	0,20197	0,17649	0,15311	0,13094	0,10847	0,09048	0,07280
0,350	0,85605	0,80131	0,75309	0,70465	0,66136	0,61950	0,58290	0,54977	0,51764	0,48401	0,45872	0,43094
0,400	1,09544	1,03659	0,98442	0,93296	0,89553	0,85253	0,81333	0,77830	0,74376	0,70764	0,68108	0,65077
0,450	1,19504	1,13785	1,08742	1,03925	1,00995	0,97094	0,93418	0,90160	0,86902	0,83573	0,81075	0,78241
0,500	1,24061	1,18733	1,14102	1,09853	1,07088	1,03616	1,00310	0,97348	0,94377	0,91489	0,89072	0,86538
0,550	1,28617	1,23680	1,19462	1,15781	1,13180	1,10138	1,07202	1,04535	1,01851	0,99404	0,97069	0,94835
0,600	1,36725	1,32019	1,28050	1,24686	1,21365	1,18371	1,15547	1,12892	1,10271	1,07998	1,05461	1,03281
0,650	1,47907	1,43263	1,39344	1,36001	1,31732	1,28529	1,25604	1,22771	1,20057	1,17709	1,14861	1,12544
0,700	1,59273	1,54604	1,50592	1,47031	1,42116	1,38626	1,35504	1,32449	1,29618	1,27045	1,23968	1,21441
0,750	1,66550	1,61906	1,57784	1,53923	1,49195	1,45591	1,42362	1,39243	1,36447	1,33685	1,30682	1,28052
0,800	1,65996	1,61557	1,57451	1,53416	1,49976	1,46652	1,43586	1,40731	1,38265	1,35546	1,33069	1,30607
0,850	1,56975	1,52956	1,49087	1,45194	1,43809	1,41214	1,38649	1,36407	1,34562	1,32227	1,30680	1,28702
0,900	1,45203	1,41656	1,38204	1,34853	1,34930	1,33226	1,31326	1,29770	1,28541	1,26827	1,26206	1,24804
0,950	1,46660	1,43149	1,40005	1,37464	1,35537	1,34045	1,32396	1,30841	1,29467	1,28138	1,27469	1,26093
1	1,92169	1,87295	1,83696	1,81748	1,69394	1,65791	1,62800	1,59117	1,55417	1,53204	1,49764	1,46593

Tabela 16. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj. $(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E/\partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	-10,6983	-10,2641	-9,87653	-9,54892	-9,28267	-9,03197	-8,81380	-8,60936	-8,39284	-8,21212	-8,04807	-7,86851
0,005	-10,4497	-10,0297	-9,65533	-9,33739	-9,07253	-8,82679	-8,61105	-8,41003	-8,19905	-8,02000	-7,85628	-7,68074
0,010	-10,1958	-9,79003	-9,42882	-9,12059	-8,85803	-8,61758	-8,40470	-8,20740	-8,00208	-7,82510	-7,66220	-7,49083
0,015	-9,93747	-9,54580	-9,19764	-8,89915	-8,63974	-8,40485	-8,19527	-8,00196	-7,80239	-7,62785	-7,46622	-7,29915
0,020	-9,67519	-9,29765	-8,96244	-8,67370	-8,41821	-8,18914	-7,98324	-7,79417	-7,60044	-7,42866	-7,26871	-7,10607
0,025	-9,40965	-9,04618	-8,72381	-8,44481	-8,19395	-7,97092	-7,76906	-7,58445	-7,39664	-7,22793	-7,07005	-6,91193
0,030	-9,14146	-8,79198	-8,48233	-8,21306	-7,96746	-7,75068	-7,55317	-7,37323	-7,19139	-7,02603	-6,87058	-6,71708
0,035	-8,87120	-8,53561	-8,23855	-7,97898	-7,73922	-7,52887	-7,33601	-7,16090	-6,98508	-6,82333	-6,67063	-6,52183
0,040	-8,59942	-8,27761	-7,99298	-7,74309	-7,50967	-7,30591	-7,11796	-6,94785	-6,77807	-6,62018	-6,47051	-6,32647
0,045	-8,32663	-8,01849	-7,74614	-7,50587	-7,27927	-7,08221	-6,89941	-6,73443	-6,57073	-6,41689	-6,27053	-6,13130
0,050	-8,05335	-7,75874	-7,49850	-7,26778	-7,04841	-6,85817	-6,68072	-6,52100	-6,36337	-6,21377	-6,07098	-5,93660
0,055	-7,78005	-7,49880	-7,25051	-7,02928	-6,81748	-6,63415	-6,46224	-6,30787	-6,15632	-6,01113	-5,87211	-5,74261
0,060	-7,50718	-7,23913	-7,00259	-6,79078	-6,58686	-6,41050	-6,24430	-6,09536	-5,94988	-5,80924	-5,67420	-5,54958
0,065	-7,23517	-6,98014	-6,75517	-6,55267	-6,35691	-6,18757	-6,02720	-5,88377	-5,74433	-5,60838	-5,47747	-5,35775
0,070	-6,96441	-6,72222	-6,50862	-6,31535	-6,12795	-5,96566	-5,81124	-5,67336	-5,53994	-5,40877	-5,28217	-5,16734
0,075	-6,69530	-6,46574	-6,26331	-6,07916	-5,90030	-5,74507	-5,59670	-5,46441	-5,33696	-5,21068	-5,08850	-4,97855
0,080	-6,42818	-6,21105	-6,01958	-5,84444	-5,67425	-5,52609	-5,38385	-5,25715	-5,13564	-5,01431	-4,89667	-4,79158
0,085	-6,16341	-5,95848	-5,77776	-5,61150	-5,45009	-5,30898	-5,17291	-5,05183	-4,93619	-4,81988	-4,70687	-4,60660
0,090	-5,90130	-5,70835	-5,53815	-5,38065	-5,22809	-5,09399	-4,96414	-4,84867	-4,73884	-4,62758	-4,51928	-4,42380

c.d. Tabela 16. Wartości pochodnej nadmiarowej objętości molowej układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} po jego składzie (x_2) tj.
 $(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T}$ w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial V_m^E / \partial x_2)_{p,T} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,095	-5,64215	-5,46094	-5,30105	-5,15217	-5,00848	-4,88135	-4,75773	-4,64785	-4,54377	-4,43760	-4,33406	-4,24332
0,100	-5,38623	-5,21652	-5,06670	-4,92631	-4,79149	-4,67127	-4,55391	-4,44959	-4,35118	-4,25011	-4,15138	-4,06533
0,150	-3,05342	-2,98427	-2,92206	-2,85782	-2,80640	-2,74990	-2,69238	-2,64009	-2,59316	-2,54148	-2,49030	-2,44706
0,200	-1,22595	-1,22964	-1,23064	-1,22465	-1,23579	-1,22868	-1,21989	-1,20893	-1,20176	-1,19108	-1,18001	-1,16980
0,250	0,05958	0,00974	-0,03159	-0,06526	-0,11204	-0,13757	-0,16205	-0,17922	-0,19913	-0,21715	-0,23406	-0,24604
0,300	0,85662	0,78335	0,72104	0,66478	0,60658	0,56380	0,52141	0,48853	0,45318	0,41889	0,38656	0,36219
0,350	1,27077	1,19122	1,12264	1,05795	1,00498	0,95682	0,90904	0,87021	0,82873	0,78846	0,75103	0,72179
0,400	1,42843	1,35372	1,28864	1,22589	1,18573	1,13967	1,09480	1,05632	1,01520	0,97594	0,94020	0,91088
0,450	1,45205	1,38765	1,33118	1,27674	1,24876	1,20806	1,16997	1,13477	1,09765	1,06291	1,03194	1,00471
0,500	1,45819	1,40378	1,35633	1,31241	1,28628	1,24983	1,21745	1,18511	1,15291	1,12245	1,09519	1,06954
0,550	1,46433	1,41990	1,38148	1,34807	1,32379	1,29159	1,26493	1,23544	1,20817	1,18198	1,15844	1,13437
0,600	1,54677	1,50730	1,47392	1,44764	1,41446	1,38291	1,35735	1,32829	1,30417	1,27920	1,25568	1,23107
0,650	1,67903	1,64071	1,60887	1,58540	1,54139	1,50880	1,48140	1,45177	1,42915	1,40347	1,37800	1,35178
0,700	1,82135	1,78176	1,74873	1,72363	1,67326	1,63978	1,60933	1,57957	1,55732	1,53034	1,50265	1,47489
0,750	1,91889	1,87786	1,84248	1,81239	1,76604	1,73391	1,70160	1,67374	1,65168	1,62460	1,59656	1,56869
0,800	1,92283	1,88252	1,84559	1,80938	1,77993	1,75279	1,72195	1,69895	1,67777	1,65335	1,62847	1,60301
0,850	1,81800	1,78209	1,74609	1,70584	1,70158	1,68241	1,65727	1,64120	1,62192	1,60324	1,58508	1,56465
0,900	1,65705	1,62872	1,59683	1,55853	1,57160	1,55921	1,54206	1,53098	1,51370	1,50179	1,49090	1,47634
0,950	1,60116	1,57968	1,55392	1,52790	1,51740	1,50102	1,48779	1,47108	1,45286	1,44284	1,43199	1,41953
1	1,96738	1,94306	1,92127	1,92214	1,79137	1,74313	1,71690	1,66870	1,64056	1,61614	1,58355	1,56071

Tabela 17. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {1,5-pentanodiolu (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,012	18,020	18,031	18,048	18,069	18,094	18,123	18,156	18,193	18,233	18,277	18,323
0,005	18,016	18,021	18,031	18,048	18,069	18,094	18,123	18,157	18,193	18,233	18,277	18,323
0,010	18,017	18,022	18,032	18,048	18,069	18,095	18,124	18,157	18,194	18,234	18,278	18,324
0,015	18,018	18,023	18,033	18,050	18,070	18,096	18,125	18,158	18,195	18,235	18,279	18,325
0,020	18,019	18,024	18,035	18,051	18,072	18,097	18,126	18,159	18,196	18,236	18,280	18,326
0,025	18,021	18,026	18,036	18,052	18,073	18,098	18,127	18,160	18,197	18,237	18,281	18,327
0,030	18,023	18,028	18,038	18,054	18,074	18,099	18,129	18,162	18,198	18,238	18,282	18,329
0,035	18,024	18,029	18,039	18,055	18,076	18,101	18,130	18,163	18,199	18,239	18,284	18,330
0,040	18,026	18,031	18,041	18,057	18,077	18,102	18,131	18,164	18,201	18,241	18,285	18,332
0,045	18,027	18,032	18,042	18,058	18,078	18,103	18,132	18,165	18,202	18,242	18,287	18,333
0,050	18,027	18,033	18,043	18,058	18,079	18,104	18,133	18,166	18,203	18,243	18,288	18,335
0,055	18,028	18,034	18,043	18,059	18,079	18,104	18,134	18,167	18,203	18,244	18,289	18,336
0,060	18,027	18,034	18,043	18,059	18,080	18,105	18,134	18,167	18,204	18,244	18,290	18,337
0,065	18,027	18,033	18,043	18,059	18,079	18,104	18,134	18,168	18,204	18,245	18,290	18,338
0,070	18,026	18,032	18,042	18,058	18,079	18,104	18,134	18,168	18,204	18,245	18,291	18,338
0,075	18,024	18,031	18,041	18,057	18,078	18,103	18,133	18,167	18,204	18,245	18,291	18,339
0,080	18,021	18,029	18,039	18,056	18,077	18,102	18,132	18,166	18,203	18,244	18,291	18,339
0,085	18,018	18,026	18,037	18,054	18,075	18,101	18,131	18,165	18,202	18,244	18,290	18,339
0,090	18,014	18,023	18,034	18,051	18,072	18,099	18,129	18,164	18,201	18,243	18,289	18,338
0,095	18,010	18,019	18,030	18,048	18,070	18,096	18,127	18,162	18,200	18,241	18,288	18,337
0,100	17,990	18,000	18,014	18,033	18,057	18,084	18,116	18,152	18,191	18,234	18,281	18,331

c.d. Tabela 17. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {1,5-pentanodiolu (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15 333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	17,915	17,932	17,952	17,977	18,006	18,038	18,074	18,113	18,157	18,203	18,251	18,305
0,200	17,785	17,810	17,841	17,877	17,914	17,954	17,996	18,041	18,092	18,143	18,193	18,253
0,250	17,636	17,672	17,714	17,759	17,806	17,854	17,904	17,955	18,013	18,070	18,125	18,190
0,300	17,497	17,545	17,595	17,647	17,702	17,756	17,815	17,872	17,935	17,999	18,062	18,129
0,350	17,387	17,443	17,499	17,554	17,615	17,675	17,740	17,803	17,869	17,939	18,011	18,081
0,400	17,308	17,370	17,428	17,485	17,549	17,612	17,683	17,750	17,818	17,893	17,976	18,047
0,450	17,250	17,314	17,373	17,432	17,497	17,564	17,637	17,709	17,780	17,859	17,950	18,024
0,500	17,195	17,258	17,320	17,383	17,449	17,520	17,593	17,672	17,746	17,828	17,924	18,002
0,550	17,128	17,187	17,254	17,323	17,392	17,468	17,540	17,626	17,706	17,792	17,886	17,972
0,600	17,035	17,090	17,166	17,244	17,316	17,400	17,470	17,564	17,651	17,741	17,830	17,925
0,650	16,916	16,968	17,055	17,142	17,217	17,311	17,381	17,481	17,575	17,670	17,754	17,856
0,700	16,783	16,837	16,931	17,025	17,103	17,204	17,277	17,379	17,478	17,579	17,662	17,768
0,750	16,655	16,714	16,809	16,902	16,981	17,085	17,166	17,265	17,362	17,471	17,563	17,663
0,800	16,546	16,613	16,701	16,781	16,861	16,960	17,052	17,142	17,234	17,348	17,461	17,548
0,850	16,446	16,518	16,592	16,649	16,735	16,820	16,925	17,004	17,092	17,202	17,346	17,417
0,900	16,287	16,349	16,418	16,453	16,562	16,625	16,739	16,817	16,916	17,007	17,174	17,245
0,950	15,902	15,916	16,018	16,059	16,236	16,281	16,389	16,497	16,655	16,700	16,846	16,966

Tabela 18. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016
0,005	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016
0,010	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,015	18,015
0,015	18,017	18,017	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,015	18,015	18,015	18,015
0,020	18,017	18,017	18,017	18,017	18,016	18,016	18,016	18,016	18,015	18,015	18,015	18,015
0,025	18,018	18,018	18,017	18,017	18,016	18,016	18,016	18,015	18,015	18,015	18,014	18,014
0,030	18,018	18,018	18,017	18,017	18,016	18,016	18,015	18,015	18,014	18,014	18,014	18,013
0,035	18,018	18,018	18,017	18,017	18,016	18,015	18,015	18,014	18,013	18,013	18,013	18,012
0,040	18,018	18,017	18,016	18,016	18,015	18,015	18,014	18,013	18,012	18,012	18,011	18,011
0,045	18,017	18,017	18,015	18,015	18,014	18,014	18,013	18,012	18,011	18,010	18,010	18,009
0,050	18,016	18,016	18,014	18,014	18,013	18,012	18,011	18,010	18,009	18,008	18,008	18,007
0,055	18,014	18,014	18,012	18,012	18,011	18,010	18,009	18,008	18,007	18,006	18,006	18,005
0,060	18,012	18,012	18,010	18,010	18,009	18,008	18,007	18,006	18,005	18,004	18,003	18,002
0,065	18,009	18,009	18,008	18,008	18,007	18,006	18,004	18,003	18,002	18,001	18,000	17,999
0,070	18,006	18,006	18,005	18,005	18,003	18,003	18,001	18,000	17,999	17,998	17,997	17,996
0,075	18,002	18,002	18,001	18,001	18,000	17,999	17,997	17,996	17,995	17,994	17,993	17,992
0,080	17,997	17,998	17,997	17,997	17,996	17,995	17,993	17,992	17,991	17,990	17,989	17,988
0,085	17,991	17,992	17,992	17,992	17,991	17,990	17,989	17,988	17,987	17,985	17,985	17,984
0,090	17,985	17,987	17,987	17,987	17,986	17,985	17,984	17,983	17,982	17,981	17,980	17,979
0,095	17,978	17,980	17,981	17,981	17,980	17,980	17,978	17,977	17,976	17,975	17,975	17,974

c.d. Tabela 18. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	17,915	17,932	17,952	17,977	18,006	18,038	18,074	18,113	18,157	18,203	18,251	18,305
0,200	17,785	17,810	17,841	17,877	17,914	17,954	17,996	18,041	18,092	18,143	18,193	18,253
0,250	17,636	17,672	17,714	17,759	17,806	17,854	17,904	17,955	18,013	18,070	18,125	18,190
0,300	17,497	17,545	17,595	17,647	17,702	17,756	17,815	17,872	17,935	17,999	18,062	18,129
0,350	17,387	17,443	17,499	17,554	17,615	17,675	17,740	17,803	17,869	17,939	18,011	18,081
0,400	17,308	17,370	17,428	17,485	17,549	17,612	17,683	17,750	17,818	17,893	17,976	18,047
0,450	17,250	17,314	17,373	17,432	17,497	17,564	17,637	17,709	17,780	17,859	17,950	18,024
0,500	17,195	17,258	17,320	17,383	17,449	17,520	17,593	17,672	17,746	17,828	17,924	18,002
0,550	17,128	17,187	17,254	17,323	17,392	17,468	17,540	17,626	17,706	17,792	17,886	17,972
0,600	17,035	17,090	17,166	17,244	17,316	17,400	17,470	17,564	17,651	17,741	17,830	17,925
0,650	16,916	16,968	17,055	17,142	17,217	17,311	17,381	17,481	17,575	17,670	17,754	17,856
0,700	16,783	16,837	16,931	17,025	17,103	17,204	17,277	17,379	17,478	17,579	17,662	17,768
0,750	16,655	16,714	16,809	16,902	16,981	17,085	17,166	17,265	17,362	17,471	17,563	17,663
0,800	16,546	16,613	16,701	16,781	16,861	16,960	17,052	17,142	17,234	17,348	17,461	17,548
0,850	16,446	16,518	16,592	16,649	16,735	16,820	16,925	17,004	17,092	17,202	17,346	17,417
0,900	16,287	16,349	16,418	16,453	16,562	16,625	16,739	16,817	16,916	17,007	17,174	17,245
0,950	15,902	15,916	16,018	16,059	16,236	16,281	16,389	16,497	16,655	16,700	16,846	16,966

Tabela 19. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016
0,005	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015
0,010	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015
0,015	18,014	18,015	18,015	18,015	18,015	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014
0,020	18,013	18,013	18,014	18,014	18,013	18,013	18,013	18,013	18,013	18,013	18,013	18,012
0,025	18,011	18,012	18,012	18,012	18,012	18,012	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011	18,010
0,030	18,009	18,009	18,010	18,010	18,010	18,009	18,009	18,009	18,009	18,008	18,008	18,008
0,035	18,005	18,006	18,007	18,007	18,007	18,007	18,006	18,006	18,006	18,005	18,005	18,004
0,040	18,001	18,003	18,003	18,004	18,003	18,003	18,003	18,003	18,002	18,002	18,001	18,001
0,045	17,996	17,998	17,999	18,000	17,999	17,999	17,999	17,998	17,998	17,997	17,997	17,996
0,050	17,990	17,992	17,994	17,995	17,994	17,994	17,994	17,993	17,993	17,992	17,992	17,991
0,055	17,984	17,986	17,988	17,989	17,988	17,988	17,988	17,988	17,987	17,987	17,986	17,986
0,060	17,976	17,978	17,981	17,982	17,982	17,982	17,982	17,981	17,981	17,980	17,980	17,979
0,065	17,967	17,970	17,973	17,974	17,974	17,974	17,974	17,974	17,974	17,973	17,973	17,972
0,070	17,957	17,961	17,964	17,966	17,966	17,966	17,966	17,966	17,966	17,966	17,966	17,965
0,075	17,946	17,950	17,954	17,956	17,957	17,957	17,958	17,958	17,958	17,957	17,957	17,956
0,080	17,934	17,939	17,943	17,946	17,946	17,947	17,948	17,948	17,949	17,948	17,948	17,948
0,085	17,921	17,927	17,931	17,935	17,936	17,937	17,938	17,938	17,939	17,938	17,939	17,938
0,090	17,907	17,914	17,919	17,922	17,924	17,925	17,927	17,927	17,928	17,928	17,929	17,928
0,095	17,892	17,899	17,905	17,909	17,911	17,913	17,915	17,916	17,917	17,917	17,918	17,917
0,100	17,876	17,884	17,891	17,895	17,898	17,900	17,902	17,904	17,905	17,905	17,906	17,906
0,150	17,672	17,689	17,704	17,716	17,726	17,734	17,742	17,748	17,754	17,759	17,764	17,768
0,200	17,417	17,445	17,469	17,490	17,511	17,527	17,542	17,556	17,568	17,579	17,590	17,600

c.d. Tabela 19. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,250	17,162	17,200	17,232	17,263	17,292	17,318	17,340	17,360	17,380	17,398	17,415	17,431
0,300	16,947	16,993	17,032	17,070	17,105	17,136	17,165	17,191	17,216	17,240	17,261	17,283
0,350	16,795	16,845	16,889	16,930	16,967	17,002	17,034	17,063	17,091	17,119	17,143	17,167
0,400	16,706	16,757	16,803	16,845	16,880	16,915	16,948	16,978	17,007	17,036	17,060	17,085
0,450	16,664	16,715	16,759	16,800	16,831	16,865	16,897	16,926	16,954	16,982	17,005	17,030
0,500	16,643	16,691	16,734	16,772	16,802	16,834	16,864	16,892	16,918	16,944	16,967	16,991
0,550	16,619	16,665	16,705	16,741	16,770	16,800	16,828	16,854	16,879	16,903	16,925	16,947
0,600	16,572	16,617	16,656	16,690	16,723	16,752	16,780	16,806	16,831	16,853	16,877	16,898
0,650	16,502	16,547	16,585	16,619	16,658	16,689	16,717	16,744	16,769	16,792	16,818	16,841
0,700	16,425	16,470	16,509	16,545	16,588	16,621	16,650	16,679	16,705	16,730	16,757	16,781
0,750	16,373	16,417	16,458	16,495	16,537	16,570	16,601	16,630	16,656	16,682	16,708	16,733
0,800	16,377	16,421	16,460	16,499	16,531	16,563	16,591	16,618	16,642	16,667	16,690	16,713
0,850	16,452	16,492	16,530	16,567	16,583	16,608	16,632	16,654	16,673	16,695	16,710	16,729
0,900	16,555	16,591	16,625	16,658	16,660	16,677	16,696	16,712	16,725	16,742	16,749	16,763
0,950	16,540	16,576	16,607	16,632	16,654	16,669	16,686	16,702	16,716	16,729	16,737	16,751

Tabela 20. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016	18,016
0,005	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015	18,015
0,010	18,013	18,013	18,013	18,013	18,013	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014	18,014
0,015	18,010	18,010	18,010	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011	18,011
0,020	18,005	18,006	18,006	18,007	18,007	18,007	18,007	18,007	18,008	18,008	18,008	18,008
0,025	17,999	18,000	18,001	18,002	18,002	18,002	18,002	18,003	18,003	18,003	18,003	18,004
0,030	17,992	17,993	17,994	17,995	17,996	17,996	17,996	17,997	17,997	17,998	17,998	17,998
0,035	17,983	17,985	17,986	17,988	17,988	17,989	17,989	17,990	17,991	17,991	17,991	17,992
0,040	17,973	17,975	17,977	17,979	17,980	17,981	17,981	17,982	17,983	17,983	17,984	17,985
0,045	17,961	17,964	17,967	17,969	17,970	17,971	17,972	17,973	17,974	17,975	17,975	17,976
0,050	17,948	17,952	17,955	17,957	17,959	17,960	17,962	17,963	17,964	17,965	17,966	17,967
0,055	17,934	17,938	17,942	17,945	17,947	17,949	17,950	17,952	17,953	17,955	17,955	17,957
0,060	17,918	17,923	17,928	17,931	17,933	17,936	17,938	17,939	17,942	17,943	17,944	17,946
0,065	17,901	17,907	17,912	17,916	17,919	17,922	17,924	17,926	17,929	17,930	17,932	17,934
0,070	17,883	17,890	17,896	17,900	17,904	17,907	17,909	17,912	17,915	17,917	17,919	17,921
0,075	17,864	17,871	17,878	17,883	17,887	17,891	17,894	17,897	17,900	17,903	17,904	17,907
0,080	17,843	17,851	17,859	17,865	17,870	17,874	17,877	17,881	17,885	17,887	17,890	17,893
0,085	17,821	17,830	17,839	17,846	17,851	17,856	17,860	17,864	17,868	17,871	17,874	17,877
0,090	17,798	17,809	17,818	17,825	17,832	17,837	17,842	17,846	17,851	17,854	17,858	17,861
0,095	17,774	17,786	17,796	17,804	17,811	17,818	17,823	17,827	17,833	17,837	17,840	17,845
0,100	17,749	17,762	17,773	17,782	17,790	17,797	17,803	17,808	17,814	17,819	17,823	17,827

c.d. Tabela 20. Wartości cząstkowej objętości molowej wody ($V_{m,1}$) w mieszaninach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,1} \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	17,459	17,485	17,507	17,525	17,544	17,558	17,571	17,583	17,596	17,606	17,616	17,626
0,200	17,142	17,180	17,213	17,242	17,271	17,294	17,316	17,335	17,354	17,372	17,389	17,404
0,250	16,855	16,903	16,945	16,983	17,020	17,050	17,079	17,104	17,130	17,154	17,177	17,198
0,300	16,637	16,692	16,740	16,783	16,823	16,859	16,893	16,922	16,952	16,980	17,008	17,032
0,350	16,504	16,561	16,610	16,657	16,695	16,732	16,768	16,799	16,831	16,861	16,890	16,916
0,400	16,446	16,500	16,549	16,595	16,628	16,664	16,699	16,730	16,761	16,791	16,820	16,846
0,450	16,436	16,486	16,531	16,573	16,602	16,635	16,667	16,697	16,727	16,755	16,781	16,806
0,500	16,433	16,478	16,519	16,556	16,583	16,615	16,644	16,673	16,700	16,726	16,751	16,775
0,550	16,429	16,469	16,505	16,537	16,563	16,593	16,619	16,646	16,671	16,695	16,718	16,741
0,600	16,381	16,419	16,452	16,479	16,511	16,540	16,566	16,593	16,615	16,639	16,661	16,685
0,650	16,299	16,335	16,367	16,393	16,432	16,462	16,488	16,515	16,537	16,561	16,585	16,610
0,700	16,203	16,240	16,273	16,300	16,343	16,373	16,402	16,429	16,451	16,475	16,501	16,527
0,750	16,132	16,171	16,205	16,236	16,276	16,305	16,335	16,361	16,383	16,407	16,433	16,459
0,800	16,129	16,168	16,203	16,239	16,265	16,291	16,320	16,342	16,363	16,385	16,409	16,432
0,850	16,216	16,251	16,286	16,324	16,330	16,349	16,373	16,390	16,409	16,427	16,445	16,464
0,900	16,357	16,385	16,416	16,453	16,444	16,457	16,474	16,486	16,504	16,516	16,527	16,542
0,950	16,408	16,429	16,455	16,481	16,493	16,510	16,524	16,541	16,560	16,570	16,581	16,594

Tabela 21. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) 1,5-pentanodiolu (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,005	101,599	102,165	102,644	103,129	103,594	104,061	104,540	105,017	105,475	105,960	106,491	106,998
0,010	101,483	102,048	102,537	103,030	103,503	103,976	104,457	104,936	105,401	105,886	106,406	106,913
0,015	101,383	101,946	102,445	102,944	103,424	103,902	104,384	104,865	105,335	105,821	106,330	106,838
0,020	101,298	101,858	102,366	102,870	103,356	103,838	104,321	104,803	105,278	105,763	106,263	106,771
0,025	101,227	101,785	102,299	102,807	103,298	103,783	104,266	104,749	105,228	105,713	106,205	106,711
0,030	101,169	101,724	102,243	102,755	103,249	103,737	104,220	104,704	105,185	105,670	106,154	106,659
0,035	101,123	101,674	102,198	102,712	103,209	103,699	104,182	104,665	105,149	105,633	106,110	106,614
0,040	101,089	101,636	102,163	102,678	103,178	103,669	104,151	104,634	105,119	105,602	106,074	106,575
0,045	101,064	101,609	102,138	102,653	103,154	103,645	104,127	104,609	105,095	105,577	106,043	106,543
0,050	101,050	101,591	102,120	102,636	103,137	103,629	104,110	104,590	105,077	105,557	106,019	106,515
0,055	101,044	101,581	102,111	102,626	103,127	103,618	104,098	104,577	105,063	105,542	106,000	106,493
0,060	101,047	101,580	102,110	102,622	103,123	103,613	104,092	104,569	105,054	105,532	105,986	106,476
0,065	101,057	101,586	102,115	102,625	103,125	103,614	104,091	104,566	105,050	105,525	105,976	106,464
0,070	101,075	101,599	102,126	102,634	103,132	103,619	104,094	104,568	105,050	105,523	105,971	106,455
0,075	101,098	101,619	102,143	102,647	103,144	103,629	104,102	104,573	105,053	105,525	105,970	106,451
0,080	101,128	101,644	102,165	102,666	103,160	103,643	104,114	104,582	105,060	105,530	105,973	106,450
0,085	101,163	101,674	102,191	102,689	103,180	103,660	104,129	104,595	105,070	105,537	105,979	106,452
0,090	101,202	101,709	102,223	102,716	103,204	103,681	104,148	104,611	105,083	105,548	105,988	106,458
0,095	101,246	101,749	102,257	102,746	103,231	103,705	104,169	104,630	105,099	105,561	106,000	106,466
0,100	101,294	101,792	102,296	102,780	103,261	103,732	104,193	104,651	105,117	105,577	106,014	106,476
0,150	101,897	102,347	102,795	103,228	103,665	104,097	104,528	104,955	105,384	105,818	106,248	106,673
0,200	102,539	102,943	103,337	103,723	104,116	104,511	104,910	105,308	105,703	106,110	106,531	106,930
0,250	103,068	103,433	103,789	104,141	104,501	104,867	105,237	105,614	105,984	106,369	106,774	107,156

c.d. Tabela 21. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) 1,5-pentanodiolu (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,300	103,440	103,776	104,109	104,443	104,781	105,129	105,476	105,839	106,194	106,561	106,946	107,320
0,350	103,669	103,986	104,309	104,635	104,962	105,299	105,632	105,984	106,332	106,687	107,050	107,422
0,400	103,798	104,105	104,425	104,748	105,070	105,402	105,726	106,070	106,415	106,762	107,107	107,477
0,450	103,872	104,177	104,495	104,817	105,136	105,465	105,786	106,122	106,465	106,807	107,140	107,506
0,500	103,933	104,240	104,554	104,871	105,189	105,513	105,835	106,164	106,501	106,840	107,171	107,531
0,550	103,988	104,298	104,608	104,921	105,237	105,556	105,879	106,201	106,535	106,870	107,200	107,554
0,600	104,057	104,370	104,673	104,979	105,293	105,606	105,930	106,247	106,575	106,907	107,241	107,588
0,650	104,129	104,444	104,741	105,040	105,353	105,660	105,984	106,297	106,620	106,950	107,287	107,629
0,700	104,195	104,509	104,802	105,098	105,409	105,712	106,035	106,346	106,668	106,994	107,332	107,672
0,750	104,245	104,557	104,849	105,146	105,456	105,757	106,078	106,390	106,712	107,035	107,370	107,712
0,800	104,276	104,586	104,881	105,180	105,491	105,793	106,110	106,426	106,749	107,070	107,399	107,746
0,850	104,296	104,604	104,902	105,206	105,516	105,822	106,136	106,454	106,778	107,100	107,422	107,772
0,900	104,314	104,623	104,923	105,231	105,538	105,847	106,160	106,478	106,802	107,127	107,444	107,795
0,950	104,340	104,652	104,950	105,259	105,561	105,872	106,185	106,502	106,822	107,149	107,468	107,816
1	104,359	104,673	104,969	105,276	105,575	105,887	106,200	106,515	106,831	107,161	107,482	107,827

Tabela 22. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu dietylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,005	89,987	90,166	90,417	90,417	90,502	90,587	90,639	90,698	90,750	90,802	90,862	90,904
0,010	89,931	90,116	90,381	90,381	90,476	90,567	90,627	90,693	90,752	90,810	90,874	90,922
0,015	89,888	90,077	90,354	90,354	90,457	90,554	90,623	90,694	90,760	90,823	90,891	90,944
0,020	89,856	90,049	90,337	90,337	90,447	90,549	90,624	90,701	90,772	90,840	90,912	90,968
0,025	89,835	90,031	90,328	90,328	90,443	90,550	90,631	90,713	90,788	90,861	90,936	90,996
0,030	89,824	90,022	90,326	90,326	90,447	90,557	90,644	90,730	90,809	90,886	90,963	91,027
0,035	89,823	90,022	90,332	90,332	90,457	90,570	90,662	90,751	90,833	90,914	90,993	91,060
0,040	89,830	90,030	90,344	90,344	90,473	90,589	90,684	90,776	90,862	90,945	91,026	91,095
0,045	89,846	90,046	90,363	90,363	90,494	90,612	90,711	90,805	90,893	90,979	91,061	91,132
0,050	89,869	90,069	90,387	90,387	90,520	90,640	90,741	90,838	90,928	91,016	91,099	91,172
0,055	89,899	90,097	90,417	90,417	90,552	90,672	90,776	90,874	90,965	91,055	91,138	91,213
0,060	89,936	90,132	90,452	90,452	90,587	90,708	90,813	90,912	91,005	91,096	91,180	91,256
0,065	89,979	90,173	90,491	90,491	90,626	90,747	90,854	90,954	91,048	91,139	91,223	91,300
0,070	90,026	90,218	90,534	90,534	90,669	90,790	90,897	90,998	91,092	91,184	91,268	91,346
0,075	90,079	90,268	90,581	90,581	90,715	90,836	90,944	91,044	91,139	91,230	91,314	91,392
0,080	90,136	90,321	90,631	90,631	90,765	90,884	90,992	91,092	91,187	91,278	91,361	91,440
0,085	90,197	90,379	90,684	90,684	90,817	90,935	91,042	91,142	91,236	91,327	91,410	91,489
0,090	90,262	90,440	90,740	90,740	90,871	90,988	91,095	91,194	91,287	91,378	91,459	91,538
0,095	90,330	90,503	90,798	90,798	90,927	91,042	91,148	91,247	91,339	91,429	91,510	91,588
0,100	90,401	90,570	90,859	90,859	90,985	91,099	91,204	91,301	91,393	91,481	91,560	91,638
0,150	91,193	91,313	91,529	91,529	91,624	91,712	91,796	91,875	91,949	92,020	92,083	92,149
0,200	91,983	92,057	92,196	92,196	92,257	92,316	92,374	92,429	92,481	92,530	92,575	92,624
0,250	92,644	92,683	92,761	92,761	92,795	92,830	92,867	92,901	92,933	92,963	92,993	93,025

c.d. Tabela 22. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu dietylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,300	93,136	93,154	93,192	93,192	93,209	93,228	93,249	93,268	93,286	93,303	93,322	93,341
0,350	93,471	93,479	93,495	93,495	93,504	93,514	93,526	93,536	93,546	93,555	93,567	93,576
0,400	93,684	93,689	93,697	93,697	93,703	93,709	93,717	93,722	93,728	93,733	93,741	93,746
0,450	93,816	93,821	93,828	93,828	93,834	93,839	93,845	93,849	93,852	93,857	93,863	93,864
0,500	93,896	93,901	93,901	93,908	93,914	93,918	93,923	93,935	93,930	93,933	93,937	93,939
0,550	93,968	93,973	93,981	93,981	93,986	93,990	93,994	93,996	93,999	94,002	94,005	94,006
0,600	94,024	94,027	94,032	94,032	94,036	94,039	94,041	94,042	94,044	94,047	94,048	94,049
0,650	94,072	94,073	94,075	94,075	94,076	94,077	94,077	94,078	94,079	94,079	94,079	94,080
0,700	94,109	94,108	94,107	94,107	94,106	94,106	94,104	94,104	94,104	94,103	94,102	94,103
0,750	94,132	94,130	94,127	94,127	94,125	94,124	94,122	94,121	94,120	94,119	94,118	94,118
0,800	94,140	94,138	94,136	94,136	94,134	94,133	94,131	94,130	94,129	94,128	94,128	94,127
0,850	94,137	94,137	94,137	94,137	94,136	94,136	94,135	94,134	94,134	94,133	94,134	94,133
0,900	94,134	94,135	94,136	94,136	94,137	94,137	94,137	94,137	94,137	94,137	94,138	94,138
0,950	94,139	94,140	94,141	94,141	94,142	94,142	94,142	94,142	94,142	94,143	94,143	94,143
1	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147	94,147

Tabela 23. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu trietylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,005	125,342	125,658	125,920	126,139	126,290	126,434	126,565	126,680	126,785	126,868	126,958	127,024
0,010	125,389	125,698	125,956	126,173	126,333	126,482	126,615	126,736	126,844	126,934	127,028	127,101
0,015	125,448	125,750	126,003	126,219	126,386	126,538	126,675	126,798	126,911	127,006	127,104	127,183
0,020	125,518	125,813	126,061	126,276	126,447	126,602	126,741	126,867	126,983	127,083	127,184	127,268
0,025	125,598	125,886	126,129	126,342	126,517	126,673	126,815	126,943	127,061	127,166	127,269	127,357
0,030	125,688	125,969	126,206	126,416	126,594	126,752	126,894	127,024	127,144	127,252	127,357	127,450
0,035	125,786	126,059	126,292	126,498	126,678	126,837	126,980	127,111	127,232	127,343	127,449	127,544
0,040	125,892	126,157	126,384	126,587	126,768	126,927	127,070	127,202	127,323	127,437	127,543	127,642
0,045	126,005	126,262	126,484	126,683	126,864	127,022	127,165	127,297	127,419	127,533	127,640	127,741
0,050	126,123	126,373	126,589	126,784	126,965	127,122	127,264	127,395	127,517	127,633	127,740	127,842
0,055	126,248	126,490	126,699	126,891	127,070	127,226	127,367	127,497	127,618	127,735	127,841	127,944
0,060	126,377	126,611	126,815	127,001	127,179	127,333	127,472	127,601	127,722	127,838	127,944	128,048
0,065	126,510	126,737	126,934	127,116	127,291	127,443	127,580	127,708	127,827	127,944	128,048	128,152
0,070	126,646	126,866	127,057	127,234	127,406	127,556	127,691	127,817	127,935	128,050	128,154	128,257
0,075	126,786	126,998	127,183	127,356	127,524	127,671	127,803	127,927	128,043	128,158	128,259	128,362
0,080	126,928	127,132	127,311	127,479	127,643	127,787	127,917	128,038	128,152	128,266	128,366	128,467
0,085	127,072	127,269	127,442	127,604	127,765	127,905	128,032	128,151	128,263	128,374	128,472	128,573
0,090	127,218	127,407	127,574	127,731	127,887	128,024	128,148	128,264	128,373	128,483	128,579	128,678
0,095	127,364	127,546	127,707	127,859	128,010	128,143	128,264	128,377	128,484	128,592	128,685	128,782
0,100	127,512	127,686	127,841	127,988	128,134	128,263	128,381	128,490	128,594	128,700	128,791	128,886
0,150	128,945	129,053	129,152	129,248	129,338	129,425	129,505	129,580	129,652	129,728	129,790	129,859

c.d. Tabela 23. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu trietylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	130,152	130,211	130,265	130,317	130,359	130,406	130,451	130,493	130,534	130,578	130,612	130,653
0,250	131,037	131,062	131,085	131,106	131,116	131,134	131,153	131,171	131,188	131,206	131,221	131,239
0,300	131,608	131,613	131,617	131,619	131,615	131,615	131,618	131,621	131,624	131,626	131,629	131,633
0,350	131,928	131,923	131,919	131,912	131,905	131,898	131,893	131,890	131,885	131,880	131,878	131,875
0,400	132,078	132,071	132,064	132,055	132,052	132,044	132,038	132,033	132,027	132,020	132,018	132,013
0,450	132,136	132,129	132,124	132,117	132,118	132,113	132,108	132,104	132,100	132,094	132,092	132,089
0,500	132,160	132,155	132,152	132,148	132,150	132,147	132,144	132,142	132,139	132,136	132,135	132,133
0,550	132,182	132,179	132,177	132,176	132,179	132,178	132,177	132,176	132,175	132,174	132,173	132,172
0,600	132,216	132,214	132,213	132,214	132,214	132,213	132,212	132,212	132,210	132,210	132,208	132,208
0,650	132,258	132,256	132,256	132,256	132,253	132,251	132,250	132,249	132,247	132,246	132,244	132,243
0,700	132,295	132,293	132,292	132,292	132,286	132,284	132,282	132,280	132,278	132,277	132,273	132,272
0,750	132,315	132,313	132,312	132,311	132,306	132,303	132,301	132,299	132,297	132,295	132,292	132,290
0,800	132,314	132,313	132,312	132,310	132,308	132,306	132,304	132,303	132,301	132,300	132,297	132,296
0,850	132,299	132,298	132,298	132,296	132,298	132,297	132,296	132,295	132,295	132,294	132,293	132,293
0,900	132,284	132,284	132,284	132,283	132,286	132,287	132,287	132,287	132,287	132,287	132,288	132,288
0,950	132,284	132,284	132,284	132,284	132,286	132,286	132,287	132,287	132,288	132,288	132,288	132,289
1	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293	132,293

Tabela 24. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu tertaetylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,005	160,556	160,976	161,351	161,669	161,933	162,179	162,395	162,596	162,807	162,986	163,150	163,325
0,010	160,808	161,214	161,575	161,884	162,146	162,387	162,600	162,797	163,002	163,179	163,342	163,514
0,015	161,063	161,455	161,804	162,102	162,362	162,597	162,807	163,000	163,200	163,374	163,536	163,703
0,020	161,321	161,699	162,035	162,324	162,580	162,809	163,015	163,204	163,398	163,570	163,730	163,893
0,025	161,581	161,945	162,268	162,548	162,799	163,022	163,224	163,409	163,597	163,766	163,924	164,083
0,030	161,841	162,192	162,503	162,773	163,019	163,236	163,434	163,615	163,797	163,963	164,118	164,272
0,035	162,103	162,440	162,739	163,000	163,240	163,451	163,644	163,820	163,996	164,159	164,312	164,461
0,040	162,364	162,688	162,975	163,227	163,461	163,666	163,854	164,025	164,196	164,354	164,504	164,649
0,045	162,626	162,937	163,211	163,454	163,681	163,880	164,063	164,229	164,394	164,549	164,696	164,836
0,050	162,886	163,184	163,447	163,680	163,901	164,093	164,272	164,433	164,592	164,742	164,886	165,021
0,055	163,145	163,430	163,682	163,906	164,120	164,305	164,479	164,635	164,788	164,934	165,074	165,205
0,060	163,402	163,675	163,916	164,131	164,337	164,516	164,684	164,835	164,983	165,125	165,261	165,387
0,065	163,657	163,918	164,148	164,354	164,553	164,725	164,888	165,033	165,175	165,313	165,445	165,567
0,070	163,910	164,158	164,378	164,576	164,767	164,932	165,089	165,229	165,366	165,499	165,627	165,744
0,075	164,159	164,396	164,605	164,795	164,978	165,137	165,288	165,423	165,554	165,683	165,807	165,920
0,080	164,406	164,631	164,830	165,011	165,186	165,339	165,484	165,614	165,740	165,864	165,984	166,092
0,085	164,648	164,863	165,052	165,225	165,392	165,538	165,678	165,803	165,923	166,042	166,158	166,262
0,090	164,888	165,091	165,271	165,436	165,594	165,734	165,868	165,988	166,103	166,218	166,329	166,429
0,095	165,123	165,316	165,486	165,643	165,794	165,927	166,056	166,170	166,280	166,390	166,497	166,592
0,100	165,354	165,536	165,697	165,847	165,990	166,117	166,240	166,349	166,454	166,559	166,662	166,753
0,150	167,397	167,491	167,576	167,658	167,728	167,799	167,870	167,934	167,993	168,056	168,117	168,170

c.d. Tabela 24. Wartości cząstkowej objętości molowej ($V_{m,2}$) glikolu tertaetylenowego (x_2) w jego roztworach wodnych w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_{m,2} \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	168,907	168,941	168,973	169,008	169,026	169,056	169,087	169,117	169,143	169,171	169,199	169,225
0,250	169,905	169,904	169,904	169,908	169,898	169,903	169,908	169,916	169,922	169,928	169,934	169,943
0,300	170,485	170,466	170,452	170,439	170,421	170,413	170,405	170,402	170,396	170,390	170,385	170,385
0,350	170,766	170,743	170,724	170,706	170,691	170,680	170,668	170,660	170,650	170,641	170,632	170,629
0,400	170,865	170,845	170,828	170,811	170,805	170,795	170,784	170,777	170,767	170,758	170,751	170,747
0,450	170,879	170,865	170,853	170,841	170,841	170,834	170,828	170,823	170,815	170,809	170,804	170,802
0,500	170,882	170,873	170,866	170,859	170,861	170,856	170,853	170,849	170,844	170,840	170,837	170,835
0,550	170,884	170,880	170,877	170,876	170,878	170,876	170,875	170,873	170,870	170,868	170,867	170,866
0,600	170,919	170,917	170,917	170,918	170,916	170,914	170,914	170,912	170,911	170,909	170,908	170,907
0,650	170,968	170,967	170,967	170,969	170,964	170,961	170,960	170,958	170,957	170,955	170,954	170,952
0,700	171,015	171,013	171,013	171,014	171,007	171,004	171,002	171,000	170,999	170,997	170,994	170,992
0,750	171,042	171,040	171,039	171,039	171,033	171,030	171,028	171,026	171,025	171,023	171,020	171,018
0,800	171,043	171,041	171,040	171,039	171,036	171,035	171,033	171,032	171,031	171,030	171,028	171,026
0,850	171,025	171,024	171,023	171,021	171,023	171,023	171,022	171,022	171,022	171,021	171,021	171,020
0,900	171,005	171,005	171,004	171,003	171,007	171,007	171,007	171,008	171,009	171,009	171,009	171,009
0,950	171,000	171,000	171,000	170,999	171,002	171,002	171,003	171,003	171,003	171,004	171,004	171,004
1	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007	171,007

Tabela 25. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,99997	0,99970	0,99910	0,99820	0,99704	0,99564	0,99403	0,99221	0,99020	0,98803	0,98568	0,98319
0,005	1,00065	1,00023	0,99952	0,99851	0,99726	0,99577	0,99408	0,99219	0,99011	0,98787	0,98545	0,98290
0,010	1,00133	1,00077	0,99995	0,99884	0,99749	0,99593	0,99415	0,99219	0,99005	0,98774	0,98525	0,98264
0,015	1,00200	1,00131	1,00038	0,99917	0,99774	0,99609	0,99424	0,99220	0,99000	0,98764	0,98509	0,98242
0,020	1,00268	1,00186	1,00082	0,99951	0,99800	0,99627	0,99434	0,99224	0,98998	0,98755	0,98495	0,98222
0,025	1,00334	1,00240	1,00126	0,99986	0,99826	0,99645	0,99446	0,99229	0,98996	0,98749	0,98482	0,98205
0,030	1,00399	1,00294	1,00170	1,00020	0,99852	0,99664	0,99458	0,99234	0,98996	0,98743	0,98472	0,98190
0,035	1,00463	1,00347	1,00213	1,00055	0,99878	0,99683	0,99470	0,99241	0,98997	0,98739	0,98464	0,98177
0,040	1,00526	1,00399	1,00255	1,00088	0,99904	0,99702	0,99483	0,99248	0,98999	0,98736	0,98456	0,98165
0,045	1,00587	1,00449	1,00297	1,00122	0,99930	0,99721	0,99496	0,99255	0,99001	0,98733	0,98450	0,98154
0,050	1,00646	1,00499	1,00337	1,00154	0,99955	0,99740	0,99509	0,99263	0,99004	0,98732	0,98444	0,98145
0,055	1,00703	1,00547	1,00377	1,00186	0,99980	0,99758	0,99522	0,99271	0,99007	0,98730	0,98440	0,98136
0,060	1,00758	1,00593	1,00415	1,00216	1,00004	0,99776	0,99534	0,99278	0,99010	0,98729	0,98435	0,98128
0,065	1,00811	1,00637	1,00451	1,00246	1,00027	0,99793	0,99547	0,99286	0,99013	0,98728	0,98432	0,98121
0,070	1,00862	1,00680	1,00486	1,00274	1,00049	0,99810	0,99558	0,99293	0,99016	0,98728	0,98428	0,98114
0,075	1,00910	1,00721	1,00520	1,00301	1,00070	0,99826	0,99570	0,99300	0,99019	0,98727	0,98425	0,98108
0,080	1,00957	1,00760	1,00552	1,00327	1,00090	0,99841	0,99580	0,99307	0,99022	0,98726	0,98421	0,98102
0,085	1,01001	1,00797	1,00582	1,00351	1,00109	0,99855	0,99590	0,99313	0,99024	0,98725	0,98418	0,98096
0,090	1,01043	1,00833	1,00611	1,00374	1,00127	0,99869	0,99599	0,99318	0,99026	0,98724	0,98415	0,98090
0,095	1,01082	1,00866	1,00638	1,00396	1,00144	0,99881	0,99608	0,99324	0,99028	0,98723	0,98412	0,98085

c.d. Tabela 25. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,01120	1,00897	1,00664	1,00417	1,00160	0,99892	0,99616	0,99328	0,99029	0,98722	0,98408	0,98079
0,150	1,01379	1,01110	1,00832	1,00547	1,00255	0,99956	0,99651	0,99339	0,99016	0,98688	0,98358	0,98014
0,200	1,01466	1,01170	1,00869	1,00564	1,00253	0,99937	0,99616	0,99290	0,98957	0,98618	0,98277	0,97927
0,250	1,01437	1,01128	1,00816	1,00504	1,00184	0,99861	0,99533	0,99201	0,98864	0,98520	0,98172	0,97822
0,300	1,01344	1,01030	1,00715	1,00400	1,00078	0,99753	0,99423	0,99089	0,98752	0,98408	0,98058	0,97709
0,350	1,01222	1,00908	1,00593	1,00278	0,99958	0,99632	0,99305	0,98971	0,98636	0,98294	0,97945	0,97598
0,400	1,01095	1,00783	1,00469	1,00155	0,99837	0,99513	0,99189	0,98856	0,98524	0,98185	0,97840	0,97495
0,450	1,00972	1,00663	1,00351	1,00038	0,99722	0,99400	0,99080	0,98750	0,98420	0,98084	0,97746	0,97402
0,500	1,00858	1,00551	1,00240	0,99929	0,99615	0,99296	0,98979	0,98652	0,98324	0,97993	0,97660	0,97319
0,550	1,00750	1,00445	1,00136	0,99826	0,99515	0,99198	0,98884	0,98562	0,98237	0,97909	0,97582	0,97243
0,600	1,00645	1,00341	1,00035	0,99728	0,99419	0,99106	0,98794	0,98476	0,98155	0,97830	0,97507	0,97173
0,650	1,00541	1,00237	0,99934	0,99631	0,99325	0,99016	0,98705	0,98392	0,98075	0,97755	0,97435	0,97104
0,700	1,00435	1,00132	0,99833	0,99534	0,99230	0,98926	0,98617	0,98309	0,97996	0,97680	0,97362	0,97036
0,750	1,00328	1,00026	0,99732	0,99437	0,99136	0,98836	0,98529	0,98226	0,97916	0,97604	0,97289	0,96967
0,800	1,00223	0,99922	0,99632	0,99340	0,99041	0,98746	0,98442	0,98142	0,97836	0,97528	0,97217	0,96898
0,850	1,00122	0,99823	0,99535	0,99245	0,98948	0,98656	0,98355	0,98057	0,97754	0,97451	0,97144	0,96827
0,900	1,00023	0,99726	0,99439	0,99149	0,98856	0,98565	0,98269	0,97972	0,97671	0,97371	0,97071	0,96754
0,950	0,99921	0,99624	0,99339	0,99049	0,98760	0,98470	0,98177	0,97882	0,97585	0,97286	0,96993	0,96677
1	0,99800	0,99500	0,99220	0,98930	0,98650	0,98360	0,98070	0,97780	0,97490	0,97190	0,96900	0,96590

Tabela 26. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,99997	0,99970	0,99910	0,99820	0,99704	0,99564	0,99403	0,99221	0,99020	0,98803	0,98568	0,98319
0,005	1,00435	1,00396	1,00325	1,00226	1,00102	0,99954	0,99787	0,99599	0,99393	0,99170	0,98931	0,98677
0,010	1,00858	1,00807	1,00726	1,00617	1,00485	1,00330	1,00157	0,99963	0,99750	0,99523	0,99278	0,99020
0,015	1,01266	1,01203	1,01112	1,00994	1,00854	1,00692	1,00512	1,00312	1,00094	0,99862	0,99612	0,99350
0,020	1,01661	1,01586	1,01485	1,01358	1,01210	1,01040	1,00854	1,00648	1,00425	1,00187	0,99932	0,99666
0,025	1,02041	1,01955	1,01844	1,01708	1,01552	1,01375	1,01183	1,00971	1,00743	1,00500	1,00240	0,99970
0,030	1,02409	1,02312	1,02191	1,02046	1,01883	1,01698	1,01500	1,01282	1,01048	1,00800	1,00536	1,00262
0,035	1,02764	1,02656	1,02525	1,02372	1,02201	1,02010	1,01805	1,01582	1,01342	1,01090	1,00821	1,00542
0,040	1,03106	1,02988	1,02848	1,02687	1,02508	1,02310	1,02099	1,01870	1,01625	1,01368	1,01094	1,00811
0,045	1,03437	1,03308	1,03159	1,02990	1,02803	1,02599	1,02382	1,02147	1,01898	1,01635	1,01358	1,01071
0,050	1,03756	1,03617	1,03460	1,03282	1,03089	1,02877	1,02655	1,02415	1,02160	1,01893	1,01611	1,01320
0,055	1,04064	1,03916	1,03750	1,03564	1,03364	1,03146	1,02917	1,02672	1,02413	1,02141	1,01855	1,01560
0,060	1,04362	1,04204	1,04029	1,03836	1,03629	1,03405	1,03171	1,02920	1,02656	1,02380	1,02089	1,01791
0,065	1,04649	1,04482	1,04299	1,04099	1,03884	1,03654	1,03415	1,03159	1,02890	1,02610	1,02315	1,02013
0,070	1,04925	1,04750	1,04559	1,04352	1,04131	1,03895	1,03650	1,03390	1,03116	1,02831	1,02533	1,02228
0,075	1,05193	1,05008	1,04810	1,04596	1,04369	1,04127	1,03877	1,03612	1,03334	1,03045	1,02743	1,02434
0,080	1,05450	1,05258	1,05052	1,04831	1,04598	1,04351	1,04096	1,03826	1,03544	1,03250	1,02945	1,02633
0,085	1,05699	1,05499	1,05286	1,05059	1,04819	1,04567	1,04306	1,04032	1,03746	1,03449	1,03140	1,02824
0,090	1,05939	1,05731	1,05511	1,05278	1,05033	1,04775	1,04510	1,04231	1,03941	1,03640	1,03328	1,03009
0,095	1,06170	1,05955	1,05729	1,05489	1,05238	1,04976	1,04706	1,04423	1,04129	1,03824	1,03509	1,03187

c.d. Tabela 26. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,01120	1,00897	1,00664	1,00417	1,00160	0,99892	0,99616	0,99328	0,99029	0,98722	0,98408	0,98079
0,100	1,06393	1,06171	1,05938	1,05693	1,05437	1,05169	1,04895	1,04608	1,04310	1,04002	1,03683	1,03359
0,150	1,08226	1,07948	1,07663	1,07372	1,07073	1,06766	1,06455	1,06134	1,05805	1,05469	1,05125	1,04776
0,200	1,09488	1,09176	1,08858	1,08539	1,08213	1,07881	1,07546	1,07204	1,06856	1,06501	1,06142	1,05777
0,250	1,10353	1,10023	1,09686	1,09350	1,09009	1,08664	1,08314	1,07960	1,07600	1,07236	1,06867	1,06493
0,300	1,10951	1,10611	1,10264	1,09920	1,09571	1,09218	1,08861	1,08499	1,08134	1,07764	1,07391	1,07012
0,350	1,11371	1,11026	1,10675	1,10327	1,09974	1,09616	1,09255	1,08891	1,08523	1,08151	1,07776	1,07396
0,400	1,11676	1,11328	1,10975	1,10624	1,10269	1,09910	1,09547	1,09181	1,08812	1,08440	1,08064	1,07685
0,450	1,11905	1,11556	1,11202	1,10848	1,10492	1,10131	1,09768	1,09402	1,09033	1,08661	1,08285	1,07907
0,500	1,12083	1,11731	1,11377	1,11022	1,10664	1,10303	1,09939	1,09573	1,09205	1,08833	1,08458	1,08081
0,550	1,12223	1,11871	1,11516	1,11160	1,10801	1,10439	1,10075	1,09710	1,09341	1,08970	1,08596	1,08220
0,600	1,12335	1,11981	1,11627	1,11269	1,10910	1,10548	1,10184	1,09819	1,09451	1,09081	1,08708	1,08333
0,650	1,12422	1,12069	1,11714	1,11356	1,10997	1,10636	1,10273	1,09908	1,09541	1,09171	1,08799	1,08426
0,700	1,12491	1,12137	1,11782	1,11426	1,11067	1,10706	1,10344	1,09980	1,09614	1,09246	1,08875	1,08503
0,750	1,12544	1,12192	1,11837	1,11481	1,11124	1,10764	1,10403	1,10040	1,09675	1,09308	1,08939	1,08567
0,800	1,12588	1,12237	1,11882	1,11528	1,11171	1,10812	1,10452	1,10091	1,09727	1,09361	1,08993	1,08622
0,850	1,12628	1,12276	1,11923	1,11568	1,11212	1,10854	1,10495	1,10134	1,09771	1,09406	1,09039	1,08670
0,900	1,12666	1,12314	1,11960	1,11605	1,11249	1,10892	1,10533	1,10173	1,09810	1,09446	1,09079	1,08711
0,950	1,12699	1,12347	1,11993	1,11638	1,11281	1,10924	1,10565	1,10205	1,09843	1,09479	1,09113	1,08746
1	1,12718	1,12366	1,12013	1,11658	1,11302	1,10945	1,10587	1,10227	1,09866	1,09503	1,09138	1,08772

Tabela 27. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,99997	0,99970	0,99910	0,99820	0,99704	0,99564	0,99403	0,99221	0,99020	0,98803	0,98568	0,98319
0,005	1,00666	1,00620	1,00542	1,00436	1,00307	1,00155	0,99982	0,99790	0,99579	0,99353	0,99111	0,98854
0,010	1,01297	1,01232	1,01137	1,01016	1,00874	1,00710	1,00527	1,00324	1,00104	0,99870	0,99620	0,99356
0,015	1,01893	1,01809	1,01698	1,01563	1,01409	1,01233	1,01039	1,00827	1,00598	1,00356	1,00098	0,99828
0,020	1,02454	1,02353	1,02228	1,02079	1,01912	1,01726	1,01522	1,01301	1,01063	1,00814	1,00548	1,00271
0,025	1,02985	1,02868	1,02728	1,02566	1,02388	1,02191	1,01977	1,01747	1,01502	1,01244	1,00972	1,00689
0,030	1,03487	1,03354	1,03200	1,03026	1,02837	1,02630	1,02407	1,02169	1,01915	1,01651	1,01371	1,01082
0,035	1,03961	1,03814	1,03648	1,03462	1,03262	1,03045	1,02813	1,02567	1,02306	1,02034	1,01748	1,01453
0,040	1,04410	1,04250	1,04071	1,03874	1,03664	1,03438	1,03197	1,02943	1,02675	1,02396	1,02104	1,01803
0,045	1,04836	1,04662	1,04471	1,04264	1,04044	1,03809	1,03561	1,03298	1,03023	1,02739	1,02440	1,02134
0,050	1,05239	1,05053	1,04851	1,04633	1,04404	1,04161	1,03904	1,03635	1,03353	1,03063	1,02759	1,02447
0,055	1,05621	1,05423	1,05211	1,04984	1,04746	1,04494	1,04230	1,03954	1,03666	1,03369	1,03060	1,02743
0,060	1,05983	1,05775	1,05552	1,05316	1,05069	1,04810	1,04539	1,04256	1,03962	1,03660	1,03345	1,03023
0,065	1,06327	1,06108	1,05876	1,05631	1,05376	1,05109	1,04832	1,04543	1,04243	1,03935	1,03615	1,03289
0,070	1,06653	1,06424	1,06184	1,05930	1,05667	1,05393	1,05110	1,04815	1,04509	1,04196	1,03872	1,03541
0,075	1,06962	1,06724	1,06475	1,06214	1,05944	1,05663	1,05373	1,05073	1,04762	1,04444	1,04115	1,03780
0,080	1,07256	1,07009	1,06752	1,06483	1,06206	1,05919	1,05623	1,05317	1,05002	1,04679	1,04346	1,04006
0,085	1,07534	1,07279	1,07015	1,06739	1,06455	1,06162	1,05861	1,05550	1,05230	1,04902	1,04565	1,04222
0,090	1,07799	1,07536	1,07265	1,06983	1,06692	1,06393	1,06087	1,05771	1,05446	1,05114	1,04773	1,04426

c.d. Tabela 27. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,095	1,08051	1,07781	1,07502	1,07214	1,06917	1,06613	1,06301	1,05981	1,05652	1,05315	1,04971	1,04620
0,100	1,08290	1,08013	1,07728	1,07433	1,07131	1,06822	1,06505	1,06180	1,05847	1,05507	1,05159	1,04805
0,150	1,10114	1,09786	1,09455	1,09116	1,08772	1,08424	1,08072	1,07715	1,07351	1,06982	1,06609	1,06229
0,200	1,11215	1,10860	1,10504	1,10142	1,09777	1,09408	1,09037	1,08662	1,08282	1,07897	1,07511	1,07119
0,250	1,11884	1,11517	1,11148	1,10774	1,10400	1,10022	1,09642	1,09258	1,08871	1,08480	1,08087	1,07690
0,300	1,12301	1,11927	1,11553	1,11175	1,10797	1,10415	1,10031	1,09645	1,09255	1,08862	1,08467	1,08068
0,350	1,12572	1,12197	1,11820	1,11440	1,11061	1,10679	1,10294	1,09906	1,09516	1,09123	1,08729	1,08330
0,400	1,12763	1,12386	1,12008	1,11629	1,11249	1,10866	1,10481	1,10094	1,09704	1,09312	1,08918	1,08520
0,450	1,12908	1,12531	1,12153	1,11773	1,11392	1,11009	1,10624	1,10236	1,09847	1,09456	1,09062	1,08666
0,500	1,13026	1,12648	1,12269	1,11889	1,11506	1,11123	1,10737	1,10350	1,09961	1,09570	1,09177	1,08781
0,550	1,13123	1,12745	1,12365	1,11984	1,11600	1,11216	1,10830	1,10442	1,10053	1,09663	1,09269	1,08874
0,600	1,13204	1,12825	1,12444	1,12062	1,11677	1,11292	1,10906	1,10518	1,10129	1,09738	1,09345	1,08950
0,650	1,13268	1,12888	1,12506	1,12123	1,11738	1,11353	1,10966	1,10578	1,10189	1,09798	1,09406	1,09011
0,700	1,13318	1,12938	1,12555	1,12171	1,11786	1,11401	1,11014	1,10626	1,10237	1,09846	1,09454	1,09061
0,750	1,13357	1,12976	1,12593	1,12209	1,11824	1,11439	1,11052	1,10664	1,10275	1,09885	1,09493	1,09100
0,800	1,13390	1,13009	1,12625	1,12240	1,11856	1,11470	1,11084	1,10696	1,10307	1,09917	1,09526	1,09133
0,850	1,13422	1,13040	1,12656	1,12271	1,11886	1,11500	1,11113	1,10725	1,10336	1,09946	1,09555	1,09163
0,900	1,13457	1,13074	1,12689	1,12304	1,11917	1,11530	1,11143	1,10754	1,10365	1,09975	1,09583	1,09191
0,950	1,13491	1,13107	1,12721	1,12336	1,11947	1,11560	1,11172	1,10782	1,10393	1,10002	1,09610	1,09217
1	1,13514	1,13129	1,12743	1,12356	1,11969	1,11581	1,11192	1,10803	1,10413	1,10022	1,09630	1,09238

Tabela 28. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,99997	0,99970	0,99910	0,99820	0,99704	0,99564	0,99403	0,99221	0,99020	0,98803	0,98568	0,98319
0,005	1,00899	1,00846	1,00762	1,00650	1,00514	1,00356	1,00179	0,99981	0,99765	0,99535	0,99288	0,99027
0,010	1,01729	1,01651	1,01544	1,01412	1,01258	1,01083	1,00890	1,00679	1,00449	1,00206	0,99948	0,99675
0,015	1,02494	1,02392	1,02265	1,02114	1,01943	1,01752	1,01545	1,01321	1,01078	1,00823	1,00554	1,00272
0,020	1,03199	1,03077	1,02930	1,02761	1,02575	1,02370	1,02149	1,01912	1,01658	1,01392	1,01113	1,00821
0,025	1,03852	1,03710	1,03544	1,03360	1,03158	1,02940	1,02707	1,02458	1,02193	1,01917	1,01629	1,01328
0,030	1,04456	1,04296	1,04114	1,03914	1,03699	1,03467	1,03223	1,02964	1,02688	1,02403	1,02106	1,01797
0,035	1,05017	1,04839	1,04642	1,04428	1,04199	1,03956	1,03701	1,03432	1,03147	1,02853	1,02548	1,02231
0,040	1,05537	1,05344	1,05132	1,04905	1,04664	1,04411	1,04145	1,03866	1,03573	1,03271	1,02958	1,02634
0,045	1,06021	1,05813	1,05588	1,05348	1,05097	1,04833	1,04557	1,04270	1,03969	1,03659	1,03339	1,03009
0,050	1,06472	1,06250	1,06012	1,05761	1,05499	1,05225	1,04941	1,04646	1,04337	1,04020	1,03694	1,03358
0,055	1,06891	1,06656	1,06407	1,06146	1,05874	1,05591	1,05299	1,04996	1,04680	1,04357	1,04024	1,03682
0,060	1,07282	1,07036	1,06776	1,06505	1,06224	1,05933	1,05633	1,05323	1,05000	1,04671	1,04333	1,03985
0,065	1,07648	1,07390	1,07120	1,06840	1,06550	1,06251	1,05944	1,05628	1,05299	1,04964	1,04620	1,04268
0,070	1,07989	1,07721	1,07441	1,07153	1,06855	1,06549	1,06235	1,05913	1,05578	1,05238	1,04889	1,04533
0,075	1,08307	1,08030	1,07742	1,07446	1,07140	1,06828	1,06507	1,06179	1,05840	1,05494	1,05141	1,04780
0,080	1,08605	1,08319	1,08023	1,07720	1,07407	1,07088	1,06762	1,06429	1,06084	1,05734	1,05377	1,05012
0,085	1,08884	1,08590	1,08286	1,07976	1,07657	1,07332	1,07001	1,06662	1,06313	1,05959	1,05597	1,05229
0,090	1,09145	1,08843	1,08533	1,08216	1,07891	1,07561	1,07224	1,06881	1,06528	1,06170	1,05804	1,05433
0,095	1,09389	1,09081	1,08764	1,08441	1,08111	1,07776	1,07434	1,07087	1,06730	1,06367	1,05999	1,05624

c.d. Tabela 28. Wartości gęstości (ρ) mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\rho \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,09618	1,09303	1,08981	1,08652	1,08317	1,07977	1,07631	1,07280	1,06919	1,06553	1,06181	1,05803
0,150	1,11257	1,10898	1,10536	1,10170	1,09800	1,09428	1,09052	1,08674	1,08289	1,07899	1,07506	1,07109
0,200	1,12134	1,11757	1,11377	1,10994	1,10611	1,10224	1,09835	1,09444	1,09048	1,08649	1,08247	1,07843
0,250	1,12612	1,12228	1,11841	1,11452	1,11064	1,10673	1,10278	1,09882	1,09483	1,09081	1,08676	1,08270
0,300	1,12880	1,12495	1,12107	1,11716	1,11328	1,10934	1,10539	1,10142	1,09743	1,09341	1,08936	1,08530
0,350	1,13043	1,12658	1,12270	1,11879	1,11491	1,11097	1,10702	1,10305	1,09907	1,09506	1,09103	1,08698
0,400	1,13153	1,12768	1,12381	1,11991	1,11602	1,11209	1,10814	1,10418	1,10020	1,09621	1,09219	1,08815
0,450	1,13238	1,12854	1,12466	1,12076	1,11685	1,11293	1,10898	1,10502	1,10105	1,09706	1,09306	1,08903
0,500	1,13309	1,12924	1,12535	1,12145	1,11753	1,11360	1,10965	1,10569	1,10173	1,09774	1,09374	1,08972
0,550	1,13369	1,12983	1,12593	1,12202	1,11809	1,11415	1,11020	1,10623	1,10227	1,09829	1,09429	1,09028
0,600	1,13418	1,13031	1,12640	1,12247	1,11853	1,11459	1,11063	1,10666	1,10270	1,09872	1,09472	1,09071
0,650	1,13456	1,13067	1,12674	1,12281	1,11886	1,11491	1,11095	1,10699	1,10302	1,09904	1,09505	1,09104
0,700	1,13482	1,13092	1,12698	1,12304	1,11909	1,11514	1,11118	1,10721	1,10325	1,09927	1,09528	1,09128
0,750	1,13500	1,13108	1,12715	1,12319	1,11925	1,11530	1,11133	1,10737	1,10340	1,09942	1,09544	1,09144
0,800	1,13513	1,13121	1,12727	1,12331	1,11936	1,11541	1,11145	1,10748	1,10351	1,09954	1,09556	1,09156
0,850	1,13527	1,13135	1,12740	1,12344	1,11948	1,11552	1,11156	1,10759	1,10362	1,09964	1,09566	1,09167
0,900	1,13545	1,13152	1,12756	1,12360	1,11962	1,11566	1,11169	1,10771	1,10374	1,09976	1,09578	1,09180
0,950	1,13566	1,13171	1,12775	1,12378	1,11979	1,11582	1,11184	1,10786	1,10389	1,09991	1,09592	1,09193
1	1,13580	1,13185	1,12787	1,12390	1,11992	1,11594	1,11196	1,10798	1,10400	1,10002	1,09604	1,09205

Tabela 29. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,02	18,02	18,03	18,05	18,07	18,09	18,12	18,16	18,19	18,23	18,28	18,32
0,005	18,43	18,44	18,46	18,47	18,50	18,52	18,56	18,59	18,63	18,67	18,72	18,77
0,010	18,85	18,86	18,88	18,90	18,92	18,95	18,99	19,03	19,07	19,11	19,16	19,21
0,015	19,27	19,28	19,30	19,32	19,35	19,38	19,42	19,46	19,50	19,55	19,60	19,65
0,020	19,69	19,70	19,72	19,75	19,78	19,81	19,85	19,89	19,94	19,99	20,04	20,10
0,025	20,10	20,12	20,14	20,17	20,20	20,24	20,28	20,33	20,37	20,42	20,45	20,54
0,030	20,52	20,54	20,56	20,60	20,63	20,67	20,71	20,76	20,81	20,86	20,92	20,98
0,035	20,93	20,96	20,99	21,02	21,06	21,10	21,14	21,19	21,24	21,30	21,36	21,42
0,040	21,35	21,38	21,41	21,44	21,48	21,53	21,57	21,62	21,68	21,74	21,80	21,86
0,045	21,76	21,79	21,83	21,86	21,91	21,95	22,00	22,06	22,11	22,17	22,24	22,30
0,050	22,18	22,21	22,25	22,29	22,33	22,38	22,43	22,49	22,55	22,61	22,67	22,74
0,055	22,59	22,63	22,67	22,71	22,76	22,81	22,86	22,92	22,98	23,05	23,11	23,19
0,060	23,04	23,05	23,09	23,13	23,18	23,24	23,29	23,35	23,42	23,48	23,55	23,63
0,065	23,42	23,46	23,51	23,56	23,61	23,66	23,72	23,78	23,85	23,92	23,99	24,07
0,070	23,84	23,88	23,93	23,98	24,03	24,09	24,15	24,22	24,28	24,35	24,43	24,51
0,075	24,25	24,30	24,35	24,40	24,46	24,52	24,58	24,65	24,72	24,79	24,87	24,95
0,080	24,67	24,72	24,77	24,83	24,88	24,95	25,01	25,08	25,15	25,23	25,31	25,39
0,085	25,09	25,14	25,19	25,25	25,31	25,37	25,44	25,51	25,59	25,66	25,74	25,83
0,090	25,50	25,55	25,61	25,67	25,73	25,80	25,87	25,94	26,02	26,10	26,18	26,27
0,095	25,92	25,97	26,03	26,10	26,16	26,23	26,30	26,38	26,46	26,54	26,62	26,71
0,100	26,33	26,39	26,45	26,52	26,59	26,66	26,73	26,81	26,89	26,97	27,06	27,15

c.d. Tabela 29. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	30,51	30,60	30,68	30,77	30,86	30,95	31,04	31,14	31,24	31,35	31,45	31,56
0,200	34,73	34,83	34,94	35,04	35,15	35,26	35,38	35,49	35,61	35,74	35,86	35,99
0,250	38,99	39,11	39,23	39,35	39,48	39,60	39,73	39,87	40,00	40,14	40,29	40,43
0,300	43,27	43,41	43,54	43,68	43,82	43,96	44,11	44,26	44,41	44,57	44,72	44,88
0,350	47,58	47,73	47,88	48,03	48,18	48,34	48,50	48,66	48,83	49,00	49,17	49,35
0,400	51,90	52,06	52,22	52,39	52,56	52,73	52,90	53,08	53,26	53,44	53,63	53,82
0,450	56,23	56,40	56,58	56,75	56,94	57,12	57,30	57,50	57,69	57,89	58,09	58,29
0,500	60,56	60,75	60,94	61,13	61,32	61,52	61,71	61,92	62,12	62,33	62,55	62,77
0,550	64,90	65,10	65,30	65,50	65,71	65,92	66,14	66,34	66,56	66,79	67,01	67,24
0,600	69,25	69,46	69,67	69,89	70,10	70,33	70,55	70,78	71,01	71,24	71,48	71,72
0,650	73,61	73,83	74,05	74,28	74,51	74,74	74,97	75,21	75,46	75,70	75,95	76,21
0,700	77,97	78,21	78,44	78,68	78,92	79,16	79,41	79,66	79,91	80,17	80,43	80,70
0,750	82,35	82,60	82,84	83,08	83,34	83,59	83,85	84,11	84,37	84,64	84,92	85,20
0,800	86,73	86,99	87,24	87,50	87,76	88,03	88,30	88,57	88,85	89,13	89,41	89,71
0,850	91,12	91,39	91,66	91,92	92,20	92,47	92,76	93,04	93,33	93,62	93,91	94,22
0,900	95,52	95,8	96,08	96,36	96,64	96,93	97,22	97,51	97,82	98,12	98,42	98,74
0,950	99,92	100,22	100,50	100,80	101,09	101,39	101,69	102,00	102,31	102,62	102,93	103,27
1	104,35	104,67	104,96	105,27	105,57	105,88	106,20	106,51	106,83	107,16	107,48	107,82

Tabela 30. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,02	18,02	18,03	18,05	18,07	18,09	18,12	18,16	18,19	18,23	18,28	18,32
0,005	18,38	18,38	18,40	18,41	18,44	18,46	18,50	18,53	18,57	18,61	18,66	18,70
0,010	18,74	18,75	18,76	18,78	18,81	18,83	18,87	18,90	18,94	18,99	19,03	19,08
0,015	19,10	19,11	19,12	19,15	19,17	19,20	19,24	19,28	19,32	19,36	19,41	19,46
0,020	19,45	19,47	19,49	19,51	19,54	19,57	19,61	19,65	19,69	19,74	19,79	19,84
0,025	19,81	19,83	19,85	19,88	19,91	19,94	19,98	20,02	20,07	20,12	20,17	20,22
0,030	20,17	20,19	20,22	20,24	20,28	20,31	20,35	20,40	20,44	20,49	20,55	20,60
0,035	20,53	20,55	20,58	20,61	20,64	20,68	20,73	20,77	20,82	20,87	20,93	20,99
0,040	20,89	20,91	20,94	20,98	21,01	21,05	21,10	21,14	21,20	21,25	21,31	21,37
0,045	21,25	21,28	21,31	21,34	21,38	21,42	21,47	21,52	21,57	21,63	21,69	21,75
0,050	21,61	21,64	21,67	21,71	21,75	21,79	21,84	21,89	21,95	22,00	22,07	22,13
0,055	21,97	22,00	22,04	22,07	22,12	22,16	22,21	22,27	22,32	22,38	22,45	22,51
0,060	22,33	22,36	22,40	22,44	22,49	22,53	22,59	22,64	22,70	22,76	22,82	22,89
0,065	22,69	22,72	22,76	22,81	22,85	22,91	22,96	23,02	23,08	23,14	23,21	23,27
0,070	23,05	23,09	23,13	23,17	23,22	23,28	23,33	23,39	23,45	23,52	23,59	23,66
0,075	23,41	23,45	23,50	23,54	23,59	23,65	23,70	23,77	23,83	23,90	24,00	24,04
0,080	23,77	23,81	23,86	23,91	23,96	24,02	24,08	24,14	24,21	24,27	24,35	24,42
0,085	24,13	24,18	24,22	24,28	24,33	24,39	24,45	24,52	24,58	24,65	24,73	24,80
0,090	24,49	24,54	24,59	24,64	24,70	24,76	24,83	24,89	24,96	25,03	25,11	25,19
0,095	24,85	24,90	24,96	25,01	25,07	25,13	25,20	25,27	25,34	25,41	25,49	25,57
0,100	25,21	25,27	25,32	25,38	25,44	25,51	25,57	25,64	25,72	25,79	25,87	25,95
0,150	28,86	28,93	29,01	29,09	29,17	29,25	29,34	29,43	29,52	29,61	29,71	29,81

c.d. Tabela 30. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	32,55	32,64	32,74	32,83	32,91	33,03	33,14	33,24	33,35	33,46	33,57	33,69
0,250	36,29	36,39	36,51	36,62	36,73	36,85	36,97	37,09	37,21	37,34	37,47	37,60
0,300	40,06	40,18	40,31	40,44	40,56	40,70	40,83	40,97	41,10	41,24	41,39	41,53
0,350	43,86	44,00	44,14	44,28	44,42	44,57	44,71	44,86	45,02	45,17	45,33	45,49
0,400	47,69	47,84	47,99	48,14	48,30	48,46	48,62	48,78	48,94	49,11	49,28	49,46
0,450	51,53	51,69	51,85	52,02	52,19	52,36	52,53	52,71	52,89	53,07	53,25	53,44
0,500	55,38	55,55	55,73	55,91	56,09	56,27	56,46	56,65	56,84	57,03	57,23	57,43
0,550	59,23	59,42	59,61	59,80	59,99	60,19	60,39	60,59	60,79	61,00	61,21	61,42
0,600	63,10	63,30	63,50	63,70	63,91	64,12	64,33	64,54	64,76	64,98	65,20	65,43
0,650	66,97	67,18	67,39	67,61	67,83	68,05	68,27	69,50	68,73	68,96	69,20	69,43
0,700	70,84	71,06	71,29	71,52	71,75	71,98	72,22	72,46	73,70	72,94	73,19	73,44
0,750	74,72	74,96	75,19	75,43	75,68	75,92	76,17	76,42	76,68	76,93	77,19	77,46
0,800	78,60	78,85	79,10	79,35	79,61	79,86	80,12	80,39	80,65	80,92	81,20	81,47
0,850	82,49	82,75	83,01	83,27	83,54	83,81	84,08	84,36	84,64	84,92	85,20	85,49
0,900	86,37	86,64	86,91	87,19	87,47	87,75	88,04	88,33	88,62	88,91	89,21	89,51
0,950	90,25	90,54	90,82	91,11	91,40	91,70	92,00	92,30	92,60	92,91	93,22	93,53
1	94,15	94,44	94,74	95,04	95,34	95,65	95,96	96,27	96,59	96,91	97,23	97,56

Tabela 31. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,02	18,02	18,03	18,05	18,07	18,09	18,12	18,16	18,19	18,23	18,28	18,32
0,005	18,55	18,56	18,58	18,60	18,62	18,65	18,68	18,72	18,76	18,80	18,84	18,89
0,010	19,09	19,10	19,12	19,14	19,17	19,20	19,24	19,27	19,32	19,36	19,41	19,46
0,015	19,63	19,64	19,66	19,69	19,72	19,75	19,79	19,83	19,88	19,93	19,98	20,03
0,020	20,16	20,18	20,21	20,24	20,27	20,31	20,35	20,39	20,44	20,49	20,55	20,60
0,025	20,70	20,73	20,75	20,79	20,82	20,86	20,91	20,95	21,00	21,06	21,11	21,17
0,030	21,24	21,27	21,30	21,33	21,37	21,42	21,46	21,51	21,57	21,62	21,68	21,74
0,035	21,78	21,81	21,84	21,88	21,93	21,97	22,02	22,07	22,13	22,19	22,25	22,32
0,040	22,32	22,35	22,39	22,43	22,48	22,53	22,58	22,64	22,69	22,76	22,82	22,89
0,045	22,86	22,90	22,94	22,98	23,03	23,08	23,14	23,20	23,26	23,32	23,39	23,46
0,050	23,40	23,44	23,48	23,53	23,58	23,64	23,70	23,76	23,82	23,89	23,96	24,04
0,055	23,94	23,98	24,03	24,08	24,14	24,20	24,26	24,32	24,39	24,46	24,53	24,61
0,060	24,48	24,53	24,58	24,64	24,69	24,75	24,82	24,89	24,96	25,03	25,11	25,18
0,065	25,02	25,07	25,13	25,19	25,25	25,31	25,38	25,45	25,52	25,56	25,68	25,76
0,070	25,57	25,62	25,68	25,74	25,80	25,87	25,94	26,013	26,09	26,17	26,25	26,33
0,075	26,11	26,17	26,23	26,29	26,36	26,43	26,50	26,58	26,66	26,74	26,82	26,91
0,080	26,65	26,72	26,78	26,85	26,92	26,99	27,07	27,14	27,23	27,31	27,40	27,49
0,085	27,20	27,26	27,33	27,40	27,48	27,55	27,63	27,71	27,80	27,88	27,97	28,06
0,090	27,75	27,81	27,88	27,96	28,03	28,11	28,19	28,28	28,36	28,45	28,55	28,64
0,095	28,29	28,36	28,44	28,51	28,59	28,67	28,76	28,85	28,93	29,03	29,12	29,22
0,100	28,84	28,91	28,99	29,07	29,15	29,24	29,32	29,41	29,51	29,60	29,70	29,80

c.d. Tabela 31. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	34,36	34,47	34,57	34,68	34,79	34,90	35,01	35,13	35,25	35,37	35,49	35,62
0,200	39,96	40,09	40,22	40,35	40,49	40,62	40,76	40,90	41,05	41,19	41,34	41,49
0,250	45,63	45,78	45,93	46,09	46,24	46,40	46,56	46,73	46,89	47,06	47,23	47,41
0,300	51,35	51,52	51,69	51,87	52,04	52,22	52,41	52,59	52,78	52,97	53,16	53,36
0,350	57,09	57,28	57,48	57,67	57,87	58,07	58,27	58,48	58,69	58,90	59,11	59,33
0,400	62,86	63,07	63,28	63,49	63,71	63,93	64,15	64,38	64,61	64,84	65,07	65,31
0,450	68,63	68,86	69,09	69,32	69,56	69,80	70,04	70,29	70,54	70,79	71,05	71,31
0,500	74,40	74,65	74,90	75,16	75,42	75,66	75,94	76,21	76,48	76,75	77,02	77,30
0,550	80,18	80,45	80,72	80,99	81,27	81,55	81,84	82,13	82,42	82,71	83,01	83,31
0,600	85,96	86,25	86,54	86,83	87,13	87,44	87,74	88,05	88,36	88,67	88,99	89,31
0,650	91,74	92,05	92,36	92,68	93,00	93,32	93,65	93,98	94,31	94,64	94,98	95,33
0,700	97,53	97,86	98,20	98,53	98,87	99,21	99,56	99,91	100,26	100,61	100,97	101,34
0,750	103,32	103,67	104,03	104,38	104,74	105,10	105,47	105,84	106,21	106,59	106,97	107,36
0,800	109,12	109,49	109,86	110,24	110,62	111,00	111,39	111,78	112,17	112,57	112,97	113,38
0,850	114,92	115,31	115,70	116,10	116,50	116,90	117,31	117,72	118,13	118,55	118,97	119,40
0,900	120,71	121,12	121,53	121,95	122,37	122,79	123,22	123,65	124,09	124,53	124,97	125,42
0,950	126,49	126,92	127,36	127,79	128,24	128,68	129,13	129,58	130,04	130,50	130,97	131,44
1	132,29	132,74	133,19	133,65	134,11	134,58	135,05	135,52	136,00	136,49	136,97	137,47

Tabela 32. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	18,02	18,02	18,03	18,05	18,07	18,09	18,09	18,16	18,19	18,23	18,28	18,32
0,005	18,73	18,74	18,75	18,77	18,80	18,83	18,83	18,90	18,94	18,98	19,03	19,08
0,010	19,44	19,46	19,48	19,50	19,53	19,57	19,57	19,64	19,69	19,74	19,79	19,84
0,015	20,16	20,18	20,20	20,23	20,26	20,30	20,30	20,39	20,44	20,49	20,54	20,60
0,020	20,87	20,90	20,93	20,96	21,00	21,04	21,04	21,14	21,19	21,24	21,30	21,36
0,025	21,59	21,62	21,65	21,69	21,73	21,78	21,78	21,88	21,94	22,00	22,06	22,13
0,030	22,31	22,34	22,38	22,42	22,47	22,52	22,52	22,63	22,69	22,76	22,82	22,89
0,035	23,03	23,07	23,11	23,16	23,21	23,26	23,26	23,38	23,45	23,51	23,58	23,66
0,040	23,75	23,79	23,84	23,89	23,95	24,01	24,01	24,13	24,12	24,27	24,34	24,42
0,045	24,47	24,52	24,57	24,63	24,69	24,75	24,75	24,88	24,95	25,03	25,11	25,19
0,050	25,20	25,25	25,30	25,36	25,43	25,49	25,49	25,64	25,71	25,79	25,87	25,95
0,055	25,92	25,98	26,04	26,10	26,17	26,24	26,24	26,39	26,47	26,55	26,64	26,72
0,060	26,65	26,71	26,77	26,84	26,91	26,99	26,99	27,14	27,23	27,31	27,40	27,49
0,065	27,38	27,44	27,51	27,58	27,66	27,74	27,74	27,90	27,99	28,08	28,17	28,26
0,070	28,11	28,18	28,25	28,32	28,40	28,49	28,49	28,66	28,75	28,84	28,94	29,03
0,075	28,84	28,91	28,99	29,07	29,15	29,24	29,24	29,41	29,51	29,61	29,70	29,81
0,080	29,57	29,65	29,73	29,81	29,90	29,99	29,99	30,17	30,27	30,37	30,47	30,58
0,085	30,30	30,38	30,47	30,56	30,65	30,74	30,74	30,93	31,03	31,14	31,24	31,35
0,090	31,04	31,12	31,21	31,30	31,40	31,49	31,49	31,69	31,80	31,91	32,02	32,13
0,095	31,77	31,86	31,96	32,05	32,15	32,25	32,25	32,46	32,56	32,68	32,79	32,91
0,100	32,51	32,60	32,70	32,80	32,90	33,00	33,00	33,22	33,33	33,45	33,56	33,68
0,150	39,95	40,08	40,21	40,34	40,48	40,62	40,62	40,90	41,05	41,19	41,34	41,50

c.d. Tabela 32. Wartości objętości molowych (V_m) mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$V_m \cdot 10^6 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	47,50	47,66	47,82	47,98	48,15	48,32	48,32	48,66	48,84	49,02	49,20	49,39
0,250	55,12	55,31	55,50	55,69	55,89	56,08	56,08	56,49	56,69	56,90	57,11	57,33
0,300	62,79	63,01	63,23	63,45	63,67	63,89	63,89	64,35	64,59	64,82	65,07	65,31
0,350	70,50	70,74	70,98	71,23	71,48	71,73	71,73	72,25	72,51	72,77	73,04	73,31
0,400	78,21	78,48	78,75	79,03	79,30	79,58	79,58	80,15	80,44	80,73	81,03	81,33
0,450	85,94	86,23	86,53	86,83	87,13	87,44	87,44	88,06	88,38	88,70	89,03	89,36
0,500	93,66	93,98	94,30	94,63	94,96	95,30	95,30	95,98	96,32	96,67	97,03	97,36
0,550	101,37	101,73	102,08	102,43	102,79	103,15	103,15	103,89	104,27	104,64	105,03	105,42
0,600	109,10	109,48	109,86	110,24	110,63	111,02	111,02	111,81	112,21	112,62	113,03	113,45
0,650	116,83	117,24	117,64	118,05	118,47	118,89	118,89	119,74	120,17	120,60	121,04	121,49
0,700	124,57	125,00	125,43	125,87	126,32	126,76	126,76	127,67	128,13	128,60	129,06	129,54
0,750	132,31	132,77	133,23	133,70	134,17	134,65	134,65	135,61	136,10	136,59	137,09	137,59
0,800	140,06	140,54	141,03	141,53	142,03	142,53	142,53	143,55	144,07	144,59	145,12	145,65
0,850	147,80	148,32	148,83	149,36	149,88	150,42	150,42	151,49	152,04	152,59	153,14	153,70
0,900	155,54	156,08	156,62	157,18	157,73	158,30	158,30	159,43	160,00	160,58	161,17	161,76
0,950	163,27	163,84	164,41	164,99	165,58	166,17	166,17	167,36	167,97	168,57	169,19	169,80
1	171,01	171,60	172,20	172,81	173,43	174,05	174,05	175,30	175,93	176,56	177,21	177,85

Tabela 33. Współczynniki równania (58) opisującego zależność objętości molowej mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} o określonym składzie od temperatury

x_2	$a_2 \cdot 10^6$	$a_1 \cdot 10^6$	$a_0 \cdot 10^6$	R^2
0	8,087E-05	4,258E-04	1,801E+01	0,99976
0,005	8,058E-05	8,971E-04	1,842E+01	0,99983
0,010	8,015E-05	1,381E-03	1,884E+01	0,99988
0,015	7,960E-05	1,876E-03	1,926E+01	0,99991
0,020	7,896E-05	2,380E-03	1,967E+01	0,99994
0,025	7,822E-05	2,891E-03	2,008E+01	0,99995
0,030	7,741E-05	3,409E-03	2,050E+01	0,99997
0,035	7,653E-05	3,932E-03	2,091E+01	0,99998
0,040	7,560E-05	4,459E-03	2,132E+01	0,99998
0,045	7,463E-05	4,988E-03	2,174E+01	0,99999
0,050	7,362E-05	5,519E-03	2,215E+01	0,99999
0,055	7,259E-05	6,050E-03	2,256E+01	0,99999
0,060	7,154E-05	6,582E-03	2,297E+01	1,00000
0,065	7,048E-05	7,112E-03	2,339E+01	1,00000
0,070	6,942E-05	7,640E-03	2,380E+01	1,00000
0,075	6,836E-05	8,165E-03	2,421E+01	1,00000
0,080	6,731E-05	8,687E-03	2,462E+01	1,00000
0,085	6,628E-05	9,206E-03	2,504E+01	1,00000
0,090	6,527E-05	9,719E-03	2,545E+01	1,00000
0,095	6,428E-05	1,023E-02	2,586E+01	1,00000
0,100	6,331E-05	1,073E-02	2,628E+01	1,00000
0,150	5,580E-05	1,541E-02	3,044E+01	1,00000
0,200	5,273E-05	1,937E-02	3,464E+01	1,00000
0,250	5,348E-05	2,269E-02	3,887E+01	1,00000
0,300	5,645E-05	2,556E-02	4,315E+01	1,00000
0,350	6,002E-05	2,817E-02	4,744E+01	1,00000
0,400	6,301E-05	3,070E-02	5,175E+01	1,00000
0,450	6,490E-05	3,320E-02	5,606E+01	1,00000
0,500	6,580E-05	3,571E-02	6,038E+01	1,00000
0,550	6,624E-05	3,818E-02	6,471E+01	1,00000
0,600	6,689E-05	4,056E-02	6,905E+01	1,00000
0,650	6,823E-05	4,281E-02	7,339E+01	1,00000
0,700	7,033E-05	4,494E-02	7,775E+01	0,99999
0,750	7,269E-05	4,700E-02	8,211E+01	0,99999
0,800	7,432E-05	4,910E-02	8,649E+01	0,99999
0,850	7,415E-05	5,134E-02	9,087E+01	0,99999
0,900	7,162E-05	5,378E-02	9,525E+01	0,99999
0,950	6,792E-05	5,628E-02	9,965E+01	0,99998
1	6,754E-05	5,832E-02	1,041E+02	0,99997

Tabela 34. Współczynniki równania (58) opisującego zależność objętości molowej mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} o określonym składzie od temperatury

x_2	$a_2 \cdot 10^6$	$a_1 \cdot 10^6$	$a_0 \cdot 10^6$	R^2
0	8,09E-05	4,21E-04	1,80E+01	0,99975
0,005	7,98E-05	8,52E-04	1,84E+01	0,99981
0,010	7,86E-05	1,29E-03	1,87E+01	0,99986
0,015	7,74E-05	1,74E-03	1,91E+01	0,99989
0,020	7,62E-05	2,19E-03	1,94E+01	0,99992
0,025	7,50E-05	2,65E-03	1,98E+01	0,99994
0,030	7,37E-05	3,12E-03	2,02E+01	0,99995
0,035	7,25E-05	3,59E-03	2,05E+01	0,99997
0,040	7,13E-05	4,06E-03	2,09E+01	0,99997
0,045	7,01E-05	4,53E-03	2,12E+01	0,99998
0,050	6,89E-05	5,01E-03	2,16E+01	0,99999
0,055	6,77E-05	5,48E-03	2,19E+01	0,99999
0,060	6,65E-05	5,96E-03	2,23E+01	0,99999
0,065	6,54E-05	6,43E-03	2,27E+01	1,00000
0,070	6,42E-05	6,91E-03	2,30E+01	1,00000
0,075	6,31E-05	7,38E-03	2,34E+01	1,00000
0,080	6,21E-05	7,85E-03	2,37E+01	1,00000
0,085	6,10E-05	8,31E-03	2,41E+01	1,00000
0,090	6,00E-05	8,78E-03	2,44E+01	1,00000
0,095	5,90E-05	9,23E-03	2,48E+01	1,00000
0,100	5,81E-05	9,69E-03	2,52E+01	1,00000
0,150	5,05E-05	1,40E-02	2,88E+01	1,00000
0,200	4,65E-05	1,77E-02	3,25E+01	1,00000
0,250	4,54E-05	2,09E-02	3,62E+01	1,00000
0,300	4,61E-05	2,38E-02	3,99E+01	1,00000
0,350	4,77E-05	2,64E-02	4,37E+01	1,00000
0,400	4,94E-05	2,89E-02	4,75E+01	1,00000
0,450	5,08E-05	3,14E-02	5,14E+01	1,00000
0,500	5,19E-05	3,39E-02	5,52E+01	1,00000
0,550	5,26E-05	3,64E-02	5,90E+01	1,00000
0,600	5,35E-05	3,89E-02	6,29E+01	1,00000
0,650	5,46E-05	4,13E-02	6,68E+01	1,00000
0,700	5,62E-05	4,37E-02	7,06E+01	1,00000
0,750	5,81E-05	4,60E-02	7,45E+01	1,00000
0,800	6,00E-05	4,83E-02	7,84E+01	1,00000
0,850	6,14E-05	5,06E-02	8,22E+01	1,00000
0,900	6,23E-05	5,30E-02	8,61E+01	1,00000
0,950	6,30E-05	5,55E-02	9,00E+01	1,00000
1	6,51E-05	5,78E-02	9,39E+01	1,00000

Tabela 35. Współczynniki równania (58) opisującego zależność objętości molowej mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} o określonym składzie od temperatury

x_2	$a_2 \cdot 10^6$	$a_1 \cdot 10^6$	$a_0 \cdot 10^6$	R^2
0	8,09E-05	4,21E-04	1,80E+01	0,99975
0,005	7,88E-05	1,15E-03	1,85E+01	0,99983
0,010	7,67E-05	1,87E-03	1,91E+01	0,99974
0,015	7,47E-05	2,59E-03	1,96E+01	0,99992
0,020	7,28E-05	3,31E-03	2,01E+01	0,99999
0,025	7,10E-05	4,02E-03	2,07E+01	0,99996
0,030	6,93E-05	4,73E-03	2,12E+01	0,99998
0,035	6,77E-05	5,43E-03	2,17E+01	0,99998
0,040	6,61E-05	6,13E-03	2,23E+01	0,99999
0,045	6,47E-05	6,82E-03	2,28E+01	0,99999
0,050	6,33E-05	7,51E-03	2,34E+01	0,99999
0,055	6,19E-05	8,19E-03	2,39E+01	1,00000
0,060	6,07E-05	8,86E-03	2,44E+01	1,00000
0,065	5,95E-05	9,53E-03	2,50E+01	1,00000
0,070	5,84E-05	1,02E-02	2,55E+01	1,00000
0,075	5,73E-05	1,08E-02	2,61E+01	1,00000
0,080	5,63E-05	1,15E-02	2,66E+01	1,00000
0,085	5,54E-05	1,21E-02	2,71E+01	1,00000
0,090	5,45E-05	1,28E-02	2,77E+01	1,00000
0,095	5,37E-05	1,34E-02	2,82E+01	1,00000
0,100	5,30E-05	1,40E-02	2,88E+01	1,00000
0,150	4,80E-05	1,97E-02	3,43E+01	1,00000
0,200	4,68E-05	2,47E-02	3,98E+01	1,00000
0,250	4,78E-05	2,92E-02	4,55E+01	1,00000
0,300	5,02E-05	3,33E-02	5,12E+01	1,00000
0,350	5,30E-05	3,72E-02	5,69E+01	1,00000
0,400	5,58E-05	4,10E-02	6,26E+01	1,00000
0,450	5,85E-05	4,49E-02	6,84E+01	1,00000
0,500	6,09E-05	4,88E-02	7,42E+01	1,00000
0,550	6,31E-05	5,28E-02	7,99E+01	1,00000
0,600	6,52E-05	5,68E-02	8,57E+01	1,00000
0,650	6,73E-05	6,07E-02	9,14E+01	1,00000
0,700	6,95E-05	6,47E-02	9,72E+01	1,00000
0,750	7,18E-05	6,86E-02	1,03E+02	1,00000
0,800	7,40E-05	7,26E-02	1,09E+02	1,00000
0,850	7,62E-05	7,65E-02	1,15E+02	1,00000
0,900	7,84E-05	8,06E-02	1,20E+02	1,00000
0,950	8,05E-05	8,47E-02	1,26E+02	1,00000
1	8,33E-05	8,87E-02	1,32E+02	1,00000

Tabela 36. Współczynniki równania (58) opisującego zależność objętości molowej mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} o określonym składzie od temperatury

x_2	$a_2 \cdot 10^6$	$a_1 \cdot 10^6$	$a_0 \cdot 10^6$	R^2
0	8,093E-05	4,214E-04	1,801E+01	0,999751
0,005	7,862E-05	1,411E-03	1,872E+01	0,999849
0,010	7,640E-05	2,389E-03	1,942E+01	0,999906
0,015	7,429E-05	3,356E-03	2,014E+01	0,999941
0,020	7,228E-05	4,310E-03	2,085E+01	0,999963
0,025	7,036E-05	5,253E-03	2,156E+01	0,999977
0,030	6,853E-05	6,183E-03	2,227E+01	0,999985
0,035	6,680E-05	7,101E-03	2,299E+01	0,999990
0,040	6,516E-05	8,007E-03	2,371E+01	0,999994
0,045	6,360E-05	8,901E-03	2,442E+01	0,999997
0,050	6,214E-05	9,782E-03	2,514E+01	0,999998
0,055	6,075E-05	1,065E-02	2,587E+01	0,999999
0,060	5,946E-05	1,151E-02	2,659E+01	0,999999
0,065	5,824E-05	1,235E-02	2,731E+01	1,000000
0,070	5,710E-05	1,318E-02	2,804E+01	1,000000
0,075	5,604E-05	1,400E-02	2,876E+01	1,000000
0,080	5,505E-05	1,481E-02	2,949E+01	0,999999
0,085	5,414E-05	1,561E-02	3,022E+01	0,999999
0,090	5,330E-05	1,639E-02	3,095E+01	0,999999
0,095	5,253E-05	1,717E-02	3,169E+01	0,999999
0,100	5,182E-05	1,793E-02	3,242E+01	0,999999
0,150	4,801E-05	2,498E-02	3,982E+01	0,999998
0,200	4,872E-05	3,116E-02	4,734E+01	0,999999
0,250	5,216E-05	3,676E-02	5,493E+01	0,999999
0,300	5,689E-05	4,203E-02	6,258E+01	1,000000
0,350	6,183E-05	4,719E-02	7,026E+01	1,000000
0,400	6,631E-05	5,236E-02	7,795E+01	1,000000
0,450	7,001E-05	5,764E-02	8,565E+01	1,000000
0,500	7,291E-05	6,303E-02	9,334E+01	1,000000
0,550	7,518E-05	6,852E-02	1,010E+02	1,000000
0,600	7,710E-05	7,406E-02	1,087E+02	1,000000
0,650	7,894E-05	7,960E-02	1,164E+02	1,000000
0,700	8,090E-05	8,511E-02	1,241E+02	1,000000
0,750	8,308E-05	9,059E-02	1,319E+02	1,000000
0,800	8,541E-05	9,608E-02	1,396E+02	1,000000
0,850	8,771E-05	1,016E-01	1,473E+02	1,000000
0,900	8,982E-05	1,073E-01	1,550E+02	1,000000
0,950	9,172E-05	1,129E-01	1,627E+02	1,000000
1	9,383E-05	1,185E-01	1,704E+02	1,000000

Tabela 37. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \text{ [K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,685	1,134	1,582	2,028	2,474	2,917	3,359	3,798	4,235	4,669	5,100	5,529
0,005	0,924	1,360	1,796	2,230	2,663	3,094	3,523	3,950	4,374	4,796	5,214	5,630
0,010	1,158	1,582	2,005	2,427	2,847	3,266	3,682	4,096	4,508	4,916	5,322	5,726
0,015	1,387	1,798	2,209	2,619	3,026	3,432	3,835	4,237	4,635	5,031	5,425	5,815
0,020	1,610	2,009	2,408	2,804	3,199	3,592	3,983	4,372	4,758	5,141	5,521	5,899
0,025	1,827	2,214	2,600	2,984	3,367	3,747	4,125	4,501	4,875	5,245	5,613	5,978
0,030	2,039	2,414	2,787	3,159	3,529	3,897	4,262	4,626	4,986	5,345	5,700	6,053
0,035	2,244	2,607	2,968	3,327	3,685	4,040	4,394	4,745	5,093	5,439	5,783	6,123
0,040	2,443	2,793	3,142	3,490	3,835	4,179	4,520	4,859	5,196	5,530	5,861	6,189
0,045	2,635	2,974	3,311	3,647	3,980	4,312	4,641	4,969	5,293	5,616	5,935	6,252
0,050	2,820	3,148	3,474	3,798	4,120	4,440	4,758	5,073	5,387	5,697	6,006	6,311
0,055	2,999	3,315	3,630	3,943	4,254	4,562	4,869	5,174	5,476	5,775	6,072	6,367
0,060	3,171	3,477	3,780	4,082	4,382	4,680	4,976	5,269	5,561	5,849	6,136	6,419
0,065	3,337	3,632	3,925	4,216	4,505	4,793	5,078	5,361	5,642	5,920	6,196	6,469
0,070	3,496	3,780	4,063	4,344	4,623	4,900	5,175	5,448	5,719	5,987	6,253	6,517
0,075	3,648	3,923	4,196	4,467	4,736	5,003	5,268	5,532	5,792	6,051	6,308	6,561
0,080	3,794	4,059	4,323	4,584	4,844	5,102	5,357	5,611	5,863	6,112	6,359	6,604
0,085	3,934	4,190	4,444	4,696	4,947	5,195	5,442	5,687	5,929	6,170	6,408	6,644
0,090	4,067	4,314	4,560	4,803	5,045	5,285	5,523	5,759	5,993	6,224	6,454	6,681
0,095	4,195	4,433	4,670	4,905	5,138	5,370	5,600	5,827	6,053	6,277	6,498	6,717
0,100	4,316	4,546	4,775	5,002	5,227	5,451	5,673	5,893	6,110	6,326	6,540	6,751

c.d. Tabela 37. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	5,233	5,402	5,569	5,734	5,898	6,061	6,222	6,382	6,540	6,696	6,851	7,004
0,200	5,729	5,863	5,997	6,129	6,260	6,390	6,519	6,646	6,772	6,896	7,019	7,141
0,250	5,957	6,075	6,193	6,310	6,425	6,539	6,652	6,764	6,875	6,984	7,092	7,199
0,300	6,036	6,148	6,258	6,368	6,476	6,584	6,690	6,795	6,899	7,002	7,103	7,203
0,350	6,048	6,155	6,261	6,366	6,470	6,573	6,676	6,776	6,876	6,975	7,072	7,169
0,400	6,036	6,138	6,240	6,340	6,440	6,539	6,636	6,733	6,829	6,923	7,016	7,109
0,450	6,020	6,117	6,212	6,307	6,401	6,494	6,587	6,678	6,768	6,857	6,945	7,032
0,500	6,005	6,095	6,184	6,272	6,360	6,446	6,532	6,617	6,701	6,784	6,866	6,947
0,550	5,984	6,068	6,151	6,233	6,314	6,395	6,475	6,553	6,631	6,708	6,785	6,860
0,600	5,954	6,032	6,110	6,187	6,263	6,338	6,413	6,487	6,560	6,632	6,704	6,774
0,650	5,910	5,984	6,058	6,132	6,204	6,276	6,348	6,418	6,488	6,557	6,625	6,692
0,700	5,854	5,927	5,999	6,070	6,141	6,211	6,280	6,349	6,416	6,483	6,550	6,615
0,750	5,796	5,867	5,937	6,007	6,076	6,145	6,213	6,280	6,346	6,412	6,477	6,541
0,800	5,747	5,815	5,883	5,951	6,018	6,084	6,150	6,215	6,279	6,343	6,406	6,468
0,850	5,716	5,780	5,844	5,908	5,971	6,033	6,095	6,156	6,217	6,277	6,336	6,394
0,900	5,706	5,764	5,822	5,879	5,936	5,992	6,048	6,103	6,157	6,212	6,265	6,317
0,950	5,700	5,751	5,802	5,852	5,902	5,952	6,001	6,050	6,098	6,145	6,193	6,238
1	5,653	5,701	5,749	5,797	5,844	5,891	5,937	5,983	6,028	6,073	6,118	6,161

Tabela 38. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,683	1,132	1,580	2,027	2,473	2,916	3,358	3,798	4,235	4,670	5,101	5,530
0,005	0,898	1,331	1,764	2,195	2,625	3,054	3,480	3,904	4,325	4,744	5,161	5,574
0,010	1,109	1,527	1,945	2,362	2,776	3,190	3,601	4,010	4,416	4,820	5,221	5,619
0,015	1,316	1,720	2,123	2,525	2,925	3,324	3,720	4,114	4,506	4,895	5,282	5,666
0,020	1,519	1,909	2,298	2,686	3,072	3,456	3,838	4,218	4,596	4,971	5,343	5,713
0,025	1,717	2,094	2,469	2,843	3,215	3,586	3,954	4,320	4,684	5,046	5,404	5,760
0,030	1,911	2,275	2,637	2,997	3,356	3,713	4,068	4,421	4,772	5,120	5,465	5,808
0,035	2,100	2,451	2,800	3,148	3,494	3,838	4,180	4,520	4,858	5,193	5,526	5,856
0,040	2,284	2,622	2,959	3,294	3,628	3,959	4,289	4,617	4,942	5,265	5,586	5,904
0,045	2,462	2,789	3,114	3,437	3,758	4,078	4,396	4,712	5,025	5,336	5,645	5,951
0,050	2,636	2,950	3,264	3,576	3,886	4,194	4,500	4,804	5,106	5,406	5,703	5,998
0,055	2,804	3,107	3,410	3,710	4,009	4,306	4,601	4,894	5,185	5,474	5,760	6,044
0,060	2,966	3,259	3,551	3,840	4,129	4,415	4,699	4,982	5,262	5,540	5,816	6,089
0,065	3,123	3,406	3,687	3,967	4,244	4,520	4,795	5,067	5,337	5,605	5,870	6,134
0,070	3,275	3,548	3,819	4,089	4,357	4,623	4,887	5,149	5,410	5,668	5,924	6,178
0,075	3,421	3,684	3,946	4,206	4,465	4,721	4,976	5,229	5,480	5,729	5,976	6,220
0,080	3,562	3,816	4,069	4,320	4,569	4,817	5,063	5,307	5,549	5,789	6,026	6,262
0,085	3,698	3,943	4,187	4,429	4,670	4,909	5,146	5,381	5,615	5,846	6,075	6,303
0,090	3,828	4,065	4,301	4,534	4,767	4,997	5,226	5,453	5,679	5,902	6,123	6,342
0,095	3,953	4,182	4,410	4,636	4,860	5,083	5,304	5,523	5,740	5,956	6,169	6,380
0,100	4,073	4,295	4,514	4,733	4,949	5,164	5,378	5,590	5,799	6,007	6,213	6,418

c.d. Tabela 38. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol di etylenowy (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	5,018	5,180	5,340	5,500	5,657	5,814	5,969	6,123	6,275	6,425	6,574	6,722
0,200	5,584	5,711	5,836	5,961	6,084	6,206	6,327	6,447	6,565	6,682	6,798	6,913
0,250	5,894	6,001	6,107	6,212	6,316	6,419	6,521	6,622	6,722	6,821	6,919	7,015
0,300	6,049	6,145	6,241	6,335	6,429	6,521	6,613	6,704	6,793	6,882	6,970	7,056
0,350	6,123	6,213	6,301	6,389	6,476	6,562	6,648	6,732	6,815	6,898	6,979	7,059
0,400	6,162	6,246	6,330	6,412	6,494	6,575	6,655	6,734	6,812	6,890	6,966	7,042
0,450	6,189	6,268	6,346	6,424	6,501	6,577	6,652	6,726	6,799	6,872	6,944	7,015
0,500	6,213	6,287	6,360	6,433	6,504	6,575	6,645	6,715	6,783	6,851	6,918	6,984
0,550	6,234	6,303	6,371	6,439	6,506	6,572	6,637	6,702	6,766	6,830	6,892	6,954
0,600	6,247	6,312	6,376	6,440	6,502	6,565	6,626	6,687	6,747	6,807	6,866	6,924
0,650	6,250	6,312	6,373	6,433	6,493	6,552	6,611	6,669	6,726	6,782	6,838	6,893
0,700	6,243	6,303	6,361	6,420	6,477	6,534	6,591	6,647	6,702	6,756	6,810	6,863
0,750	6,229	6,287	6,345	6,401	6,458	6,513	6,568	6,623	6,676	6,729	6,782	6,834
0,800	6,215	6,272	6,328	6,383	6,438	6,492	6,546	6,599	6,652	6,704	6,755	6,806
0,850	6,208	6,263	6,317	6,371	6,424	6,477	6,529	6,581	6,632	6,682	6,732	6,781
0,900	6,212	6,265	6,317	6,368	6,419	6,470	6,519	6,569	6,617	6,666	6,713	6,760
0,950	6,221	6,271	6,321	6,370	6,419	6,467	6,514	6,561	6,608	6,654	6,699	6,744
1	6,213	6,262	6,311	6,360	6,408	6,455	6,502	6,549	6,595	6,640	6,685	6,729

Tabela 39. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,683	1,132	1,580	2,027	2,473	2,916	3,358	3,798	4,235	4,670	5,101	5,530
0,005	1,043	1,467	1,889	2,311	2,731	3,149	3,566	3,980	4,391	4,800	5,207	5,610
0,010	1,381	1,782	2,181	2,579	2,976	3,371	3,763	4,154	4,542	4,927	5,310	5,690
0,015	1,700	2,079	2,457	2,833	3,208	3,581	3,951	4,320	4,686	5,050	5,411	5,769
0,020	2,001	2,360	2,718	3,074	3,428	3,780	4,131	4,479	4,825	5,168	5,509	5,848
0,025	2,285	2,625	2,964	3,301	3,636	3,970	4,301	4,631	4,958	5,283	5,605	5,925
0,030	2,552	2,875	3,196	3,516	3,834	4,150	4,464	4,776	5,085	5,393	5,697	6,000
0,035	2,805	3,111	3,416	3,719	4,021	4,320	4,618	4,914	5,207	5,498	5,787	6,074
0,040	3,043	3,334	3,624	3,912	4,198	4,482	4,765	5,045	5,324	5,600	5,874	6,145
0,045	3,268	3,545	3,820	4,094	4,366	4,636	4,905	5,171	5,435	5,697	5,957	6,215
0,050	3,480	3,743	4,005	4,266	4,525	4,782	5,037	5,290	5,541	5,791	6,038	6,282
0,055	3,679	3,931	4,181	4,429	4,675	4,920	5,163	5,404	5,643	5,880	6,115	6,348
0,060	3,868	4,108	4,346	4,583	4,818	5,051	5,282	5,512	5,739	5,965	6,189	6,410
0,065	4,046	4,275	4,502	4,728	4,952	5,175	5,396	5,614	5,831	6,047	6,260	6,471
0,070	4,214	4,433	4,650	4,865	5,080	5,292	5,503	5,712	5,919	6,124	6,327	6,529
0,075	4,372	4,581	4,789	4,995	5,200	5,403	5,604	5,804	6,002	6,198	6,392	6,585
0,080	4,521	4,721	4,920	5,118	5,314	5,508	5,701	5,892	6,081	6,268	6,454	6,638
0,085	4,661	4,853	5,044	5,233	5,421	5,607	5,792	5,975	6,156	6,335	6,513	6,689
0,090	4,793	4,978	5,161	5,342	5,522	5,701	5,878	6,053	6,227	6,399	6,569	6,737
0,095	4,918	5,095	5,271	5,445	5,618	5,789	5,959	6,127	6,294	6,459	6,622	6,784
0,100	5,035	5,205	5,374	5,542	5,708	5,872	6,035	6,197	6,357	6,516	6,672	6,828

c.d. Tabela 39. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	5,876	5,998	6,119	6,239	6,357	6,474	6,590	6,705	6,819	6,931	7,043	7,152
0,200	6,303	6,400	6,496	6,590	6,684	6,777	6,869	6,959	7,049	7,138	7,225	7,312
0,250	6,499	6,582	6,665	6,746	6,827	6,907	6,986	7,064	7,141	7,217	7,292	7,366
0,300	6,577	6,652	6,727	6,801	6,874	6,947	7,018	7,089	7,159	7,228	7,296	7,363
0,350	6,603	6,673	6,743	6,812	6,880	6,948	7,014	7,080	7,145	7,210	7,273	7,336
0,400	6,613	6,679	6,745	6,810	6,875	6,938	7,001	7,063	7,125	7,185	7,245	7,304
0,450	6,624	6,687	6,749	6,810	6,871	6,931	6,991	7,050	7,108	7,165	7,221	7,277
0,500	6,640	6,699	6,758	6,816	6,874	6,931	6,987	7,042	7,097	7,151	7,204	7,257
0,550	6,660	6,716	6,771	6,826	6,880	6,934	6,987	7,040	7,091	7,142	7,193	7,243
0,600	6,678	6,732	6,784	6,836	6,888	6,939	6,989	7,038	7,087	7,136	7,184	7,231
0,650	6,693	6,744	6,794	6,844	6,893	6,941	6,989	7,036	7,083	7,129	7,174	7,219
0,700	6,703	6,752	6,800	6,847	6,894	6,940	6,986	7,031	7,076	7,120	7,163	7,206
0,750	6,710	6,756	6,802	6,848	6,893	6,938	6,982	7,025	7,068	7,110	7,152	7,193
0,800	6,716	6,761	6,806	6,850	6,893	6,936	6,979	7,020	7,062	7,103	7,143	7,183
0,850	6,727	6,771	6,814	6,856	6,898	6,939	6,980	7,021	7,060	7,100	7,139	7,177
0,900	6,744	6,786	6,827	6,868	6,909	6,949	6,988	7,027	7,065	7,103	7,141	7,178
0,950	6,763	6,803	6,844	6,883	6,922	6,961	6,999	7,037	7,074	7,110	7,147	7,182
1	6,769	6,809	6,848	6,887	6,925	6,963	7,001	7,037	7,074	7,110	7,145	7,180

Tabela 40. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,683	1,132	1,580	2,027	2,473	2,916	3,364	3,798	4,235	4,670	5,101	5,530
0,005	1,173	1,592	2,010	2,427	2,842	3,255	3,672	4,074	4,481	4,884	5,285	5,683
0,010	1,622	2,013	2,404	2,792	3,179	3,564	3,955	4,328	4,706	5,082	5,455	5,825
0,015	2,034	2,400	2,765	3,128	3,489	3,848	4,214	4,561	4,913	5,264	5,611	5,956
0,020	2,412	2,755	3,096	3,436	3,774	4,110	4,453	4,775	5,104	5,431	5,756	6,077
0,025	2,759	3,081	3,401	3,719	4,036	4,350	4,673	4,973	5,281	5,586	5,889	6,190
0,030	3,079	3,381	3,681	3,980	4,277	4,572	4,876	5,155	5,443	5,729	6,013	6,294
0,035	3,374	3,658	3,940	4,220	4,499	4,776	5,063	5,323	5,593	5,862	6,127	6,391
0,040	3,646	3,913	4,179	4,442	4,704	4,964	5,236	5,478	5,732	5,984	6,234	6,481
0,045	3,897	4,149	4,399	4,647	4,894	5,138	5,395	5,622	5,861	6,097	6,332	6,564
0,050	4,129	4,367	4,602	4,836	5,069	5,299	5,543	5,755	5,980	6,203	6,423	6,642
0,055	4,343	4,568	4,790	5,011	5,231	5,448	5,680	5,878	6,090	6,300	6,508	6,714
0,060	4,542	4,754	4,964	5,173	5,380	5,586	5,806	5,992	6,192	6,390	6,587	6,781
0,065	4,725	4,926	5,125	5,323	5,519	5,713	5,923	6,097	6,286	6,474	6,659	6,843
0,070	4,894	5,085	5,274	5,461	5,647	5,831	6,032	6,195	6,374	6,551	6,727	6,901
0,075	5,051	5,232	5,411	5,589	5,765	5,940	6,132	6,285	6,455	6,623	6,790	6,955
0,080	5,196	5,368	5,538	5,708	5,875	6,041	6,225	6,369	6,530	6,690	6,848	7,004
0,085	5,330	5,494	5,656	5,817	5,977	6,135	6,311	6,446	6,600	6,752	6,902	7,050
0,090	5,454	5,610	5,765	5,918	6,070	6,221	6,390	6,518	6,664	6,809	6,952	7,093
0,095	5,569	5,718	5,865	6,012	6,157	6,301	6,464	6,584	6,724	6,862	6,998	7,133

c.d. Tabela 40. Wartości izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p \cdot 10^4 \quad [K^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	5,675	5,817	5,958	6,099	6,237	6,375	6,532	6,645	6,779	6,910	7,041	7,169
0,150	6,373	6,472	6,570	6,667	6,764	6,859	6,977	7,046	7,138	7,229	7,319	7,408
0,200	6,664	6,744	6,823	6,901	6,978	7,055	7,156	7,205	7,279	7,352	7,423	7,494
0,250	6,765	6,836	6,906	6,976	7,045	7,113	7,206	7,247	7,313	7,378	7,442	7,505
0,300	6,785	6,852	6,918	6,984	7,049	7,113	7,202	7,239	7,301	7,362	7,422	7,482
0,350	6,781	6,845	6,909	6,972	7,034	7,095	7,182	7,216	7,275	7,334	7,391	7,448
0,400	6,780	6,841	6,902	6,962	7,021	7,080	7,163	7,195	7,251	7,307	7,362	7,417
0,450	6,789	6,847	6,904	6,961	7,017	7,073	7,153	7,181	7,235	7,287	7,340	7,391
0,500	6,808	6,863	6,916	6,969	7,022	7,074	7,150	7,175	7,225	7,275	7,323	7,371
0,550	6,833	6,884	6,934	6,983	7,032	7,080	7,153	7,174	7,221	7,266	7,312	7,356
0,600	6,858	6,905	6,952	6,997	7,043	7,087	7,157	7,175	7,218	7,260	7,302	7,343
0,650	6,880	6,924	6,967	7,010	7,052	7,093	7,159	7,174	7,214	7,254	7,293	7,331
0,700	6,897	6,938	6,978	7,018	7,057	7,096	7,160	7,173	7,210	7,247	7,283	7,319
0,750	6,910	6,948	6,986	7,024	7,061	7,098	7,160	7,170	7,206	7,240	7,275	7,309
0,800	6,921	6,958	6,994	7,030	7,066	7,100	7,160	7,169	7,203	7,236	7,268	7,301
0,850	6,935	6,970	7,005	7,039	7,073	7,106	7,164	7,171	7,203	7,235	7,266	7,297
0,900	6,953	6,987	7,020	7,052	7,084	7,116	7,173	7,178	7,208	7,238	7,268	7,297
0,950	6,973	7,005	7,036	7,067	7,097	7,127	7,182	7,186	7,215	7,243	7,271	7,299
1	6,984	7,014	7,044	7,073	7,102	7,131	7,185	7,187	7,215	7,242	7,268	7,295

Tabela 41. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,098	0,097	0,096	0,095	0,093	0,092	0,091	0,089	0,088	0,087	0,085	0,083
0,010	0,198	0,195	0,192	0,189	0,186	0,183	0,179	0,176	0,172	0,169	0,165	0,161
0,015	0,299	0,293	0,288	0,283	0,277	0,271	0,266	0,260	0,253	0,247	0,241	0,234
0,020	0,399	0,391	0,383	0,375	0,367	0,358	0,349	0,340	0,331	0,322	0,312	0,303
0,025	0,500	0,489	0,477	0,466	0,454	0,442	0,430	0,418	0,405	0,393	0,380	0,367
0,030	0,599	0,584	0,569	0,554	0,539	0,524	0,508	0,492	0,476	0,460	0,443	0,427
0,035	0,696	0,678	0,660	0,641	0,622	0,603	0,583	0,564	0,544	0,524	0,503	0,483
0,040	0,791	0,769	0,747	0,725	0,702	0,679	0,656	0,632	0,608	0,585	0,560	0,536
0,045	0,884	0,858	0,832	0,806	0,779	0,752	0,725	0,697	0,670	0,642	0,614	0,586
0,050	0,974	0,945	0,914	0,884	0,853	0,822	0,791	0,760	0,728	0,697	0,665	0,633
0,055	1,061	1,028	0,994	0,959	0,925	0,890	0,855	0,820	0,784	0,749	0,713	0,677
0,060	1,145	1,107	1,070	1,031	0,993	0,954	0,915	0,876	0,837	0,798	0,758	0,718
0,065	1,225	1,184	1,142	1,100	1,058	1,016	0,973	0,930	0,887	0,844	0,801	0,757
0,070	1,302	1,257	1,212	1,166	1,120	1,074	1,028	0,981	0,934	0,888	0,841	0,794
0,075	1,375	1,327	1,278	1,228	1,179	1,129	1,079	1,029	0,979	0,929	0,879	0,828
0,080	1,445	1,393	1,340	1,288	1,235	1,182	1,128	1,075	1,022	0,968	0,915	0,861
0,085	1,511	1,455	1,399	1,343	1,287	1,231	1,175	1,118	1,061	1,005	0,948	0,891
0,090	1,572	1,514	1,455	1,396	1,337	1,278	1,218	1,159	1,099	1,040	0,980	0,920
0,095	1,631	1,569	1,507	1,446	1,383	1,321	1,259	1,197	1,134	1,072	1,010	0,947
0,100	1,685	1,621	1,556	1,492	1,427	1,362	1,297	1,232	1,167	1,102	1,038	0,973

c.d. Tabela 41. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	2,036	1,956	1,875	1,794	1,714	1,633	1,553	1,473	1,392	1,313	1,233	1,153
0,200	2,105	2,025	1,945	1,866	1,786	1,707	1,628	1,549	1,470	1,392	1,313	1,236
0,250	1,998	1,930	1,861	1,793	1,724	1,656	1,589	1,521	1,453	1,386	1,319	1,252
0,300	1,810	1,756	1,701	1,648	1,594	1,541	1,487	1,434	1,381	1,328	1,274	1,222
0,350	1,600	1,560	1,519	1,480	1,439	1,399	1,359	1,319	1,279	1,239	1,199	1,160
0,400	1,404	1,374	1,344	1,314	1,284	1,255	1,225	1,195	1,165	1,136	1,105	1,076
0,450	1,232	1,210	1,186	1,164	1,140	1,117	1,095	1,072	1,049	1,026	1,002	0,980
0,500	1,083	1,064	1,045	1,027	1,008	0,990	0,971	0,952	0,934	0,915	0,896	0,878
0,550	0,946	0,931	0,915	0,900	0,884	0,869	0,854	0,838	0,822	0,807	0,791	0,776
0,600	0,813	0,801	0,789	0,776	0,764	0,752	0,739	0,727	0,715	0,702	0,690	0,678
0,650	0,679	0,671	0,662	0,653	0,645	0,636	0,628	0,619	0,610	0,602	0,593	0,585
0,700	0,543	0,539	0,535	0,531	0,527	0,523	0,519	0,514	0,510	0,506	0,501	0,497
0,750	0,413	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414	0,414
0,800	0,299	0,303	0,306	0,309	0,312	0,316	0,318	0,322	0,324	0,327	0,330	0,333
0,850	0,210	0,214	0,218	0,222	0,226	0,230	0,233	0,237	0,241	0,245	0,248	0,252
0,900	0,146	0,148	0,150	0,153	0,154	0,157	0,159	0,161	0,162	0,165	0,166	0,168
0,950	0,091	0,091	0,090	0,089	0,088	0,088	0,087	0,086	0,085	0,085	0,084	0,083
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 42. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,073	0,068	0,062	0,057	0,051	0,046	0,040	0,035	0,029	0,024	0,018	0,013
0,010	0,148	0,137	0,127	0,116	0,105	0,094	0,083	0,072	0,061	0,050	0,039	0,028
0,015	0,225	0,209	0,193	0,176	0,160	0,144	0,127	0,111	0,095	0,078	0,062	0,046
0,020	0,303	0,281	0,260	0,238	0,217	0,195	0,173	0,152	0,130	0,108	0,087	0,065
0,025	0,381	0,354	0,327	0,301	0,274	0,247	0,220	0,193	0,166	0,140	0,113	0,086
0,030	0,459	0,427	0,395	0,363	0,331	0,299	0,268	0,236	0,204	0,172	0,140	0,109
0,035	0,536	0,499	0,463	0,426	0,389	0,352	0,315	0,278	0,242	0,205	0,168	0,132
0,040	0,612	0,571	0,529	0,487	0,446	0,404	0,363	0,321	0,280	0,238	0,197	0,156
0,045	0,687	0,641	0,595	0,548	0,502	0,456	0,410	0,364	0,318	0,272	0,226	0,180
0,050	0,760	0,709	0,659	0,608	0,558	0,507	0,456	0,406	0,356	0,305	0,255	0,205
0,055	0,831	0,776	0,721	0,667	0,612	0,557	0,502	0,448	0,393	0,339	0,284	0,230
0,060	0,900	0,841	0,782	0,723	0,664	0,606	0,547	0,488	0,430	0,371	0,313	0,255
0,065	0,967	0,904	0,841	0,778	0,716	0,653	0,591	0,528	0,466	0,404	0,342	0,280
0,070	1,031	0,964	0,898	0,832	0,765	0,699	0,633	0,567	0,501	0,435	0,370	0,305
0,075	1,092	1,023	0,953	0,883	0,813	0,743	0,674	0,604	0,535	0,466	0,397	0,329
0,080	1,151	1,078	1,005	0,932	0,859	0,786	0,713	0,641	0,568	0,496	0,424	0,353
0,085	1,208	1,131	1,055	0,979	0,903	0,827	0,751	0,676	0,600	0,525	0,450	0,376
0,090	1,261	1,182	1,103	1,024	0,945	0,866	0,788	0,709	0,631	0,553	0,476	0,399
0,095	1,311	1,230	1,148	1,066	0,985	0,903	0,822	0,741	0,661	0,580	0,500	0,421
0,100	1,359	1,275	1,190	1,106	1,022	0,939	0,855	0,772	0,689	0,606	0,524	0,442

c.d. Tabela 42. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	1,682	1,583	1,484	1,386	1,287	1,189	1,092	0,995	0,898	0,802	0,706	0,611
0,200	1,769	1,669	1,570	1,471	1,373	1,275	1,178	1,081	0,985	0,889	0,793	0,698
0,250	1,698	1,606	1,515	1,425	1,335	1,245	1,156	1,068	0,980	0,892	0,805	0,718
0,300	1,543	1,464	1,384	1,306	1,228	1,150	1,073	0,996	0,919	0,843	0,768	0,692
0,350	1,361	1,293	1,226	1,159	1,093	1,027	0,962	0,897	0,832	0,768	0,704	0,640
0,400	1,183	1,126	1,069	1,013	0,957	0,902	0,847	0,792	0,738	0,684	0,630	0,576
0,450	1,025	0,976	0,928	0,880	0,833	0,786	0,739	0,693	0,647	0,601	0,555	0,510
0,500	0,889	0,847	0,805	0,764	0,724	0,683	0,643	0,603	0,563	0,523	0,484	0,445
0,550	0,769	0,733	0,697	0,662	0,626	0,591	0,556	0,521	0,487	0,452	0,418	0,385
0,600	0,660	0,629	0,598	0,567	0,536	0,506	0,476	0,446	0,416	0,386	0,357	0,328
0,650	0,554	0,528	0,502	0,476	0,450	0,424	0,399	0,374	0,349	0,324	0,299	0,275
0,700	0,450	0,428	0,407	0,386	0,365	0,345	0,324	0,304	0,284	0,263	0,243	0,224
0,750	0,348	0,332	0,316	0,300	0,284	0,268	0,252	0,237	0,221	0,206	0,191	0,175
0,800	0,255	0,243	0,232	0,220	0,209	0,197	0,186	0,175	0,163	0,152	0,141	0,130
0,850	0,176	0,168	0,160	0,152	0,144	0,136	0,128	0,121	0,113	0,105	0,098	0,090
0,900	0,115	0,109	0,104	0,098	0,093	0,087	0,082	0,077	0,071	0,066	0,061	0,056
0,950	0,064	0,060	0,057	0,053	0,050	0,046	0,043	0,040	0,036	0,033	0,030	0,027
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 43. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,143	0,132	0,121	0,110	0,098	0,087	0,076	0,065	0,053	0,042	0,031	0,020
0,010	0,278	0,257	0,235	0,214	0,193	0,171	0,150	0,129	0,107	0,086	0,065	0,044
0,015	0,405	0,375	0,344	0,314	0,283	0,253	0,222	0,191	0,161	0,131	0,100	0,070
0,020	0,525	0,486	0,447	0,408	0,369	0,331	0,292	0,253	0,214	0,175	0,137	0,098
0,025	0,637	0,591	0,545	0,498	0,452	0,405	0,359	0,312	0,266	0,220	0,174	0,128
0,030	0,743	0,690	0,636	0,583	0,530	0,476	0,423	0,370	0,317	0,264	0,212	0,159
0,035	0,842	0,782	0,723	0,663	0,604	0,544	0,485	0,426	0,367	0,308	0,249	0,191
0,040	0,934	0,869	0,804	0,739	0,674	0,609	0,544	0,479	0,414	0,350	0,286	0,222
0,045	1,020	0,950	0,880	0,809	0,739	0,669	0,600	0,530	0,461	0,391	0,322	0,254
0,050	1,100	1,025	0,951	0,876	0,801	0,727	0,653	0,579	0,505	0,431	0,358	0,285
0,055	1,174	1,095	1,017	0,938	0,859	0,781	0,703	0,625	0,547	0,470	0,393	0,316
0,060	1,243	1,160	1,078	0,996	0,914	0,832	0,750	0,669	0,587	0,507	0,426	0,346
0,065	1,306	1,220	1,135	1,049	0,964	0,879	0,794	0,710	0,626	0,542	0,458	0,375
0,070	1,364	1,276	1,187	1,099	1,011	0,923	0,836	0,749	0,662	0,575	0,489	0,403
0,075	1,417	1,326	1,236	1,145	1,054	0,964	0,874	0,785	0,696	0,607	0,518	0,430
0,080	1,466	1,373	1,280	1,187	1,094	1,002	0,910	0,819	0,727	0,637	0,546	0,456
0,085	1,510	1,415	1,320	1,225	1,131	1,037	0,943	0,850	0,757	0,665	0,573	0,481
0,090	1,550	1,453	1,357	1,260	1,165	1,069	0,974	0,879	0,785	0,691	0,597	0,504
0,095	1,586	1,487	1,390	1,292	1,195	1,098	1,002	0,906	0,810	0,715	0,621	0,526

c.d. Tabela 43. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,617	1,518	1,419	1,321	1,222	1,125	1,027	0,930	0,834	0,738	0,642	0,547
0,150	1,758	1,658	1,558	1,458	1,359	1,261	1,163	1,066	0,969	0,873	0,777	0,682
0,200	1,680	1,589	1,498	1,408	1,318	1,229	1,140	1,052	0,965	0,878	0,791	0,705
0,250	1,495	1,417	1,338	1,260	1,183	1,107	1,030	0,955	0,880	0,805	0,731	0,657
0,300	1,275	1,209	1,144	1,078	1,014	0,950	0,886	0,823	0,760	0,698	0,636	0,574
0,350	1,062	1,007	0,953	0,899	0,846	0,793	0,740	0,688	0,636	0,585	0,534	0,483
0,400	0,876	0,831	0,786	0,742	0,698	0,654	0,611	0,568	0,525	0,483	0,441	0,399
0,450	0,723	0,686	0,649	0,612	0,575	0,539	0,503	0,468	0,432	0,397	0,363	0,328
0,500	0,601	0,569	0,538	0,508	0,477	0,447	0,417	0,387	0,358	0,329	0,300	0,271
0,550	0,501	0,474	0,448	0,423	0,397	0,372	0,347	0,322	0,297	0,273	0,249	0,224
0,600	0,416	0,394	0,372	0,351	0,329	0,308	0,287	0,267	0,246	0,226	0,205	0,185
0,650	0,340	0,322	0,304	0,286	0,268	0,251	0,234	0,216	0,199	0,182	0,166	0,149
0,700	0,270	0,255	0,241	0,226	0,212	0,198	0,183	0,170	0,156	0,142	0,128	0,115
0,750	0,205	0,193	0,182	0,170	0,159	0,148	0,137	0,126	0,115	0,104	0,094	0,083
0,800	0,148	0,139	0,130	0,122	0,113	0,105	0,096	0,088	0,080	0,071	0,063	0,055
0,850	0,101	0,095	0,088	0,082	0,076	0,070	0,064	0,058	0,052	0,046	0,040	0,034
0,900	0,066	0,062	0,057	0,053	0,049	0,045	0,041	0,037	0,033	0,029	0,025	0,021
0,950	0,037	0,035	0,033	0,031	0,028	0,026	0,024	0,022	0,020	0,018	0,015	0,013
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 44. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,203	0,192	0,180	0,168	0,156	0,144	0,132	0,120	0,108	0,095	0,083	0,071
0,010	0,388	0,365	0,343	0,320	0,297	0,275	0,252	0,229	0,206	0,183	0,160	0,137
0,015	0,555	0,523	0,491	0,458	0,426	0,394	0,361	0,329	0,296	0,264	0,231	0,199
0,020	0,706	0,665	0,625	0,584	0,543	0,502	0,461	0,419	0,378	0,337	0,296	0,256
0,025	0,843	0,794	0,746	0,697	0,648	0,600	0,551	0,502	0,454	0,405	0,356	0,308
0,030	0,966	0,911	0,855	0,800	0,744	0,689	0,633	0,578	0,522	0,467	0,412	0,357
0,035	1,077	1,016	0,954	0,893	0,831	0,769	0,708	0,646	0,585	0,523	0,462	0,401
0,040	1,177	1,110	1,043	0,976	0,909	0,842	0,775	0,708	0,641	0,575	0,509	0,443
0,045	1,267	1,195	1,123	1,051	0,979	0,908	0,836	0,764	0,693	0,622	0,551	0,480
0,050	1,347	1,271	1,195	1,118	1,042	0,966	0,891	0,815	0,740	0,665	0,590	0,515
0,055	1,418	1,338	1,258	1,178	1,099	1,019	0,940	0,861	0,782	0,703	0,625	0,547
0,060	1,481	1,398	1,315	1,232	1,149	1,066	0,984	0,902	0,820	0,738	0,657	0,576
0,065	1,537	1,451	1,365	1,279	1,193	1,108	1,023	0,938	0,854	0,769	0,686	0,602
0,070	1,585	1,497	1,409	1,320	1,232	1,145	1,058	0,971	0,884	0,797	0,711	0,626
0,075	1,628	1,537	1,447	1,356	1,267	1,177	1,088	0,999	0,911	0,822	0,735	0,647
0,080	1,664	1,572	1,479	1,388	1,296	1,205	1,115	1,024	0,934	0,845	0,755	0,666
0,085	1,695	1,601	1,507	1,414	1,322	1,229	1,137	1,046	0,955	0,864	0,774	0,684
0,090	1,720	1,625	1,531	1,437	1,343	1,250	1,157	1,065	0,972	0,881	0,790	0,699
0,095	1,741	1,645	1,550	1,455	1,361	1,267	1,173	1,080	0,988	0,895	0,803	0,712

c.d. Tabela 44. Wartości nadmiarowego izobarycznego współczynnika rozszerzalności cieplnej (α_p^E) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$\alpha_p^E \cdot 10^4 \quad [\text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,757	1,661	1,565	1,470	1,375	1,281	1,187	1,093	1,000	0,908	0,815	0,724
0,150	1,744	1,652	1,561	1,470	1,380	1,290	1,201	1,113	1,025	0,937	0,850	0,763
0,200	1,549	1,470	1,392	1,315	1,238	1,162	1,086	1,011	0,936	0,862	0,788	0,715
0,250	1,294	1,231	1,169	1,107	1,045	0,984	0,924	0,863	0,804	0,744	0,685	0,627
0,300	1,044	0,996	0,947	0,899	0,852	0,805	0,758	0,712	0,665	0,620	0,574	0,529
0,350	0,829	0,791	0,755	0,718	0,682	0,647	0,611	0,576	0,541	0,506	0,471	0,437
0,400	0,656	0,628	0,600	0,572	0,545	0,517	0,490	0,463	0,437	0,410	0,384	0,358
0,450	0,524	0,502	0,480	0,459	0,438	0,417	0,396	0,375	0,354	0,334	0,314	0,293
0,500	0,425	0,408	0,390	0,373	0,356	0,340	0,323	0,306	0,290	0,274	0,257	0,241
0,550	0,350	0,335	0,321	0,307	0,293	0,279	0,265	0,252	0,238	0,225	0,212	0,198
0,600	0,288	0,276	0,264	0,253	0,241	0,229	0,218	0,206	0,195	0,184	0,173	0,162
0,650	0,235	0,225	0,215	0,205	0,195	0,186	0,176	0,166	0,157	0,148	0,138	0,129
0,700	0,185	0,177	0,169	0,161	0,153	0,145	0,137	0,130	0,122	0,114	0,107	0,099
0,750	0,140	0,133	0,127	0,121	0,114	0,108	0,102	0,096	0,090	0,084	0,078	0,072
0,800	0,099	0,095	0,090	0,085	0,081	0,076	0,072	0,067	0,063	0,059	0,054	0,050
0,850	0,067	0,063	0,060	0,057	0,054	0,051	0,048	0,045	0,042	0,039	0,036	0,033
0,900	0,043	0,041	0,039	0,037	0,035	0,033	0,031	0,029	0,027	0,026	0,024	0,022
0,950	0,024	0,023	0,022	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017	0,016	0,015	0,014	0,014
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 45. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {1,5–pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,1234	0,2043	0,2852	0,3661	0,4469	0,5278	0,6087	0,6896	0,7704	0,8513	0,9336	1,0130
0,005	0,1703	0,2509	0,3314	0,4120	0,4926	0,5732	0,6537	0,7343	0,8149	0,8955	0,9807	1,0566
0,010	0,2182	0,2984	0,3785	0,4587	0,5388	0,6190	0,6991	0,7793	0,8594	0,9396	1,0181	1,0999
0,015	0,2672	0,3468	0,4264	0,5060	0,5856	0,6652	0,7448	0,8244	0,9040	0,9836	1,0676	1,1428
0,020	0,3169	0,3959	0,4748	0,5538	0,6327	0,7117	0,7906	0,8696	0,9486	1,0275	1,1070	1,1854
0,025	0,3673	0,4455	0,5238	0,6020	0,6802	0,7584	0,8367	0,9149	0,9931	1,0713	1,1471	1,2278
0,030	0,4183	0,4957	0,5731	0,6505	0,7279	0,8054	0,8828	0,9602	1,0376	1,1150	1,1879	1,2698
0,035	0,4697	0,5463	0,6228	0,6993	0,7759	0,8524	0,9289	1,0054	1,0820	1,1585	1,2402	1,3116
0,040	0,5215	0,5971	0,6727	0,7483	0,8239	0,8995	0,9751	1,0507	1,1263	1,2019	1,2819	1,3531
0,045	0,5734	0,6481	0,7227	0,7973	0,8719	0,9466	1,0212	1,0958	1,1705	1,2451	1,3238	1,3943
0,050	0,6255	0,6991	0,7728	0,8464	0,9200	0,9936	1,0672	1,1409	1,2145	1,2881	1,3659	1,4353
0,055	0,6776	0,7502	0,8228	0,8954	0,9680	1,0406	1,1132	1,1857	1,2583	1,3309	1,4080	1,4761
0,060	0,7297	0,8012	0,8728	0,9443	1,0159	1,0874	1,1589	1,2305	1,3020	1,3735	1,4502	1,5166
0,065	0,7816	0,8521	0,9226	0,9931	1,0636	1,1340	1,2045	1,2750	1,3455	1,4160	1,4812	1,5569
0,070	0,8334	0,9028	0,9722	1,0416	1,1111	1,1805	1,2499	1,3193	1,3887	1,4582	1,5230	1,5970
0,075	0,8849	0,9532	1,0216	1,0900	1,1583	1,2267	1,2950	1,3634	1,4318	1,5001	1,5640	1,6368
0,080	0,9360	1,0034	1,0707	1,1380	1,2053	1,2726	1,3399	1,4072	1,4745	1,5419	1,6057	1,6765
0,085	0,9868	1,0531	1,1194	1,1857	1,2520	1,3182	1,3845	1,4508	1,5171	1,5833	1,6466	1,7159
0,090	1,0372	1,1025	1,1677	1,2330	1,2983	1,3635	1,4288	1,4941	1,5593	1,6246	1,6869	1,7551
0,095	1,0871	1,1514	1,2157	1,2799	1,3442	1,4085	1,4728	1,5370	1,6013	1,6656	1,7268	1,7941

c.d. Tabela 45. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,1365	1,1998	1,2631	1,3264	1,3898	1,4531	1,5164	1,5797	1,6430	1,7063	1,7662	1,8330
0,150	1,5968	1,6526	1,7084	1,7642	1,8200	1,8758	1,9316	1,9874	2,0432	2,0990	2,1570	2,2106
0,200	1,9898	2,0425	2,0952	2,1480	2,2007	2,2534	2,3061	2,3589	2,4116	2,4643	2,5200	2,5698
0,250	2,3224	2,3759	2,4294	2,4829	2,5363	2,5898	2,6433	2,6968	2,7503	2,8037	2,8520	2,9107
0,300	2,6122	2,6687	2,7251	2,7816	2,8380	2,8945	2,9509	3,0074	3,0638	3,1203	3,1718	3,2332
0,350	2,8775	2,9375	2,9975	3,0576	3,1176	3,1776	3,2376	3,2976	3,3577	3,4177	3,4775	3,5377
0,400	3,1325	3,1955	3,2585	3,3215	3,3846	3,4476	3,5106	3,5736	3,6366	3,6996	3,7625	3,8256
0,450	3,3850	3,4499	3,5148	3,5797	3,6446	3,7095	3,7744	3,8393	3,9042	3,9691	4,0351	4,0989
0,500	3,6365	3,7023	3,7681	3,8339	3,8997	3,9655	4,0313	4,0971	4,1629	4,2287	4,2967	4,3603
0,550	3,8841	3,9503	4,0165	4,0828	4,1490	4,2152	4,2815	4,3477	4,4139	4,4802	4,5438	4,6127
0,600	4,1229	4,1898	4,2567	4,3236	4,3905	4,4573	4,5242	4,5911	4,6580	4,7249	4,7930	4,8587
0,650	4,3497	4,4179	4,4862	4,5544	4,6226	4,6908	4,7591	4,8273	4,8955	4,9638	5,0295	5,1002
0,700	4,5647	4,6350	4,7053	4,7757	4,8460	4,9163	4,9867	5,0570	5,1273	5,1977	5,2643	5,3383
0,750	4,7731	4,8458	4,9185	4,9911	5,0638	5,1365	5,2092	5,2819	5,3546	5,4273	5,5034	5,5726
0,800	4,9843	5,0586	5,1330	5,2073	5,2816	5,3559	5,4303	5,5046	5,5789	5,6532	5,7240	5,8019
0,850	5,2086	5,2827	5,3568	5,4310	5,5051	5,5793	5,6534	5,7276	5,8017	5,8759	5,9484	6,0241
0,900	5,4499	5,5215	5,5931	5,6648	5,7364	5,8080	5,8796	5,9513	6,0229	6,0945	6,1703	6,2377
0,950	5,6955	5,7635	5,8314	5,8993	5,9672	6,0352	6,1031	6,1710	6,2389	6,3069	6,3756	6,4427
1	5,8999	5,9674	6,0349	6,1025	6,1700	6,2375	6,3051	6,3726	6,4401	6,5077	6,4923	6,6428

Tabela 46. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,1231	0,2040	0,2849	0,3659	0,4468	0,5277	0,6086	0,6896	0,7705	0,8514	0,9323	1,0133
0,005	0,1649	0,2447	0,3245	0,4043	0,4840	0,5638	0,6436	0,7234	0,8032	0,8829	0,9627	1,0425
0,010	0,2077	0,2863	0,3649	0,4435	0,5221	0,6007	0,6793	0,7579	0,8365	0,9151	0,9937	1,0723
0,015	0,2512	0,3287	0,4061	0,4835	0,5609	0,6383	0,7157	0,7931	0,8705	0,9479	1,0253	1,1027
0,020	0,2955	0,3717	0,4479	0,5241	0,6002	0,6764	0,7526	0,8288	0,9050	0,9812	1,0574	1,1336
0,025	0,3403	0,4152	0,4902	0,5652	0,6402	0,7151	0,7901	0,8651	0,9400	1,0150	1,0900	1,1650
0,030	0,3855	0,4593	0,5330	0,6068	0,6805	0,7543	0,8280	0,9017	0,9755	1,0492	1,1230	1,1967
0,035	0,4312	0,5037	0,5762	0,6487	0,7212	0,7938	0,8663	0,9388	1,0113	1,0838	1,1564	1,2289
0,040	0,4771	0,5484	0,6197	0,6910	0,7623	0,8336	0,9049	0,9762	1,0475	1,1188	1,1901	1,2614
0,045	0,5232	0,5933	0,6634	0,7335	0,8036	0,8737	0,9437	1,0138	1,0839	1,1540	1,2241	1,2941
0,050	0,5695	0,6384	0,7073	0,7762	0,8450	0,9139	0,9828	1,0517	1,1206	1,1894	1,2583	1,3272
0,055	0,6159	0,6836	0,7513	0,8190	0,8866	0,9543	1,0220	1,0897	1,1574	1,2251	1,2928	1,3605
0,060	0,6623	0,7288	0,7953	0,8618	0,9283	0,9948	1,0614	1,1279	1,1944	1,2609	1,3274	1,3939
0,065	0,7086	0,7739	0,8393	0,9047	0,9700	1,0354	1,1008	1,1661	1,2315	1,2968	1,3622	1,4276
0,070	0,7548	0,8190	0,8832	0,9475	1,0117	1,0759	1,1402	1,2044	1,2687	1,3329	1,3971	1,4614
0,075	0,8008	0,8639	0,9271	0,9902	1,0533	1,1165	1,1796	1,2427	1,3059	1,3690	1,4321	1,4953
0,080	0,8466	0,9087	0,9707	1,0328	1,0949	1,1569	1,2190	1,2810	1,3431	1,4051	1,4672	1,5292
0,085	0,8922	0,9532	1,0142	1,0752	1,1362	1,1972	1,2583	1,3193	1,3803	1,4413	1,5023	1,5633
0,090	0,9375	0,9975	1,0575	1,1175	1,1775	1,2374	1,2974	1,3574	1,4174	1,4774	1,5374	1,5974
0,095	0,9825	1,0415	1,1005	1,1595	1,2185	1,2775	1,3365	1,3955	1,4545	1,5135	1,5725	1,6315
0,100	1,0270	1,0851	1,1431	1,2012	1,2593	1,3173	1,3754	1,4334	1,4915	1,5495	1,6076	1,6656

c.d. Tabela 46. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	1,4482	1,4987	1,5491	1,5996	1,6501	1,7006	1,7511	1,8016	1,8521	1,9026	1,9531	2,0036
0,200	1,8175	1,8640	1,9105	1,9570	2,0035	2,0500	2,0965	2,1430	2,1895	2,2360	2,2825	2,3290
0,250	2,1385	2,1839	2,2293	2,2746	2,3200	2,3654	2,4108	2,4562	2,5016	2,5469	2,5923	2,6377
0,300	2,4233	2,4694	2,5155	2,5616	2,6078	2,6539	2,7000	2,7462	2,7923	2,8384	2,8846	2,9307
0,350	2,6860	2,7337	2,7814	2,8292	2,8769	2,9247	2,9724	3,0201	3,0679	3,1156	3,1633	3,2111
0,400	2,9387	2,9881	3,0376	3,0870	3,1365	3,1859	3,2354	3,2848	3,3342	3,3837	3,4331	3,4826
0,450	3,1892	3,2400	3,2909	3,3417	3,3926	3,4434	3,4942	3,5451	3,5959	3,6468	3,6976	3,7484
0,500	3,4406	3,4924	3,5443	3,5961	3,6480	3,6999	3,7517	3,8036	3,8554	3,9073	3,9591	4,0110
0,550	3,6923	3,7449	3,7976	3,8502	3,9028	3,9555	4,0081	4,0608	4,1134	4,1661	4,2187	4,2713
0,600	3,9416	3,9950	4,0485	4,1020	4,1555	4,2090	4,2624	4,3159	4,3694	4,4229	4,4764	4,5298
0,650	4,1855	4,2401	4,2947	4,3493	4,4040	4,4586	4,5132	4,5678	4,6225	4,6771	4,7317	4,7864
0,700	4,4226	4,4788	4,5350	4,5912	4,6474	4,7036	4,7598	4,8160	4,8722	4,9284	4,9845	5,0407
0,750	4,6545	4,7126	4,7706	4,8287	4,8868	4,9448	5,0029	5,0610	5,1191	5,1771	5,2352	5,2933
0,800	4,8854	4,9453	5,0053	5,0652	5,1252	5,1851	5,2451	5,3050	5,3650	5,4250	5,4849	5,5449
0,850	5,1211	5,1825	5,2440	5,3054	5,3668	5,4283	5,4897	5,5512	5,6126	5,6741	5,7355	5,7970
0,900	5,3655	5,4278	5,4901	5,5525	5,6148	5,6771	5,7395	5,8018	5,8641	5,9265	5,9888	6,0511
0,950	5,6148	5,6778	5,7408	5,8038	5,8668	5,9298	5,9928	6,0558	6,1188	6,1818	6,2448	6,3078
1	5,8489	5,9140	5,9791	6,0442	6,1093	6,1744	6,2395	6,3046	6,3697	6,4348	6,4999	6,5650

Tabela 47. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,1231	0,2040	0,2849	0,3659	0,4468	0,5277	0,6086	0,6896	0,7705	0,8514	0,9323	1,0133
0,005	0,1934	0,2722	0,3510	0,4297	0,5085	0,5873	0,6660	0,7448	0,8236	0,9023	0,9811	1,0599
0,010	0,2637	0,3404	0,4171	0,4938	0,5705	0,6472	0,7239	0,8006	0,8773	0,9540	1,0307	1,1074
0,015	0,3337	0,4084	0,4832	0,5579	0,6326	0,7073	0,7821	0,8568	0,9315	1,0062	1,0810	1,1557
0,020	0,4035	0,4763	0,5492	0,6220	0,6949	0,7677	0,8405	0,9134	0,9862	1,0591	1,1319	1,2047
0,025	0,4730	0,5440	0,6151	0,6861	0,7571	0,8282	0,8992	0,9703	1,0413	1,1123	1,1834	1,2544
0,030	0,5421	0,6114	0,6807	0,7501	0,8194	0,8887	0,9580	1,0274	1,0967	1,1660	1,2353	1,3047
0,035	0,6108	0,6785	0,7462	0,8139	0,8816	0,9493	1,0170	1,0846	1,1523	1,2200	1,2877	1,3554
0,040	0,6791	0,7452	0,8113	0,8775	0,9436	1,0098	1,0759	1,1420	1,2082	1,2743	1,3404	1,4066
0,045	0,7469	0,8115	0,8762	0,9408	1,0055	1,0702	1,1348	1,1995	1,2641	1,3288	1,3935	1,4581
0,050	0,8141	0,8774	0,9406	1,0039	1,0671	1,1304	1,1937	1,2569	1,3202	1,3834	1,4467	1,5100
0,055	0,8808	0,9427	1,0047	1,0666	1,1285	1,1905	1,2524	1,3143	1,3763	1,4382	1,5001	1,5620
0,060	0,9469	1,0076	1,0683	1,1289	1,1896	1,2503	1,3110	1,3716	1,4323	1,4930	1,5537	1,6143
0,065	1,0124	1,0719	1,1314	1,1909	1,2503	1,3098	1,3693	1,4288	1,4883	1,5478	1,6073	1,6668
0,070	1,0772	1,1356	1,1940	1,2524	1,3107	1,3691	1,4275	1,4858	1,5442	1,6026	1,6609	1,7193
0,075	1,1414	1,1988	1,2561	1,3134	1,3707	1,4280	1,4853	1,5426	1,6000	1,6573	1,7146	1,7719
0,080	1,2050	1,2613	1,3176	1,3739	1,4303	1,4866	1,5429	1,5992	1,6556	1,7119	1,7682	1,8245
0,085	1,2678	1,3232	1,3786	1,4340	1,4894	1,5448	1,6002	1,6556	1,7109	1,7663	1,8217	1,8771
0,090	1,3299	1,3844	1,4390	1,4935	1,5480	1,6025	1,6571	1,7116	1,7661	1,8206	1,8752	1,9297
0,095	1,3913	1,4451	1,4988	1,5525	1,6062	1,6599	1,7136	1,7673	1,8210	1,8747	1,9284	1,9822
0,100	1,4520	1,5050	1,5579	1,6109	1,6639	1,7168	1,7698	1,8227	1,8757	1,9286	1,9816	2,0345

c.d. Tabela 47. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	2,0193	2,0673	2,1153	2,1634	2,2114	2,2594	2,3075	2,3555	2,4035	2,4516	2,4996	2,5476
0,200	2,5191	2,5659	2,6127	2,6595	2,7062	2,7530	2,7998	2,8466	2,8934	2,9402	2,9870	3,0338
0,250	2,9657	3,0135	3,0614	3,1092	3,1571	3,2049	3,2528	3,3006	3,3485	3,3963	3,4442	3,4920
0,300	3,3769	3,4271	3,4772	3,5274	3,5775	3,6277	3,6778	3,7280	3,7781	3,8283	3,8784	3,9286
0,350	3,7696	3,8225	3,8755	3,9284	3,9814	4,0344	4,0873	4,1403	4,1932	4,2462	4,2992	4,3521
0,400	4,1566	4,2124	4,2682	4,3240	4,3798	4,4356	4,4914	4,5472	4,6030	4,6588	4,7146	4,7705
0,450	4,5458	4,6043	4,6627	4,7212	4,7797	4,8381	4,8966	4,9551	5,0136	5,0720	5,1305	5,1890
0,500	4,9403	5,0012	5,0621	5,1230	5,1839	5,2447	5,3056	5,3665	5,4274	5,4883	5,5492	5,6100
0,550	5,3395	5,4026	5,4657	5,5288	5,5919	5,6550	5,7181	5,7812	5,8443	5,9074	5,9705	6,0336
0,600	5,7406	5,8058	5,8710	5,9363	6,0015	6,0667	6,1319	6,1972	6,2624	6,3276	6,3928	6,4581
0,650	6,1406	6,2080	6,2753	6,3427	6,4100	6,4774	6,5447	6,6121	6,6794	6,7468	6,8141	6,8815
0,700	6,5379	6,6074	6,6770	6,7465	6,8160	6,8856	6,9551	7,0246	7,0942	7,1637	7,2332	7,3028
0,750	6,9331	7,0049	7,0766	7,1484	7,2202	7,2920	7,3638	7,4356	7,5073	7,5791	7,6509	7,7227
0,800	7,3293	7,4034	7,4774	7,5515	7,6255	7,6995	7,7736	7,8476	7,9217	7,9957	8,0698	8,1438
0,850	7,7310	7,8073	7,8835	7,9598	8,0360	8,1122	8,1885	8,2647	8,3409	8,4172	8,4934	8,5697
0,900	8,1409	8,2192	8,2976	8,3759	8,4543	8,5326	8,6110	8,6894	8,7677	8,8461	8,9244	9,0028
0,950	8,5548	8,6354	8,7159	8,7965	8,8770	8,9576	9,0381	9,1187	9,1992	9,2798	9,3603	9,4409
1	8,9548	9,0381	9,1214	9,2047	9,2880	9,3712	9,4545	9,5378	9,6211	9,7044	9,7877	9,8710

Tabela 48. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0,1231	0,2040	0,2849	0,3659	0,4468	0,5277	0,6086	0,6896	0,7705	0,8514	0,9323	1,0133
0,005	0,2197	0,2983	0,3770	0,4556	0,5342	0,6128	0,6914	0,7700	0,8487	0,9273	1,0059	1,0845
0,010	0,3153	0,3917	0,4681	0,5446	0,6210	0,6974	0,7738	0,8502	0,9266	1,0030	1,0794	1,1558
0,015	0,4099	0,4842	0,5585	0,6328	0,7070	0,7813	0,8556	0,9299	1,0042	1,0785	1,1528	1,2271
0,020	0,5033	0,5756	0,6479	0,7202	0,7924	0,8647	0,9370	1,0093	1,0815	1,1538	1,2261	1,2984
0,025	0,5957	0,6660	0,7364	0,8067	0,8771	0,9474	1,0178	1,0882	1,1585	1,2289	1,2992	1,3696
0,030	0,6869	0,7554	0,8239	0,8925	0,9610	1,0295	1,0981	1,1666	1,2351	1,3037	1,3722	1,4407
0,035	0,7769	0,8437	0,9105	0,9773	1,0441	1,1109	1,1777	1,2445	1,3113	1,3781	1,4449	1,5117
0,040	0,8659	0,9310	0,9962	1,0614	1,1265	1,1917	1,2568	1,3220	1,3871	1,4523	1,5175	1,5826
0,045	0,9537	1,0173	1,0809	1,1445	1,2081	1,2717	1,3353	1,3989	1,4625	1,5261	1,5897	1,6533
0,050	1,0403	1,1025	1,1646	1,2267	1,2889	1,3510	1,4132	1,4753	1,5374	1,5996	1,6617	1,7238
0,055	1,1258	1,1866	1,2473	1,3081	1,3689	1,4296	1,4904	1,5511	1,6119	1,6726	1,7334	1,7941
0,060	1,2102	1,2697	1,3291	1,3886	1,4480	1,5075	1,5669	1,6264	1,6858	1,7453	1,8048	1,8642
0,065	1,2934	1,3517	1,4099	1,4681	1,5264	1,5846	1,6428	1,7011	1,7593	1,8176	1,8758	1,9340
0,070	1,3755	1,4326	1,4897	1,5468	1,6039	1,6610	1,7181	1,7752	1,8323	1,8894	1,9465	2,0036
0,075	1,4565	1,5125	1,5685	1,6246	1,6806	1,7367	1,7927	1,8487	1,9048	1,9608	2,0168	2,0729
0,080	1,5363	1,5914	1,6464	1,7015	1,7565	1,8116	1,8666	1,9217	1,9767	2,0318	2,0868	2,1419
0,085	1,6150	1,6692	1,7233	1,7775	1,8316	1,8857	1,9399	1,9940	2,0482	2,1023	2,1564	2,2106
0,090	1,6927	1,7460	1,7993	1,8526	1,9059	1,9592	2,0125	2,0658	2,1191	2,1724	2,2257	2,2790
0,095	1,7693	1,8218	1,8743	1,9268	1,9794	2,0319	2,0844	2,1369	2,1895	2,2420	2,2945	2,3470

c.d. Tabela 48. Wartości molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}$) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m} \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,8448	1,8966	1,9484	2,0002	2,0521	2,1039	2,1557	2,2075	2,2593	2,3112	2,3630	2,4148
0,150	2,5459	2,5939	2,6419	2,6899	2,7379	2,7859	2,8339	2,8819	2,9299	2,9779	3,0259	3,0739
0,200	3,1652	3,2139	3,2626	3,3113	3,3601	3,4088	3,4575	3,5062	3,5549	3,6036	3,6523	3,7011
0,250	3,7285	3,7807	3,8328	3,8850	3,9371	3,9893	4,0415	4,0936	4,1458	4,1980	4,2501	4,3023
0,300	4,2603	4,3172	4,3741	4,4309	4,4878	4,5447	4,6016	4,6585	4,7154	4,7723	4,8292	4,8861
0,350	4,7804	4,8423	4,9041	4,9659	5,0277	5,0896	5,1514	5,2132	5,2751	5,3369	5,3987	5,4606
0,400	5,3026	5,3689	5,4352	5,5015	5,5678	5,6341	5,7005	5,7668	5,8331	5,8994	5,9657	6,0320
0,450	5,8340	5,9040	5,9740	6,0441	6,1141	6,1841	6,2541	6,3241	6,3941	6,4641	6,5341	6,6042
0,500	6,3764	6,4493	6,5222	6,5951	6,6680	6,7410	6,8139	6,8868	6,9597	7,0326	7,1055	7,1784
0,550	6,9274	7,0026	7,0778	7,1530	7,2282	7,3033	7,3785	7,4537	7,5289	7,6041	7,6793	7,7544
0,600	7,4828	7,5599	7,6370	7,7141	7,7912	7,8683	7,9454	8,0225	8,0996	8,1767	8,2538	8,3309
0,650	8,0384	8,1174	8,1963	8,2752	8,3542	8,4331	8,5120	8,5910	8,6699	8,7489	8,8278	8,9067
0,700	8,5915	8,6724	8,7533	8,8342	8,9151	8,9960	9,0769	9,1578	9,2387	9,3196	9,4005	9,4814
0,750	9,1423	9,2254	9,3084	9,3915	9,4746	9,5577	9,6408	9,7238	9,8069	9,8900	9,9731	10,056
0,800	9,6938	9,7792	9,8646	9,9500	10,035	10,120	10,206	10,291	10,377	10,462	10,547	10,633
0,850	10,250	10,338	10,425	10,513	10,601	10,689	10,776	10,864	10,952	11,039	11,127	11,215
0,900	10,815	10,905	10,995	11,084	11,174	11,264	11,354	11,444	11,533	11,623	11,713	11,803
0,950	11,385	11,476	11,568	11,660	11,751	11,843	11,935	12,027	12,118	12,210	12,302	12,394
1	11,942	12,036	12,130	12,223	12,317	12,411	12,505	12,599	12,692	12,786	12,880	12,974

Tabela 49. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {1,5-pentanodiolu (x_2)+W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,018	0,018	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015
0,010	0,037	0,036	0,036	0,035	0,035	0,034	0,033	0,033	0,032	0,032	0,031	0,031
0,015	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,05	0,049	0,047	0,046	0,045
0,020	0,078	0,076	0,075	0,073	0,071	0,070	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060
0,025	0,099	0,097	0,095	0,093	0,090	0,088	0,086	0,083	0,081	0,079	0,076	0,074
0,030	0,122	0,119	0,115	0,112	0,109	0,106	0,103	0,100	0,097	0,094	0,091	0,088
0,035	0,144	0,140	0,136	0,132	0,129	0,125	0,121	0,117	0,113	0,109	0,105	0,101
0,040	0,167	0,162	0,157	0,153	0,148	0,143	0,139	0,134	0,129	0,124	0,120	0,115
0,045	0,190	0,184	0,179	0,173	0,167	0,162	0,156	0,151	0,145	0,139	0,134	0,128
0,050	0,213	0,207	0,200	0,193	0,187	0,180	0,174	0,167	0,161	0,154	0,147	0,141
0,055	0,236	0,229	0,221	0,214	0,206	0,199	0,191	0,184	0,176	0,169	0,161	0,153
0,060	0,260	0,251	0,243	0,234	0,226	0,217	0,208	0,200	0,191	0,183	0,174	0,166
0,065	0,283	0,273	0,264	0,254	0,245	0,235	0,226	0,216	0,207	0,197	0,187	0,178
0,070	0,306	0,295	0,285	0,274	0,264	0,253	0,242	0,232	0,221	0,211	0,200	0,190
0,075	0,328	0,317	0,305	0,294	0,282	0,271	0,259	0,248	0,236	0,225	0,213	0,202
0,080	0,350	0,338	0,325	0,313	0,301	0,288	0,276	0,263	0,251	0,238	0,226	0,213
0,085	0,372	0,359	0,345	0,332	0,319	0,305	0,292	0,278	0,265	0,251	0,238	0,224
0,090	0,394	0,379	0,365	0,351	0,336	0,322	0,307	0,293	0,279	0,264	0,250	0,235
0,095	0,415	0,400	0,384	0,369	0,354	0,338	0,323	0,308	0,292	0,277	0,262	0,246

c.d. Tabela 49. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {1,5-pentanodiolu (x_2)+W}
w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	0,435	0,419	0,403	0,387	0,371	0,354	0,338	0,322	0,306	0,289	0,273	0,257
0,150	0,607	0,584	0,561	0,538	0,515	0,492	0,468	0,445	0,422	0,399	0,376	0,353
0,200	0,711	0,686	0,660	0,635	0,609	0,584	0,558	0,533	0,507	0,482	0,456	0,431
0,250	0,755	0,731	0,707	0,683	0,659	0,635	0,611	0,586	0,562	0,538	0,514	0,490
0,300	0,756	0,735	0,715	0,695	0,674	0,654	0,633	0,613	0,592	0,572	0,552	0,531
0,350	0,732	0,716	0,700	0,684	0,668	0,651	0,635	0,619	0,603	0,587	0,570	0,554
0,400	0,699	0,686	0,673	0,661	0,648	0,636	0,623	0,611	0,598	0,586	0,573	0,561
0,450	0,662	0,652	0,642	0,632	0,622	0,612	0,602	0,592	0,582	0,572	0,562	0,552
0,500	0,625	0,616	0,608	0,600	0,591	0,583	0,574	0,566	0,558	0,549	0,541	0,532
0,550	0,584	0,576	0,569	0,562	0,554	0,547	0,540	0,532	0,525	0,518	0,511	0,503
0,600	0,534	0,528	0,522	0,516	0,510	0,504	0,498	0,492	0,486	0,480	0,474	0,468
0,650	0,472	0,468	0,464	0,460	0,456	0,452	0,448	0,444	0,440	0,436	0,432	0,428
0,700	0,398	0,397	0,395	0,394	0,393	0,392	0,391	0,389	0,388	0,387	0,386	0,384
0,750	0,317	0,319	0,321	0,323	0,325	0,326	0,328	0,330	0,332	0,334	0,336	0,337
0,800	0,240	0,244	0,248	0,252	0,256	0,260	0,264	0,269	0,273	0,277	0,281	0,285
0,850	0,175	0,180	0,184	0,189	0,194	0,198	0,203	0,207	0,212	0,217	0,221	0,226
0,900	0,128	0,130	0,133	0,136	0,139	0,141	0,144	0,147	0,150	0,152	0,155	0,158
0,950	0,085	0,084	0,084	0,084	0,083	0,083	0,083	0,083	0,082	0,082	0,082	0,081
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 50. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,013	0,012	0,011	0,01	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,001
0,010	0,027	0,025	0,023	0,021	0,019	0,017	0,014	0,012	0,010	0,008	0,006	0,003
0,015	0,042	0,039	0,036	0,032	0,029	0,026	0,023	0,019	0,016	0,013	0,009	0,006
0,020	0,058	0,053	0,049	0,045	0,040	0,036	0,031	0,027	0,023	0,018	0,014	0,009
0,025	0,074	0,068	0,063	0,057	0,052	0,046	0,041	0,035	0,030	0,024	0,018	0,013
0,030	0,091	0,084	0,077	0,071	0,064	0,057	0,05	0,044	0,037	0,030	0,024	0,017
0,035	0,108	0,100	0,092	0,084	0,076	0,068	0,061	0,053	0,045	0,037	0,029	0,021
0,040	0,125	0,116	0,107	0,098	0,089	0,080	0,071	0,062	0,053	0,044	0,035	0,026
0,045	0,143	0,132	0,122	0,112	0,102	0,092	0,082	0,072	0,061	0,051	0,041	0,031
0,050	0,160	0,149	0,138	0,126	0,115	0,104	0,093	0,081	0,070	0,059	0,048	0,036
0,055	0,178	0,166	0,153	0,141	0,128	0,116	0,104	0,091	0,079	0,067	0,054	0,042
0,060	0,196	0,182	0,169	0,155	0,142	0,128	0,115	0,101	0,088	0,074	0,061	0,048
0,065	0,213	0,199	0,184	0,170	0,155	0,141	0,126	0,112	0,097	0,083	0,068	0,053
0,070	0,231	0,215	0,200	0,184	0,169	0,153	0,137	0,122	0,106	0,091	0,075	0,059
0,075	0,248	0,232	0,215	0,198	0,182	0,165	0,149	0,132	0,115	0,099	0,082	0,066
0,080	0,266	0,248	0,230	0,213	0,195	0,177	0,160	0,142	0,125	0,107	0,089	0,072
0,085	0,282	0,264	0,245	0,227	0,208	0,190	0,171	0,152	0,134	0,115	0,097	0,078
0,090	0,299	0,280	0,260	0,241	0,221	0,202	0,182	0,163	0,143	0,123	0,104	0,084
0,095	0,315	0,295	0,275	0,254	0,234	0,213	0,193	0,172	0,152	0,132	0,111	0,091

c.d. Tabela 50. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	0,331	0,310	0,289	0,268	0,246	0,225	0,204	0,182	0,161	0,140	0,118	0,097
0,150	0,466	0,438	0,410	0,382	0,354	0,326	0,298	0,270	0,242	0,214	0,186	0,158
0,200	0,549	0,518	0,487	0,455	0,424	0,393	0,362	0,330	0,299	0,268	0,237	0,205
0,250	0,584	0,552	0,521	0,489	0,458	0,426	0,394	0,363	0,331	0,300	0,268	0,236
0,300	0,582	0,552	0,522	0,492	0,462	0,432	0,402	0,372	0,342	0,312	0,282	0,252
0,350	0,559	0,531	0,504	0,476	0,448	0,421	0,393	0,365	0,338	0,310	0,282	0,255
0,400	0,525	0,500	0,475	0,450	0,425	0,400	0,374	0,349	0,324	0,299	0,274	0,249
0,450	0,489	0,467	0,444	0,421	0,398	0,375	0,352	0,329	0,306	0,283	0,260	0,237
0,500	0,455	0,433	0,412	0,391	0,370	0,349	0,328	0,306	0,285	0,264	0,243	0,222
0,550	0,420	0,400	0,381	0,361	0,342	0,322	0,303	0,283	0,263	0,244	0,224	0,205
0,600	0,383	0,365	0,347	0,329	0,311	0,293	0,275	0,257	0,239	0,221	0,204	0,185
0,650	0,341	0,325	0,309	0,293	0,277	0,261	0,245	0,229	0,213	0,196	0,180	0,164
0,700	0,291	0,278	0,264	0,251	0,237	0,223	0,210	0,196	0,182	0,169	0,155	0,141
0,750	0,237	0,226	0,215	0,204	0,193	0,182	0,171	0,160	0,149	0,138	0,127	0,116
0,800	0,182	0,173	0,165	0,157	0,148	0,140	0,132	0,123	0,115	0,107	0,099	0,090
0,850	0,131	0,125	0,119	0,113	0,107	0,101	0,095	0,089	0,083	0,077	0,071	0,065
0,900	0,089	0,085	0,080	0,076	0,072	0,067	0,063	0,059	0,054	0,050	0,046	0,041
0,950	0,052	0,049	0,046	0,044	0,041	0,038	0,035	0,032	0,029	0,026	0,023	0,020
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 51. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,026	0,024	0,022	0,020	0,018	0,015	0,013	0,011	0,009	0,007	0,004	0,002
0,010	0,052	0,048	0,044	0,040	0,035	0,031	0,027	0,023	0,018	0,014	0,010	0,006
0,015	0,078	0,072	0,066	0,059	0,053	0,047	0,041	0,035	0,028	0,022	0,016	0,010
0,020	0,104	0,096	0,088	0,079	0,071	0,063	0,055	0,047	0,039	0,031	0,022	0,014
0,025	0,129	0,119	0,109	0,099	0,089	0,079	0,069	0,059	0,050	0,040	0,030	0,020
0,030	0,154	0,142	0,131	0,119	0,107	0,096	0,084	0,072	0,061	0,049	0,037	0,026
0,035	0,179	0,165	0,152	0,139	0,125	0,112	0,099	0,085	0,072	0,059	0,045	0,032
0,040	0,203	0,188	0,173	0,158	0,143	0,128	0,113	0,099	0,084	0,069	0,054	0,039
0,045	0,226	0,210	0,194	0,177	0,161	0,144	0,128	0,112	0,095	0,079	0,063	0,046
0,050	0,249	0,232	0,214	0,196	0,178	0,161	0,143	0,125	0,107	0,089	0,072	0,054
0,055	0,272	0,253	0,234	0,215	0,195	0,176	0,157	0,138	0,119	0,100	0,081	0,062
0,060	0,294	0,274	0,253	0,233	0,212	0,192	0,172	0,151	0,131	0,110	0,090	0,070
0,065	0,315	0,294	0,272	0,250	0,229	0,207	0,186	0,164	0,143	0,121	0,099	0,078
0,070	0,336	0,313	0,291	0,268	0,245	0,222	0,200	0,177	0,154	0,131	0,109	0,086
0,075	0,356	0,332	0,308	0,285	0,261	0,237	0,213	0,189	0,166	0,142	0,118	0,094
0,080	0,375	0,351	0,326	0,301	0,276	0,251	0,227	0,202	0,177	0,152	0,127	0,103
0,085	0,394	0,368	0,343	0,317	0,291	0,265	0,240	0,214	0,188	0,162	0,137	0,111
0,090	0,412	0,385	0,359	0,332	0,306	0,279	0,252	0,226	0,199	0,172	0,146	0,119
0,095	0,429	0,402	0,374	0,347	0,319	0,292	0,265	0,237	0,210	0,182	0,155	0,127

c.d. Tabela 51. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	0,446	0,418	0,389	0,361	0,333	0,305	0,277	0,248	0,220	0,192	0,164	0,135
0,150	0,571	0,538	0,505	0,472	0,438	0,405	0,372	0,339	0,305	0,272	0,239	0,206
0,200	0,630	0,595	0,560	0,526	0,491	0,457	0,422	0,387	0,353	0,318	0,284	0,249
0,250	0,635	0,601	0,567	0,534	0,500	0,466	0,433	0,399	0,365	0,332	0,298	0,264
0,300	0,604	0,573	0,541	0,510	0,478	0,447	0,415	0,384	0,352	0,321	0,289	0,258
0,350	0,555	0,527	0,498	0,469	0,440	0,411	0,383	0,354	0,325	0,296	0,267	0,239
0,400	0,501	0,475	0,449	0,423	0,397	0,370	0,344	0,318	0,292	0,266	0,240	0,214
0,450	0,448	0,425	0,401	0,378	0,354	0,331	0,307	0,284	0,260	0,237	0,213	0,190
0,500	0,401	0,380	0,359	0,338	0,316	0,295	0,274	0,253	0,232	0,210	0,189	0,168
0,550	0,359	0,340	0,321	0,302	0,282	0,263	0,244	0,225	0,206	0,187	0,168	0,149
0,600	0,318	0,301	0,284	0,267	0,250	0,233	0,216	0,199	0,182	0,164	0,147	0,130
0,650	0,277	0,262	0,247	0,232	0,216	0,201	0,186	0,171	0,156	0,141	0,126	0,111
0,700	0,233	0,220	0,207	0,193	0,180	0,167	0,154	0,141	0,128	0,115	0,102	0,089
0,750	0,186	0,175	0,164	0,153	0,143	0,132	0,121	0,110	0,099	0,088	0,077	0,066
0,800	0,141	0,132	0,123	0,115	0,106	0,097	0,088	0,079	0,071	0,062	0,053	0,044
0,850	0,101	0,094	0,088	0,081	0,074	0,068	0,061	0,054	0,047	0,041	0,034	0,027
0,900	0,069	0,065	0,060	0,055	0,050	0,046	0,041	0,036	0,032	0,027	0,022	0,018
0,950	0,042	0,039	0,036	0,034	0,031	0,028	0,026	0,023	0,021	0,018	0,015	0,013
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 52. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,038	0,035	0,033	0,030	0,028	0,026	0,023	0,021	0,019	0,016	0,014	0,011
0,010	0,074	0,069	0,065	0,060	0,055	0,051	0,046	0,042	0,037	0,032	0,028	0,023
0,015	0,110	0,103	0,096	0,089	0,082	0,075	0,069	0,062	0,055	0,048	0,041	0,034
0,020	0,144	0,135	0,126	0,117	0,108	0,099	0,090	0,082	0,073	0,064	0,055	0,046
0,025	0,177	0,166	0,155	0,144	0,134	0,123	0,112	0,101	0,090	0,079	0,068	0,057
0,030	0,209	0,196	0,184	0,171	0,158	0,145	0,133	0,120	0,107	0,094	0,081	0,069
0,035	0,240	0,226	0,211	0,196	0,182	0,167	0,153	0,138	0,124	0,109	0,094	0,080
0,040	0,270	0,254	0,237	0,221	0,205	0,189	0,172	0,156	0,140	0,123	0,107	0,091
0,045	0,299	0,281	0,263	0,245	0,227	0,209	0,191	0,173	0,156	0,138	0,120	0,102
0,050	0,326	0,307	0,287	0,268	0,249	0,229	0,210	0,190	0,171	0,151	0,132	0,113
0,055	0,353	0,332	0,311	0,290	0,269	0,248	0,227	0,207	0,186	0,165	0,144	0,123
0,060	0,378	0,356	0,333	0,311	0,289	0,267	0,245	0,222	0,200	0,178	0,156	0,133
0,065	0,402	0,379	0,355	0,332	0,308	0,284	0,261	0,237	0,214	0,190	0,167	0,143
0,070	0,425	0,400	0,376	0,351	0,326	0,301	0,277	0,252	0,227	0,203	0,178	0,153
0,075	0,447	0,421	0,395	0,369	0,344	0,318	0,292	0,266	0,240	0,214	0,188	0,163
0,080	0,468	0,441	0,414	0,387	0,360	0,333	0,306	0,279	0,252	0,226	0,199	0,172
0,085	0,487	0,459	0,432	0,404	0,376	0,348	0,320	0,292	0,264	0,236	0,208	0,181

c.d. Tabela 52. Wartości nadmiarowej molowej izobarycznej rozszerzalności cieplnej ($E_{p,m}^E$) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$E_{p,m}^E \cdot 10^8 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,090	0,506	0,477	0,448	0,420	0,391	0,362	0,333	0,304	0,276	0,247	0,218	0,189
0,095	0,523	0,494	0,464	0,434	0,405	0,375	0,346	0,316	0,286	0,257	0,227	0,197
0,100	0,540	0,509	0,479	0,449	0,418	0,388	0,357	0,327	0,297	0,266	0,236	0,205
0,150	0,650	0,615	0,580	0,545	0,510	0,476	0,441	0,406	0,371	0,336	0,301	0,267
0,200	0,678	0,643	0,609	0,574	0,539	0,504	0,470	0,435	0,400	0,365	0,330	0,296
0,250	0,651	0,619	0,587	0,555	0,523	0,491	0,459	0,427	0,395	0,363	0,331	0,299
0,300	0,591	0,564	0,536	0,508	0,480	0,452	0,424	0,396	0,368	0,340	0,312	0,284
0,350	0,521	0,497	0,473	0,450	0,426	0,403	0,379	0,355	0,332	0,308	0,285	0,261
0,400	0,452	0,432	0,412	0,392	0,373	0,353	0,333	0,313	0,294	0,274	0,254	0,234
0,450	0,392	0,376	0,359	0,342	0,325	0,309	0,292	0,275	0,259	0,242	0,225	0,208
0,500	0,344	0,329	0,315	0,300	0,286	0,271	0,257	0,242	0,228	0,214	0,199	0,185
0,550	0,304	0,291	0,278	0,265	0,252	0,240	0,227	0,214	0,201	0,188	0,175	0,163
0,600	0,268	0,257	0,245	0,234	0,222	0,210	0,199	0,187	0,176	0,164	0,153	0,141
0,650	0,233	0,222	0,212	0,202	0,191	0,181	0,171	0,160	0,150	0,139	0,129	0,119
0,700	0,195	0,186	0,177	0,168	0,159	0,150	0,141	0,132	0,123	0,113	0,104	0,095
0,750	0,155	0,147	0,140	0,132	0,125	0,117	0,110	0,102	0,095	0,087	0,080	0,072
0,800	0,115	0,109	0,104	0,098	0,092	0,086	0,080	0,074	0,069	0,063	0,057	0,051
0,850	0,081	0,077	0,073	0,068	0,064	0,060	0,056	0,052	0,048	0,043	0,039	0,035
0,900	0,055	0,052	0,050	0,047	0,044	0,041	0,039	0,036	0,033	0,031	0,028	0,025
0,950	0,034	0,032	0,031	0,029	0,028	0,026	0,025	0,023	0,022	0,021	0,019	0,018
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 53. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15K	288,15K	293,15 K	298,15K	303,15K	308,15K	313,15K	318,15K	323,15K	328,15K	333,15K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,49948	0,50195	0,50419	0,50620	0,50797	0,50952	0,51084	0,51193	0,51279	0,51342	0,51382	0,51399
0,010	1,03006	1,03182	1,03300	1,03359	1,03358	1,03299	1,03180	1,03002	1,02765	1,02469	1,02113	1,01699
0,015	1,58744	1,58570	1,58289	1,57901	1,57406	1,56803	1,56094	1,55278	1,54356	1,53326	1,52189	1,50945
0,020	2,16762	2,15989	2,15050	2,13946	2,12678	2,11244	2,09646	2,07882	2,05954	2,03861	2,01603	1,99180
0,025	2,76680	2,75089	2,73266	2,71211	2,68925	2,66407	2,63656	2,60674	2,57460	2,54015	2,50337	2,46428
0,030	3,38144	3,35547	3,32645	3,29436	3,25920	3,22099	3,17971	3,13536	3,08795	3,03748	2,98395	2,92735
0,035	4,00820	3,97058	3,92908	3,88371	3,83446	3,78134	3,72435	3,66348	3,59874	3,53013	3,45764	3,38128
0,040	4,64401	4,59336	4,53798	4,47786	4,41301	4,34342	4,26909	4,19002	4,10622	4,01768	3,92440	3,82639
0,045	5,28595	5,22117	5,15074	5,07467	4,99296	4,90560	4,81260	4,71396	4,60967	4,49974	4,38417	4,26295
0,050	5,93134	5,85152	5,76511	5,67212	5,57255	5,46639	5,35365	5,23432	5,10841	4,97592	4,83684	4,69117
0,055	6,57767	6,48212	6,37902	6,26837	6,15016	6,02441	5,89111	5,75025	5,60185	5,44590	5,28239	5,11133
0,060	7,22264	7,11085	6,99053	6,86168	6,72429	6,57836	6,42391	6,26092	6,08940	5,90934	5,72075	5,52363
0,065	7,86411	7,73576	7,59788	7,45047	7,29354	7,12708	6,95110	6,76559	6,57055	6,36599	6,15190	5,92829
0,070	8,50012	8,35503	8,19942	8,03328	7,85663	7,66946	7,47177	7,26355	7,04482	6,81556	6,57579	6,32549
0,075	9,12886	8,96701	8,79365	8,60877	8,41239	8,20449	7,98509	7,75417	7,51174	7,25780	6,99234	6,71538
0,080	9,74868	9,57018	9,37919	9,17571	8,95973	8,73126	8,49030	8,23685	7,97090	7,69246	7,40153	7,09810
0,085	10,3580	10,1631	9,95481	9,73298	9,49769	9,24894	8,98674	8,71107	8,42195	8,11936	7,80332	7,47381
0,090	10,9557	10,7447	10,5193	10,2795	10,0254	9,75680	9,47380	9,17639	8,86457	8,53835	8,19772	7,84269
0,095	11,5403	11,3137	11,0718	10,8146	10,5420	10,2541	9,95088	9,63232	9,29842	8,94920	8,58464	8,20476
0,100	12,1109	11,8692	11,6113	11,3372	11,0468	10,7403	10,4175	10,0785	9,72326	9,35179	8,96410	8,56019

c.d. Tabela 53. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	16,8816	16,5317	16,1588	15,7627	15,3436	14,9014	14,4361	13,9478	13,4363	12,9018	12,3443	11,7636
0,200	19,7776	19,4118	19,0205	18,6038	18,1615	17,6938	17,2006	16,6820	16,1378	15,5682	14,9731	14,3525
0,250	20,9975	20,6936	20,3656	20,0136	19,6376	19,2374	18,8132	18,3650	17,8927	17,3963	16,8758	16,3313
0,300	21,0237	20,8234	20,6028	20,3616	20,1001	19,8182	19,5158	19,1930	18,8498	18,4861	18,1021	17,6976
0,350	20,3692	20,2771	20,1688	20,0444	19,9037	19,7469	19,5739	19,3847	19,1793	18,9578	18,7200	18,4661
0,400	19,4290	19,4235	19,4054	19,3748	19,3317	19,2760	19,2079	19,1271	19,0339	18,9281	18,8098	18,6790
0,450	18,4192	18,4679	18,5066	18,5353	18,5540	18,5628	18,5616	18,5504	18,5293	18,4982	18,4571	18,4060
0,500	17,3812	17,4555	17,5215	17,5790	17,6281	17,6688	17,7011	17,7250	17,7405	17,7476	17,7463	17,7365
0,550	16,2323	16,3174	16,3952	16,4657	16,5288	16,5847	16,6333	16,6746	16,7086	16,7352	16,7546	16,7667
0,600	14,8426	14,9400	15,0313	15,1167	15,1962	15,2696	15,3370	15,3985	15,4540	15,5035	15,5470	15,5845
0,650	13,1169	13,2402	13,3596	13,4749	13,5863	13,6938	13,7972	13,8967	13,9922	14,0837	14,1713	14,2548
0,700	11,0633	11,2280	11,3915	11,5538	11,7149	11,8748	12,0335	12,1909	12,3472	12,5022	12,6561	12,8087
0,750	8,82680	9,03690	9,24880	9,46253	9,67807	9,89543	10,1146	10,3355	10,5584	10,7830	11,0094	11,2377
0,800	6,66874	6,90532	7,14601	7,39082	7,63976	7,89281	8,14999	8,41129	8,67671	8,94625	9,21991	9,49769
0,850	4,87213	5,09019	5,31287	5,54015	5,77204	6,00853	6,24964	6,49535	6,74567	7,00060	7,26014	7,52429
0,900	3,55186	3,69360	3,83810	3,98535	4,13535	4,28810	4,44360	4,60186	4,76286	4,92662	5,09312	5,26238
0,950	2,35061	2,38495	2,41901	2,45279	2,48630	2,51952	2,55246	2,58513	2,61751	2,64962	2,68144	2,71299
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 54. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,36822	0,34455	0,31981	0,29400	0,26712	0,23917	0,21015	0,18006	0,14890	0,11667	0,08337	0,04901
0,010	0,76142	0,71378	0,66397	0,61199	0,55784	0,50154	0,44306	0,38242	0,31961	0,25463	0,18749	0,11819
0,015	1,17637	1,10455	1,02945	0,95106	0,86939	0,78443	0,69619	0,60467	0,50987	0,41178	0,31041	0,20575
0,020	1,61002	1,51394	1,41343	1,30852	1,19919	1,08544	0,96727	0,84470	0,71770	0,58629	0,45047	0,31022
0,025	2,05949	1,93914	1,81324	1,68177	1,54475	1,40217	1,25403	1,10034	0,94109	0,77628	0,60591	0,42998
0,030	2,52209	2,37757	2,22636	2,06843	1,90380	1,73247	1,55443	1,36969	1,17824	0,98008	0,77522	0,56366
0,035	2,99527	2,82676	2,65041	2,46620	2,27414	2,07422	1,86645	1,65083	1,42736	1,19604	0,95686	0,70983
0,040	3,47665	3,28440	3,08317	2,87293	2,65370	2,42547	2,18825	1,94203	1,68681	1,42260	1,14939	0,86718
0,045	3,96400	3,74834	3,52255	3,28663	3,04057	2,78439	2,51807	2,24161	1,95502	1,65830	1,35145	1,03447
0,050	4,45524	4,21656	3,96662	3,70542	3,43297	3,14925	2,85428	2,54805	2,23057	1,90182	1,56182	1,21056
0,055	4,94844	4,68717	4,41354	4,12755	3,82918	3,51845	3,19534	2,85987	2,51203	2,15182	1,77924	1,39430
0,060	5,44178	5,15844	4,86164	4,55137	4,22765	3,89046	3,53982	3,17571	2,79814	2,40711	2,00262	1,58466
0,065	5,93358	5,62871	5,30931	4,97537	4,62690	4,26389	3,88635	3,49427	3,08766	2,66652	2,23084	1,78063
0,070	6,42231	6,09650	5,75510	5,39813	5,02556	4,63741	4,23368	3,81437	3,37947	2,92899	2,46292	1,98127
0,075	6,90653	6,56041	6,19767	5,81833	5,42238	5,00983	4,58066	4,13489	3,67250	3,19351	2,69791	2,18570
0,080	7,38492	7,01915	6,63577	6,23478	5,81619	5,38000	4,92619	4,45478	3,96577	3,45915	2,93492	2,39308
0,085	7,85628	7,47155	7,06825	6,64638	6,20593	5,74690	5,26930	4,77312	4,25837	3,72505	3,17315	2,60267
0,090	8,31950	7,91654	7,49406	7,05207	6,59056	6,10954	5,60901	5,08897	4,54941	3,99034	3,41176	2,81366
0,095	8,77360	8,35313	7,91224	7,45094	6,96922	6,46707	5,94451	5,40153	4,83812	4,25430	3,65006	3,02540
0,100	9,21766	8,78045	8,32195	7,84216	7,34107	6,81870	6,27503	5,71006	5,12381	4,51626	3,88742	3,23729
0,150	12,9677	12,4064	11,8170	11,1995	10,5540	9,88047	9,17884	8,44916	7,69142	6,90562	6,09176	5,24985

c.d. Tabela 54. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	15,2785	14,6678	14,0258	13,3526	12,6481	11,9123	11,1454	10,3470	9,51751	8,65668	7,76458	6,84122
0,250	16,2431	15,6407	15,0067	14,3411	13,6439	12,9151	12,1548	11,3628	10,5393	9,68421	8,79751	7,87921
0,300	16,2002	15,6406	15,0510	14,4313	13,7816	13,1018	12,3920	11,6521	10,8821	10,0822	9,25217	8,39210
0,350	15,5448	15,0412	14,5101	13,9512	13,3647	12,7506	12,1088	11,4393	10,7422	10,0175	9,26512	8,48506
0,400	14,6109	14,1614	13,6867	13,1868	12,6618	12,1116	11,5364	10,9359	10,3102	9,65951	8,98358	8,28250
0,450	13,6148	13,2095	12,7811	12,3298	11,8555	11,3583	10,8382	10,2950	9,72891	9,13985	8,52782	7,89283
0,500	12,6442	12,2725	11,8795	11,4655	11,0302	10,5739	10,0964	9,59766	9,07780	8,53679	7,97462	7,39129
0,550	11,6822	11,3378	10,9739	10,5904	10,1873	9,76463	9,32236	8,86052	8,37910	7,87810	7,35753	6,81737
0,600	10,6525	10,3358	10,0012	9,64862	9,27807	8,88957	8,48312	8,05873	7,61638	7,15609	6,67785	6,18167
0,650	9,47340	9,19038	8,89134	8,57630	8,24524	7,89818	7,53511	7,15602	6,76093	6,34982	5,92271	5,47959
0,700	8,10711	7,86624	7,61173	7,34356	7,06174	6,76626	6,45713	6,13435	5,79791	5,44782	5,08408	4,70669
0,750	6,59323	6,40077	6,19733	5,98290	5,75749	5,52110	5,27372	5,01536	4,74602	4,46570	4,17439	3,87210
0,800	5,05181	4,90737	4,75462	4,59356	4,42420	4,24653	4,06055	3,86626	3,66366	3,45275	3,23354	3,00601
0,850	3,64436	3,53929	3,42820	3,31108	3,18794	3,05877	2,92358	2,78236	2,63512	2,48186	2,32257	2,15726
0,900	2,47982	2,40125	2,31834	2,23107	2,13946	2,04350	1,94319	1,83853	1,72952	1,61616	1,49846	1,37640
0,950	1,45258	1,39691	1,33835	1,27690	1,21256	1,14533	1,07522	1,00222	0,92633	0,84755	0,76588	0,68132
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 55. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,72873	0,68036	0,62982	0,57712	0,52224	0,46519	0,40596	0,34457	0,28101	0,21528	0,14737	0,07730
0,010	1,45395	1,35979	1,26138	1,15872	1,05181	0,94065	0,82524	0,70559	0,58168	0,45353	0,32113	0,18448
0,015	2,17387	2,03639	1,89267	1,74272	1,58653	1,42411	1,25545	1,08055	0,89942	0,71205	0,51845	0,31861
0,020	2,88679	2,70838	2,52183	2,32714	2,12432	1,91337	1,69428	1,46706	1,23171	0,98822	0,73660	0,47684
0,025	3,59117	3,37411	3,14710	2,91015	2,66325	2,40641	2,13962	1,86289	1,57621	1,27958	0,97301	0,65649
0,030	4,28555	4,03205	3,76688	3,49003	3,20151	2,90131	2,58945	2,26590	1,93069	1,58380	1,22524	0,85500
0,035	4,96863	4,68081	4,37967	4,06521	3,73744	3,39634	3,04192	2,67419	2,29313	1,89876	1,49106	1,07005
0,040	5,63919	5,31908	4,98409	4,63422	4,26946	3,88981	3,49528	3,08586	2,66156	2,22238	1,76830	1,29935
0,045	6,29612	5,94568	5,57887	5,19569	4,79614	4,38021	3,94791	3,49923	3,03418	2,55276	2,05496	1,54080
0,050	6,93841	6,55953	6,16285	5,74839	5,31615	4,86612	4,39830	3,91270	3,40931	2,88813	2,34917	1,79242
0,055	7,56517	7,15964	6,73497	6,29119	5,82827	5,34623	4,84507	4,32478	3,78537	3,22683	2,64917	2,05238
0,060	8,17558	7,74511	7,29426	6,82301	6,33137	5,81933	5,28690	4,73408	4,16087	3,56726	2,95326	2,31887
0,065	8,76890	8,31517	7,83984	7,34293	6,82442	6,28432	5,72263	5,13935	4,53447	3,90801	3,25995	2,59030
0,070	9,34450	8,86908	8,37094	7,85008	7,30649	6,74018	6,15114	5,53939	4,90491	4,24771	3,56778	2,86513
0,075	9,90182	9,40624	8,88686	8,34369	7,77674	7,18599	6,57146	5,93314	5,27103	4,58513	3,87544	3,14196
0,080	10,4403	9,92608	9,38699	8,82311	8,23443	7,62096	6,98270	6,31965	5,63180	4,91917	4,18174	3,41952
0,085	10,9597	10,4281	9,87079	9,28770	8,67887	8,04431	7,38402	6,69799	5,98623	5,24873	4,48551	3,69655
0,090	11,4596	10,9120	10,3378	9,73694	9,10947	8,45538	7,77468	7,06736	6,33343	5,57288	4,78572	3,97194
0,095	11,9397	11,3774	10,7876	10,1703	9,52572	8,85360	8,15405	7,42705	6,67262	5,89074	5,08143	4,24467
0,100	12,3998	11,8240	11,2199	10,5876	9,92716	9,23845	8,52153	7,77641	7,00307	6,20153	5,37177	4,51381
0,150	15,8946	15,2388	14,5498	13,8276	13,0721	12,2833	11,4613	10,6060	9,71757	8,79581	7,84080	6,85254

c.d. Tabela 55. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	17,5141	16,8490	16,1493	15,4149	14,6460	13,8425	13,0043	12,1316	11,2242	10,282	9,30570	8,29451
0,250	17,6530	17,0171	16,3474	15,6441	14,9071	14,1364	13,3321	12,4941	11,6224	10,7175	9,77815	8,80548
0,300	16,8090	16,2196	15,5988	14,9466	14,2628	13,5475	12,8008	12,0226	11,2129	10,3714	9,49907	8,59492
0,350	15,4484	14,9108	14,3443	13,7491	13,1250	12,4722	11,7906	11,0801	10,3409	9,57294	8,77612	7,95050
0,400	13,9301	13,4425	12,9288	12,3891	11,8233	11,2314	10,6135	9,96951	9,29945	8,60333	7,88114	7,13289
0,450	12,4735	12,0318	11,5665	11,0777	10,5653	10,0295	9,47018	8,88730	8,28089	7,65097	6,99752	6,32056
0,500	11,1644	10,7642	10,3427	9,90001	9,43608	8,95092	8,44454	7,91694	7,36811	6,79806	6,20679	5,59429
0,550	9,98491	9,62291	9,24178	8,84153	8,42216	7,98366	7,52604	7,04929	6,55342	6,03843	5,50431	4,95107
0,600	8,85895	8,53344	8,19080	7,83105	7,45418	7,06018	6,64907	6,22084	5,77548	5,31301	4,83341	4,33670
0,650	7,70289	7,41339	7,10879	6,78907	6,45423	6,10428	5,73922	5,35904	4,96375	4,55335	4,12783	3,68719
0,700	6,47005	6,21695	5,95080	5,67161	5,37938	5,07409	4,75576	4,42439	4,07996	3,72250	3,35198	2,96842
0,750	5,17956	4,96358	4,73670	4,49889	4,25017	3,99054	3,71999	3,43852	3,14614	2,84284	2,52863	2,20350
0,800	3,91882	3,74078	3,55396	3,35837	3,15400	2,94085	2,71893	2,48824	2,24876	2,00052	1,74349	1,47769
0,850	2,80939	2,67028	2,52447	2,37196	2,21276	2,04686	1,87426	1,69497	1,50898	1,31630	1,11691	0,91083
0,900	1,92578	1,82746	1,72444	1,61672	1,50431	1,38721	1,26541	1,13891	1,00772	0,87183	0,73125	0,58597
0,950	1,15694	1,10351	1,04745	0,98877	0,92747	0,86355	0,79700	0,72784	0,65605	0,58164	0,50461	0,42496
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 56. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	1,04488	0,99638	0,94551	0,89226	0,83663	0,77862	0,71824	0,65549	0,59035	0,52284	0,45296	0,38070
0,010	2,06052	1,96584	1,86650	1,76252	1,65388	1,54059	1,42265	1,30006	1,17281	1,04091	0,90437	0,76316
0,015	3,04629	2,90769	2,76227	2,61001	2,45093	2,28502	2,11228	1,93271	1,74631	1,55308	1,35302	1,14614
0,020	4,00166	3,82135	3,63214	3,43402	3,22699	3,01105	2,78621	2,55245	2,30979	2,05822	1,79774	1,52835
0,025	4,92618	4,70633	4,47558	4,23395	3,98142	3,71799	3,44368	3,15848	2,86238	2,55539	2,23751	1,90873
0,030	5,81950	5,56219	5,29211	5,00925	4,71360	4,40517	4,08396	3,74997	3,40319	3,04364	2,67130	2,28618
0,035	6,68132	6,38862	6,08133	5,75947	5,42303	5,07201	4,70641	4,32623	3,93148	3,52214	3,09823	2,65973
0,040	7,51145	7,18534	6,84294	6,48426	6,10930	5,71804	5,31050	4,88668	4,44657	3,99017	3,51749	3,02852
0,045	8,30974	7,95216	7,57668	7,18329	6,77200	6,34281	5,89571	5,43071	4,94780	4,44699	3,92828	3,39166
0,050	9,07614	8,68898	8,28238	7,85635	7,41089	6,94598	6,46165	5,95788	5,43467	4,89202	4,32995	3,74843
0,055	9,81064	9,39573	8,95994	8,50327	8,02572	7,52728	7,00797	6,46777	5,90669	5,32472	4,72188	4,09816
0,060	10,5133	10,0724	9,60932	9,12395	8,61634	8,08648	7,53438	6,96004	6,36345	5,74461	5,10353	4,44021
0,065	11,1842	10,7191	10,2305	9,71834	9,18264	8,62341	8,04066	7,43438	6,80457	6,15124	5,47438	4,77399
0,070	11,8236	11,3360	10,8235	10,2864	9,72456	9,13796	8,52662	7,89055	7,22976	6,54423	5,83397	5,09899
0,075	12,4318	11,9231	11,3886	10,8283	10,2421	9,63010	8,99219	8,32843	7,63881	6,92333	6,18200	5,41482
0,080	13,0088	12,4808	11,9259	11,3441	10,7354	10,0998	9,43726	8,74782	8,03148	7,28822	6,51806	5,72100
0,085	13,5552	13,0093	12,4356	11,8340	11,2045	10,5471	9,86183	9,14867	8,40762	7,63869	6,84188	6,01718
0,090	14,0712	13,5090	12,9179	12,2981	11,6495	10,9721	10,2659	9,53096	8,76719	7,97462	7,15326	6,30312
0,095	14,5573	13,9801	13,3733	12,7368	12,0707	11,3750	10,6496	9,89470	9,11009	8,29586	7,45201	6,57852

c.d. Tabela 56. Wartości czynnika $[-T(\partial S/\partial p)_T^E]$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15 – 333,15) K

$(-T(\partial S/\partial p)_T^E) \cdot 10^7 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	15,0139	14,4231	13,8019	13,1503	12,4683	11,7559	11,0131	10,2399	9,43635	8,60236	7,73797	6,84319
0,150	18,0773	17,4153	16,7185	15,9868	15,2202	14,4188	13,5825	12,7114	11,8055	10,8646	9,88899	8,87845
0,200	18,8660	18,2201	17,5393	16,8237	16,0733	15,2882	14,4682	13,6135	12,7239	11,7996	10,8405	9,84663
0,250	18,0967	17,5162	16,9038	16,2593	15,5829	14,8744	14,1340	13,3616	12,5572	11,7208	10,8524	9,95212
0,300	16,4506	15,9562	15,4338	14,8836	14,3054	13,6993	13,0654	12,4035	11,7137	10,9960	10,2504	9,47691
0,350	14,4809	14,0727	13,6408	13,1854	12,7063	12,2036	11,6773	11,1274	10,5539	9,95683	9,33610	8,69176
0,400	12,5674	12,2333	11,8795	11,5058	11,1124	10,6993	10,2663	9,81365	9,34116	8,84888	8,33683	7,80500
0,450	10,9114	10,6341	10,3402	10,0295	9,70213	9,35801	8,99717	8,61961	8,22534	7,81435	7,38664	6,94220
0,500	9,55986	9,32218	9,07003	8,80343	8,52236	8,22682	7,91683	7,59237	7,25345	6,90006	6,53221	6,14990
0,550	8,44930	8,23767	8,01321	7,77591	7,52577	7,26279	6,98698	6,69833	6,39684	6,08251	5,75534	5,41534
0,600	7,46077	7,26731	7,06229	6,84569	6,61752	6,37779	6,12649	5,86362	5,58918	5,30317	5,00559	4,69644
0,650	6,47682	6,29946	6,11171	5,91359	5,70510	5,48623	5,25698	5,01736	4,76736	4,50699	4,23624	3,95511
0,700	5,42190	5,26304	5,09512	4,91814	4,73211	4,53703	4,33290	4,11972	3,89748	3,66619	3,42584	3,17645
0,750	4,30498	4,16943	4,02636	3,87578	3,71767	3,55204	3,37890	3,19823	3,01004	2,81434	2,61111	2,40036
0,800	3,20738	3,09968	2,98614	2,86676	2,74154	2,61048	2,47358	2,33084	2,18226	2,02784	1,86758	1,70148
0,850	2,25386	2,17603	2,09402	2,00783	1,91746	1,82291	1,72418	1,62127	1,51419	1,40292	1,28747	1,16784
0,900	1,52872	1,47932	1,42721	1,37239	1,31485	1,25459	1,19162	1,12594	1,05754	0,98642	0,91259	0,83605
0,950	0,93700	0,91256	0,88666	0,85930	0,83049	0,80022	0,76848	0,73530	0,70065	0,66454	0,62698	0,58796
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 57. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,06343	-0,06241	-0,06175	-0,06109	-0,06045	-0,05985	-0,05915	-0,05846	-0,05786	-0,05714	-0,05532	-0,05532
0,010	-0,13058	-0,12824	-0,12653	-0,12482	-0,12316	-0,12154	-0,11976	-0,11796	-0,11632	-0,11447	-0,11045	-0,10998
0,015	-0,20096	-0,19703	-0,19392	-0,19082	-0,18777	-0,18479	-0,18158	-0,17832	-0,17523	-0,17187	-0,16535	-0,16399
0,020	-0,27409	-0,26832	-0,26352	-0,25873	-0,25399	-0,24933	-0,24439	-0,23934	-0,23447	-0,22927	-0,21995	-0,21736
0,025	-0,34952	-0,34171	-0,33494	-0,32821	-0,32150	-0,31490	-0,30795	-0,30084	-0,29389	-0,28655	-0,27420	-0,27005
0,030	-0,42682	-0,41681	-0,40785	-0,39894	-0,39004	-0,38125	-0,37207	-0,36267	-0,35337	-0,34366	-0,32807	-0,32210
0,035	-0,50561	-0,49324	-0,48189	-0,47063	-0,45933	-0,44816	-0,43656	-0,42467	-0,41281	-0,40051	-0,38150	-0,37348
0,040	-0,58550	-0,57066	-0,55677	-0,54300	-0,52914	-0,51542	-0,50124	-0,48669	-0,47208	-0,45702	-0,43446	-0,42419
0,045	-0,66616	-0,64875	-0,63220	-0,61579	-0,59923	-0,58284	-0,56594	-0,54859	-0,53109	-0,51313	-0,48690	-0,47424
0,050	-0,74727	-0,72722	-0,70789	-0,68875	-0,66939	-0,65021	-0,63050	-0,61025	-0,58973	-0,56877	-0,53879	-0,52361
0,055	-0,82853	-0,80579	-0,78361	-0,76166	-0,73942	-0,71738	-0,69477	-0,67155	-0,64794	-0,62388	-0,59009	-0,57230
0,060	-0,90965	-0,88419	-0,85911	-0,83432	-0,80914	-0,78419	-0,75863	-0,73238	-0,70561	-0,67840	-0,64077	-0,62031
0,065	-0,99039	-0,96220	-0,93420	-0,90652	-0,87838	-0,85048	-0,82195	-0,79264	-0,76268	-0,73228	-0,69081	-0,66763
0,070	-1,07051	-1,03960	-1,00865	-0,97810	-0,94698	-0,91612	-0,88461	-0,85223	-0,81907	-0,78549	-0,74016	-0,71427
0,075	-1,14980	-1,11618	-1,08230	-1,04888	-1,01480	-0,98099	-0,94650	-0,91107	-0,87471	-0,83795	-0,78881	-0,76020
0,080	-1,22804	-1,19175	-1,15498	-1,11872	-1,08170	-1,04497	-1,00753	-0,96908	-0,92956	-0,88965	-0,83673	-0,80544
0,085	-1,30507	-1,26616	-1,22653	-1,18748	-1,14756	-1,10795	-1,06761	-1,02618	-0,98354	-0,94053	-0,88389	-0,84997
0,090	-1,38073	-1,33925	-1,29682	-1,25504	-1,21227	-1,16985	-1,12666	-1,08231	-1,03662	-0,99057	-0,93029	-0,89379
0,095	-1,45485	-1,41088	-1,36572	-1,32128	-1,27574	-1,23056	-1,18460	-1,13741	-1,08874	-1,03973	-0,97590	-0,93690
0,100	-1,52731	-1,48092	-1,43311	-1,38611	-1,33787	-1,29003	-1,24137	-1,19142	-1,13987	-1,08799	-1,02069	-0,97930
0,150	-2,14076	-2,07597	-2,00781	-1,94132	-1,87235	-1,80411	-1,73471	-1,66367	-1,59012	-1,51625	-1,42140	-1,36286

c.d. Tabela 57. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	-2,52898	-2,45782	-2,38229	-2,30944	-2,23294	-2,15761	-2,08081	-2,00235	-1,92132	-1,83982	-1,73222	-1,67098
0,250	-2,71256	-2,64547	-2,57369	-2,50553	-2,43289	-2,36184	-2,28928	-2,21500	-2,13883	-2,06206	-1,95479	-1,90268
0,300	-2,74682	-2,69022	-2,62861	-2,57145	-2,50935	-2,4492	-2,38786	-2,32447	-2,26017	-2,19541	-2,09693	-2,06007
0,350	-2,69184	-2,64791	-2,59812	-2,55343	-2,50366	-2,45608	-2,40807	-2,35726	-2,30643	-2,25568	-2,16947	-2,14832
0,400	-2,59490	-2,56257	-2,52285	-2,48871	-2,44955	-2,41273	-2,37646	-2,33642	-2,29686	-2,25828	-2,18399	-2,17516
0,450	-2,48289	-2,45943	-2,42657	-2,39970	-2,36784	-2,33846	-2,31062	-2,27810	-2,24603	-2,21604	-2,15137	-2,15008
0,500	-2,36235	-2,34493	-2,31616	-2,29374	-2,26615	-2,24134	-2,21867	-2,19089	-2,16306	-2,13840	-2,08088	-2,08314
0,550	-2,22504	-2,21187	-2,18605	-2,16697	-2,14215	-2,12072	-2,10139	-2,07730	-2,05234	-2,03146	-1,97974	-1,98385
0,600	-2,05649	-2,04732	-2,02530	-2,01048	-1,98889	-1,97173	-1,95579	-1,93640	-1,91521	-1,89876	-1,85319	-1,85998
0,650	-1,84540	-1,84126	-1,82532	-1,81713	-1,80062	-1,79014	-1,77919	-1,76690	-1,75196	-1,74224	-1,70455	-1,71658
0,700	-1,59150	-1,59386	-1,58639	-1,58720	-1,57784	-1,57658	-1,57263	-1,56981	-1,56368	-1,56333	-1,53560	-1,55541
0,750	-1,30960	-1,31911	-1,32091	-1,33144	-1,32985	-1,33877	-1,34273	-1,34990	-1,35332	-1,36346	-1,34675	-1,37472
0,800	-1,02749	-1,04277	-1,05171	-1,06947	-1,07357	-1,09048	-1,10076	-1,11515	-1,12552	-1,14412	-1,13710	-1,16977
0,850	-0,77546	-0,79255	-0,80318	-0,82213	-0,82697	-0,84601	-0,85805	-0,87334	-0,88443	-0,90569	-0,90422	-0,93397
0,900	-0,56502	-0,57818	-0,58364	-0,59598	-0,59564	-0,60895	-0,61658	-0,62498	-0,62926	-0,64501	-0,64344	-0,66103
0,950	-0,35462	-0,35946	-0,35670	-0,35814	-0,35123	-0,35391	-0,35369	-0,35182	-0,34673	-0,35131	-0,34659	-0,34808
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 58. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,05745	-0,0542	-0,05107	-0,04794	-0,04485	-0,04165	-0,03851	-0,03522	-0,03186	-0,02840	-0,02466	-0,02115
0,010	-0,11772	-0,11116	-0,10482	-0,09848	-0,09221	-0,08574	-0,07937	-0,07272	-0,06591	-0,05890	-0,05131	-0,04423
0,015	-0,18041	-0,17050	-0,16089	-0,15129	-0,14177	-0,13197	-0,12230	-0,11221	-0,10189	-0,09127	-0,07973	-0,06906
0,020	-0,24516	-0,23186	-0,21896	-0,20605	-0,19323	-0,18005	-0,16702	-0,15346	-0,13958	-0,12529	-0,10975	-0,09546
0,025	-0,31163	-0,29493	-0,27870	-0,26246	-0,24631	-0,22971	-0,21330	-0,19622	-0,17875	-0,16077	-0,14116	-0,12325
0,030	-0,37949	-0,35938	-0,33983	-0,32023	-0,30072	-0,28071	-0,26088	-0,24028	-0,21921	-0,19751	-0,17382	-0,15228
0,035	-0,44844	-0,42494	-0,40205	-0,37911	-0,35624	-0,33280	-0,30955	-0,28542	-0,26074	-0,23533	-0,20754	-0,18241
0,040	-0,51819	-0,49132	-0,46511	-0,43883	-0,41261	-0,38577	-0,35910	-0,33145	-0,30317	-0,27405	-0,24217	-0,21347
0,045	-0,58848	-0,55826	-0,52877	-0,49917	-0,46961	-0,43938	-0,40931	-0,37817	-0,34632	-0,31353	-0,27756	-0,24533
0,050	-0,65906	-0,62554	-0,59278	-0,55990	-0,52704	-0,49346	-0,46002	-0,42542	-0,39002	-0,35359	-0,31357	-0,27788
0,055	-0,72969	-0,69292	-0,65694	-0,62083	-0,58470	-0,54782	-0,51104	-0,47303	-0,43413	-0,39411	-0,35008	-0,31098
0,060	-0,80016	-0,76019	-0,72105	-0,68175	-0,64241	-0,60227	-0,56222	-0,52084	-0,47850	-0,43495	-0,38696	-0,34451
0,065	-0,87026	-0,82717	-0,78492	-0,74250	-0,69999	-0,65667	-0,61339	-0,56871	-0,52300	-0,47597	-0,42409	-0,37838
0,070	-0,93982	-0,89366	-0,84837	-0,80290	-0,75730	-0,71086	-0,66441	-0,61650	-0,56749	-0,51706	-0,46137	-0,41247
0,075	-1,00865	-0,95952	-0,91126	-0,86281	-0,81419	-0,76469	-0,71516	-0,66409	-0,61185	-0,55811	-0,49869	-0,44670
0,080	-1,07661	-1,02458	-0,97342	-0,92208	-0,87051	-0,81805	-0,76550	-0,71137	-0,65599	-0,59902	-0,53595	-0,48096
0,085	-1,14353	-1,08870	-1,03473	-0,98058	-0,92616	-0,87082	-0,81534	-0,75822	-0,69979	-0,63969	-0,57307	-0,51519
0,090	-1,20931	-1,15175	-1,09507	-1,03819	-0,98100	-0,92287	-0,86456	-0,80455	-0,74316	-0,68003	-0,60997	-0,54928
0,095	-1,27380	-1,21363	-1,15431	-1,09480	-1,03494	-0,97412	-0,91306	-0,85026	-0,78601	-0,71995	-0,64656	-0,58318
0,100	-1,33691	-1,27422	-1,21235	-1,15032	-1,08789	-1,02447	-0,96076	-0,89527	-0,82828	-0,75939	-0,68277	-0,61682
0,150	-1,87499	-1,79292	-1,71123	-1,62974	-1,54736	-1,46384	-1,37954	-1,29316	-1,20484	-1,11412	-1,01209	-0,92666

c.d. Tabela 58. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,200	-2,22167	-2,13057	-2,03917	-1,94868	-1,85692	-1,76386	-1,66964	-1,57328	-1,47482	-1,37380	-1,25892	-1,16510
0,250	-2,38806	-2,29623	-2,20348	-2,11238	-2,01982	-1,92579	-1,83039	-1,73295	-1,63348	-1,53152	-1,41418	-1,32074
0,300	-2,41533	-2,32806	-2,23950	-2,15310	-2,06520	-1,97573	-1,88480	-1,79204	-1,69743	-1,60055	-1,48764	-1,40002
0,350	-2,35208	-2,27179	-2,19015	-2,11077	-2,03000	-1,94762	-1,86378	-1,77840	-1,69137	-1,60231	-1,49722	-1,41774
0,400	-2,24028	-2,16723	-2,09309	-2,02088	-1,94744	-1,87247	-1,79605	-1,71842	-1,63930	-1,55837	-1,46181	-1,39051
0,450	-2,10821	-2,04152	-1,97420	-1,90813	-1,84103	-1,77256	-1,70266	-1,63186	-1,55970	-1,48587	-1,39709	-1,33273
0,500	-1,96900	-1,90757	-1,84602	-1,78492	-1,72296	-1,65983	-1,59532	-1,53017	-1,46372	-1,39570	-1,31360	-1,25474
0,550	-1,82322	-1,76641	-1,70992	-1,65315	-1,59566	-1,53721	-1,47746	-1,41725	-1,35577	-1,29280	-1,21681	-1,16253
0,600	-1,66402	-1,61201	-1,56052	-1,50832	-1,45550	-1,40189	-1,34713	-1,29198	-1,23561	-1,17785	-1,10830	-1,05856
0,650	-1,48337	-1,43703	-1,39116	-1,34456	-1,29739	-1,24953	-1,20077	-1,15157	-1,10126	-1,04970	-0,98777	-0,94336
0,700	-1,27786	-1,23836	-1,19910	-1,15940	-1,11920	-1,07835	-1,03689	-0,99491	-0,95196	-0,90797	-0,85517	-0,81724
0,750	-1,05258	-1,02080	-0,98893	-0,95710	-0,92483	-0,89195	-0,85875	-0,82495	-0,79036	-0,75497	-0,71238	-0,68184
0,800	-0,82164	-0,79755	-0,77315	-0,74916	-0,72481	-0,69993	-0,67498	-0,64941	-0,62321	-0,59647	-0,56404	-0,54092
0,850	-0,60372	-0,58618	-0,56838	-0,55096	-0,53330	-0,51529	-0,49733	-0,47883	-0,45984	-0,44050	-0,41678	-0,39996
0,900	-0,41129	-0,39856	-0,38592	-0,37317	-0,36029	-0,34736	-0,33443	-0,32118	-0,30752	-0,29360	-0,27643	-0,26417
0,950	-0,23188	-0,22340	-0,21537	-0,20669	-0,19797	-0,18945	-0,18081	-0,17211	-0,16309	-0,15386	-0,14258	-0,13431
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 59. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,10772	-0,10128	-0,09491	-0,08854	-0,08232	-0,07591	-0,06934	-0,06264	-0,05577	-0,04880	-0,04135	-0,03425
0,010	-0,21488	-0,20230	-0,18984	-0,17739	-0,16518	-0,15263	-0,13979	-0,12666	-0,11323	-0,09959	-0,08496	-0,07112
0,015	-0,32124	-0,30281	-0,28454	-0,26627	-0,24832	-0,22989	-0,21104	-0,19179	-0,17208	-0,15205	-0,13052	-0,11028
0,020	-0,42658	-0,40256	-0,37875	-0,35494	-0,33148	-0,30742	-0,28284	-0,25773	-0,23203	-0,20589	-0,17774	-0,15143
0,025	-0,53068	-0,50133	-0,47225	-0,44315	-0,41441	-0,38499	-0,35494	-0,32423	-0,29281	-0,26085	-0,22633	-0,19427
0,030	-0,63334	-0,59893	-0,56484	-0,53068	-0,49690	-0,46236	-0,42709	-0,39105	-0,35419	-0,31666	-0,27604	-0,23853
0,035	-0,73439	-0,69516	-0,65630	-0,61735	-0,57874	-0,53931	-0,49908	-0,45797	-0,41591	-0,37309	-0,32662	-0,28397
0,040	-0,83365	-0,78986	-0,74647	-0,70295	-0,65974	-0,61566	-0,57070	-0,52477	-0,47778	-0,42991	-0,37785	-0,33033
0,045	-0,93099	-0,88286	-0,83517	-0,78732	-0,73972	-0,69122	-0,64176	-0,59125	-0,53957	-0,48691	-0,42950	-0,37740
0,050	-1,02625	-0,97402	-0,92225	-0,87030	-0,81852	-0,76582	-0,71210	-0,65723	-0,60111	-0,54389	-0,48138	-0,42496
0,055	-1,11932	-1,06320	-1,00758	-0,95173	-0,89598	-0,83930	-0,78154	-0,72255	-0,66221	-0,60067	-0,53330	-0,47282
0,060	-1,21008	-1,15030	-1,09103	-1,03150	-0,97198	-0,91152	-0,84993	-0,78704	-0,72272	-0,65709	-0,58508	-0,52079
0,065	-1,29844	-1,23519	-1,17249	-1,10947	-1,04639	-0,98235	-0,91715	-0,85057	-0,78248	-0,71297	-0,63657	-0,56869
0,070	-1,38431	-1,31779	-1,25185	-1,18554	-1,11909	-1,05168	-0,98306	-0,91300	-0,84135	-0,76819	-0,68761	-0,61638
0,075	-1,46760	-1,39801	-1,32902	-1,25962	-1,18998	-1,11939	-1,04755	-0,97421	-0,89922	-0,82261	-0,73807	-0,66371
0,080	-1,54826	-1,47578	-1,40393	-1,33162	-1,25897	-1,18539	-1,11052	-1,03410	-0,95596	-0,87610	-0,78782	-0,71053
0,085	-1,62622	-1,55104	-1,47650	-1,40145	-1,32598	-1,24959	-1,17188	-1,09256	-1,01146	-0,92856	-0,83674	-0,75674
0,090	-1,70144	-1,62372	-1,54667	-1,46907	-1,39095	-1,31191	-1,23154	-1,14951	-1,06565	-0,97988	-0,88473	-0,80220
0,095	-1,77388	-1,69380	-1,61440	-1,53440	-1,45380	-1,37230	-1,28944	-1,20487	-1,11842	-1,02998	-0,93169	-0,84682
0,100	-1,84351	-1,76122	-1,67964	-1,59741	-1,51450	-1,43069	-1,34550	-1,25857	-1,16971	-1,07877	-0,97754	-0,89051

c.d. Tabela 59. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	-2,38390	-2,28724	-2,19137	-2,09449	-1,99646	-1,89750	-1,79705	-1,69466	-1,59003	-1,48261	-1,36141	-1,26103
0,200	-2,65835	-2,55779	-2,45804	-2,35712	-2,25525	-2,15216	-2,04751	-1,94097	-1,83211	-1,72011	-1,59253	-1,48967
0,250	-2,71933	-2,62134	-2,52413	-2,42583	-2,32718	-2,22688	-2,12498	-2,02131	-1,91541	-1,80633	-1,68127	-1,58219
0,300	-2,63392	-2,54201	-2,45087	-2,35885	-2,26706	-2,17334	-2,07796	-1,98098	-1,88193	-1,77988	-1,66242	-1,57020
0,350	-2,46571	-2,38141	-2,29782	-2,21365	-2,12997	-2,04436	-1,95709	-1,86833	-1,77773	-1,68444	-1,57678	-1,49249
0,400	-2,26431	-2,18789	-2,11212	-2,03603	-1,96021	-1,88286	-1,80387	-1,72349	-1,64150	-1,55718	-1,45966	-1,38321
0,450	-2,06100	-1,99207	-1,92373	-1,85524	-1,78644	-1,71675	-1,64553	-1,57296	-1,49902	-1,42307	-1,33507	-1,26588
0,500	-1,86916	-1,80715	-1,74561	-1,68400	-1,62135	-1,55855	-1,49437	-1,42887	-1,36223	-1,29382	-1,21444	-1,15183
0,550	-1,68819	-1,63257	-1,57727	-1,52187	-1,46492	-1,40838	-1,35062	-1,29159	-1,23164	-1,17005	-1,09862	-1,04204
0,600	-1,50942	-1,45985	-1,41043	-1,36084	-1,30960	-1,25901	-1,20732	-1,15447	-1,10089	-1,04572	-0,98197	-0,93111
0,650	-1,32274	-1,27901	-1,23545	-1,19152	-1,14639	-1,10174	-1,05610	-1,00941	-0,96217	-0,91335	-0,85743	-0,81222
0,700	-1,12258	-1,08491	-1,04709	-1,00893	-0,97038	-0,93187	-0,89241	-0,85208	-0,81131	-0,76901	-0,72127	-0,68180
0,750	-0,91182	-0,88019	-0,84833	-0,81617	-0,78442	-0,75226	-0,71918	-0,68539	-0,65125	-0,61570	-0,57638	-0,54279
0,800	-0,70223	-0,67668	-0,65089	-0,62493	-0,59970	-0,57395	-0,54731	-0,52011	-0,49259	-0,46394	-0,43292	-0,40536
0,850	-0,51025	-0,49071	-0,47103	-0,45138	-0,43189	-0,41235	-0,39207	-0,37129	-0,35021	-0,32838	-0,30510	-0,28368
0,900	-0,34647	-0,33290	-0,31933	-0,30598	-0,29142	-0,27784	-0,26375	-0,24920	-0,23434	-0,21922	-0,20293	-0,18784
0,950	-0,19768	-0,19033	-0,18309	-0,17612	-0,16691	-0,15939	-0,15167	-0,14358	-0,13526	-0,12702	-0,11768	-0,10946
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 60. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}\text{]}$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,15736	-0,15038	-0,14338	-0,13644	-0,12955	-0,12251	-0,11647	-0,10810	-0,10052	-0,09287	-0,08437	-0,07694
0,010	-0,31054	-0,29687	-0,28319	-0,26962	-0,25611	-0,24232	-0,23053	-0,21410	-0,19927	-0,18429	-0,16762	-0,15312
0,015	-0,45945	-0,43940	-0,41934	-0,39942	-0,37956	-0,35932	-0,34205	-0,31789	-0,29613	-0,27414	-0,24962	-0,22839
0,020	-0,60402	-0,57788	-0,55173	-0,52575	-0,49981	-0,47341	-0,45093	-0,41936	-0,39098	-0,36229	-0,33025	-0,30263
0,025	-0,74419	-0,71223	-0,68029	-0,64854	-0,61678	-0,58451	-0,55707	-0,51841	-0,48374	-0,44865	-0,40941	-0,37571
0,030	-0,87990	-0,84242	-0,80496	-0,76772	-0,73041	-0,69253	-0,66041	-0,61495	-0,57429	-0,53311	-0,48698	-0,44753
0,035	-1,01111	-0,96838	-0,92568	-0,88322	-0,84062	-0,79741	-0,76085	-0,70891	-0,66256	-0,61559	-0,56287	-0,51798
0,040	-1,13780	-1,09008	-1,04242	-0,99501	-0,94737	-0,89910	-0,85835	-0,80023	-0,74848	-0,69600	-0,63701	-0,58698
0,045	-1,25995	-1,20751	-1,15515	-1,10303	-1,05061	-0,99755	-0,95284	-0,88884	-0,83197	-0,77427	-0,70932	-0,65444
0,050	-1,37754	-1,32063	-1,26383	-1,20727	-1,15032	-1,09272	-1,04428	-0,97469	-0,91299	-0,85035	-0,77973	-0,72029
0,055	-1,49057	-1,42945	-1,36846	-1,30771	-1,24646	-1,18458	-1,13265	-1,05775	-0,99149	-0,92418	-0,84818	-0,78446
0,060	-1,59906	-1,53397	-1,46903	-1,40433	-1,33904	-1,27311	-1,21790	-1,13799	-1,06743	-0,99572	-0,91463	-0,84689
0,065	-1,70301	-1,63419	-1,56554	-1,49712	-1,42803	-1,35830	-1,30002	-1,21537	-1,14078	-1,06493	-0,97903	-0,90754
0,070	-1,80245	-1,73013	-1,65801	-1,58610	-1,51343	-1,44013	-1,37900	-1,28988	-1,21151	-1,13177	-1,04134	-0,96635
0,075	-1,89741	-1,82181	-1,74645	-1,67128	-1,59526	-1,51862	-1,45483	-1,36151	-1,27961	-1,19623	-1,10154	-1,02330
0,080	-1,98792	-1,90927	-1,83088	-1,75267	-1,67352	-1,59377	-1,52752	-1,43025	-1,34506	-1,25828	-1,15959	-1,07834
0,085	-2,07404	-1,99255	-1,91134	-1,83029	-1,74824	-1,66559	-1,59706	-1,49611	-1,40785	-1,31791	-1,21549	-1,13145
0,090	-2,15580	-2,07168	-1,98786	-1,90419	-1,81944	-1,73410	-1,66348	-1,55909	-1,46799	-1,37512	-1,26922	-1,18262
0,095	-2,23327	-2,14671	-2,06049	-1,97439	-1,88715	-1,79932	-1,72679	-1,61920	-1,52549	-1,42991	-1,32077	-1,23183
0,100	-2,30650	-2,21770	-2,12927	-2,04093	-1,95141	-1,86130	-1,78702	-1,67647	-1,58035	-1,48228	-1,37014	-1,27907

c.d. Tabela 60. Wartości nadmiaru pochodnej entalpii molowej po ciśnieniu $(\partial H/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial H/\partial p)_T^E \cdot 10^6 \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	-2,82195	-2,72018	-2,61899	-2,51759	-2,41502	-2,31164	-2,22801	-2,09945	-1,98950	-1,87694	-1,74667	-1,64410
0,200	-3,00555	-2,90386	-2,80284	-2,70138	-2,59952	-2,49624	-2,41425	-2,28419	-2,17459	-2,06217	-1,93059	-1,82984
0,250	-2,95557	-2,86188	-2,76884	-2,67525	-2,58235	-2,48727	-2,41323	-2,29208	-2,19136	-2,08798	-1,96565	-1,87436
0,300	-2,76622	-2,68429	-2,60293	-2,52107	-2,44071	-2,35763	-2,29424	-2,18717	-2,09933	-2,00917	-1,90132	-1,82275
0,350	-2,51472	-2,44529	-2,37630	-2,30701	-2,23938	-2,16896	-2,11633	-2,02459	-1,95034	-1,87413	-1,78194	-1,71626
0,400	-2,25509	-2,19696	-2,13915	-2,08126	-2,02454	-1,96545	-1,92215	-1,84442	-1,78235	-1,71865	-1,64070	-1,58622
0,450	-2,01715	-1,96820	-1,91942	-1,87077	-1,82234	-1,77233	-1,73624	-1,66996	-1,61768	-1,56396	-1,49756	-1,45179
0,500	-1,80967	-1,76761	-1,72559	-1,68381	-1,64122	-1,59797	-1,56697	-1,50938	-1,46437	-1,41802	-1,36034	-1,32078
0,550	-1,62618	-1,58916	-1,55202	-1,51508	-1,47672	-1,43840	-1,41081	-1,35977	-1,31997	-1,27891	-1,22771	-1,19243
0,600	-1,45231	-1,41918	-1,38577	-1,35237	-1,31762	-1,28321	-1,25808	-1,21236	-1,17654	-1,13959	-1,09366	-1,06153
0,650	-1,27341	-1,24382	-1,21376	-1,18343	-1,15258	-1,12186	-1,09893	-1,05832	-1,02611	-0,99297	-0,95212	-0,92289
0,700	-1,08034	-1,05455	-1,02807	-1,00106	-0,97485	-0,94816	-0,92775	-0,89271	-0,86440	-0,83549	-0,80025	-0,77430
0,750	-0,87484	-0,85340	-0,83112	-0,80812	-0,78717	-0,76508	-0,74776	-0,71901	-0,69521	-0,67122	-0,64233	-0,62041
0,800	-0,66858	-0,65197	-0,63446	-0,61623	-0,60052	-0,58338	-0,56969	-0,54761	-0,52886	-0,51030	-0,48818	-0,47094
0,850	-0,47930	-0,46759	-0,45507	-0,44210	-0,43072	-0,41840	-0,40853	-0,39282	-0,37924	-0,36608	-0,35041	-0,33809
0,900	-0,31991	-0,31266	-0,30484	-0,29700	-0,28860	-0,28048	-0,27418	-0,26392	-0,25511	-0,24673	-0,23651	-0,22879
0,950	-0,18024	-0,17672	-0,17296	-0,16953	-0,16367	-0,15919	-0,15602	-0,15035	-0,14578	-0,14141	-0,13574	-0,13199
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 61. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,01936	0,01813	0,01705	0,01602	0,01506	0,01415	0,01327	0,01246	0,01174	0,01105	0,01035	0,00976
0,010	0,04562	0,04336	0,04140	0,03953	0,03781	0,03621	0,03469	0,03330	0,03210	0,03096	0,02984	0,02894
0,015	0,07791	0,07482	0,07215	0,06964	0,06737	0,06527	0,06332	0,06158	0,06011	0,05876	0,05748	0,05650
0,020	0,11542	0,11168	0,10848	0,10551	0,10286	0,10046	0,09828	0,09638	0,09485	0,09350	0,09229	0,09146
0,025	0,15741	0,15321	0,14965	0,14639	0,14353	0,14101	0,13878	0,13691	0,13549	0,13434	0,13341	0,13293
0,030	0,20318	0,19867	0,19490	0,19151	0,18861	0,18612	0,18401	0,18234	0,18121	0,18043	0,17996	0,18001
0,035	0,25210	0,24744	0,24360	0,24022	0,23742	0,23512	0,23328	0,23197	0,23127	0,23101	0,23117	0,23192
0,040	0,30355	0,29888	0,29511	0,29188	0,28931	0,28733	0,28590	0,28507	0,28495	0,28535	0,28628	0,28780
0,045	0,35700	0,35244	0,34886	0,34590	0,34369	0,34215	0,34124	0,34103	0,34160	0,34279	0,34461	0,34715
0,050	0,41192	0,40760	0,40431	0,40173	0,39999	0,39899	0,39873	0,39923	0,40059	0,40267	0,40550	0,40910
0,055	0,46785	0,46387	0,46097	0,45888	0,45770	0,45735	0,45781	0,45913	0,46137	0,46443	0,46835	0,47311
0,060	0,52437	0,52082	0,51841	0,51689	0,51634	0,51672	0,51799	0,52020	0,52341	0,52752	0,53260	0,53858
0,065	0,58107	0,57803	0,57618	0,57530	0,57547	0,57664	0,57879	0,58196	0,58619	0,59143	0,59773	0,60499
0,070	0,63759	0,63513	0,63390	0,63373	0,63468	0,63670	0,63979	0,64396	0,64927	0,65567	0,66324	0,67182
0,075	0,69361	0,69179	0,69125	0,69184	0,69361	0,69654	0,70060	0,70582	0,71225	0,71984	0,72871	0,73865
0,080	0,74883	0,74770	0,74788	0,74928	0,75192	0,75578	0,76085	0,76716	0,77473	0,78355	0,79373	0,80504
0,085	0,80298	0,80257	0,80352	0,80576	0,80929	0,81412	0,82022	0,82762	0,83635	0,84641	0,85792	0,87061
0,090	0,85581	0,85615	0,85790	0,86099	0,86544	0,87125	0,87840	0,88691	0,89681	0,90810	0,92093	0,93501
0,095	0,90713	0,90824	0,91080	0,91477	0,92015	0,92694	0,93514	0,94477	0,95583	0,96835	0,98249	0,99793
0,100	0,95672	0,95863	0,96200	0,96686	0,97316	0,98095	0,99019	1,00092	1,01314	1,02688	1,04231	1,05909

c.d. Tabela 61. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	1,33124	1,34025	1,35099	1,36363	1,37801	1,39426	1,41233	1,43230	1,45411	1,47786	1,50372	1,53141
0,200	1,45904	1,47127	1,48531	1,50136	1,51920	1,53901	1,56073	1,58444	1,61013	1,63783	1,66768	1,69962
0,250	1,38064	1,39165	1,40439	1,41908	1,43546	1,45372	1,47379	1,49576	1,51967	1,54547	1,57326	1,60318
0,300	1,18254	1,18955	1,19813	1,20850	1,22037	1,23394	1,24916	1,26607	1,28477	1,30517	1,32730	1,35147
0,350	0,95211	0,95448	0,95821	0,96353	0,97017	0,97830	0,98790	0,99895	1,01161	1,02576	1,04140	1,05888
0,400	0,75194	0,75061	0,75042	0,75166	0,75405	0,75774	0,76277	0,76900	0,77669	0,78569	0,79599	0,80791
0,450	0,60952	0,60612	0,60367	0,60251	0,60238	0,60339	0,60564	0,60892	0,61349	0,61927	0,62620	0,63456
0,500	0,51924	0,51521	0,51198	0,50991	0,50878	0,50870	0,50975	0,51172	0,51483	0,51907	0,52441	0,53093
0,550	0,45307	0,44907	0,44575	0,44350	0,44207	0,44161	0,44218	0,44359	0,44600	0,44948	0,45396	0,45948
0,600	0,37588	0,37161	0,36792	0,36520	0,36318	0,36204	0,36179	0,36231	0,36369	0,36603	0,36926	0,37341
0,650	0,26183	0,25629	0,25125	0,24705	0,24338	0,24051	0,23833	0,23686	0,23607	0,23611	0,23687	0,23843
0,700	0,10782	0,09994	0,09248	0,08571	0,07927	0,07352	0,06823	0,06356	0,05939	0,05589	0,05287	0,05055
0,750	-0,05984	-0,07041	-0,08066	-0,09037	-0,09997	-0,10898	-0,11776	-0,12604	-0,13401	-0,14147	-0,14868	-0,15533
0,800	-0,18949	-0,20172	-0,21372	-0,22534	-0,23702	-0,24820	-0,25934	-0,27011	-0,28074	-0,29097	-0,30116	-0,31093
0,850	-0,22268	-0,23397	-0,24515	-0,25604	-0,26710	-0,27772	-0,28839	-0,29882	-0,30921	-0,31925	-0,32935	-0,33922
0,900	-0,13145	-0,13849	-0,14550	-0,15230	-0,15923	-0,16579	-0,17238	-0,17883	-0,18525	-0,19135	-0,19748	-0,20351
0,950	0,02205	0,02091	0,01975	0,01876	0,01772	0,01695	0,01623	0,01558	0,01497	0,01465	0,01435	0,01410
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 62. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,06388	0,06375	0,06377	0,06392	0,06420	0,06460	0,06515	0,06581	0,06660	0,06752	0,06855	0,06974
0,010	0,12896	0,12879	0,12891	0,12929	0,12994	0,13081	0,13198	0,13337	0,13502	0,13691	0,13904	0,14146
0,015	0,19489	0,19478	0,19509	0,19578	0,19687	0,19829	0,20015	0,20233	0,20489	0,20781	0,21108	0,21480
0,020	0,26135	0,26138	0,26197	0,26305	0,26464	0,26668	0,26927	0,27230	0,27583	0,27983	0,28430	0,28934
0,025	0,32806	0,32832	0,32925	0,33079	0,33296	0,33560	0,33906	0,34299	0,34753	0,35266	0,35837	0,36478
0,030	0,39474	0,39530	0,39665	0,39871	0,40151	0,40495	0,40919	0,41407	0,41967	0,42596	0,43294	0,44075
0,035	0,46115	0,46208	0,46392	0,46656	0,47004	0,47427	0,47940	0,48527	0,49196	0,49945	0,50773	0,51696
0,040	0,52705	0,52843	0,53080	0,53409	0,53830	0,54330	0,54942	0,55632	0,56414	0,57285	0,58246	0,59312
0,045	0,59226	0,59413	0,59710	0,60107	0,60606	0,61199	0,61902	0,62697	0,63594	0,64590	0,65685	0,66896
0,050	0,65656	0,65899	0,66260	0,66730	0,67310	0,67993	0,68796	0,69699	0,70714	0,71835	0,73067	0,74424
0,055	0,71979	0,72282	0,72712	0,73259	0,73924	0,74700	0,75604	0,76618	0,77752	0,79000	0,80369	0,81871
0,060	0,78180	0,78547	0,79049	0,79676	0,80428	0,81300	0,82307	0,83433	0,84686	0,86063	0,87568	0,89216
0,065	0,84245	0,84680	0,85257	0,85966	0,86809	0,87778	0,88890	0,90128	0,91502	0,93006	0,94648	0,96441
0,070	0,90161	0,90667	0,91322	0,92116	0,93050	0,94118	0,95335	0,96686	0,98180	0,99813	1,01590	1,03526
0,075	0,95918	0,96497	0,97231	0,98111	0,99138	1,00305	1,01628	1,03092	1,04707	1,06466	1,08378	1,10455
0,080	1,01505	1,02159	1,02974	1,03942	1,05062	1,06329	1,07758	1,09334	1,11067	1,12952	1,14997	1,17214
0,085	1,06914	1,07645	1,08542	1,09598	1,10811	1,12178	1,13712	1,15400	1,17251	1,19260	1,21436	1,23789
0,090	1,12138	1,12946	1,13927	1,15070	1,16377	1,17843	1,19481	1,21279	1,23247	1,25377	1,27681	1,30169
0,095	1,17170	1,18057	1,19120	1,20351	1,21750	1,23315	1,25056	1,26963	1,29044	1,31294	1,33724	1,36342
0,100	1,22005	1,22970	1,24115	1,25434	1,26925	1,28586	1,30428	1,32441	1,34634	1,37001	1,39553	1,42299

c.d. Tabela 62. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	1,59005	1,60677	1,62555	1,64642	1,66929	1,69420	1,72119	1,75026	1,78146	1,81476	1,85030	1,88808
0,200	1,76116	1,78223	1,80541	1,83081	1,85828	1,88788	1,91965	1,95362	1,98983	2,02826	2,06906	2,11218
0,250	1,77461	1,79695	1,82131	1,84787	1,87647	1,90716	1,93997	1,97494	2,01213	2,05151	2,09323	2,13722
0,300	1,68772	1,70907	1,73233	1,75768	1,78496	1,81421	1,84546	1,87876	1,91418	1,95168	1,99139	2,03325
0,350	1,55471	1,57402	1,59510	1,61813	1,64294	1,66959	1,69808	1,72849	1,76086	1,79516	1,83152	1,86988
0,400	1,41583	1,43303	1,45188	1,47250	1,49476	1,51871	1,54435	1,57177	1,60100	1,63201	1,66489	1,69964
0,450	1,29296	1,30854	1,32563	1,34434	1,36456	1,38632	1,40964	1,43460	1,46122	1,48947	1,51945	1,55115
0,500	1,19053	1,20506	1,22100	1,23838	1,25717	1,27738	1,29901	1,32215	1,34682	1,37299	1,40073	1,43007
0,550	1,09996	1,11378	1,12890	1,14533	1,16303	1,18205	1,20236	1,22406	1,24715	1,27161	1,29751	1,32488
0,600	1,00657	1,01963	1,03386	1,04926	1,06582	1,08357	1,10249	1,12266	1,14409	1,16675	1,19073	1,21602
0,650	0,89688	0,90874	0,92164	0,93557	0,95052	0,96653	0,98357	1,00172	1,02098	1,04134	1,06285	1,08553
0,700	0,76506	0,77512	0,78607	0,79790	0,81064	0,82425	0,83876	0,85422	0,87062	0,88797	0,90631	0,92564
0,750	0,61663	0,62446	0,63301	0,64230	0,65231	0,66305	0,67453	0,68679	0,69983	0,71363	0,72826	0,74371
0,800	0,46799	0,47357	0,47972	0,48644	0,49373	0,50160	0,51005	0,51910	0,52876	0,53902	0,54990	0,56147
0,850	0,34000	0,34390	0,34821	0,35295	0,35811	0,36370	0,36973	0,37619	0,38311	0,39048	0,39832	0,40664
0,900	0,24423	0,24730	0,25067	0,25434	0,25829	0,26254	0,26709	0,27194	0,27711	0,28258	0,28838	0,29451
0,950	0,15982	0,16239	0,16513	0,16803	0,17109	0,17433	0,17773	0,18131	0,18506	0,18899	0,19310	0,19740
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

Tabela 63. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,12781	0,12799	0,12842	0,12907	0,13000	0,13113	0,13248	0,13405	0,13586	0,13791	0,14019	0,14274
0,010	0,24946	0,24999	0,25097	0,25239	0,25433	0,25665	0,25938	0,26255	0,26617	0,27025	0,27476	0,27977
0,015	0,36517	0,36618	0,36783	0,37011	0,37311	0,37667	0,38082	0,38560	0,39101	0,39709	0,40378	0,41120
0,020	0,47517	0,47676	0,47918	0,48240	0,48650	0,49134	0,49693	0,50332	0,51051	0,51855	0,52738	0,53712
0,025	0,57965	0,58193	0,58519	0,58940	0,59465	0,60079	0,60783	0,61582	0,62478	0,63474	0,64566	0,65765
0,030	0,67883	0,68187	0,68602	0,69127	0,69770	0,70515	0,71365	0,72323	0,73392	0,74577	0,75871	0,77289
0,035	0,77288	0,77674	0,78184	0,78816	0,79579	0,80456	0,81450	0,82566	0,83806	0,85174	0,86666	0,88294
0,040	0,86199	0,86672	0,87281	0,88022	0,88905	0,89914	0,91051	0,92322	0,93729	0,95276	0,96960	0,98792
0,045	0,94634	0,95198	0,95907	0,96759	0,97762	0,98902	1,00181	1,01604	1,03175	1,04895	1,06764	1,08793
0,050	1,02610	1,03266	1,04078	1,05042	1,06164	1,07433	1,08851	1,10423	1,12153	1,14042	1,16090	1,18308
0,055	1,10143	1,10893	1,11807	1,12882	1,14123	1,15520	1,17074	1,18792	1,20675	1,22727	1,24948	1,27348
0,060	1,17249	1,18094	1,19111	1,20296	1,21653	1,23175	1,24863	1,26722	1,28755	1,30964	1,33352	1,35926
0,065	1,23944	1,24884	1,26003	1,27297	1,28768	1,30412	1,32230	1,34225	1,36403	1,38764	1,41311	1,44053
0,070	1,30243	1,31277	1,32497	1,33897	1,35480	1,37244	1,39187	1,41314	1,43632	1,46138	1,48839	1,51740
0,075	1,36159	1,37287	1,38605	1,40109	1,41802	1,43680	1,45745	1,48000	1,50451	1,53097	1,55944	1,58998
0,080	1,41707	1,42926	1,44340	1,45946	1,47744	1,49734	1,51916	1,54294	1,56873	1,59652	1,62640	1,65839
0,085	1,46900	1,48209	1,49717	1,51421	1,53322	1,55419	1,57713	1,60209	1,62911	1,65817	1,68938	1,72276
0,090	1,51753	1,53148	1,54747	1,56546	1,58545	1,60746	1,63147	1,65755	1,68574	1,71602	1,74849	1,78318
0,095	1,56275	1,57754	1,59442	1,61332	1,63426	1,65725	1,68229	1,70944	1,73874	1,77017	1,80385	1,83977

c.d. Tabela 63. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,100	1,60482	1,62042	1,63814	1,65792	1,67976	1,70369	1,72971	1,75788	1,78824	1,82075	1,85556	1,89266
0,150	1,87643	1,89820	1,92224	1,94853	1,97704	2,00784	2,04092	2,07636	2,11419	2,15438	2,19710	2,24230
0,200	1,94522	1,96960	1,99625	2,02515	2,05628	2,08970	2,12540	2,16347	2,20395	2,24678	2,29219	2,34005
0,250	1,88971	1,91400	1,94047	1,96910	1,99989	2,03286	2,06803	2,10547	2,14524	2,18728	2,23179	2,27866
0,300	1,76747	1,79010	1,81476	1,84146	1,87021	1,90098	1,93381	1,96879	2,00594	2,04523	2,08684	2,13067
0,350	1,61821	1,63850	1,66074	1,68483	1,71081	1,73868	1,76844	1,80010	1,83395	1,86970	1,90758	1,94753
0,400	1,46654	1,48453	1,50424	1,52569	1,54886	1,57377	1,60042	1,62889	1,65922	1,69136	1,72546	1,76147
0,450	1,32475	1,34069	1,35819	1,37728	1,39794	1,42019	1,44403	1,46953	1,49673	1,52559	1,55623	1,58861
0,500	1,19599	1,21023	1,22589	1,24300	1,26152	1,28150	1,30292	1,32584	1,35031	1,37630	1,40390	1,43308
0,550	1,07760	1,09044	1,10456	1,11999	1,13667	1,15468	1,17399	1,19467	1,21674	1,24017	1,26506	1,29138
0,600	0,96430	0,97588	0,98860	1,00249	1,01750	1,03370	1,05106	1,06963	1,08946	1,11050	1,13285	1,15648
0,650	0,85081	0,86114	0,87247	0,88482	0,89817	0,91255	0,92796	0,94444	0,96202	0,98067	1,00047	1,02139
0,700	0,73404	0,74303	0,75288	0,76360	0,77520	0,78768	0,80105	0,81533	0,83056	0,84672	0,86386	0,88197
0,750	0,61395	0,62151	0,62980	0,63881	0,64856	0,65904	0,67026	0,68225	0,69503	0,70858	0,72297	0,73815
0,800	0,49338	0,49950	0,50620	0,51349	0,52136	0,52983	0,53889	0,54857	0,55888	0,56981	0,58140	0,59364
0,850	0,37604	0,38080	0,38601	0,39166	0,39775	0,40429	0,41128	0,41873	0,42667	0,43507	0,44398	0,45337
0,900	0,26282	0,26635	0,27017	0,27429	0,27871	0,28344	0,28847	0,29382	0,29950	0,30550	0,31184	0,31851
0,950	0,14585	0,14801	0,15034	0,15282	0,15545	0,15825	0,16120	0,16433	0,16762	0,17109	0,17473	0,17855
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 64. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	0,14298	0,14262	0,14250	0,14265	0,14307	0,14372	0,14510	0,14580	0,14719	0,14887	0,15083	0,15073
0,010	0,27847	0,27808	0,27815	0,27872	0,27980	0,28133	0,28410	0,28584	0,28878	0,29225	0,29626	0,29622
0,015	0,40682	0,40667	0,40717	0,40839	0,41032	0,41291	0,41731	0,42015	0,42475	0,43010	0,43622	0,43636
0,020	0,52835	0,52866	0,52981	0,53186	0,53480	0,53858	0,54457	0,54877	0,55511	0,56240	0,57066	0,57108
0,025	0,64334	0,64429	0,64625	0,64928	0,65336	0,65844	0,66604	0,67173	0,67987	0,68914	0,69955	0,70034
0,030	0,75205	0,75380	0,75669	0,76081	0,76612	0,77259	0,78181	0,78909	0,79907	0,81033	0,82290	0,82411
0,035	0,85475	0,85741	0,86134	0,86663	0,87324	0,88115	0,89199	0,90093	0,91276	0,92601	0,94071	0,94240
0,040	0,95165	0,95530	0,96035	0,96688	0,97483	0,98421	0,99666	1,00731	1,02099	1,03621	1,05301	1,05523
0,045	1,04297	1,04768	1,05390	1,06171	1,07104	1,08192	1,09593	1,10833	1,12384	1,14100	1,15987	1,16263
0,050	1,12892	1,13473	1,14215	1,15127	1,16199	1,17436	1,18992	1,20406	1,22137	1,24044	1,26131	1,26464
0,055	1,20967	1,21662	1,22526	1,23569	1,24780	1,26166	1,27871	1,29460	1,31367	1,33459	1,35741	1,36132
0,060	1,28541	1,29351	1,30338	1,31511	1,32860	1,34392	1,36242	1,38004	1,40083	1,42354	1,44825	1,45274
0,065	1,35633	1,36557	1,37667	1,38969	1,40454	1,42129	1,44118	1,46049	1,48294	1,50738	1,53390	1,53898
0,070	1,42259	1,43297	1,44528	1,45956	1,47573	1,49388	1,51511	1,53606	1,56011	1,58622	1,61448	1,62013
0,075	1,48434	1,49584	1,50932	1,52484	1,54230	1,56180	1,58430	1,60685	1,63244	1,66014	1,69005	1,69626
0,080	1,54174	1,55434	1,56897	1,58568	1,60438	1,62517	1,64888	1,67297	1,70003	1,72924	1,76072	1,76750
0,085	1,59496	1,60861	1,62434	1,64221	1,66210	1,68413	1,70899	1,73456	1,76300	1,79365	1,82663	1,83393
0,090	1,64413	1,65880	1,67559	1,69455	1,71558	1,73880	1,76474	1,79171	1,82147	1,85348	1,88786	1,89567
0,095	1,68938	1,70503	1,72283	1,74284	1,76495	1,78928	1,81624	1,84454	1,87554	1,90883	1,94452	1,95283
0,100	1,73087	1,74745	1,76621	1,78721	1,81034	1,83572	1,86362	1,89319	1,92535	1,95983	1,99675	2,00552

c.d. Tabela 64. Wartości nadmiaru pochodnej izobarycznej molowej pojemności cieplnej po ciśnieniu $(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E$ dla mieszanin {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (278,15–333,15) K

$(\partial C_{p,m}/\partial p)_T^E \cdot 10^8 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$												
x_2	278,15 K	283,15 K	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K	323,15 K	328,15 K	333,15 K
0,150	1,96684	1,98967	2,01484	2,04237	2,07220	2,10441	2,13817	2,17601	2,21551	2,25748	2,30206	2,31399
0,200	1,95816	1,98203	2,00817	2,03661	2,06732	2,10035	2,13447	2,17342	2,21361	2,25620	2,30136	2,31383
0,250	1,80360	1,82485	1,84822	1,87373	1,90139	1,93118	1,96211	1,99734	2,03384	2,07260	2,11376	2,12494
0,300	1,58113	1,59799	1,61677	1,63750	1,66020	1,68482	1,71090	1,74005	1,77079	1,80358	1,83856	1,84757
0,350	1,34730	1,35950	1,37342	1,38908	1,40651	1,42567	1,44665	1,46935	1,49400	1,52049	1,54895	1,55567
0,400	1,13765	1,14588	1,15565	1,16697	1,17987	1,19430	1,21085	1,22797	1,24732	1,26831	1,29108	1,29584
0,450	0,96884	0,97426	0,98105	0,98923	0,99879	1,00975	1,02296	1,03596	1,05132	1,06816	1,08658	1,08995
0,500	0,84225	0,84605	0,85107	0,85734	0,86484	0,87361	0,88459	0,89499	0,90772	0,92178	0,93725	0,93981
0,550	0,74875	0,75186	0,75607	0,76141	0,76785	0,77544	0,78507	0,79407	0,80523	0,81758	0,83121	0,83340
0,600	0,67391	0,67689	0,68084	0,68581	0,69177	0,69875	0,70753	0,71583	0,72601	0,73727	0,74967	0,75175
0,650	0,60302	0,60599	0,60982	0,61454	0,62014	0,62666	0,63471	0,64243	0,65178	0,66207	0,67338	0,67540
0,700	0,52528	0,52805	0,53156	0,53585	0,54090	0,54674	0,55389	0,56080	0,56908	0,57819	0,58817	0,59003
0,750	0,43650	0,43876	0,44165	0,44518	0,44936	0,45418	0,46013	0,46582	0,47269	0,48024	0,48853	0,49007
0,800	0,33998	0,34151	0,34355	0,34609	0,34915	0,35273	0,35726	0,36146	0,36665	0,37239	0,37872	0,37984
0,850	0,24450	0,24534	0,24656	0,24815	0,25012	0,25247	0,25560	0,25835	0,26190	0,26587	0,27026	0,27095
0,900	0,15928	0,15973	0,16042	0,16137	0,16256	0,16401	0,16598	0,16768	0,16993	0,17244	0,17525	0,17566
0,950	0,08493	0,08530	0,08580	0,08643	0,08717	0,08806	0,08917	0,09022	0,09151	0,09294	0,09452	0,09480
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0	1466,27	0	1482,33	0	1496,75	0	1509,39	0	1519,20	0	1528,82	0	1536,65
0,0001	1467,00	0,0002	1482,98	0,0002	1497,30	0,0002	1510,11	0,0001	1519,61	0,0002	1529,26	0,0005	1537,98
0,0002	1467,63	0,0004	1483,82	0,0006	1498,94	0,0005	1510,94	0,0003	1520,12	0,0004	1529,91	0,0015	1540,60
0,0004	1468,46	0,0005	1484,43	0,0012	1501,16	0,0007	1511,77	0,0005	1520,73	0,0006	1530,60	0,0027	1543,43
0,0007	1469,66	0,0008	1485,57	0,0018	1503,43	0,0011	1512,95	0,0007	1521,49	0,0009	1531,48	0,0039	1546,44
0,0010	1471,12	0,0012	1487,01	0,0026	1506,27	0,0014	1514,21	0,0011	1522,41	0,0013	1532,36	0,0049	1548,76
0,0013	1472,40	0,0017	1489,02	0,0040	1511,11	0,0019	1515,54	0,0014	1523,40	0,0016	1533,39	0,0058	1550,93
0,0018	1474,52	0,0021	1490,79	0,0054	1515,93	0,0023	1517,09	0,0018	1524,73	0,0020	1534,47	0,0069	1553,42
0,0025	1477,31	0,0029	1493,74	0,0067	1520,14	0,0028	1518,51	0,0023	1526,25	0,0025	1535,90	0,0080	1555,98
0,0032	1480,26	0,0037	1496,77	0,0083	1525,43	0,0033	1520,23	0,0028	1527,90	0,0032	1537,63	0,0092	1558,48
0,0039	1483,33	0,0043	1499,24	0,0097	1529,89	0,0038	1521,93	0,0034	1529,65	0,0039	1539,56	0,0106	1561,64
0,0047	1486,53	0,0050	1501,81	0,0113	1534,70	0,0045	1524,07	0,0040	1531,43	0,0045	1541,21	0,0116	1563,71
0,0053	1489,06	0,0057	1504,45	0,0123	1537,75	0,0052	1526,18	0,0047	1533,51	0,0052	1542,90	0,0129	1566,40
0,0059	1491,70	0,0064	1506,94	0,0138	1542,16	0,0060	1528,50	0,0055	1535,69	0,0058	1544,63	0,0141	1568,67
0,0066	1494,57	0,0071	1509,35	0,0153	1546,54	0,0067	1530,88	0,0064	1538,14	0,0065	1546,47	0,0154	1571,15
0,0074	1497,44	0,0078	1511,94	0,0168	1550,76	0,0076	1533,34	0,0073	1540,75	0,0073	1548,27	0,0168	1573,93
0,0079	1499,65	0,0085	1514,32	0,0184	1555,15	0,0084	1535,80	0,0083	1543,57	0,0081	1550,39	0,0184	1576,83
0,0086	1502,22	0,0091	1516,68	0,0195	1558,05	0,0093	1538,29	0,0094	1546,49	0,0088	1552,13	0,0196	1578,92
0,0092	1504,58	0,0098	1518,98	0,0205	1560,79	0,0102	1540,88	0,0105	1549,31	0,0097	1554,25	0,0215	1582,21
0,0098	1507,05	0,0107	1521,98	0,0221	1564,72	0,0111	1543,36	0,0116	1552,24	0,0107	1556,58	0,0231	1584,84
0,0105	1509,48	0,0113	1524,17	0,0243	1570,08	0,0121	1546,11	0,0129	1555,37	0,0118	1559,00	0,0246	1587,21
0,0112	1511,96	0,0120	1526,57	0,0264	1575,29	0,0131	1548,96	0,0141	1558,32	0,0130	1561,74	0,0263	1589,85
0,0118	1514,30	0,0128	1529,08	0,0287	1580,34	0,0143	1552,03	0,0154	1561,47	0,0142	1564,41	0,0283	1592,79
0,0125	1516,77	0,0136	1531,58	0,0308	1584,92	0,0152	1554,58	0,0167	1564,50	0,0153	1566,81	0,0298	1594,92
0,0131	1519,01	0,0143	1533,97	0,0326	1588,73	0,0164	1557,57	0,0181	1567,63	0,0164	1569,23	0,0316	1597,48
0,0138	1521,41	0,0150	1536,25	0,0347	1593,05	0,0176	1560,43	0,0195	1570,69	0,0176	1571,58	0,0337	1600,22

c.d. Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,0144	1523,75	0,0158	1538,49	0,0362	1596,06	0,0187	1563,22	0,0211	1574,09	0,0187	1573,85	0,0357	1602,75
0,0151	1526,08	0,0165	1540,74	0,0378	1599,10	0,0198	1565,81	0,0225	1577,03	0,0200	1576,44	0,0378	1605,37
0,0157	1528,22	0,0172	1543,04	0,0396	1602,59	0,0211	1568,81	0,0238	1579,84	0,0214	1579,01	0,0403	1608,20
0,0164	1530,46	0,0180	1545,27	0,0414	1605,68	0,0224	1571,82	0,0252	1582,60	0,0227	1581,52	0,0430	1611,20
0,0171	1532,68	0,0189	1547,85	0,0432	1608,89	0,0238	1574,96	0,0268	1585,54	0,0243	1584,41	0,0456	1613,87
0,0177	1534,97	0,0198	1550,47	0,0450	1611,95	0,0250	1577,62	0,0283	1588,51	0,0259	1587,25	0,0487	1616,77
0,0184	1537,07	0,0206	1552,80	0,0465	1614,36	0,0263	1580,41	0,0298	1591,17	0,0276	1590,03	0,0503	1618,24
0,0188	1538,32	0,0214	1555,28	0,0484	1617,29	0,0274	1582,77	0,0316	1594,32	0,0293	1592,78	0,0516	1619,37
0,0193	1540,10	0,0224	1557,82	0,0503	1620,23	0,0286	1585,11	0,0336	1597,65	0,0308	1595,30	0,0548	1622,08
0,0199	1541,79	0,0232	1560,19	0,0523	1623,18	0,0298	1587,53	0,0351	1600,16	0,0322	1597,36	0,0584	1624,87
0,0204	1543,60	0,0241	1562,66	0,0539	1625,40	0,0311	1590,08	0,0367	1602,61	0,0341	1600,17	0,0657	1629,78
0,0210	1545,51	0,0254	1566,03	0,0554	1627,46	0,0323	1592,38	0,0384	1605,25	0,0360	1602,92	0,0682	1631,26
0,0219	1548,18	0,0263	1568,47	0,0570	1629,66	0,0336	1594,71	0,0403	1608,08	0,0378	1605,40	0,0720	1633,34
0,0226	1550,28	0,0276	1571,61	0,0588	1631,94	0,0350	1597,36	0,0417	1610,04	0,0395	1607,70	0,0763	1635,43
0,0233	1552,39	0,0285	1573,90	0,0607	1634,28	0,0363	1599,66	0,0436	1612,66	0,0417	1610,49	0,0796	1636,92
0,0240	1554,47	0,0294	1576,12	0,0624	1636,41	0,0378	1602,24	0,0459	1615,77	0,0441	1613,38	0,0848	1638,96
0,0247	1556,57	0,0302	1578,16	0,0647	1639,00	0,0396	1605,23	0,0481	1618,47	0,0462	1615,76	0,0893	1640,51
0,0256	1559,34	0,0314	1580,80	0,0672	1641,83	0,0417	1608,51	0,0505	1621,45	0,0486	1618,36	0,0963	1642,51
0,0266	1562,15	0,0323	1583,12	0,0698	1644,49	0,0431	1610,69	0,0528	1624,01	0,0505	1620,39	0,1022	1643,88
0,0278	1565,38	0,0333	1585,34	0,0724	1647,14	0,0455	1614,36	0,0551	1626,59	0,0522	1622,09	0,1063	1644,69
0,0289	1568,34	0,0343	1587,63	0,0743	1648,91	0,0471	1616,66	0,0574	1628,96	0,0542	1624,08	0,1107	1645,43
0,0299	1571,03	0,0355	1590,13	0,0774	1651,71	0,0489	1619,17	0,0594	1630,96	0,0571	1626,64	0,1147	1645,97
0,0309	1573,70	0,0368	1592,94	0,0814	1655,11	0,0504	1621,09	0,0620	1633,39	0,0588	1628,14	0,1186	1646,44
0,0319	1576,40	0,0383	1596,28	0,0847	1657,67	0,0519	1623,07	0,0648	1635,89	0,0608	1629,82	0,1227	1646,82
0,0331	1579,35	0,0398	1599,24	0,0877	1659,89	0,0541	1625,93	0,0671	1637,89	0,0624	1631,15	0,1267	1647,13
0,0342	1582,31	0,0408	1601,36	0,0907	1661,88	0,0565	1628,84	0,0706	1640,65	0,0648	1632,92	0,1324	1647,44

c.d. Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,0353	1584,94	0,0418	1603,31	0,0941	1664,10	0,0594	1632,09	0,0730	1642,43	0,0682	1635,38	0,1380	1647,63
0,0365	1587,69	0,0435	1606,48	0,0968	1665,71	0,0615	1634,36	0,0758	1644,37	0,0705	1636,91	0,1421	1647,69
0,0376	1590,35	0,0451	1609,48	0,0975	1666,13	0,0646	1637,56	0,0798	1646,96	0,0732	1638,64	0,1467	1647,71
0,0387	1592,86	0,0472	1613,26	0,1007	1667,87	0,0673	1640,18	0,0835	1649,17	0,0767	1640,66	0,1510	1647,66
0,0398	1595,34	0,0491	1616,58	0,1013	1668,17	0,0706	1643,23	0,0879	1651,51	0,0802	1642,57	0,1559	1647,56
0,0409	1597,88	0,0506	1619,19	0,1045	1669,81	0,0746	1646,59	0,0918	1653,42	0,0837	1644,25	0,1604	1647,42
0,0420	1600,25	0,0528	1622,69	0,1057	1670,37	0,0782	1649,45	0,0964	1655,48	0,0875	1645,97	0,1642	1647,27
0,0431	1602,56	0,0552	1626,42	0,1080	1671,43	0,0815	1651,80	0,1002	1656,97	0,0918	1647,71	0,1668	1647,14
0,0445	1605,60	0,0569	1629,02	0,1105	1672,57	0,0842	1653,68	0,1060	1658,98	0,0975	1649,73	0,1700	1646,98
0,0456	1607,84	0,0599	1633,29	0,1112	1672,84	0,0876	1655,80	0,1116	1660,66	0,1013	1650,89	0,1746	1646,72
0,0473	1611,19	0,0612	1635,12	0,1142	1674,05	0,0913	1657,96	0,1172	1662,10	0,1060	1652,17	0,1759	1646,63
0,0482	1612,94	0,0629	1637,41	0,1158	1674,68	0,0937	1659,33	0,1233	1663,42	0,1096	1653,04	0,1805	1646,33
0,0490	1614,49	0,0645	1639,40	0,1173	1675,22	0,0967	1660,85	0,1310	1664,75	0,1124	1653,64	0,1834	1646,13
0,0499	1616,19	0,0665	1641,91	0,1201	1676,22	0,0996	1662,22	0,1377	1665,66	0,1158	1654,32	0,1836	1646,12
0,0513	1618,73	0,0684	1644,28	0,1217	1676,72	0,1022	1663,42	0,1435	1666,28	0,1193	1654,92	0,1877	1645,81
0,0529	1621,53	0,0711	1647,36	0,1233	1677,23	0,1053	1664,71	0,1514	1666,90	0,1244	1655,69	0,1923	1645,45
0,0547	1624,71	0,0738	1650,31	0,1262	1678,10	0,1078	1665,72	0,1610	1667,37	0,1287	1656,23	0,1928	1645,41
0,0561	1627,15	0,0770	1653,57	0,1282	1678,67	0,1089	1666,10	0,1675	1667,54	0,1321	1656,58	0,1977	1645,00
0,0576	1629,64	0,0800	1656,50	0,1298	1679,10	0,1114	1667,02	0,1737	1667,60	0,1361	1656,94	0,2017	1644,65
0,0595	1632,59	0,0837	1659,88	0,1332	1679,97	0,1126	1667,44	0,1787	1667,59	0,1413	1657,30	0,2025	1644,58
0,0613	1635,30	0,0871	1662,76	0,1353	1680,46	0,1153	1668,32	0,1838	1667,54	0,1453	1657,52	0,2049	1644,37
0,0632	1638,14	0,0895	1664,72	0,1358	1680,58	0,1172	1668,89	0,1893	1667,42	0,1493	1657,68	0,2132	1643,60
0,0654	1641,43	0,0944	1668,34	0,1417	1681,79	0,1188	1669,37	0,1953	1667,24	0,1538	1657,79	0,2224	1642,71
0,0673	1644,00	0,0974	1670,40	0,1444	1682,28	0,1225	1670,37	0,2011	1667,02	0,1569	1657,84	0,2331	1641,63
0,0692	1646,56	0,1023	1673,49	0,1473	1682,76	0,1232	1670,55	0,2239	1665,82	0,1592	1657,86	0,2482	1640,05
0,0887	1667,88	0,1356	1687,53	0,1676	1685,10	0,1394	1673,84	0,3005	1659,53	0,1796	1657,53	0,3499	1628,61

c.d. Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,0715	1649,52	0,1068	1676,06	0,1535	1683,65	0,1270	1671,48	0,2306	1665,38	0,1624	1657,87	0,2698	1637,72
0,0744	1653,02	0,1108	1678,12	0,1536	1683,67	0,1286	1671,83	0,2378	1664,88	0,1645	1657,86	0,2859	1635,94
0,0768	1655,77	0,1168	1680,89	0,1588	1684,29	0,1312	1672,39	0,2491	1664,03	0,1677	1657,83	0,2955	1634,87
0,0796	1658,90	0,121	1682,65	0,1603	1684,45	0,1344	1672,99	0,2581	1663,31	0,1703	1657,79	0,3120	1633,01
0,0824	1661,85	0,1249	1684,12	0,1616	1684,58	0,1350	1673,10	0,2683	1662,47	0,1740	1657,71	0,3191	1632,20
0,0856	1664,96	0,1295	1685,68	0,1649	1684,88	0,1389	1673,76	0,2832	1661,15	0,1785	1657,57	0,3352	1630,33
0,0921	1670,85	0,1401	1688,72	0,1771	1685,68	0,1443	1674,55	0,3223	1657,38	0,1854	1657,31	0,3678	1626,48
0,0965	1674,36	0,1445	1689,75	0,1944	1686,14	0,1445	1674,59	0,3402	1655,52	0,1882	1657,18	0,3857	1624,31
0,1006	1677,42	0,1521	1691,27	0,2114	1686,01	0,1496	1675,20	0,3515	1654,30	0,1986	1656,63	0,4054	1621,88
0,1051	1680,47	0,1548	1691,75	0,2309	1685,39	0,1507	1675,32	0,3735	1651,82	0,2089	1655,96	0,4216	1619,84
0,1102	1683,61	0,1602	1692,57	0,2470	1684,61	0,1548	1675,71	0,3924	1649,61	0,2219	1655,01	0,4392	1617,58
0,1153	1686,48	0,1649	1693,19	0,2649	1683,53	0,1571	1675,90	0,4062	1647,94	0,2336	1654,06	0,4494	1616,26
0,1208	1689,18	0,1671	1693,46	0,2807	1682,46	0,1598	1676,11	0,4304	1644,90	0,2458	1653,00	0,4703	1613,54
0,1238	1690,56	0,1718	1693,96	0,2987	1681,11	0,1630	1676,32	0,4462	1642,85	0,2586	1651,83	0,4894	1611,00
0,1303	1693,22	0,1738	1694,14	0,3178	1679,57	0,1658	1676,47	0,4661	1640,19	0,2742	1650,32	0,5038	1609,08
0,1382	1695,96	0,1776	1694,46	0,3356	1678,04	0,1708	1676,69	0,4803	1638,26	0,2871	1649,02	0,5212	1606,74
0,1442	1697,74	0,1807	1694,69	0,3619	1675,63	0,1802	1676,92	0,4957	1636,13	0,3037	1647,31	0,5442	1603,64
0,1503	1699,33	0,1846	1694,94	0,3800	1673,85	0,1897	1676,95	0,5119	1633,86	0,3173	1645,85	0,5650	1600,85
0,1556	1700,51	0,1875	1695,09	0,4015	1671,64	0,1979	1676,84	0,5238	1632,17	0,3466	1642,60	0,5841	1598,28
0,1612	1701,60	0,1900	1695,21	0,4247	1669,12	0,2069	1676,61	0,5406	1629,79	0,3660	1640,33	0,6039	1595,65
0,1670	1702,58	0,1941	1695,38	0,4487	1666,36	0,2148	1676,31	0,5482	1628,70	0,3864	1637,87	0,6258	1592,77
0,1694	1702,95	0,1964	1695,45	0,4652	1664,38	0,2235	1675,91	0,5622	1626,69	0,4010	1636,06	0,6425	1590,61
0,1748	1703,68	0,2006	1695,55	0,4828	1662,20	0,2319	1675,45	0,5848	1623,46	0,4198	1633,66	0,6602	1588,35
0,1799	1704,27	0,2029	1695,60	0,4985	1660,19	0,2409	1674,91	0,6035	1620,78	0,4339	1631,81	0,6789	1585,99
0,1852	1704,79	0,2051	1695,63	0,5142	1658,14	0,2504	1674,28	0,6216	1618,22	0,4516	1629,46	0,6988	1583,53
0,2162	1706,39	0,2552	1694,60	0,6363	1641,10	0,3389	1666,76	0,7689	1598,77	0,5804	1611,50	0,8640	1564,84
0,2177	1706,42	0,2648	1694,14	0,6547	1638,47	0,3516	1665,50	0,7904	1596,19	0,6020	1608,48	0,8864	1562,42
0,2203	1706,45	0,2739	1693,65	0,6726	1635,93	0,3648	1664,16	0,8099	1593,91	0,6163	1606,51	0,9086	1559,98

c.d. Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,1903	1705,22	0,2087	1695,66	0,5304	1655,97	0,2626	1673,40	0,6446	1614,99	0,4639	1627,81	0,7197	1581,02
0,1955	1705,58	0,2114	1695,68	0,5465	1653,78	0,2732	1672,58	0,6646	1612,24	0,4723	1626,66	0,7436	1578,20
0,2007	1705,86	0,2217	1695,62	0,5643	1651,32	0,2834	1671,76	0,6864	1609,30	0,4915	1624,01	0,7664	1575,57
0,2046	1706,04	0,2315	1695,44	0,5819	1648,85	0,2953	1670,76	0,7086	1606,36	0,5111	1621,27	0,7919	1572,70
0,2060	1706,10	0,2384	1695,24	0,5991	1646,42	0,3083	1669,62	0,7293	1603,70	0,5315	1618,40	0,8187	1569,75
0,2108	1706,26	0,2460	1694,98	0,6187	1643,62	0,3214	1668,42	0,7497	1601,13	0,5529	1615,38	0,8416	1567,26
0,2319	1706,50	0,2857	1692,95	0,6904	1633,41	0,3773	1662,85	0,8308	1591,49	0,6349	1603,96	0,9260	1558,03
0,2402	1706,43	0,2983	1692,14	0,7097	1630,70	0,3937	1661,07	0,8561	1588,61	0,6533	1601,49	0,9413	1556,28
0,2500	1706,25	0,3133	1691,08	0,7290	1628,02	0,4071	1659,58	0,8812	1585,78	0,6749	1598,63	0,9573	1554,39
0,2599	1705,97	0,3287	1689,91	0,7505	1625,10	0,4199	1658,10	0,9098	1582,52	0,6932	1596,26	0,9710	1552,73
0,2695	1705,62	0,3552	1687,72	0,7712	1622,33	0,4346	1656,35	0,9326	1579,86	0,7095	1594,19	0,9808	1551,50
0,2830	1705,03	0,3729	1686,12	0,7919	1619,61	0,4470	1654,85	0,9519	1577,54	0,7237	1592,43	0,9903	1550,29
0,3004	1704,10	0,4002	1683,47	0,8118	1617,04	0,4637	1652,76	0,9707	1575,21	0,7448	1589,86	0,9952	1549,65
0,3171	1703,05	0,4241	1680,96	0,8321	1614,46	0,4812	1650,51	0,9812	1573,85	0,7666	1587,28	1	1549,01
0,3398	1701,43	0,4527	1677,73	0,8523	1611,95	0,4955	1648,64	0,9864	1573,17	0,7940	1584,12		
0,3601	1699,79	0,4780	1674,68	0,8751	1609,15	0,5124	1646,36	0,9944	1572,09	0,8188	1581,33		
0,3882	1697,25	0,5024	1671,59	0,8978	1606,38	0,5315	1643,75	1	1571,33	0,8485	1578,05		
0,4185	1694,17	0,5266	1668,40	0,9201	1603,68	0,5497	1641,21			0,8750	1575,14		
0,4484	1690,83	0,5491	1665,34	0,9427	1600,94	0,5687	1638,53			0,9027	1572,06		
0,4755	1687,55	0,5701	1662,42	0,9712	1597,43	0,5883	1635,73			0,9251	1569,52		
0,4893	1685,80	0,5912	1659,44	0,9832	1595,92	0,6098	1632,66			0,9471	1566,94		
0,5080	1683,36	0,6123	1656,43	0,9930	1594,69	0,6300	1629,75			0,9652	1564,72		
0,5305	1680,32	0,6310	1653,74	1	1593,78	0,6445	1627,67			0,9777	1563,13		
0,5516	1677,41	0,6560	1650,16			0,6622	1625,16			0,9877	1561,82		

c.d. Tabela 65. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {1,5-pentanodiol (x_2) + W}
w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,5741	1674,23	0,6746	1647,50			0,6847	1621,97			0,9953	1560,80		
0,5932	1671,51	0,6953	1644,57			0,7039	1619,29			1	1560,15		
0,6187	1667,86	0,7147	1641,86			0,7252	1616,37						
0,6383	1665,04	0,7344	1639,14			0,7448	1613,72						
0,6592	1662,06	0,7546	1636,40			0,7674	1610,73						
0,6819	1658,86	0,7797	1633,05			0,7881	1608,06						
0,7043	1655,74	0,8014	1630,22			0,8098	1605,30						
0,7236	1653,10	0,8265	1627,00			0,8318	1602,57						
0,7443	1650,31	0,8497	1624,08			0,8478	1600,63						
0,7647	1647,61	0,8696	1621,62			0,8678	1598,23						
0,7836	1645,15	0,9029	1617,50			0,8839	1596,31						
0,8018	1642,82	0,9198	1615,41			0,9005	1594,36						
0,8231	1640,11	0,9259	1614,66			0,9185	1592,25						
0,8417	1637,79	0,9367	1613,31			0,9185	1592,25						
0,8609	1635,39	0,9484	1611,85			0,9359	1590,22						
0,8783	1633,19	0,9601	1610,35			0,9494	1588,63						
0,8967	1630,86	0,9700	1609,06			0,9623	1587,10						
0,9133	1628,73	0,9804	1607,71			0,9723	1585,91						
0,9388	1625,35	0,9884	1606,64			0,9822	1584,72						
0,9515	1623,60	0,9943	1605,83			0,9892	1583,87						
0,9651	1621,67	1	1605,05			0,9947	1583,19						
0,9837	1618,92					0,9972	1582,88						
1	1616,37					1	1582,54						

Tabela 66. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0	1466,57	0	1482,33	0	1496,75	0	1509,39	0	1520,13	0	1529,76	0	1536,65
0,0008	1469,47	0,0011	1485,99	0,0008	1498,99	0,0008	1511,54	0,0008	1521,25	0,0008	1530,71	0,0008	1538,36
0,0030	1476,83	0,0044	1496,17	0,0021	1502,94	0,0026	1516,33	0,0032	1526,84	0,0028	1535,06	0,0027	1542,14
0,0062	1487,49	0,0088	1509,37	0,0062	1514,46	0,0055	1524,00	0,0079	1537,95	0,0069	1543,82	0,0072	1551,04
0,0109	1502,74	0,0157	1529,05	0,0130	1532,76	0,0123	1540,92	0,0146	1552,62	0,0147	1559,71	0,0139	1563,46
0,0179	1523,68	0,0246	1552,40	0,0211	1552,80	0,0189	1556,01	0,0240	1571,83	0,0223	1574,13	0,0226	1578,52
0,0251	1543,99	0,0325	1571,32	0,0276	1567,77	0,0264	1572,26	0,0344	1590,98	0,0291	1585,96	0,0311	1591,90
0,0303	1557,80	0,0430	1594,06	0,0365	1586,72	0,0416	1601,03	0,0443	1607,13	0,0405	1603,85	0,0456	1611,96
0,0394	1579,90	0,0528	1613,15	0,0491	1610,35	0,0551	1622,59	0,0549	1622,67	0,0521	1619,81	0,0572	1625,72
0,0474	1597,82	0,0622	1629,34	0,0605	1628,86	0,0664	1638,21	0,0663	1637,03	0,0641	1634,02	0,0698	1638,34
0,0579	1618,98	0,0703	1641,97	0,0712	1644,12	0,0818	1656,00	0,0801	1651,80	0,0782	1648,05	0,0895	1653,95
0,0637	1629,54	0,0826	1658,79	0,0840	1659,84	0,0999	1672,64	0,0934	1663,54	0,0904	1658,13	0,1050	1663,20
0,0743	1647,01	0,0997	1678,12	0,0977	1673,80	0,1176	1684,98	0,1073	1673,46	0,1047	1667,61	0,1131	1667,07
0,0838	1660,97	0,1147	1691,63	0,1125	1686,03	0,1356	1694,19	0,1195	1680,38	0,1180	1674,57	0,1253	1671,82
0,0939	1673,91	0,1336	1704,55	0,1276	1695,86	0,1409	1696,32	0,1328	1686,28	0,1326	1680,36	0,1337	1674,37
0,1067	1688,00	0,1393	1707,68	0,1380	1701,28	0,1489	1699,12	0,1420	1689,52	0,1392	1682,40	0,1413	1676,24
0,1158	1696,56	0,1439	1710,00	0,1441	1703,94	0,1511	1699,80	0,1520	1692,27	0,1439	1683,65	0,1455	1677,13
0,1261	1704,91	0,1506	1712,99	0,1455	1704,54	0,1597	1702,10	0,1595	1693,87	0,1485	1684,72	0,1471	1677,43
0,1370	1712,35	0,1553	1714,85	0,1549	1707,93	0,1608	1702,36	0,1672	1695,18	0,1561	1686,20	0,1561	1678,83
0,1399	1714,09	0,1624	1717,28	0,1554	1708,08	0,1712	1704,41	0,1834	1696,83	0,1657	1687,57	0,1573	1678,99
0,1453	1717,10	0,1719	1719,97	0,1660	1711,06	0,1716	1704,48	0,2030	1697,17	0,1727	1688,25	0,1672	1679,95

c.d. Tabela 66. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,1528	1720,80	0,1808	1721,91	0,1764	1713,21	0,1842	1706,05	0,2118	1696,84	0,1771	1688,54	0,1807	1680,49
0,1548	1721,71	0,1839	1722,46	0,1772	1713,34	0,1852	1706,15	0,2218	1696,16	0,1824	1688,78	0,1941	1680,27
0,1653	1725,84	0,1962	1724,07	0,1901	1715,03	0,1987	1706,86	0,2540	1692,18	0,2008	1688,66	0,2248	1677,54
0,1785	1729,75	0,2080	1724,87	0,2042	1715,87	0,2116	1706,78	0,2847	1686,56	0,2162	1687,63	0,2513	1673,38
0,1895	1732,05	0,2642	1721,29	0,2547	1712,60	0,2674	1700,46	0,3773	1665,12	0,3177	1669,09	0,3446	1652,54
0,2012	1733,69	0,2823	1718,41	0,2767	1709,09	0,2953	1695,00	0,4135	1656,35	0,3624	1658,36	0,4021	1638,44
0,2121	1734,53	0,3041	1714,27	0,3073	1703,03	0,3313	1686,86	0,4671	1643,84	0,4034	1648,40	0,4543	1626,04
0,2303	1734,72	0,3308	1708,61	0,3344	1696,97	0,3853	1673,85	0,5208	1632,10	0,4628	1634,47	0,5062	1614,40
0,2509	1733,46	0,3729	1699,02	0,3803	1686,18	0,4376	1661,45	0,5932	1617,59	0,5096	1624,07	0,5760	1599,87
0,2775	1730,15	0,4311	1685,70	0,4501	1669,96	0,4923	1649,21	0,6918	1600,01	0,5908	1607,39	0,6470	1586,42
0,3056	1725,27	0,4875	1673,35	0,5164	1655,60	0,5603	1635,07	0,8082	1582,40	0,6900	1589,49	0,7877	1563,84
0,3392	1718,37	0,5416	1662,09	0,5919	1640,38	0,6411	1619,53	0,9154	1569,00	0,8198	1570,22	0,8957	1549,92
0,3777	1709,89	0,6382	1643,04	0,6959	1621,09	0,7281	1604,34	0,9726	1561,90	0,9077	1559,14	0,9632	1541,30
0,4174	1701,08	0,7113	1629,66	0,8125	1602,88	0,8178	1590,93	1	1557,96	0,9661	1551,65	1	1535,71
0,4842	1686,70	0,7988	1615,83	0,9058	1591,69	0,9232	1578,15			1	1546,77		
0,5468	1673,82	0,9059	1603,19	0,9715	1584,06	0,9727	1572,05						
0,6269	1657,83	0,9695	1596,17	1	1579,91	1	1568,03						
0,7251	1639,49	1	1591,72										
0,9159	1615,03												
0,9712	1609,17												
1	1604,86												

Tabela 67. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0	1466,57	0	1482,33	0	1496,75	0	1509,39	0	1520,13	0	1529,76	0	1536,65
0,0006	1469,72	0,0006	1485,61	0,0006	1499,65	0,0010	1513,45	0,0007	1522,75	0,0005	1530,83	0,0006	1538,49
0,0019	1476,60	0,0024	1494,05	0,0030	1510,18	0,0027	1520,42	0,0021	1528,13	0,0026	1537,87	0,0020	1542,89
0,0046	1490,10	0,0050	1505,70	0,0087	1533,11	0,0079	1539,90	0,0057	1540,62	0,0068	1551,19	0,0044	1550,01
0,0085	1508,91	0,0077	1518,00	0,0151	1557,00	0,0112	1551,54	0,0103	1555,97	0,0100	1560,80	0,0103	1566,63
0,0136	1531,96	0,0146	1546,14	0,0205	1575,41	0,0190	1577,02	0,0151	1570,69	0,0149	1574,65	0,0148	1578,51
0,0198	1557,66	0,0204	1567,92	0,0297	1603,31	0,0244	1592,62	0,0238	1595,00	0,0227	1594,64	0,0207	1592,58
0,0254	1578,73	0,0276	1592,12	0,0381	1625,65	0,0326	1614,28	0,0317	1614,13	0,0297	1610,68	0,0282	1608,63
0,0344	1609,12	0,0327	1607,98	0,0452	1642,08	0,0428	1637,25	0,0427	1636,97	0,0358	1623,00	0,0344	1620,53
0,0451	1639,86	0,0417	1632,72	0,0510	1654,09	0,0506	1652,47	0,0505	1650,60	0,0421	1634,61	0,0436	1635,91
0,0513	1655,19	0,0489	1649,89	0,0583	1667,62	0,0579	1664,66	0,0579	1661,85	0,0504	1647,85	0,0515	1647,09
0,0571	1668,33	0,0556	1663,96	0,0674	1681,90	0,0662	1676,76	0,0644	1670,56	0,0568	1656,84	0,0590	1656,38
0,0626	1679,51	0,0631	1678,05	0,0765	1694,09	0,0742	1686,64	0,0734	1680,77	0,0668	1668,66	0,0657	1663,43
0,0691	1691,55	0,0677	1685,81	0,0826	1700,97	0,0817	1694,52	0,0834	1690,02	0,0769	1678,28	0,0730	1670,03
0,0742	1699,80	0,0735	1694,57	0,0887	1707,02	0,0888	1700,80	0,0907	1695,55	0,0828	1683,00	0,0829	1677,38
0,0801	1708,53	0,0816	1705,12	0,0956	1712,89	0,0935	1704,45	0,1027	1702,57	0,0913	1688,60	0,0913	1682,21
0,0843	1714,09	0,0888	1713,25	0,1023	1717,71	0,0985	1707,81	0,1137	1707,08	0,0926	1689,34	0,0966	1684,75
0,0883	1718,97	0,0970	1720,97	0,1041	1718,83	0,1020	1709,94	0,1189	1708,66	0,1004	1693,29	0,1018	1686,82
0,0929	1724,16	0,1043	1726,72	0,1098	1722,19	0,1058	1712,06	0,1228	1709,65	0,1078	1696,25	0,1056	1688,11
0,0965	1727,82	0,1090	1729,95	0,1152	1724,84	0,1101	1714,12	0,1230	1709,69	0,1159	1698,65	0,1135	1690,24
0,1006	1731,65	0,1141	1732,95	0,1204	1727,04	0,1102	1714,16	0,1268	1710,47	0,1200	1699,58	0,1255	1692,17

c.d. Tabela 67. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,1280	1749,10	0,1869	1743,52	0,1674	1733,43	0,1337	1721,28	0,1658	1711,33	0,1572	1701,02	0,1931	1684,53
0,1302	1749,97	0,2051	1740,69	0,1756	1732,82	0,1392	1722,07	0,1737	1710,33	0,1723	1699,02	0,2076	1680,67
0,1474	1754,85	0,3023	1716,72	0,2393	1720,07	0,1857	1719,93	0,2467	1692,82	0,2794	1670,28	0,4142	1624,42
0,1577	1756,29	0,3753	1699,00	0,2566	1715,47	0,2041	1716,31	0,2824	1682,60	0,3208	1658,64	0,4989	1607,59
0,1678	1756,83	0,4338	1686,56	0,2905	1706,30	0,2251	1711,22	0,3259	1670,84	0,4029	1638,82	0,6427	1585,52
0,1773	1756,69	0,5150	1671,30	0,3532	1690,45	0,2498	1704,57	0,3690	1660,32	0,4658	1625,95	0,7971	1571,28
0,1903	1755,66	0,6232	1654,89	0,4270	1674,41	0,3026	1690,03	0,4351	1646,18	0,5676	1607,97	0,8865	1565,06
0,2054	1753,54	0,7815	1641,21	0,5126	1658,34	0,3394	1680,59	0,5067	1632,73	0,6968	1590,84	0,9641	1559,61
0,2328	1748,03	0,8924	1634,67	0,5907	1645,69	0,4051	1665,69	0,6110	1615,94	0,8694	1577,89	1	1554,68
0,2559	1742,46	0,9633	1630,17	0,7663	1627,21	0,4915	1648,96	0,7782	1598,52	0,9455	1572,88		
0,2967	1731,94	1	1629,02	0,8917	1620,05	0,6073	1630,04	0,8912	1591,89	1	1569,06		
0,3234	1725,13			0,9628	1615,59	0,7552	1614,03	0,9608	1587,47				
0,3699	1713,95			1	1613,52	0,8682	1607,40	1	1584,59				
0,4089	1705,23					0,9616	1601,73						
0,5028	1686,53					1	1599,09						
0,6336	1666,99												
0,7449	1657,94												
0,8794	1649,62												
0,9612	1645,87												
1	1643,87												

Tabela 68. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0	1466,57	0	1482,33	0	1496,75	0	1509,39	0	1520,13	0	1529,76	0	1536,65
0,0005	1469,01	0,0003	1483,98	0,0003	1498,52	0,0003	1511,24	0,0003	1521,84	0,0004	1531,63	0,0003	1537,75
0,0009	1471,33	0,0008	1486,76	0,0008	1501,40	0,0011	1515,24	0,0008	1524,34	0,0009	1533,71	0,0005	1538,78
0,0021	1477,21	0,0017	1491,96	0,0017	1506,49	0,0027	1523,74	0,0020	1530,13	0,0016	1537,12	0,0011	1541,09
0,0036	1485,12	0,0031	1499,16	0,0033	1515,10	0,0048	1535,02	0,0035	1537,67	0,0031	1543,82	0,0019	1544,03
0,0058	1496,57	0,0052	1510,45	0,0051	1524,81	0,0078	1549,53	0,0054	1546,76	0,0057	1554,96	0,0033	1549,30
0,0082	1508,88	0,0084	1527,08	0,0074	1536,80	0,0110	1564,29	0,0081	1558,75	0,0086	1566,80	0,0051	1555,93
0,0174	1554,01	0,0120	1545,10	0,0104	1551,53	0,0142	1577,88	0,0108	1570,18	0,0120	1579,56	0,0077	1565,35
0,0206	1569,14	0,0157	1562,08	0,0142	1568,81	0,0174	1590,88	0,0149	1586,64	0,0155	1591,65	0,0110	1576,21
0,0244	1586,27	0,0215	1587,83	0,0186	1587,45	0,0215	1605,88	0,0190	1601,46	0,0194	1604,41	0,0144	1587,12
0,0292	1606,50	0,0254	1603,48	0,0239	1607,98	0,0264	1622,55	0,0233	1615,51	0,0232	1615,72	0,0179	1597,30
0,0332	1622,35	0,0304	1622,33	0,0284	1623,87	0,0325	1640,77	0,0282	1630,15	0,0274	1627,18	0,0216	1607,69
0,0388	1642,92	0,0352	1638,83	0,0324	1636,66	0,0385	1656,28	0,0351	1647,91	0,0318	1637,97	0,0258	1618,48
0,0427	1655,98	0,0399	1653,32	0,0383	1652,68	0,0438	1668,17	0,0413	1661,43	0,0375	1650,36	0,0298	1627,80
0,0466	1668,20	0,0462	1671,07	0,0442	1668,56	0,0496	1679,61	0,0481	1673,97	0,0422	1659,25	0,0334	1635,46
0,0518	1683,19	0,0524	1686,04	0,0498	1680,92	0,0549	1688,71	0,0537	1682,80	0,0478	1668,71	0,0373	1643,21
0,0579	1698,53	0,0583	1698,60	0,0553	1691,59	0,0609	1697,54	0,0593	1690,29	0,0532	1676,42	0,0420	1651,62

c.d. Tabela 68. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,0648	1713,28	0,0663	1712,77	0,0653	1707,40	0,0670	1704,99	0,0659	1697,68	0,0581	1682,55	0,0468	1659,27
0,0698	1722,61	0,0704	1719,01	0,0726	1716,54	0,0765	1714,21	0,0714	1702,75	0,0629	1687,70	0,0494	1662,98
0,0751	1731,13	0,0764	1726,91	0,0798	1723,80	0,0831	1719,04	0,0755	1705,89	0,0674	1691,84	0,0513	1665,55
0,0804	1738,42	0,0808	1731,82	0,0829	1726,38	0,0852	1720,33	0,0811	1709,51	0,0730	1696,25	0,0541	1669,08
0,0819	1740,24	0,0831	1734,18	0,0895	1731,12	0,0883	1722,05	0,0830	1710,56	0,0764	1698,48	0,0562	1671,65
0,0874	1746,38	0,0858	1736,61	0,0901	1731,48	0,0911	1723,40	0,0851	1711,64	0,0801	1700,58	0,0590	1674,68
0,0942	1752,38	0,0892	1739,47	0,0991	1736,05	0,0971	1725,78	0,0898	1713,68	0,0846	1702,71	0,0617	1677,46
0,0999	1756,35	0,0932	1742,35	0,1005	1736,61	0,0993	1726,49	0,0935	1715,00	0,0885	1704,26	0,0647	1680,23
0,1029	1758,09	0,0947	1743,31	0,1092	1739,24	0,1040	1727,69	0,0994	1716,55	0,0944	1706,00	0,0682	1683,13
0,1068	1760,03	0,1007	1747,08	0,1121	1739,81	0,1106	1728,77	0,1007	1716,80	0,0951	1706,16	0,0722	1686,08
0,1133	1762,40	0,1087	1749,76	0,1182	1740,60	0,1136	1729,05	0,1090	1717,88	0,1028	1707,45	0,0770	1689,04
0,1137	1762,52	0,1105	1750,26	0,1266	1740,87	0,1203	1729,27	0,1109	1717,99	0,1088	1707,86	0,0780	1689,57
0,1202	1764,04	0,1161	1751,54	0,1376	1740,02	0,1252	1729,09	0,1132	1718,07	0,1108	1707,89	0,0820	1691,52
0,1308	1765,03	0,1187	1751,95	0,1498	1737,86	0,1427	1726,63	0,1217	1717,82	0,1131	1707,87	0,0847	1692,65
0,1439	1764,30	0,1337	1752,46	0,1606	1735,15	0,1568	1723,12	0,1324	1716,50	0,1275	1706,45	0,0852	1692,81
0,1556	1762,35	0,1430	1751,50	0,1728	1731,42	0,1769	1716,68	0,1412	1714,75	0,1415	1703,42	0,0878	1693,72
0,1791	1756,16	0,1574	1748,65	0,1860	1726,85	0,1966	1709,40	0,1526	1711,83	0,1573	1698,66	0,0893	1694,19

c.d. Tabela 68. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
0,2001	1749,35	0,1704	1745,11	0,2067	1719,11	0,2222	1699,47	0,1639	1708,33	0,1715	1693,60	0,0910	1694,66
0,2146	1744,38	0,2166	1729,09	0,2378	1707,13	0,2610	1684,74	0,1746	1704,65	0,1914	1685,85	0,0928	1695,11
0,2391	1735,98	0,2475	1717,85	0,2631	1697,77	0,2948	1673,02	0,1895	1699,15	0,2132	1676,99	0,0946	1695,51
0,2840	1721,28	0,2809	1706,38	0,3049	1683,76	0,3460	1657,61	0,2231	1686,01	0,2363	1667,71	0,0950	1695,58
0,3449	1703,58	0,3333	1690,48	0,3449	1672,19	0,4153	1640,94	0,2635	1670,62	0,2621	1657,87	0,0975	1696,00
0,4240	1684,54	0,3960	1674,65	0,4055	1657,65	0,4781	1628,97	0,3091	1655,00	0,2912	1647,68	0,0993	1696,26
0,5705	1660,64	0,4747	1658,99	0,4850	1642,65	0,5805	1613,54	0,3628	1639,47	0,3544	1628,83	0,1013	1696,48
0,7053	1647,66	0,6122	1639,64	0,5922	1626,96	0,6796	1601,77	0,4253	1625,00	0,4040	1616,72	0,1068	1696,78
0,8249	1639,76	0,7276	1628,33	0,7004	1614,83	0,7959	1591,90	0,5089	1610,12	0,4539	1606,33	0,1071	1696,78
0,9027	1636,25	0,8253	1621,79	0,8265	1605,71	0,9200	1586,66	0,5893	1598,86	0,5601	1588,53	0,1174	1696,28
0,9471	1634,78	0,9044	1618,69	0,9098	1602,68	0,9652	1585,01	0,6676	1589,62	0,6931	1572,92	0,1339	1693,30
1	1633,14	0,9677	1616,80	0,9665	1600,85	1	1582,90	0,7748	1579,72	0,8369	1562,81	0,1514	1688,15
		1	1615,35	1	1599,09			0,8613	1574,91	0,9134	1558,71	0,1626	1684,14
								0,9148	1573,14	0,9649	1555,76	0,1741	1679,71
								0,9645	1571,25	1	1553,48	0,1879	1674,10
								1	1568,70			0,2091	1665,33
												0,2300	1656,86

c.d. Tabela 68. Eksperymentalne wartości szybkości rozchodzenia się ultradźwięków (u) w roztworach {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]	x_2	u [m·s ⁻¹]
												0,2494	1649,30
												0,2715	1641,20
												0,2962	1632,83
												0,3232	1624,42
												0,3660	1612,56
												0,4160	1600,52
												0,4896	1585,67
												0,5655	1573,53
												0,6606	1562,43
												0,7639	1554,24
												0,8853	1546,48
												0,9479	1542,22
												0,9817	1539,82
												1	1538,54

Tabela 69. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0001	0,41502	0,0002	0,62545	0,0002	0,53059	0,0002	0,70537	0,0001	0,40478	0,0002	0,43373	0,0005	1,32382
0,0002	1,03004	0,0004	1,44091	0,0006	2,13178	0,0005	1,51342	0,0003	0,90436	0,0004	1,07746	0,0015	3,93146
0,0004	1,83008	0,0005	2,03864	0,0012	4,29356	0,0007	2,32879	0,0005	1,50393	0,0006	1,76120	0,0027	6,74662
0,0007	2,98514	0,0008	3,14182	0,0018	6,50534	0,0011	3,47953	0,0007	2,25350	0,0009	2,63180	0,0039	9,74179
0,0010	4,40020	0,0012	4,53273	0,0026	9,26772	0,0014	4,71759	0,001	3,15787	0,0013	3,49927	0,0049	12,0494
0,0013	5,63526	0,0017	6,48137	0,0040	13,9718	0,0019	6,01101	0,0014	4,12701	0,0016	4,51987	0,0058	14,2083
0,0018	7,68036	0,0021	8,20228	0,0054	18,6560	0,0023	7,53175	0,0018	5,43616	0,0020	5,58734	0,0069	16,6847
0,0025	10,3655	0,0029	11,0541	0,0067	22,7398	0,0028	8,91518	0,0023	6,93010	0,0025	7,00167	0,008	19,2311
0,0032	13,2106	0,0037	13,9859	0,0083	27,8746	0,0033	10,5986	0,0028	8,55403	0,0032	8,70974	0,0092	21,7162
0,0039	16,1757	0,0043	16,3823	0,0097	32,1988	0,0038	12,2620	0,0034	10,2727	0,0039	10,6178	0,0106	24,8589
0,0047	19,2559	0,0050	18,8664	0,0113	36,8535	0,0045	14,3508	0,0040	12,0214	0,0045	12,2490	0,0116	26,9166
0,0053	21,6960	0,0057	21,4204	0,0123	39,8065	0,0052	16,4096	0,0047	14,0649	0,0052	13,9170	0,0129	29,5905
0,0059	24,2461	0,0064	23,8245	0,0138	44,0709	0,0060	18,6711	0,0055	16,2032	0,0058	15,6282	0,0141	31,8457
0,0066	27,0113	0,0071	26,1486	0,0153	48,3054	0,0067	20,9998	0,0064	18,6063	0,0065	17,4463	0,0154	34,3096
0,0074	29,7614	0,0078	28,6527	0,0168	52,3798	0,0076	23,3940	0,0073	21,1694	0,0073	19,2212	0,0168	37,0723
0,0079	31,8965	0,0085	30,9468	0,0184	56,6146	0,0084	25,7955	0,0083	23,9373	0,0081	21,3162	0,0184	39,9525
0,0086	34,3617	0,0091	33,2332	0,0195	59,4079	0,0093	28,2197	0,0094	26,7999	0,0088	23,0342	0,0196	42,0277
0,0092	36,6318	0,0098	35,4473	0,0205	62,0508	0,0102	30,7438	0,0105	29,5626	0,0097	25,1260	0,0215	45,2942
0,0098	39,0119	0,0107	38,3368	0,0221	65,8256	0,0111	33,1580	0,0116	32,4352	0,0107	27,4247	0,0231	47,9044
0,0105	41,3371	0,0113	40,4532	0,0243	70,9721	0,0121	35,8348	0,0129	35,4975	0,0118	29,8103	0,0246	50,2559
0,0112	43,7122	0,0120	42,7673	0,0264	75,9784	0,0131	38,6117	0,0141	38,3849	0,0130	32,5127	0,0263	52,8749
0,0118	45,9623	0,0128	45,1791	0,0287	80,8052	0,0143	41,5939	0,0154	41,4671	0,0142	35,1451	0,0283	55,7902
0,0125	48,3275	0,0136	47,5810	0,0308	85,1814	0,0152	44,0781	0,0167	44,4294	0,0153	37,5106	0,0298	57,9016
0,0131	50,4776	0,0143	49,8851	0,0326	88,8168	0,0164	46,9803	0,0181	47,4864	0,0164	39,8961	0,0316	60,4394

c.d. Tabela 69. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W}, obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,0138	52,7727	0,0150	52,0792	0,0347	92,9330	0,0176	49,7525	0,0195	50,4734	0,0176	42,2085	0,0337	63,1534
0,0144	55,0228	0,0158	54,2210	0,0362	95,7975	0,0187	52,4620	0,0211	53,7900	0,0187	44,4441	0,0357	65,6587
0,0151	57,2480	0,0165	56,3851	0,0378	98,6822	0,0198	54,9716	0,0225	56,6570	0,0200	46,9934	0,0378	68,2527
0,0157	59,2981	0,0172	58,5992	0,0396	101,997	0,0211	57,8765	0,0238	59,3993	0,0214	49,5195	0,0403	71,0518
0,0164	61,4332	0,0180	60,7310	0,0414	104,912	0,0224	60,7914	0,0252	62,0863	0,0227	51,9888	0,0430	74,0185
0,0171	63,5484	0,0189	63,2005	0,0432	107,948	0,0238	63,8290	0,0268	64,9429	0,0243	54,8286	0,0456	76,6563
0,0177	65,7485	0,0198	65,7101	0,0450	110,833	0,0250	66,4012	0,0283	67,8347	0,0259	57,6185	0,0487	79,5180
0,0184	67,7436	0,0206	67,9419	0,0465	113,098	0,0263	69,0961	0,0298	70,4165	0,0276	60,3452	0,0503	80,9682
0,0188	68,9337	0,0214	70,3237	0,0484	115,843	0,0274	71,3756	0,0316	73,4726	0,0293	63,0420	0,0516	82,0822
0,0193	70,6388	0,0224	72,7410	0,0503	118,599	0,0286	73,6279	0,0336	76,6984	0,0308	65,5150	0,0548	84,7526
0,0199	72,2389	0,0232	75,0128	0,0523	121,355	0,0298	75,9601	0,0351	79,1302	0,0322	67,5311	0,0584	87,4981
0,0204	73,9740	0,0241	77,3724	0,0539	123,420	0,0311	78,4150	0,0367	81,4968	0,0341	70,2816	0,0657	92,3179
0,0210	75,7942	0,0254	80,5829	0,0554	125,334	0,0323	80,6272	0,0384	84,0482	0,0360	72,9721	0,0682	93,7670
0,0219	78,3293	0,0263	82,9124	0,0570	127,379	0,0336	82,8621	0,0403	86,7791	0,0378	75,3957	0,0720	95,8000
0,0226	80,3245	0,0276	85,8929	0,0588	129,484	0,0350	85,4097	0,0417	88,6661	0,0395	77,6424	0,0763	97,8369
0,0233	82,3296	0,0285	88,0724	0,0607	131,640	0,0363	87,6146	0,0436	91,1871	0,0417	80,3635	0,0796	99,2861
0,0240	84,3048	0,0294	90,1820	0,0624	133,605	0,0378	90,0849	0,0459	94,1772	0,0441	83,1783	0,0848	101,261
0,0247	86,2999	0,0302	92,1238	0,0647	135,972	0,0396	92,9432	0,0481	96,7625	0,0462	85,4925	0,0893	102,756
0,0256	88,9351	0,0314	94,6165	0,0672	138,559	0,0417	96,0696	0,0505	99,6174	0,0486	88,0173	0,0963	104,669
0,0266	91,5953	0,0323	96,8261	0,0698	140,967	0,0431	98,1472	0,0528	102,057	0,0505	89,9878	0,1022	105,966
0,0278	94,6455	0,0333	98,9234	0,0724	143,365	0,0455	101,641	0,0551	104,517	0,0522	91,6345	0,1063	106,726
0,0289	97,4407	0,0343	101,090	0,0743	144,950	0,0471	103,824	0,0574	106,767	0,0542	93,5619	0,1107	107,411
0,0299	99,9809	0,0355	103,443	0,0774	147,449	0,0489	106,202	0,0594	108,663	0,0571	96,0310	0,1147	107,902
0,0309	102,501	0,0368	106,093	0,0814	150,461	0,0504	108,013	0,0620	110,957	0,0588	97,4777	0,1186	108,324
0,0319	105,051	0,0383	109,249	0,0847	152,701	0,0519	109,883	0,0648	113,311	0,0608	99,0951	0,1227	108,653

c.d. Tabela 69 Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W}
obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,0331	107,821	0,0398	112,025	0,0877	154,630	0,0541	112,582	0,0671	115,192	0,0624	100,375	0,1267	108,913
0,0342	110,616	0,0408	114,023	0,0907	156,329	0,0565	115,317	0,0706	117,769	0,0648	102,069	0,1324	109,153
0,0353	113,082	0,0418	115,850	0,0941	158,219	0,0594	118,354	0,0730	119,424	0,0682	104,423	0,1380	109,274
0,0365	115,652	0,0435	118,811	0,0968	159,567	0,0615	120,471	0,0758	121,218	0,0705	105,881	0,1421	109,283
0,0376	118,147	0,0451	121,615	0,0975	159,919	0,0646	123,444	0,0798	123,600	0,0732	107,526	0,1467	109,246
0,0387	120,492	0,0472	125,137	0,1007	161,349	0,0673	125,867	0,0835	125,617	0,0767	109,436	0,1510	109,143
0,0398	122,807	0,0491	128,224	0,1013	161,590	0,0706	128,675	0,0879	127,727	0,0802	111,237	0,1559	108,983
0,0409	125,183	0,0506	130,650	0,1045	162,920	0,0746	131,743	0,0918	129,434	0,0837	112,807	0,1604	108,787
0,0420	127,388	0,0528	133,880	0,1057	163,363	0,0782	134,339	0,0964	131,254	0,0875	114,408	0,1642	108,590
0,0431	129,533	0,0552	137,315	0,1080	164,200	0,0815	136,448	0,1002	132,546	0,0918	116,013	0,1668	108,428
0,0445	132,363	0,0569	139,707	0,1105	165,098	0,0842	138,130	0,1060	134,254	0,0975	117,855	0,1700	108,228
0,0456	134,439	0,0599	143,609	0,1112	165,300	0,0876	140,002	0,1116	135,642	0,1013	118,896	0,1746	107,911
0,0473	137,534	0,0612	145,279	0,1142	166,219	0,0913	141,891	0,1172	136,790	0,1060	120,029	0,1759	107,805
0,0482	139,149	0,0629	147,360	0,1158	166,693	0,0937	143,085	0,1233	137,792	0,1096	120,786	0,1805	107,449
0,0490	140,579	0,0645	149,154	0,1173	167,088	0,0967	144,386	0,1310	138,720	0,1124	121,298	0,1834	107,213
0,0499	142,144	0,0665	151,419	0,1201	167,816	0,0996	145,544	0,1377	139,281	0,1158	121,871	0,1836	107,201
0,0513	144,475	0,0684	153,555	0,1217	168,161	0,1022	146,554	0,1435	139,599	0,1193	122,362	0,1877	106,840
0,0529	147,035	0,0711	156,304	0,1233	168,516	0,1053	147,617	0,1514	139,807	0,1244	122,972	0,1923	106,423
0,0547	149,945	0,0738	158,923	0,1262	169,104	0,1078	148,444	0,1610	139,777	0,1287	123,377	0,1928	106,377
0,0561	152,176	0,0770	161,790	0,1282	169,480	0,1089	148,743	0,1675	139,608	0,1321	123,621	0,1977	105,906
0,0576	154,441	0,0800	164,352	0,1298	169,755	0,1114	149,481	0,1737	139,345	0,1361	123,855	0,2017	105,506
0,0595	157,106	0,0837	167,278	0,1332	170,295	0,1126	149,813	0,1787	139,074	0,1413	124,053	0,2025	105,427
0,0613	159,547	0,0871	169,741	0,1353	170,581	0,1153	150,495	0,1838	138,758	0,1453	124,147	0,2049	105,187
0,0632	162,102	0,0895	171,406	0,1358	170,653	0,1172	150,926	0,1893	138,351	0,1493	124,182	0,2132	104,314
0,0654	165,063	0,0944	174,425	0,1417	171,290	0,1188	151,289	0,1953	137,859	0,1538	124,151	0,2224	103,311

c.d. Tabela 69 Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,0673	167,348	0,0974	176,117	0,1444	171,518	0,1225	152,019	0,2011	137,336	0,1569	124,104	0,2331	102,098
0,0692	169,623	0,1023	178,605	0,1473	171,717	0,1232	152,147	0,2239	134,948	0,1592	124,052	0,2482	100,332
0,0715	172,239	0,1068	180,623	0,1535	172,005	0,1270	152,799	0,2306	134,158	0,1624	123,962	0,2698	97,7353
0,0744	175,304	0,1108	182,192	0,1536	172,016	0,1286	153,032	0,2378	133,283	0,1645	123,886	0,2859	95,7563
0,0768	177,695	0,1168	184,226	0,1588	172,131	0,1312	153,402	0,2491	131,844	0,1677	123,755	0,2955	94,5676
0,0796	180,405	0,121	185,470	0,1603	172,146	0,1344	153,768	0,2581	130,655	0,1703	123,634	0,3120	92,5037
0,0824	182,936	0,1249	186,462	0,1616	172,149	0,1350	153,834	0,2683	129,283	0,1740	123,438	0,3191	91,6059
0,0856	185,567	0,1295	187,457	0,1649	172,129	0,1389	154,209	0,2832	127,186	0,1785	123,157	0,3352	89,5369
0,0887	188,022	0,1356	188,559	0,1676	172,087	0,1394	154,252	0,3005	124,664	0,1796	123,083	0,3499	87,6352
0,0921	190,483	0,1401	189,196	0,1771	171,745	0,1443	154,604	0,3223	121,378	0,1854	122,681	0,3678	85,2840
0,0965	193,334	0,1445	189,686	0,1944	170,527	0,1445	154,629	0,3402	118,585	0,1882	122,463	0,3857	82,8927
0,1006	195,780	0,1521	190,274	0,2114	168,747	0,1496	154,866	0,3515	116,776	0,1986	121,587	0,4054	80,2193
0,1051	198,156	0,1548	190,422	0,2309	166,235	0,1507	154,906	0,3735	113,149	0,2089	120,595	0,4216	77,9790
0,1102	200,532	0,1602	190,580	0,2470	163,893	0,1548	154,996	0,3924	109,954	0,2219	119,237	0,4392	75,5015
0,1153	202,638	0,1649	190,623	0,2649	161,076	0,1571	155,018	0,4062	107,564	0,2336	117,921	0,4494	74,0554
0,1208	204,514	0,1671	190,623	0,2807	158,473	0,1598	155,030	0,4304	103,263	0,2458	116,479	0,4703	71,0771
0,1238	205,444	0,1718	190,546	0,2987	155,377	0,1630	155,006	0,4462	100,389	0,2586	114,908	0,4894	68,3010
0,1303	207,131	0,1738	190,481	0,3178	151,983	0,1658	154,951	0,4661	96,6922	0,2742	112,909	0,5038	66,2030
0,1382	208,687	0,1776	190,334	0,3356	148,726	0,1708	154,805	0,4803	94,0220	0,2871	111,205	0,5212	63,6480
0,1442	209,568	0,1807	190,184	0,3619	143,764	0,1802	154,348	0,4957	91,0892	0,3037	108,975	0,5442	60,2637
0,1503	210,245	0,1846	189,955	0,3800	140,228	0,1897	153,683	0,5119	87,9747	0,3173	107,088	0,5650	57,2166
0,1556	210,631	0,1875	189,750	0,4015	135,932	0,1979	152,973	0,5238	85,6643	0,3466	102,921	0,5841	54,4105
0,1612	210,882	0,1900	189,563	0,4247	131,161	0,2069	152,085	0,5406	82,4085	0,3660	100,043	0,6039	51,5358
0,1670	210,993	0,1941	189,230	0,4487	126,072	0,2148	151,207	0,5482	80,9223	0,3864	96,944	0,6258	48,3851
0,1694	211,003	0,1964	189,017	0,4652	122,491	0,2235	150,170	0,5622	78,1825	0,4010	94,677	0,6425	46,0187

c.d. Tabela 69 Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,1748	210,924	0,2006	188,602	0,4828	118,603	0,2319	149,096	0,5848	73,7744	0,4198	91,6877	0,6602	43,5399
0,1799	210,750	0,2029	188,370	0,4985	115,070	0,2409	147,898	0,6035	70,1195	0,4339	89,3959	0,6789	40,9488
0,1852	210,477	0,2051	188,130	0,5142	111,497	0,2504	146,573	0,6216	66,6160	0,4516	86,4914	0,6988	38,2428
0,1903	210,143	0,2087	187,718	0,5304	107,755	0,2626	144,800	0,6446	62,1870	0,4639	84,4560	0,7197	35,4745
0,1955	209,724	0,2114	187,406	0,5465	104,003	0,2732	143,205	0,6646	58,3944	0,4723	83,0428	0,7436	32,3591
0,2007	209,225	0,2217	186,082	0,5643	99,8159	0,2834	141,639	0,6864	54,3180	0,4915	79,7913	0,7664	29,4473
0,2046	208,820	0,2315	184,700	0,5819	95,6382	0,2953	139,768	0,7086	50,2207	0,5111	76,4372	0,7919	26,2621
0,2060	208,671	0,2384	183,653	0,5991	91,5393	0,3083	137,677	0,7293	46,4816	0,5315	72,9281	0,8187	22,9809
0,2108	208,112	0,2460	182,460	0,6187	86,8375	0,3214	135,519	0,7497	42,8481	0,5529	69,2376	0,8416	20,2078
0,2162	207,433	0,2552	180,951	0,6363	82,6098	0,3389	132,579	0,7689	39,4872	0,5804	64,4961	0,8640	17,5110
0,2177	207,238	0,2648	179,313	0,6547	78,1944	0,3516	130,390	0,7904	35,7864	0,6020	60,7993	0,8864	14,8141
0,2203	206,879	0,2739	177,706	0,6726	73,9176	0,3648	128,084	0,8099	32,4899	0,6163	58,3813	0,9086	12,0997
0,2319	205,191	0,2857	175,558	0,6904	69,6704	0,3773	125,860	0,8308	28,9804	0,6349	55,2486	0,9260	9,93464
0,2402	203,878	0,2983	173,202	0,7097	65,0878	0,3937	122,880	0,8561	24,7815	0,6533	52,2021	0,9413	7,99553
0,2500	202,230	0,3133	170,301	0,7290	60,5351	0,4071	120,410	0,8812	20,6430	0,6749	48,6654	0,9573	5,90777
0,2599	200,466	0,3287	167,241	0,7505	55,5289	0,4199	117,994	0,9098	15,8921	0,6932	45,7220	0,9711	4,07844
0,2695	198,678	0,3552	161,799	0,7712	50,7504	0,4346	115,169	0,9326	12,0436	0,7095	43,1414	0,9808	2,72731
0,2830	196,066	0,3729	158,027	0,7919	46,0219	0,4470	112,761	0,9519	8,71745	0,7237	40,9365	0,9903	1,39989
0,3004	192,530	0,4002	152,027	0,8118	41,5210	0,4637	109,450	0,9707	5,40741	0,7448	37,7054	0,9952	0,69933
0,3171	188,978	0,4241	146,584	0,8321	36,9713	0,4812	105,920	0,9812	3,50004	0,7666	34,4424	1	0
0,3398	183,957	0,4527	139,844	0,8523	32,5013	0,4955	103,004	0,9864	2,54897	0,7940	30,4240		
0,3601	179,277	0,4780	133,689	0,8751	27,4890	0,5124	99,4879	0,9944	1,05193	0,8188	26,8570		
0,3882	172,527	0,5024	127,605	0,8978	22,5165	0,5315	95,4807	1	0	0,8485	22,6465		
0,4185	164,908	0,5266	121,445	0,9201	17,6527	0,5497	91,6094			0,8750	18,9063		
0,4484	157,089	0,5491	115,624	0,9427	12,7198	0,5687	87,5395			0,9027	91,6877		

c.d. Tabela 69 Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5–pentanodiol (x_2) + W}, obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,4755	149,750	0,5701	110,127	0,9712	6,4445	0,5883	83,3059			0,9251	11,7166		
0,4893	145,933	0,5912	104,558	0,9832	3,7701	0,6098	78,6631			0,9471	8,44736		
0,5080	140,692	0,6123	98,959	0,9930	1,5892	0,6300	74,2755			0,9652	5,66028		
0,5305	134,281	0,6310	93,974	1	0,0000	0,6445	71,1348			0,9777	3,67866		
0,5516	128,210	0,6560	87,326			0,6622	67,3301			0,9877	2,05536		
0,5741	121,660	0,6746	82,383			0,6847	62,4942			0,9953	0,79725		
0,5932	116,079	0,6953	76,913			0,7039	58,4097			1	0		
0,6187	108,609	0,7147	71,822			0,7252	53,9316						
0,6383	102,853	0,7344	66,684			0,7448	49,8479						
0,6592	96,7418	0,7546	61,465			0,7674	45,2047						
0,6819	90,1414	0,7797	55,035			0,7881	41,0205						
0,7043	83,6659	0,8014	49,542			0,8098	36,6731						
0,7236	78,1347	0,8265	43,242			0,8318	32,3338						
0,7443	72,2439	0,8497	37,475			0,8478	29,2234						
0,7647	66,4879	0,8696	32,573			0,8678	25,3604						
0,7836	61,1967	0,9029	24,366			0,8839	22,2627						
0,8018	56,1404	0,9198	20,202			0,9005	19,0984						
0,8231	50,2396	0,9259	18,704			0,9185	15,6717						
0,8783	45,1333	0,9601	10,196			0,9494	9,79139						
0,8967	39,8572	0,9700	7,6916			0,9623	7,31776						
0,9133	35,0507	0,9804	5,0653			0,9723	5,39626						
0,9388	29,9643	0,9884	3,0135			0,9822	3,48207						
0,9515	25,3477	0,9943	1,4795			0,9892	2,12002						
0,9651	18,1478	1	0			0,9947	1,03769						
0,9837	4,99174					0,9972	0,54482						
1	0					1	0						

Tabela 70. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol dietylenowy (x_2) + W}, obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0008	2,78936	0,0011	3,53967	0,0008	2,17347	0,0008	2,10308	0,0008	2,01899	0,0008	1,87564	0,0008	1,71075
0,0030	9,84513	0,0044	13,3586	0,0021	6,01536	0,0026	6,78753	0,0032	7,51596	0,0028	6,18974	0,0027	5,49253
0,0062	20,0626	0,0088	26,0773	0,0062	17,1944	0,0055	14,2874	0,0079	18,4437	0,0069	14,8761	0,0072	14,3967
0,0109	34,6626	0,0157	45,0025	0,0130	34,9289	0,0123	30,8087	0,0146	32,8541	0,0147	30,6261	0,0139	26,8230
0,0179	54,6346	0,0246	67,3790	0,0211	54,2953	0,0189	45,5117	0,0240	51,6997	0,0223	44,9097	0,0226	41,8912
0,0251	73,9489	0,0325	85,4348	0,0276	68,7247	0,0264	61,3219	0,0344	70,4466	0,0291	56,6176	0,0311	55,2792
0,0303	87,0398	0,0430	107,026	0,0365	86,9347	0,0416	89,2005	0,0443	86,2129	0,0405	74,3030	0,0456	75,3528
0,0394	107,881	0,0528	125,044	0,0491	109,516	0,0551	109,968	0,0549	101,342	0,0521	90,0548	0,0572	89,1237
0,0474	124,695	0,0622	140,205	0,0605	127,078	0,0664	124,926	0,0663	115,260	0,0641	104,049	0,0698	101,755
0,0579	144,403	0,0703	151,949	0,0712	141,449	0,0818	141,813	0,0801	129,495	0,0782	117,826	0,0895	117,384
0,0637	154,160	0,0826	167,424	0,0840	156,104	0,0999	157,391	0,0934	140,719	0,0904	127,687	0,1050	126,648
0,0743	170,165	0,0997	184,883	0,0977	168,925	0,1176	168,693	0,1073	150,101	0,1047	136,910	0,1131	130,526
0,0838	182,811	0,1147	196,752	0,1125	179,924	0,1356	176,848	0,1195	156,548	0,1180	143,631	0,1253	135,287
0,0939	194,354	0,1336	207,605	0,1276	188,498	0,1409	178,667	0,1328	161,932	0,1326	149,159	0,1337	137,845
0,1067	206,674	0,1393	210,111	0,1380	193,053	0,1489	180,998	0,1420	164,816	0,1392	151,081	0,1413	139,722
0,1158	213,976	0,1439	211,928	0,1441	195,206	0,1511	181,549	0,1520	167,178	0,1439	152,246	0,1455	140,616
0,1261	220,901	0,1506	214,185	0,1455	195,690	0,1597	183,345	0,1595	168,487	0,1485	153,234	0,1471	140,918
0,1370	226,834	0,1553	215,531	0,1549	198,298	0,1608	183,540	0,1672	169,499	0,1561	154,578	0,1561	142,326
0,1399	228,173	0,1624	217,185	0,1554	198,406	0,1712	184,980	0,1834	170,521	0,1657	155,775	0,1573	142,487
0,1453	230,436	0,1719	218,835	0,1660	200,505	0,1716	185,027	0,2030	170,101	0,1727	156,330	0,1672	143,451
0,1528	233,099	0,1808	219,802	0,1764	201,790	0,1842	185,858	0,2118	169,430	0,1771	156,541	0,1807	144,008

c.d. Tabela 70. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol dietylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,1785	238,495	0,2080	219,786	0,2042	202,138	0,2116	184,981	0,2847	156,325	0,2162	154,929	0,2513	136,966
0,1786	238,511	0,2210	218,494	0,2211	200,593	0,2267	183,226	0,3141	148,825	0,2383	151,892	0,2790	131,492
0,1891	239,259	0,2350	216,373	0,2334	198,800	0,2445	180,272	0,3467	139,891	0,2683	146,204	0,3041	125,895
0,1895	239,274	0,2642	210,059	0,2547	194,669	0,2674	175,389	0,3773	131,295	0,3177	134,567	0,3446	116,213
0,2012	239,296	0,2823	205,199	0,2767	189,329	0,2953	168,293	0,4135	121,122	0,3624	123,034	0,4021	102,167
0,2121	238,628	0,3041	198,674	0,3073	180,724	0,3313	158,042	0,4671	106,535	0,4034	112,338	0,4543	89,8170
0,2303	236,301	0,3308	190,093	0,3344	172,411	0,3853	141,866	0,5208	92,7137	0,4628	97,3427	0,5062	78,2258
0,2509	232,193	0,3729	175,898	0,3803	157,804	0,4376	126,399	0,5932	75,3975	0,5096	86,1026	0,5760	63,7614
0,2775	225,204	0,4311	156,211	0,4501	135,779	0,4923	110,951	0,6918	53,9958	0,5908	67,9651	0,6470	50,3781
0,3056	216,438	0,4875	137,692	0,5164	115,906	0,5603	92,8240	0,8082	31,8741	0,6900	48,2845	0,7877	27,9304
0,3392	204,892	0,5416	120,514	0,5919	94,4075	0,6411	72,5458	0,9154	14,3190	0,8198	26,6845	0,8957	14,1119
0,3777	191,087	0,6382	90,8973	0,6959	66,4689	0,7281	52,2542	0,9726	5,00207	0,9077	14,0267	0,9632	5,55540
0,4174	176,787	0,7113	69,5208	0,8125	38,5628	0,8178	33,5842	1	0	0,9661	5,48850	1	0
0,4842	153,169	0,7988	46,1192	0,9058	19,6136	0,9232	14,6235			1	0		
0,5468	131,633	0,9059	21,7635	0,9715	6,52004	0,9727	5,62087						
0,6269	104,565	0,9695	7,78639	1	0	1	0						
0,7251	72,6459	1	0										
0,8320	42,0426												
0,9159	21,8001												
0,9712	8,29275												
1	0												

Tabela 71. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol trietylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0006	3,04344	0,0006	3,1802	0,0006	2,8235	0,0010	3,9699	0,0007	3,5039	0,0006	1,9862	0,0006	1,8294
0,0019	9,68816	0,0024	11,358	0,0030	13,068	0,0027	10,782	0,0021	8,7877	0,0026	8,9415	0,0020	6,2038
0,0046	22,7126	0,0050	22,636	0,0087	35,341	0,0079	29,798	0,0057	21,045	0,0068	22,093	0,0044	13,281
0,0085	40,8272	0,0077	34,527	0,0151	58,483	0,0112	41,142	0,0103	36,092	0,0100	31,575	0,0103	29,795
0,0136	62,9675	0,0146	61,664	0,0205	76,262	0,0190	65,918	0,0151	50,500	0,0149	45,228	0,0148	41,592
0,0198	87,5633	0,0204	82,590	0,0297	103,09	0,0244	81,041	0,0238	74,237	0,0227	64,905	0,0207	55,556
0,0254	107,643	0,0276	105,74	0,0381	124,44	0,0326	101,96	0,0317	92,852	0,0297	80,661	0,0282	71,472
0,0344	136,434	0,0320	120,84	0,0452	140,04	0,0428	124,02	0,0427	114,97	0,0358	92,737	0,0344	83,259
0,0451	165,280	0,0417	144,25	0,0510	151,37	0,0506	138,53	0,0505	128,09	0,0421	104,09	0,0436	98,473
0,0513	179,523	0,0489	160,37	0,0583	164,05	0,0579	150,07	0,0579	138,86	0,0504	116,99	0,0515	109,51
0,0571	191,630	0,0556	173,47	0,0674	177,27	0,0662	161,42	0,0644	147,14	0,0568	125,73	0,0590	118,66
0,0626	201,838	0,0631	186,45	0,0765	188,39	0,0742	170,58	0,0734	156,76	0,0668	137,14	0,0657	125,59
0,0691	212,711	0,0677	193,53	0,0826	194,56	0,0817	177,79	0,0834	165,36	0,0769	146,36	0,0730	132,06
0,0742	220,067	0,0735	201,44	0,0887	199,90	0,0888	183,43	0,0907	170,41	0,0828	150,84	0,0829	139,23
0,0801	227,747	0,0816	210,81	0,0956	204,96	0,0935	186,66	0,1027	176,64	0,0913	156,10	0,0913	143,91
0,0843	232,567	0,0888	217,88	0,1023	209,00	0,0985	189,58	0,1137	180,44	0,0926	156,79	0,0966	146,35
0,0883	236,740	0,0970	224,40	0,1041	209,92	0,1020	191,39	0,1189	181,68	0,1004	160,42	0,1018	148,33
0,0929	241,104	0,1043	229,08	0,1098	212,61	0,1058	193,17	0,1228	182,41	0,1078	163,08	0,1056	149,55
0,0965	244,127	0,1090	231,61	0,1152	214,63	0,1101	194,85	0,1230	182,44	0,1157	165,16	0,1135	151,54
0,1006	247,229	0,1141	233,86	0,1204	216,22	0,1102	194,88	0,1268	182,97	0,1200	165,92	0,1255	153,25
0,1021	248,249	0,1199	235,93	0,1270	217,68	0,1146	196,36	0,1308	183,37	0,1232	166,38	0,1394	153,59

c.d. Tabela 71. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol trietylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,1330	260,848	0,2239	221,59	0,1834	213,76	0,1422	200,22	0,1858	176,93	0,1866	159,91	0,2511	126,53
0,1393	261,714	0,2512	210,90	0,2026	208,29	0,1457	200,17	0,1969	173,89	0,2036	155,16	0,3044	109,67
0,1441	262,052	0,2755	200,99	0,2209	202,09	0,1694	197,50	0,2172	167,58	0,2425	142,61	0,3572	94,589
0,1474	262,144	0,3020	190,03	0,2393	195,37	0,1857	193,87	0,2467	157,48	0,2794	130,21	0,4142	80,301
0,1570	261,750	0,3753	161,60	0,2566	188,75	0,2041	188,60	0,2824	144,93	0,3208	116,90	0,4989	61,944
0,1678	260,508	0,4338	140,59	0,2907	175,61	0,2251	181,63	0,3259	130,32	0,4029	93,785	0,6427	37,281
0,1770	258,668	0,5150	113,41	0,3532	152,44	0,2498	172,76	0,3690	116,98	0,4658	78,385	0,7971	20,258
0,1903	255,336	0,6232	81,129	0,4270	127,79	0,3026	153,49	0,4351	98,523	0,5676	56,308	0,8865	12,426
0,2054	250,535	0,7815	44,238	0,5126	101,73	0,3394	140,75	0,5067	80,394	0,6968	33,977	0,9641	5,5771
0,2328	240,173	0,8924	21,429	0,5907	79,964	0,4051	119,95	0,6110	56,781	0,8694	14,084	1	0
0,2559	230,518	0,9633	6,5214	0,7663	40,978	0,4915	95,478	0,7782	28,428	0,9455	6,0123		
0,2967	212,758	1	0	0,8917	19,171	0,6073	66,169	0,8912	14,413	1	0		
0,3234	201,211			0,9628	6,4112	0,7552	36,894	0,9608	5,4431				
0,3699	181,795			1	0	0,8682	20,124	1	0				
0,4089	166,154					0,9616	6,0803						
0,5028	130,801					1	0						
0,6336	88,073												
0,7449	59,285												
0,8794	27,118												
0,9612	8,8756												
1	0												

Tabela 72. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0005	2,3567	0,0003	1,6100	0,0003	1,7392	0,0003	1,8279	0,0003	1,6954	0,0004	1,8605	0,0003	1,0994
0,0009	4,6100	0,0008	4,3235	0,0008	4,5681	0,0011	5,7691	0,0008	4,1711	0,0009	3,9287	0,0005	2,1290
0,0021	10,290	0,0017	9,4038	0,0017	9,5660	0,0027	14,151	0,002	9,9028	0,0016	7,3220	0,0011	4,4379
0,0036	17,950	0,0031	16,417	0,0033	18,012	0,0048	25,277	0,0035	17,370	0,0031	13,986	0,0019	7,3764
0,0058	29,033	0,0052	27,428	0,0051	27,538	0,0078	39,566	0,0054	26,367	0,0057	25,064	0,0033	12,643
0,0082	40,944	0,0084	43,632	0,0074	39,292	0,0110	54,091	0,0081	38,226	0,0086	36,836	0,0051	19,270
0,0174	84,541	0,012	61,173	0,0104	53,715	0,0142	67,446	0,0108	49,525	0,0120	49,515	0,0077	28,685
0,0206	99,138	0,0157	77,661	0,0142	70,606	0,0174	80,210	0,0149	65,786	0,0155	61,522	0,0110	39,539
0,0244	115,63	0,0215	102,64	0,0186	88,796	0,0215	94,909	0,0190	80,407	0,0194	74,189	0,0144	50,442
0,0292	135,06	0,0254	117,77	0,0239	108,78	0,0264	111,21	0,0233	94,248	0,0232	85,409	0,0179	60,616
0,0332	150,24	0,0304	135,95	0,0284	124,21	0,0325	128,99	0,0282	108,65	0,0274	96,770	0,0216	70,999
0,0388	169,88	0,0352	151,81	0,0324	136,59	0,0385	144,05	0,0351	126,07	0,0318	107,45	0,0258	81,781
0,0427	182,29	0,0399	165,68	0,0383	152,01	0,0438	155,56	0,0413	139,29	0,0375	119,71	0,0298	91,093
0,0466	193,86	0,0462	182,59	0,0442	167,28	0,0496	166,57	0,0481	151,50	0,0422	128,48	0,0334	98,746
0,0518	207,99	0,0524	196,73	0,0498	179,07	0,0549	175,28	0,0537	160,06	0,0478	137,81	0,0373	106,48
0,0579	222,31	0,0583	208,51	0,0553	189,18	0,0609	183,67	0,0593	167,27	0,0532	145,39	0,042	114,89
0,0648	235,91	0,0663	221,62	0,0653	203,96	0,0670	190,67	0,0659	174,34	0,0581	151,41	0,0468	122,53
0,0698	244,41	0,0704	227,31	0,0726	212,36	0,0765	199,19	0,0714	179,15	0,0629	156,44	0,0494	126,23
0,0751	252,05	0,0764	234,41	0,0798	218,88	0,0831	203,54	0,0755	182,09	0,0674	160,48	0,0513	128,80
0,0804	258,45	0,0808	238,74	0,0829	221,14	0,0852	204,67	0,0811	185,44	0,0730	164,75	0,0541	132,32
0,0819	260,02	0,0831	240,79	0,0895	225,21	0,0883	206,16	0,0830	186,39	0,0764	166,90	0,0562	134,89

c.d. Tabela 72. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
0,1068	275,67	0,1007	251,35	0,1121	231,58	0,1106	211,24	0,1007	191,77	0,0951	174,14	0,0722	149,29
0,1133	276,95	0,1087	252,97	0,1182	231,75	0,1136	211,30	0,1090	192,45	0,1028	175,25	0,0770	152,24
0,1137	277,01	0,1105	253,23	0,1266	231,16	0,1203	211,03	0,1109	192,47	0,1088	175,51	0,0780	152,77
0,1202	277,44	0,1161	253,76	0,1376	229,18	0,1252	210,49	0,1132	192,44	0,1108	175,50	0,0820	154,71
0,1308	276,67	0,1187	253,83	0,1498	225,77	0,1427	206,75	0,1217	191,77	0,1131	175,42	0,0847	155,83
0,1439	273,76	0,1337	252,34	0,1606	221,96	0,1568	202,20	0,1324	189,93	0,1275	173,66	0,0852	155,99
0,1556	269,86	0,1430	250,14	0,1728	216,98	0,1769	194,28	0,1412	187,76	0,1415	170,30	0,0878	156,90
0,1791	259,75	0,1574	245,38	0,1860	211,06	0,1966	185,55	0,1526	184,28	0,1573	165,16	0,0893	157,37
0,2001	249,44	0,1704	240,11	0,2067	201,20	0,2222	173,74	0,1639	180,23	0,1715	159,77	0,0910	157,83
0,2146	242,06	0,2166	217,94	0,2378	186,04	0,2610	156,16	0,1746	176,03	0,1914	151,55	0,0928	158,28
0,2391	229,58	0,2475	202,59	0,2631	174,09	0,2948	141,95	0,1895	169,81	0,2132	142,17	0,0993	159,42
0,2840	207,40	0,2809	186,68	0,3049	155,80	0,3460	122,78	0,2231	155,04	0,2363	132,34	0,1013	159,63
0,3449	179,56	0,3333	163,81	0,3449	140,14	0,4153	101,02	0,2635	137,69	0,2621	121,89	0,1068	159,92
0,4240	147,34	0,3960	139,64	0,4055	119,40	0,4781	84,434	0,3091	119,85	0,2912	111,01	0,1071	159,92
0,5705	99,041	0,4747	113,51	0,4850	96,265	0,5805	61,477	0,3628	101,71	0,3544	90,663	0,1174	159,40
0,7053	63,608	0,6122	75,875	0,5922	69,604	0,6796	42,422	0,4253	84,213	0,4040	77,377	0,1339	156,39
0,8249	35,786	0,7276	49,214	0,7004	46,401	0,7959	24,003	0,5089	65,272	0,4539	65,803	0,1514	151,21
0,9027	19,317	0,8253	29,678	0,8265	24,375	0,9200	9,6400	0,5893	50,107	0,5601	45,484	0,1626	147,18
0,9471	10,451	0,9044	16,056	0,9098	12,821	0,9652	4,6681	0,6676	37,064	0,6931	26,719	0,1741	142,73
1	0	0,9677	5,7465	0,9665	5,1883	1	0	0,7748	21,957	0,8369	13,198	0,1879	137,09
		1	0	1	0			0,8613	12,946	0,9134	7,2842	0,2091	128,28

c.d. Tabela 72. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie
 {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} obliczone z danych eksperymentalnych w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

288,15 K		293,15 K		298,15 K		303,15 K		308,15 K		313,15 K		318,15 K	
x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]	x_2	Δu [m·s ⁻¹]
								0,9649	3,1126	0,9148	8,5781	0,2962	95,620
								1	0	0,9645	4,2742	0,3232	87,159
										1	0	0,3660	75,218
												0,4160	63,083
												0,4896	48,094
												0,5655	35,811
												0,6606	24,531
												0,7639	16,146
												0,8853	8,1567
												0,9479	3,7784
												0,9817	1,3145
												1	0

Tabela 73. Wartości współczynników dobieralnych (A_k) równania Redlicha – Kistera (66), opisującego zależność $\Delta u = f(x_2)$, dla układu {1,5-pentanodiol +W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$T[K]$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
288,15	580,814	625,162	241,670	-119,682	1283,957	1517,119
293,15	521,862	560,186	196,004	-83,9630	1208,801	1364,191
298,15	465,806	499,100	173,242	-83,0360	1090,788	1288,664
303,15	414,566	460,874	145,052	-107,256	1024,285	1201,582
308,15	367,105	428,906	127,575	-161,402	971,662	1179,972
313,15	319,051	386,217	109,666	-207,729	895,043	1152,087
318,15	272,856	332,979	80,7800	-180,273	847,718	1055,540

Tabela 74. Wartości współczynników dobieralnych (A_k) równania Redlicha–Kistera (66), opisującego zależność $\Delta u = f(x_2)$, dla układu {glikol dietylenowy+W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$T[K]$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
288,15	591,087	690,243	665,262	808,678	587,291	23,8414
293,15	534,541	637,901	633,817	739,336	527,722	36,3797
298,15	482,803	589,935	601,172	673,695	479,427	50,9320
303,15	435,334	545,411	566,097	613,798	441,461	62,9099
308,15	392,107	505,887	531,373	553,576	408,558	75,9681
313,15	353,157	465,366	493,060	523,370	388,046	59,9805
318,15	318,098	428,542	455,183	497,857	373,570	41,9202

Tabela 75. Wartości współczynników dobieralnych (A_k) równania Redlicha–Kistera (66), opisującego zależność $\Delta u = f(x_2)$, dla układu {glikol trietylenowy+W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$T[K]$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
288,15	531,438	740,183	615,831	434,290	1407,98	1305,39
293,15	475,837	674,339	551,076	427,002	1328,49	1187,44
298,15	423,899	614,102	487,634	415,685	1270,34	1067,04
303,15	375,159	552,773	434,695	424,700	1204,17	948,691
308,15	330,088	507,531	397,499	383,581	1142,49	907,595
313,15	283,926	453,470	386,347	385,516	1030,04	820,047
318,15	249,741	404,625	353,371	394,204	1005,98	699,710

Tabela 76. Wartości współczynników dobieralnych (A_k) równania Redlicha–Kistera (66), opisującego zależność $\Delta u = f(x_2)$, dla układu {glikol tetraetylenowy+W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$T[\text{K}]$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
288,15	591,087	690,243	665,262	808,678	587,292	23,8410
293,15	534,541	637,902	633,817	739,336	527,722	36,3801
298,15	482,804	589,936	601,172	673,696	479,427	50,9320
303,15	435,334	545,411	566,097	613,798	441,462	62,9102
308,15	392,107	505,888	531,374	553,576	408,559	75,9680
313,15	353,158	465,367	493,060	523,370	388,046	59,9810
318,15	318,099	428,543	455,184	497,858	373,570	41,9200

Tabela 77. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

Δu [m·s ⁻¹]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	19,883	18,137	16,529	15,102	14,008	12,750	11,566
0,010	38,299	34,929	31,820	29,061	26,937	24,496	22,207
0,015	55,330	50,451	45,942	41,944	38,849	35,297	31,976
0,020	71,057	64,778	58,963	53,812	49,804	45,211	40,927
0,025	85,554	77,978	70,948	64,725	59,860	54,291	49,110
0,030	98,895	90,118	81,959	74,741	69,070	62,588	56,571
0,035	111,14	101,26	92,053	83,914	77,488	70,152	63,357
0,040	122,38	111,46	101,28	92,296	85,163	77,029	69,511
0,045	132,65	120,79	109,71	99,938	92,142	83,264	75,074
0,050	142,03	129,30	117,39	106,88	98,470	88,900	80,086
0,055	150,57	137,04	124,35	113,18	104,19	93,977	84,584
0,060	158,32	144,05	130,66	118,87	109,34	98,533	88,604
0,065	165,34	150,40	136,35	124,00	113,97	102,60	92,180
0,070	171,67	156,12	141,47	128,60	118,10	106,22	95,343
0,075	177,37	161,25	146,06	132,71	121,78	109,43	98,124
0,080	182,47	165,84	150,15	136,37	125,04	112,25	100,55
0,085	187,02	169,92	153,77	139,61	127,91	114,71	102,65
0,090	191,06	173,54	156,97	142,46	130,41	116,85	104,45
0,095	194,63	176,73	159,78	144,94	132,58	118,68	105,98
0,100	197,76	179,51	162,22	147,10	134,45	120,23	107,25
0,150	211,53	191,34	172,13	155,46	141,03	125,00	110,24
0,200	208,22	187,70	168,20	151,41	136,51	120,15	104,75
0,250	199,97	179,74	160,63	144,26	129,54	113,54	98,058
0,300	191,16	171,53	153,08	137,29	122,99	107,62	92,389
0,350	182,22	163,43	145,79	130,63	116,85	102,19	87,493
0,400	172,10	154,42	137,77	123,29	110,07	96,197	82,304
0,450	159,82	143,52	128,07	114,37	101,77	88,769	75,952
0,500	145,20	130,46	116,45	103,64	91,776	79,763	68,214
0,550	128,93	115,82	103,40	91,606	80,620	69,748	59,554
0,600	112,31	100,76	89,979	79,273	69,335	59,741	50,869
0,650	96,678	86,493	77,262	67,711	58,985	50,759	43,089
0,700	82,826	73,815	65,925	57,583	50,206	43,369	36,754
0,750	70,584	62,660	55,847	48,800	42,858	37,362	31,705
0,800	58,720	52,005	46,049	40,438	35,956	31,693	27,020
0,850	45,386	40,230	35,078	31,084	28,014	24,857	21,333
0,900	29,287	26,123	21,999	19,748	17,964	15,814	13,664
0,950	11,767	10,698	8,1790	7,5040	6,7851	5,6362	4,8892
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 78. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol dietylenowy (x_2) + W} w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

Δu [m·s ⁻¹]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	16,407	15,155	14,023	12,983	12,017	11,118	10,300
0,010	31,985	29,541	27,330	25,297	23,411	21,656	20,060
0,015	46,763	43,185	39,947	36,968	34,203	31,636	29,301
0,020	60,771	56,116	51,900	48,019	44,417	41,079	38,042
0,025	74,036	68,358	63,212	58,473	54,075	50,004	46,302
0,030	86,585	79,938	73,908	68,352	63,196	58,432	54,099
0,035	98,447	90,880	84,011	77,679	71,803	66,381	61,450
0,040	109,64	101,20	93,542	86,474	79,914	73,870	68,373
0,045	120,20	110,94	102,52	94,759	87,550	80,916	74,885
0,050	130,15	120,11	110,98	102,55	94,729	87,539	81,001
0,055	139,51	128,73	118,93	109,87	101,46	93,753	86,737
0,060	148,30	136,83	126,39	116,74	107,78	99,576	92,109
0,065	156,55	144,43	133,38	123,17	113,70	105,02	97,131
0,070	164,28	151,55	139,93	129,19	119,23	110,11	101,81
0,075	171,51	158,19	146,04	134,81	124,38	114,85	106,18
0,080	178,25	164,40	151,75	140,04	129,18	119,26	110,24
0,085	184,54	170,18	157,05	144,91	133,64	123,36	114,00
0,090	190,38	175,55	161,98	149,43	137,78	127,15	117,48
0,095	195,81	180,53	166,55	153,61	141,60	130,65	120,69
0,100	200,83	185,14	170,77	157,47	145,13	133,88	123,65
0,150	232,38	213,95	196,99	181,25	166,68	153,41	141,34
0,200	239,57	220,22	202,36	185,77	170,45	156,46	143,72
0,250	232,69	213,46	195,71	179,22	164,06	150,12	137,44
0,300	218,53	199,98	182,88	167,01	152,49	139,07	126,88
0,350	201,26	183,65	167,46	152,47	138,80	126,16	114,70
0,400	183,15	166,61	151,44	137,44	124,71	112,98	102,38
0,450	165,23	149,85	135,76	122,80	111,03	100,28	90,595
0,500	147,77	133,63	120,70	108,83	98,027	88,289	79,525
0,550	130,67	117,91	106,22	95,506	85,714	76,989	69,135
0,600	113,78	102,53	92,214	82,721	74,012	66,293	59,328
0,650	97,086	87,460	78,601	70,414	62,868	56,145	50,046
0,700	80,738	72,788	65,447	58,615	52,295	46,562	41,324
0,750	65,092	58,776	52,929	47,448	42,369	37,631	33,268
0,800	50,563	45,735	41,267	37,060	33,174	29,443	25,993
0,850	37,424	33,861	30,587	27,517	24,711	22,003	19,513
0,900	25,502	23,000	20,732	18,653	16,785	15,097	13,586
0,950	13,796	12,331	11,028	9,8820	8,8760	8,1390	7,5030
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela.79. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol trietylenowy (x_2) + W} w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

Δu [m·s ⁻¹]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	24,293	22,404	20,637	19,002	17,686	16,193	14,979
0,010	46,883	43,229	39,813	36,653	34,100	31,220	28,879
0,015	67,857	62,557	57,604	53,023	49,309	45,141	41,753
0,020	87,299	80,466	74,081	68,178	63,375	58,014	53,656
0,025	105,29	97,032	89,314	82,183	76,360	69,894	64,639
0,030	121,91	112,32	103,37	95,099	88,321	80,834	74,749
0,035	137,23	126,41	116,31	106,98	99,314	90,886	84,034
0,040	151,32	139,37	128,20	117,89	109,39	100,09	92,540
0,045	164,26	151,25	139,10	127,89	118,61	108,51	100,30
0,050	176,11	162,12	149,06	137,01	127,01	116,18	107,38
0,055	186,92	172,04	158,14	145,32	134,65	123,15	113,80
0,060	196,77	181,06	166,38	152,86	141,56	129,45	119,60
0,065	205,70	189,23	173,85	159,68	147,80	135,13	124,82
0,070	213,78	196,61	180,58	165,82	153,40	140,23	129,50
0,075	221,05	203,25	186,62	171,31	158,40	144,77	133,66
0,080	227,57	209,18	192,01	176,21	162,84	148,79	137,34
0,085	233,38	214,46	196,80	180,54	166,76	152,34	140,57
0,090	238,53	219,13	201,02	184,36	170,19	155,43	143,38
0,095	243,05	223,23	204,71	187,68	173,16	158,10	145,80
0,100	247,00	226,78	207,90	190,54	175,70	160,37	147,84
0,150	262,36	240,07	219,25	200,09	183,41	166,77	153,06
0,200	252,00	229,69	208,84	189,58	172,67	156,10	142,34
0,250	232,23	210,80	190,79	172,16	155,80	139,77	126,45
0,300	210,68	190,52	171,69	154,04	138,55	123,17	110,51
0,350	190,01	171,28	153,81	137,32	122,83	108,17	96,329
0,400	170,46	153,28	137,26	122,09	108,64	94,816	83,949
0,450	151,52	135,96	121,45	107,74	95,367	82,574	72,824
0,500	132,86	118,95	105,97	93,790	82,034	70,981	62,435
0,550	114,66	102,36	90,849	80,169	70,050	59,932	52,597
0,600	97,535	86,722	76,548	67,252	58,308	49,677	43,484
0,650	82,199	72,681	63,707	55,608	47,842	40,631	35,481
0,700	69,044	60,647	52,767	45,682	39,077	33,107	28,936
0,750	57,792	50,435	43,659	37,495	32,024	27,064	23,907
0,800	47,390	41,156	35,658	30,486	26,129	21,981	20,000
0,850	36,307	31,462	27,548	23,616	20,374	16,965	16,368
0,900	23,402	20,293	18,230	15,845	13,737	11,180	11,982
0,950	9,5220	8,2870	7,9101	7,1260	6,1430	4,7160	6,2306
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela.80. Wartości odchylenia od addytywności szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (Δu) w układzie {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w zakresie temperatur (288,15–318,15) K

Δu [m·s ⁻¹]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	28,791	27,536	26,123	24,599	22,787	20,914	18,824
0,010	55,381	52,872	50,082	47,102	43,611	40,017	36,033
0,015	79,887	76,130	72,003	67,635	62,589	57,416	51,724
0,020	102,42	97,430	92,007	86,317	79,833	73,216	65,987
0,025	123,10	116,88	110,20	103,26	95,451	87,516	78,909
0,030	142,02	134,60	126,71	118,57	109,54	100,41	90,574
0,035	159,29	150,69	141,64	132,36	122,21	111,98	101,06
0,040	175,00	165,24	155,07	144,73	133,54	122,33	110,44
0,045	189,24	178,36	167,12	155,76	143,63	131,53	118,79
0,050	202,10	190,13	177,86	165,55	152,55	139,67	126,19
0,055	213,67	200,65	187,40	174,19	160,40	146,80	132,69
0,060	224,03	209,98	195,80	181,75	167,25	153,02	138,35
0,065	233,25	218,22	203,15	188,32	173,16	158,37	143,24
0,070	241,40	225,44	209,53	193,96	178,21	162,94	147,42
0,075	248,56	231,70	215,00	198,74	182,46	166,77	150,93
0,080	254,80	237,08	219,64	202,74	185,98	169,92	153,83
0,085	260,17	241,64	223,50	206,01	188,83	172,45	156,16
0,090	264,74	245,44	226,65	208,61	191,05	174,41	157,97
0,095	268,56	248,54	229,14	210,61	192,70	175,85	159,31
0,100	271,70	251,00	231,03	212,04	193,84	176,81	160,21
0,150	275,19	250,12	226,74	205,18	185,64	168,47	152,62
0,200	251,89	226,23	202,65	181,17	161,95	145,92	131,51
0,250	222,56	198,74	176,86	156,83	138,54	123,64	110,15
0,300	196,07	175,09	155,61	137,49	120,33	106,10	92,989
0,350	174,48	156,21	138,98	122,61	106,71	92,785	79,866
0,400	156,62	140,25	124,68	109,66	95,164	81,442	68,990
0,450	140,44	125,04	110,47	96,415	83,466	70,146	58,682
0,500	124,38	109,32	95,325	82,005	70,691	58,174	48,219
0,550	107,92	93,068	79,607	67,087	57,348	46,099	37,950
0,600	91,484	77,278	64,699	53,297	44,910	35,317	28,939
0,650	76,061	63,307	52,200	42,384	34,998	27,274	22,331
0,700	62,566	52,106	43,063	35,290	28,526	22,664	18,674
0,750	51,281	43,599	36,931	31,463	25,054	20,848	17,426
0,800	41,535	36,442	31,968	28,713	22,650	19,773	16,856
0,850	31,854	28,428	25,444	23,903	18,522	16,630	14,571
0,900	20,778	17,794	15,384	14,767	10,705	9,5460	8,8820
0,950	8,5660	5,6801	3,5410	3,1542	1,0812	0,5330	1,2490
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 81. Wartości szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (u) w układzie {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

u [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	1466,57	1482,33	1496,75	1509,39	1519,20	1528,82	1536,65
0,005	1487,20	1501,08	1513,76	1524,86	1533,47	1541,73	1548,28
0,010	1506,37	1518,49	1529,54	1539,18	1546,66	1553,63	1558,98
0,015	1524,15	1534,62	1544,15	1552,43	1558,83	1564,59	1568,81
0,020	1540,62	1549,56	1557,65	1564,66	1570,05	1574,66	1577,82
0,025	1555,87	1563,38	1570,12	1575,94	1580,36	1583,89	1586,07
0,030	1569,96	1576,13	1581,62	1586,33	1589,83	1592,35	1593,59
0,035	1582,96	1587,89	1592,20	1595,86	1598,51	1600,07	1600,44
0,040	1594,94	1598,71	1601,92	1604,61	1606,45	1607,10	1606,66
0,045	1605,97	1608,65	1610,83	1612,62	1613,69	1613,49	1612,28
0,050	1616,10	1617,77	1618,99	1619,93	1620,28	1619,29	1617,35
0,055	1625,38	1626,12	1626,45	1626,60	1626,26	1624,52	1621,91
0,060	1633,88	1633,75	1633,24	1632,66	1631,67	1629,23	1626,00
0,065	1641,65	1640,71	1639,42	1638,15	1636,56	1633,46	1629,63
0,070	1648,73	1647,04	1645,02	1643,12	1640,96	1637,24	1632,86
0,075	1655,18	1652,79	1650,09	1647,60	1644,90	1640,60	1635,70
0,080	1661,03	1657,99	1654,66	1651,62	1648,42	1643,58	1638,19
0,085	1666,33	1662,69	1658,77	1655,22	1651,54	1646,20	1640,36
0,090	1671,12	1666,92	1662,46	1658,43	1654,31	1648,49	1642,22
0,095	1675,43	1670,72	1665,75	1661,29	1656,74	1650,48	1643,81
0,100	1679,31	1674,12	1668,68	1663,81	1658,86	1652,19	1645,14
0,150	1700,57	1692,08	1683,44	1675,83	1668,05	1658,52	1648,74
0,200	1704,76	1694,58	1684,36	1675,43	1666,14	1655,24	1643,88
0,250	1703,99	1692,76	1681,64	1671,94	1661,77	1650,19	1637,80
0,300	1702,67	1690,68	1678,94	1668,63	1657,84	1645,84	1632,75
0,350	1701,22	1688,72	1676,50	1665,62	1654,30	1641,98	1628,47
0,400	1698,59	1685,84	1673,33	1661,94	1650,12	1637,55	1623,90
0,450	1693,81	1681,08	1668,49	1656,68	1644,44	1631,69	1618,16
0,500	1686,67	1674,16	1661,72	1649,61	1637,04	1624,25	1611,04
0,550	1677,89	1665,65	1653,52	1641,23	1628,49	1615,80	1603,00
0,600	1668,76	1656,72	1644,95	1632,55	1619,81	1607,36	1594,93
0,650	1660,62	1648,59	1637,08	1624,65	1612,07	1599,94	1587,77
0,700	1654,26	1642,05	1630,60	1618,18	1605,90	1594,12	1582,06
0,750	1649,50	1637,03	1625,37	1613,05	1601,16	1589,68	1577,62
0,800	1645,13	1632,51	1620,42	1608,35	1596,86	1585,58	1573,56
0,850	1639,29	1626,87	1614,30	1602,65	1591,52	1580,31	1568,49
0,900	1630,68	1618,90	1606,08	1594,97	1584,08	1572,83	1561,44
0,950	1620,65	1609,61	1597,11	1586,39	1575,51	1564,22	1553,28
1	1616,37	1605,05	1593,78	1582,54	1571,33	1560,15	1549,01

Tabela 82. Wartości szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (u) w układzie {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

u [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	1466,57	1482,33	1496,75	1509,39	1519,20	1528,82	1536,65
0,005	1483,67	1498,03	1511,19	1522,67	1531,41	1540,03	1546,94
0,010	1499,94	1512,96	1524,91	1535,27	1543,00	1550,66	1556,70
0,015	1515,41	1527,16	1537,94	1547,24	1553,98	1560,73	1565,94
0,020	1530,11	1540,63	1550,31	1558,58	1564,39	1570,26	1574,67
0,025	1544,06	1553,42	1562,04	1569,33	1574,24	1579,27	1582,93
0,030	1557,30	1565,55	1573,15	1579,50	1583,56	1587,79	1590,72
0,035	1569,86	1577,04	1583,67	1589,12	1592,36	1595,83	1598,07
0,040	1581,75	1587,91	1593,62	1598,21	1600,66	1603,41	1604,99
0,045	1593,00	1598,20	1603,02	1606,79	1608,49	1610,54	1611,49
0,050	1603,64	1607,91	1611,89	1614,87	1615,87	1617,26	1617,60
0,055	1613,69	1617,09	1620,25	1622,49	1622,80	1623,56	1623,34
0,060	1623,17	1625,73	1628,13	1629,65	1629,31	1629,47	1628,70
0,065	1632,11	1633,88	1635,54	1636,38	1635,42	1635,01	1633,72
0,070	1640,53	1641,54	1642,50	1642,69	1641,14	1640,19	1638,40
0,075	1648,45	1648,73	1649,03	1648,60	1646,49	1645,02	1642,76
0,080	1655,89	1655,49	1655,15	1654,13	1651,49	1649,52	1646,82
0,085	1662,87	1661,81	1660,88	1659,29	1656,14	1653,71	1650,58
0,090	1669,41	1667,73	1666,22	1664,10	1660,47	1657,59	1654,05
0,095	1675,52	1673,26	1671,20	1668,57	1664,49	1661,18	1657,26
0,100	1681,23	1678,41	1675,84	1672,72	1668,21	1664,50	1660,21
0,150	1719,70	1712,69	1706,22	1699,44	1691,70	1684,93	1677,86
0,200	1733,81	1724,43	1715,75	1706,89	1697,41	1688,87	1680,19
0,250	1733,84	1723,14	1713,26	1703,27	1692,95	1683,43	1673,86
0,300	1726,60	1715,13	1704,58	1694,00	1683,32	1673,27	1663,25
0,350	1716,24	1704,27	1693,32	1682,39	1671,57	1661,27	1651,03
0,400	1705,05	1692,70	1681,46	1670,29	1659,42	1648,99	1638,66
0,450	1694,04	1681,41	1669,93	1658,59	1647,67	1637,18	1626,82
0,500	1683,49	1670,66	1659,03	1647,54	1636,61	1626,08	1615,70
0,550	1673,30	1660,40	1648,71	1637,15	1626,23	1615,68	1605,27
0,600	1663,33	1650,50	1638,86	1627,30	1616,47	1605,88	1595,41
0,650	1653,54	1640,89	1629,40	1617,92	1607,26	1596,63	1586,09
0,700	1644,11	1631,69	1620,41	1609,05	1598,63	1587,95	1577,32
0,750	1635,38	1623,15	1612,05	1600,82	1590,64	1579,91	1569,21
0,800	1627,77	1615,58	1604,55	1593,36	1583,38	1572,62	1561,89
0,850	1621,54	1609,17	1598,02	1586,75	1576,86	1566,08	1555,36
0,900	1616,53	1603,78	1592,33	1580,82	1570,87	1560,07	1549,39
0,950	1611,74	1598,58	1586,78	1574,98	1564,90	1554,01	1543,29
1	1604,86	1591,72	1579,91	1568,03	1557,96	1546,77	1535,71

Tabela 83. Wartości szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (u) w układzie {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

u [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	1466,57	1482,33	1496,75	1509,39	1519,20	1528,82	1536,65
0,005	1491,75	1505,47	1517,97	1528,84	1537,21	1545,21	1551,72
0,010	1515,23	1527,03	1537,73	1546,94	1553,95	1560,44	1565,71
0,015	1537,09	1547,09	1556,11	1563,76	1569,49	1574,56	1578,67
0,020	1557,42	1565,73	1573,17	1579,36	1583,88	1587,64	1590,67
0,025	1576,29	1583,03	1588,98	1593,82	1597,19	1599,72	1601,74
0,030	1593,80	1599,06	1603,62	1607,18	1609,48	1610,86	1611,94
0,035	1610,01	1613,88	1617,15	1619,51	1620,80	1621,11	1621,32
0,040	1624,99	1627,57	1629,62	1630,88	1631,21	1630,53	1629,91
0,045	1638,81	1640,19	1641,11	1641,32	1640,75	1639,15	1637,77
0,050	1651,55	1651,79	1651,65	1650,89	1649,48	1647,02	1644,94
0,055	1663,25	1662,44	1661,31	1659,65	1657,45	1654,19	1651,44
0,060	1673,98	1672,19	1670,14	1667,64	1664,69	1660,69	1657,34
0,065	1683,80	1681,10	1678,19	1674,91	1671,25	1666,57	1662,65
0,070	1692,77	1689,22	1685,51	1681,49	1677,18	1671,87	1667,41
0,075	1700,93	1696,58	1692,13	1687,43	1682,51	1676,61	1671,66
0,080	1708,33	1703,25	1698,11	1692,78	1687,28	1680,84	1675,44
0,085	1715,02	1709,27	1703,48	1697,56	1691,52	1684,58	1678,76
0,090	1721,06	1714,67	1708,28	1701,82	1695,28	1687,87	1681,66
0,095	1726,47	1719,50	1712,56	1705,59	1698,57	1690,74	1684,16
0,100	1731,31	1723,79	1716,33	1708,90	1701,44	1693,22	1686,30
0,150	1755,53	1744,40	1733,52	1722,94	1712,42	1701,63	1692,42
0,200	1754,04	1741,36	1728,95	1716,91	1704,95	1692,97	1682,60
0,250	1743,13	1729,81	1716,74	1703,98	1691,35	1678,65	1667,61
0,300	1730,44	1716,86	1703,48	1690,34	1677,37	1664,07	1652,58
0,350	1718,64	1704,96	1691,44	1678,11	1664,92	1651,08	1639,29
0,400	1707,95	1694,29	1680,72	1667,37	1654,00	1639,73	1627,81
0,450	1697,88	1684,31	1670,75	1657,50	1643,99	1629,50	1617,59
0,500	1688,08	1674,63	1661,11	1648,03	1633,93	1619,92	1608,10
0,550	1678,74	1665,38	1651,82	1638,89	1625,21	1610,88	1599,16
0,600	1670,48	1657,07	1643,36	1630,46	1616,74	1602,64	1590,95
0,650	1664,01	1650,36	1636,36	1623,30	1609,55	1595,61	1583,85
0,700	1659,72	1645,66	1631,26	1617,86	1604,05	1590,09	1578,21
0,750	1657,34	1642,78	1627,99	1614,16	1600,27	1586,06	1574,08
0,800	1655,80	1640,84	1625,82	1611,64	1597,64	1582,99	1571,07
0,850	1653,58	1638,48	1623,55	1609,25	1595,16	1579,99	1568,34
0,900	1649,54	1634,64	1620,07	1605,97	1591,79	1576,22	1564,86
0,950	1644,53	1629,97	1615,59	1601,73	1587,46	1571,76	1560,01
1	1643,87	1629,02	1613,52	1599,09	1584,59	1569,06	1554,68

Tabela 84. Wartości szybkości propagacji fal ultradźwiękowych (u) w układzie {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

u [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	1466,57	1482,33	1496,75	1509,39	1519,20	1528,82	1536,65
0,005	1496,19	1510,53	1523,38	1534,36	1542,23	1549,86	1555,48
0,010	1523,62	1536,53	1547,86	1557,23	1563,31	1569,08	1572,70
0,015	1548,96	1560,46	1570,29	1578,13	1582,53	1586,61	1588,40
0,020	1572,33	1582,42	1590,80	1597,18	1600,02	1602,53	1602,67
0,025	1593,84	1602,54	1609,52	1614,49	1615,89	1616,95	1615,61
0,030	1613,59	1620,92	1626,54	1630,17	1630,23	1629,97	1627,28
0,035	1631,69	1637,68	1641,97	1644,33	1643,14	1641,67	1637,78
0,040	1648,23	1652,90	1655,92	1657,06	1654,72	1652,14	1647,17
0,045	1663,31	1666,68	1668,48	1668,46	1665,06	1661,47	1655,53
0,050	1677,00	1679,12	1679,74	1678,62	1674,23	1669,72	1662,94
0,055	1689,41	1690,30	1689,78	1687,63	1682,33	1676,99	1669,44
0,060	1700,59	1700,30	1698,70	1695,56	1689,42	1683,32	1675,12
0,065	1710,65	1709,20	1706,56	1702,49	1695,58	1688,80	1680,02
0,070	1719,63	1717,08	1713,45	1708,50	1700,88	1693,49	1684,20
0,075	1727,63	1724,01	1719,43	1713,65	1705,38	1697,44	1687,72
0,080	1734,70	1730,06	1724,58	1718,01	1709,15	1700,72	1690,63
0,085	1740,90	1735,28	1728,95	1721,65	1712,24	1703,37	1692,97
0,090	1746,30	1739,75	1732,61	1724,62	1714,71	1705,46	1694,80
0,095	1750,96	1743,51	1735,62	1726,98	1716,61	1707,02	1696,14
0,100	1754,93	1746,63	1738,02	1728,78	1717,99	1708,10	1697,05
0,150	1766,75	1752,41	1738,85	1725,61	1712,27	1701,00	1689,56
0,200	1751,78	1735,17	1719,88	1705,26	1691,06	1679,68	1668,54
0,250	1730,77	1714,33	1699,20	1684,60	1670,12	1658,63	1647,28
0,300	1712,61	1697,33	1683,07	1668,94	1654,38	1642,32	1630,21
0,350	1699,35	1685,10	1671,55	1657,74	1643,24	1630,24	1617,18
0,400	1689,82	1675,79	1662,37	1648,46	1634,16	1620,13	1606,40
0,450	1681,97	1667,24	1653,28	1638,88	1624,94	1610,06	1596,18
0,500	1674,24	1658,16	1643,25	1628,15	1614,64	1599,32	1585,81
0,550	1666,10	1648,56	1632,64	1616,91	1603,77	1588,48	1575,64
0,600	1658,00	1639,42	1622,85	1606,79	1593,81	1578,93	1566,72
0,650	1650,90	1632,10	1615,47	1599,56	1586,37	1572,12	1560,21
0,700	1645,74	1627,55	1611,45	1596,14	1582,38	1568,75	1556,65
0,750	1642,78	1625,69	1610,44	1595,99	1581,38	1568,16	1555,49
0,800	1641,36	1625,19	1610,59	1596,91	1581,45	1568,32	1555,02
0,850	1640,01	1623,82	1609,18	1595,78	1579,80	1566,41	1552,83
0,900	1637,26	1619,84	1604,24	1590,32	1574,46	1560,56	1547,23
0,950	1633,38	1614,38	1597,51	1582,38	1567,31	1552,78	1539,69
1	1633,14	1615,35	1599,09	1582,90	1568,70	1553,48	1538,54

Tabela 85. Wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu
 {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu
 (288,15–318,15) K

	$\kappa_S \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	4,6536	4,5592	4,4770	4,4085	4,3588	4,3120	4,2769
0,005	4,5234	4,4447	4,3760	4,3190	4,2779	4,2403	4,2133
0,010	4,4072	4,3419	4,2852	4,2383	4,2049	4,1755	4,1559
0,015	4,3031	4,2497	4,2034	4,1656	4,1391	4,1172	4,1041
0,020	4,2097	4,1667	4,1298	4,1000	4,0798	4,0645	4,0575
0,025	4,1258	4,0920	4,0634	4,0408	4,0263	4,0171	4,0155
0,030	4,0503	4,0246	4,0035	3,9873	3,9779	3,9743	3,9776
0,035	3,9823	3,9639	3,9494	3,9390	3,9344	3,9358	3,9436
0,040	3,9210	3,9091	3,9006	3,8954	3,8951	3,9011	3,9131
0,045	3,8658	3,8597	3,8566	3,8561	3,8597	3,8700	3,8858
0,050	3,8160	3,8150	3,8168	3,8206	3,8279	3,8421	3,8613
0,055	3,7710	3,7748	3,7810	3,7887	3,7993	3,8171	3,8395
0,060	3,7305	3,7384	3,7487	3,7600	3,7736	3,7947	3,8202
0,065	3,6939	3,7057	3,7197	3,7341	3,7507	3,7748	3,8030
0,070	3,6610	3,6762	3,6936	3,7110	3,7302	3,7571	3,7879
0,075	3,6313	3,6497	3,6701	3,6902	3,7119	3,7415	3,7746
0,080	3,6046	3,6259	3,6491	3,6717	3,6957	3,7277	3,7631
0,085	3,5806	3,6046	3,6304	3,6552	3,6813	3,7156	3,7530
0,090	3,5591	3,5855	3,6136	3,6406	3,6687	3,7051	3,7445
0,095	3,5398	3,5684	3,5988	3,6277	3,6576	3,6960	3,7372
0,100	3,5226	3,5532	3,5856	3,6163	3,6480	3,6881	3,7310
0,150	3,4293	3,4736	3,5196	3,5623	3,6066	3,6596	3,7152
0,200	3,4113	3,4629	3,5159	3,5647	3,6162	3,6760	3,7395
0,250	3,4161	3,4724	3,5297	3,5823	3,6382	3,7018	3,7709
0,300	3,4249	3,4845	3,5448	3,6004	3,6596	3,7256	3,7985
0,350	3,4349	3,4969	3,5594	3,6178	3,6796	3,7476	3,8230
0,400	3,4498	3,5131	3,5772	3,6382	3,7026	3,7723	3,8489
0,450	3,4734	3,5372	3,6022	3,6655	3,7323	3,8036	3,8804
0,500	3,5067	3,5704	3,6355	3,7009	3,7700	3,8423	3,9185
0,550	3,5472	3,6106	3,6753	3,7425	3,8133	3,8861	3,9615
0,600	3,5897	3,6533	3,7173	3,7859	3,8578	3,9305	4,0050
0,650	3,6286	3,6930	3,7567	3,8263	3,8985	3,9704	4,0445
0,700	3,6603	3,7261	3,7902	3,8604	3,9320	4,0028	4,0771
0,750	3,6852	3,7527	3,8183	3,8885	3,9588	4,0286	4,1033
0,800	3,7085	3,7771	3,8453	3,9149	3,9837	4,0530	4,1280
0,850	3,7387	3,8070	3,8781	3,9464	4,0140	4,0835	4,1582
0,900	3,7819	3,8483	3,9216	3,9881	4,0554	4,1260	4,1994
0,950	3,8327	3,8968	3,9697	4,0353	4,1035	4,1754	4,2474
1	3,8576	3,9237	3,9907	4,0595	4,1298	4,2016	4,2750

Tabela 86. Wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu
 {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu
 (288,15–318,15) K

	$\kappa_S \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	4,6536	4,5592	4,4770	4,4085	4,3588	4,3120	4,2769
0,005	4,5281	4,4461	4,3744	4,3151	4,2731	4,2334	4,2043
0,010	4,4128	4,3418	4,2797	4,2286	4,1936	4,1604	4,1369
0,015	4,3066	4,2456	4,1920	4,1485	4,1199	4,0925	4,0742
0,020	4,2088	4,1567	4,1109	4,0742	4,0515	4,0295	4,0159
0,025	4,1184	4,0744	4,0358	4,0053	3,9879	3,9709	3,9615
0,030	4,0350	3,9982	3,9660	3,9414	3,9289	3,9163	3,9110
0,035	3,9578	3,9277	3,9014	3,8819	3,8739	3,8656	3,8638
0,040	3,8862	3,8622	3,8413	3,8266	3,8228	3,8183	3,8199
0,045	3,8200	3,8014	3,7854	3,7752	3,7752	3,7742	3,7790
0,050	3,7585	3,7450	3,7335	3,7274	3,7309	3,7332	3,7409
0,055	3,7015	3,6925	3,6852	3,6829	3,6896	3,6950	3,7054
0,060	3,6485	3,6438	3,6403	3,6414	3,6512	3,6594	3,6722
0,065	3,5993	3,5985	3,5985	3,6028	3,6154	3,6262	3,6414
0,070	3,5536	3,5563	3,5597	3,5669	3,5821	3,5953	3,6127
0,075	3,5111	3,5171	3,5235	3,5335	3,5511	3,5666	3,5860
0,080	3,4716	3,4806	3,4898	3,5024	3,5222	3,5398	3,5611
0,085	3,4349	3,4467	3,4585	3,4735	3,4954	3,5149	3,5380
0,090	3,4008	3,4152	3,4293	3,4465	3,4704	3,4918	3,5165
0,095	3,3691	3,3859	3,4023	3,4215	3,4472	3,4703	3,4966
0,100	3,3396	3,3586	3,3771	3,3983	3,4257	3,4504	3,4782
0,150	3,1407	3,1751	3,2081	3,2431	3,2824	3,3188	3,3572
0,200	3,0559	3,0983	3,1392	3,1816	3,2272	3,2704	3,3150
0,250	3,0327	3,0799	3,1253	3,1721	3,2212	3,2685	3,3170
0,300	3,0422	3,0926	3,1410	3,1907	3,2419	3,2918	3,3429
0,350	3,0676	3,1206	3,1713	3,2231	3,2757	3,3276	3,3804
0,400	3,0996	3,1549	3,2076	3,2612	3,3150	3,3683	3,4225
0,450	3,1336	3,1910	3,2454	3,3008	3,3557	3,4102	3,4655
0,500	3,1680	3,2271	3,2831	3,3399	3,3959	3,4515	3,5078
0,550	3,2027	3,2631	3,3202	3,3783	3,4351	3,4918	3,5491
0,600	3,2380	3,2991	3,3570	3,4160	3,4733	3,5310	3,5895
0,650	3,2739	3,3352	3,3934	3,4530	3,5104	3,5691	3,6289
0,700	3,3095	3,3708	3,4290	3,4889	3,5461	3,6059	3,6669
0,750	3,3433	3,4047	3,4629	3,5230	3,5799	3,6407	3,7028
0,800	3,3733	3,4353	3,4939	3,5545	3,6112	3,6728	3,7358
0,850	3,3980	3,4614	3,5211	3,5829	3,6398	3,7021	3,7657
0,900	3,4180	3,4836	3,5452	3,6086	3,6663	3,7294	3,7935
0,950	3,4373	3,5053	3,5690	3,6343	3,6933	3,7574	3,8224
1	3,4662	3,5349	3,5994	3,6659	3,7255	3,7919	3,8594

Tabela 87. Wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu
 {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu
 (288,15–318,15) K

	$\kappa_S \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	4,6536	4,5592	4,4770	4,4085	4,3588	4,3120	4,2769
0,005	4,4695	4,3931	4,3266	4,2717	4,2326	4,1970	4,1707
0,010	4,3066	4,2454	4,1924	4,1494	4,1195	4,0935	4,0750
0,015	4,1619	4,1137	4,0724	4,0396	4,0178	4,0004	3,9886
0,020	4,0330	3,9961	3,9648	3,9410	3,9264	3,9164	3,9106
0,025	3,9178	3,8906	3,8682	3,8522	3,8440	3,8405	3,8401
0,030	3,8146	3,7960	3,7813	3,7722	3,7696	3,7720	3,7763
0,035	3,7221	3,7109	3,7030	3,7000	3,7025	3,7099	3,7185
0,040	3,6389	3,6343	3,6324	3,6348	3,6418	3,6538	3,6661
0,045	3,5640	3,5652	3,5687	3,5758	3,5869	3,6030	3,6187
0,050	3,4966	3,5028	3,5111	3,5226	3,5373	3,5571	3,5758
0,055	3,4358	3,4466	3,4591	3,4744	3,4924	3,5155	3,5370
0,060	3,3809	3,3957	3,4121	3,4308	3,4519	3,4779	3,5019
0,065	3,3313	3,3498	3,3696	3,3914	3,4152	3,4440	3,4702
0,070	3,2866	3,3083	3,3312	3,3558	3,3822	3,4133	3,4416
0,075	3,2462	3,2709	3,2965	3,3237	3,3524	3,3857	3,4158
0,080	3,2098	3,2371	3,2653	3,2948	3,3256	3,3608	3,3927
0,085	3,1770	3,2067	3,2371	3,2687	3,3015	3,3385	3,3720
0,090	3,1474	3,1793	3,2118	3,2453	3,2799	3,3186	3,3535
0,095	3,1208	3,1546	3,1891	3,2243	3,2606	3,3008	3,3370
0,100	3,0969	3,1325	3,1687	3,2056	3,2433	3,2849	3,3224
0,150	2,9645	3,0117	3,0593	3,1070	3,1555	3,2062	3,2522
0,200	2,9413	2,9941	3,0474	3,1007	3,1550	3,2109	3,2620
0,250	2,9610	3,0169	3,0734	3,1303	3,1883	3,2481	3,3029
0,300	2,9937	3,0516	3,1103	3,1697	3,2302	3,2936	3,3515
0,350	3,0277	3,0870	3,1472	3,2084	3,2709	3,3377	3,3979
0,400	3,0605	3,1207	3,1821	3,2444	3,3086	3,3782	3,4401
0,450	3,0930	3,1537	3,2160	3,2790	3,3447	3,4164	3,4792
0,500	3,1258	3,1869	3,2502	3,3134	3,3825	3,4533	3,5167
0,550	3,1579	3,2197	3,2841	3,3476	3,4160	3,4893	3,5531
0,600	3,1870	3,2499	3,3157	3,3800	3,4496	3,5229	3,5874
0,650	3,2100	3,2745	3,3423	3,4080	3,4786	3,5520	3,6177
0,700	3,2253	3,2918	3,3618	3,4295	3,5010	3,5752	3,6420
0,750	3,2335	3,3023	3,3741	3,4441	3,5163	3,5921	3,6599
0,800	3,2385	3,3092	3,3822	3,4539	3,5269	3,6050	3,6729
0,850	3,2463	3,3178	3,3907	3,4632	3,5369	3,6178	3,6847
0,900	3,2613	3,3324	3,4044	3,4764	3,5510	3,6342	3,7001
0,950	3,2803	3,3506	3,4223	3,4939	3,5694	3,6539	3,7222
1	3,2823	3,3539	3,4305	3,5048	3,5817	3,6658	3,7471

Tabela 88. Wartości współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S) układu
 {glikol tertraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu
 (288,15–318,15) K

	$\kappa_S \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	4,6536	4,5592	4,4770	4,4085	4,3588	4,3120	4,2769
0,005	4,4333	4,3544	4,2870	4,2326	4,1969	4,1639	4,1428
0,010	4,2422	4,1767	4,1220	4,0796	4,0557	4,0343	4,0249
0,015	4,0756	4,0217	3,9782	3,9461	3,9322	3,9207	3,9212
0,020	3,9298	3,8862	3,8524	3,8293	3,8240	3,8209	3,8297
0,025	3,8018	3,7673	3,7420	3,7269	3,7289	3,7330	3,7489
0,030	3,6890	3,6627	3,6450	3,6369	3,6452	3,6556	3,6775
0,035	3,5894	3,5705	3,5596	3,5577	3,5716	3,5873	3,6144
0,040	3,5013	3,4891	3,4844	3,4880	3,5068	3,5272	3,5586
0,045	3,4233	3,4172	3,4180	3,4266	3,4497	3,4742	3,5093
0,050	3,3541	3,3536	3,3595	3,3727	3,3995	3,4276	3,4659
0,055	3,2928	3,2974	3,3079	3,3252	3,3555	3,3866	3,4276
0,060	3,2384	3,2477	3,2625	3,2836	3,3169	3,3508	3,3941
0,065	3,1901	3,2039	3,2226	3,2471	3,2831	3,3194	3,3647
0,070	3,1474	3,1653	3,1876	3,2153	3,2538	3,2922	3,3391
0,075	3,1097	3,1313	3,1570	3,1877	3,2283	3,2687	3,3170
0,080	3,0763	3,1016	3,1304	3,1638	3,2064	3,2485	3,2980
0,085	3,0470	3,0756	3,1074	3,1432	3,1878	3,2312	3,2818
0,090	3,0213	3,0531	3,0875	3,1258	3,1719	3,2167	3,2681
0,095	2,9989	3,0336	3,0706	3,1110	3,1587	3,2047	3,2568
0,100	2,9794	3,0169	3,0563	3,0988	3,1479	3,1949	3,2475
0,150	2,8983	2,9557	3,0121	3,0689	3,1277	3,1803	3,2350
0,200	2,9258	2,9924	3,0564	3,1199	3,1838	3,2386	3,2939
0,250	2,9848	3,0530	3,1184	3,1839	3,2510	3,3081	3,3660
0,300	3,0412	3,1071	3,1710	3,2363	3,3053	3,3661	3,4288
0,350	3,0844	3,1478	3,2101	3,2754	3,3454	3,4112	3,4790
0,400	3,1162	3,1796	3,2425	3,3090	3,3792	3,4504	3,5223
0,450	3,1430	3,2099	3,2758	3,3453	3,4151	3,4910	3,5647
0,500	3,1701	3,2431	3,3139	3,3875	3,4567	3,5358	3,6093
0,550	3,1995	3,2794	3,3554	3,4331	3,5020	3,5825	3,6542
0,600	3,2295	3,3147	3,3946	3,4751	3,5445	3,6246	3,6945
0,650	3,2564	3,3435	3,4247	3,5056	3,5768	3,6550	3,7243
0,700	3,2761	3,3615	3,4411	3,5199	3,5941	3,6700	3,7406
0,750	3,2875	3,3687	3,4450	3,5201	3,5982	3,6722	3,7457
0,800	3,2928	3,3705	3,4440	3,5156	3,5975	3,6711	3,7476
0,850	3,2979	3,3758	3,4496	3,5203	3,6047	3,6797	3,7578
0,900	3,3085	3,3919	3,4705	3,5441	3,6287	3,7069	3,7846
0,950	3,3236	3,4143	3,4992	3,5792	3,6614	3,7436	3,8213
1	3,3242	3,4099	3,4920	3,5764	3,6545	3,7399	3,8266

Tabela 89. Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) układu {1,5-pentanodiol (x_2) + W} temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$\kappa_S^E \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-9,2520	-8,4420	-7,6530	-6,8890	-5,9990	-5,4450	-4,7440
0,010	-17,806	-16,243	-14,721	-13,250	-11,534	-10,467	-9,1170
0,015	-25,719	-23,456	-21,253	-19,124	-16,643	-15,099	-13,150
0,020	-33,041	-30,126	-27,290	-24,550	-21,359	-19,374	-16,869
0,025	-39,816	-36,295	-32,871	-29,563	-25,714	-23,319	-20,299
0,030	-46,086	-42,001	-38,029	-34,195	-29,736	-26,959	-23,463
0,035	-51,889	-47,278	-42,798	-38,474	-33,449	-30,318	-26,381
0,040	-57,258	-52,158	-47,205	-42,426	-36,876	-33,417	-29,072
0,045	-62,225	-56,670	-51,277	-46,076	-40,039	-36,276	-31,552
0,050	-66,819	-60,841	-55,038	-49,445	-42,957	-38,911	-33,837
0,055	-71,065	-64,693	-58,511	-52,554	-45,648	-41,340	-35,942
0,060	-74,989	-68,251	-61,715	-55,421	-48,127	-43,576	-37,879
0,065	-78,611	-71,533	-64,670	-58,062	-50,410	-45,634	-39,660
0,070	-81,954	-74,559	-67,392	-60,494	-52,511	-47,526	-41,296
0,075	-85,034	-77,346	-69,897	-62,730	-54,441	-49,263	-42,798
0,080	-87,870	-79,909	-72,200	-64,784	-56,212	-50,856	-44,174
0,085	-90,478	-82,265	-74,314	-66,668	-57,835	-52,315	-45,433
0,090	-92,873	-84,426	-76,251	-68,394	-59,321	-53,649	-46,583
0,095	-95,067	-86,405	-78,024	-69,971	-60,677	-54,865	-47,631
0,100	-97,075	-88,213	-79,642	-71,410	-61,913	-55,973	-48,584
0,150	-109,11	-98,982	-89,216	-79,864	-69,125	-62,391	-54,070
0,200	-111,49	-100,99	-90,903	-81,262	-70,236	-63,308	-54,791
0,250	-108,59	-98,250	-88,325	-78,865	-68,083	-61,297	-52,992
0,300	-102,79	-92,900	-83,428	-74,418	-64,180	-57,728	-49,858
0,350	-95,420	-86,159	-77,305	-68,897	-59,367	-53,354	-46,044
0,400	-87,264	-78,730	-70,584	-62,859	-54,124	-48,606	-41,919
0,450	-78,785	-71,030	-63,637	-56,634	-48,730	-43,734	-37,694
0,500	-70,267	-63,310	-56,685	-50,415	-43,352	-38,884	-33,497
0,550	-61,880	-55,721	-49,862	-44,322	-38,090	-34,146	-29,400
0,600	-53,730	-48,356	-43,250	-38,423	-33,003	-29,571	-25,450
0,650	-45,877	-41,268	-36,893	-32,761	-28,126	-25,190	-21,671
0,700	-38,354	-34,485	-30,816	-27,353	-23,474	-21,017	-18,075
0,750	-31,171	-28,014	-25,024	-22,204	-19,051	-17,053	-14,661
0,800	-24,322	-21,850	-19,510	-17,307	-14,847	-13,288	-11,422
0,850	-17,791	-15,979	-14,260	-12,647	-10,849	-9,7080	-8,3440
0,900	-11,562	-10,381	-9,2580	-8,2100	-7,0420	-6,2990	-5,4130
0,950	-5,6250	-5,0500	-4,4990	-3,9890	-3,4190	-3,0560	-2,6260
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 90. Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) układu {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$\kappa_S^E \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-8,2740	-7,5460	-6,8460	-6,1770	-5,5350	-4,9260	-4,3470
0,010	-15,953	-14,546	-13,196	-11,903	-10,665	-9,4890	-8,3740
0,015	-23,081	-21,041	-19,085	-17,213	-15,421	-13,718	-12,105
0,020	-29,698	-27,069	-24,549	-22,137	-19,829	-17,638	-15,561
0,025	-35,841	-32,663	-29,617	-26,704	-23,916	-21,270	-18,764
0,030	-41,543	-37,853	-34,318	-30,938	-27,704	-24,637	-21,730
0,035	-46,836	-42,669	-38,678	-34,864	-31,216	-27,756	-24,479
0,040	-51,747	-47,136	-42,721	-38,503	-34,470	-30,645	-27,023
0,045	-56,303	-51,278	-46,469	-41,875	-37,484	-33,320	-29,379
0,050	-60,528	-55,118	-49,942	-44,999	-40,274	-35,797	-31,559
0,055	-64,444	-58,675	-53,158	-47,890	-42,857	-38,088	-33,575
0,060	-68,072	-61,969	-56,134	-50,566	-45,245	-40,206	-35,439
0,065	-71,429	-65,016	-58,887	-53,039	-47,453	-42,163	-37,160
0,070	-74,535	-67,833	-61,431	-55,324	-49,491	-43,970	-38,747
0,075	-77,404	-70,435	-63,779	-57,432	-51,371	-45,635	-40,211
0,080	-80,053	-72,836	-65,945	-59,375	-53,103	-47,169	-41,558
0,085	-82,494	-75,048	-67,939	-61,164	-54,697	-48,580	-42,797
0,090	-84,741	-77,082	-69,773	-62,808	-56,161	-49,875	-43,934
0,095	-86,807	-78,951	-71,456	-64,316	-57,504	-51,062	-44,976
0,100	-88,701	-80,664	-72,998	-65,697	-58,733	-52,149	-45,928
0,150	-100,23	-91,055	-82,317	-74,014	-66,105	-58,644	-51,605
0,200	-102,77	-93,273	-84,249	-75,690	-67,550	-59,881	-52,656
0,250	-100,31	-90,965	-82,104	-73,713	-65,741	-58,241	-51,183
0,300	-95,064	-86,146	-77,705	-69,723	-62,146	-55,027	-48,333
0,350	-88,300	-79,969	-72,093	-64,654	-57,600	-50,977	-44,755
0,400	-80,774	-73,114	-65,881	-59,056	-52,589	-46,523	-40,829
0,450	-72,933	-65,986	-59,432	-53,255	-47,404	-41,921	-36,778
0,500	-65,051	-58,830	-52,966	-47,444	-42,217	-37,322	-32,733
0,550	-57,289	-51,791	-46,613	-41,740	-37,129	-32,816	-28,773
0,600	-49,742	-44,954	-40,447	-36,209	-32,200	-28,452	-24,942
0,650	-42,466	-38,367	-34,512	-30,888	-27,462	-24,260	-21,262
0,700	-35,489	-32,055	-28,828	-25,795	-22,929	-20,252	-17,745
0,750	-28,822	-26,028	-23,403	-20,937	-18,608	-16,432	-14,396
0,800	-22,469	-20,287	-18,238	-16,314	-14,497	-12,800	-11,212
0,850	-16,424	-14,827	-13,327	-11,920	-10,591	-9,350	-8,1900
0,900	-10,677	-9,6360	-8,6600	-7,7450	-6,8810	-6,0750	-5,3220
0,950	-5,2100	-4,7001	-4,2240	-3,7770	-3,3560	-2,9630	-2,5970
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 91. Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) układu {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

x_2	$\kappa_S^E \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$						
	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-14,489	-13,360	-12,268	-11,216	-10,204	-9,234	-8,307
0,010	-27,509	-25,360	-23,282	-21,282	-19,358	-17,515	-15,754
0,015	-39,217	-36,146	-33,178	-30,322	-27,575	-24,946	-22,433
0,020	-49,750	-45,846	-42,072	-38,443	-34,955	-31,616	-28,428
0,025	-59,229	-54,570	-50,069	-45,742	-41,584	-37,607	-33,808
0,030	-67,760	-62,418	-57,259	-52,302	-47,540	-42,986	-38,638
0,035	-75,437	-69,476	-63,722	-58,197	-52,889	-47,815	-42,974
0,040	-82,342	-75,822	-69,531	-63,492	-57,692	-52,150	-46,863
0,045	-88,550	-81,524	-74,747	-68,244	-62,001	-56,037	-50,349
0,050	-94,126	-86,643	-79,428	-72,507	-65,864	-59,521	-53,472
0,055	-99,129	-91,233	-83,622	-76,325	-69,322	-62,638	-56,265
0,060	-103,61	-95,342	-87,376	-79,740	-72,413	-65,423	-58,759
0,065	-107,61	-99,015	-90,729	-82,788	-75,172	-67,907	-60,983
0,070	-111,19	-102,29	-93,717	-85,503	-77,627	-70,116	-62,960
0,075	-114,37	-105,20	-96,372	-87,915	-79,806	-72,076	-64,712
0,080	-117,20	-107,78	-98,724	-90,049	-81,733	-73,808	-66,260
0,085	-119,69	-110,06	-100,79	-91,931	-83,431	-75,333	-67,622
0,090	-121,89	-112,06	-102,62	-93,581	-84,919	-76,669	-68,814
0,095	-123,81	-113,81	-104,21	-95,020	-86,215	-77,831	-69,850
0,100	-125,48	-115,33	-105,58	-96,266	-87,336	-78,835	-70,744
0,150	-132,11	-121,29	-110,92	-101,03	-91,575	-82,589	-74,049
0,200	-128,18	-117,58	-107,44	-97,786	-88,562	-79,815	-71,513
0,250	-119,68	-109,70	-100,17	-91,117	-82,470	-74,283	-66,518
0,300	-109,35	-100,18	-91,430	-83,117	-75,191	-67,693	-60,589
0,350	-98,518	-90,210	-82,290	-74,776	-67,617	-60,849	-54,442
0,400	-87,804	-80,367	-73,282	-66,567	-60,172	-54,131	-48,416
0,450	-77,519	-70,927	-64,653	-58,711	-53,055	-47,714	-42,666
0,500	-67,794	-62,010	-56,508	-51,301	-46,344	-41,671	-37,254
0,550	-58,675	-53,655	-48,882	-44,367	-40,072	-36,022	-32,199
0,600	-50,166	-45,862	-41,772	-37,906	-34,228	-30,764	-27,494
0,650	-42,244	-38,610	-35,159	-31,898	-28,798	-25,879	-23,126
0,700	-34,875	-31,868	-29,013	-26,317	-23,755	-21,345	-19,072
0,750	-28,020	-25,598	-23,301	-21,132	-19,072	-17,135	-15,311
0,800	-21,634	-19,761	-17,985	-16,308	-14,717	-13,221	-11,816
0,850	-15,674	-14,315	-13,028	-11,812	-10,659	-9,5740	-8,5600
0,900	-10,098	-9,2210	-8,3930	-7,6110	-6,8670	-6,1670	-5,5190
0,950	-4,8770	-4,4530	-4,0550	-3,6770	-3,3180	-2,9780	-2,6700
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 92. Wartości nadmiarowego współczynnika ściśliwości izoentropowej (κ_S^E) układu {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$\kappa_S^E \cdot 10^{10} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-19,831	-18,355	-16,926	-15,548	-14,218	-12,938	-11,721
0,010	-37,074	-34,307	-31,628	-29,046	-26,558	-24,167	-21,886
0,015	-52,088	-48,188	-44,415	-40,782	-37,281	-33,922	-30,714
0,020	-65,173	-60,280	-55,548	-50,995	-46,610	-42,405	-38,387
0,025	-76,583	-70,818	-65,246	-59,887	-54,728	-49,784	-45,060
0,030	-86,533	-80,003	-73,694	-67,629	-61,794	-56,204	-50,864
0,035	-95,207	-88,004	-81,050	-74,368	-67,940	-61,788	-55,910
0,040	-102,76	-94,969	-87,449	-80,227	-73,283	-66,638	-60,291
0,045	-109,33	-101,02	-93,008	-85,314	-77,919	-70,845	-64,090
0,050	-115,03	-106,27	-97,826	-89,721	-81,933	-74,487	-67,377
0,055	-119,96	-110,81	-101,99	-93,528	-85,399	-77,629	-70,212
0,060	-124,22	-114,72	-105,57	-96,804	-88,379	-80,330	-72,647
0,065	-127,88	-118,08	-108,65	-99,610	-90,930	-82,640	-74,730
0,070	-130,99	-120,94	-111,27	-101,99	-93,100	-84,604	-76,498
0,075	-133,64	-123,37	-113,48	-104,01	-94,931	-86,259	-77,988
0,080	-135,85	-125,40	-115,33	-105,70	-96,460	-87,640	-79,230
0,085	-137,69	-127,08	-116,86	-107,09	-97,720	-88,777	-80,251
0,090	-139,19	-128,44	-118,11	-108,22	-98,739	-89,696	-81,076
0,095	-140,39	-129,53	-119,09	-109,11	-99,544	-90,420	-81,724
0,100	-141,31	-130,37	-119,85	-109,79	-100,15	-90,970	-82,215
0,150	-140,54	-129,53	-118,97	-108,90	-99,262	-90,095	-81,374
0,200	-130,72	-120,39	-110,50	-101,08	-92,083	-83,537	-75,415
0,250	-118,13	-108,73	-99,756	-91,212	-83,051	-75,312	-67,963
0,300	-105,16	-96,766	-88,740	-81,113	-73,829	-66,927	-60,375
0,350	-92,756	-85,322	-78,224	-71,482	-65,045	-58,948	-53,161
0,400	-81,229	-74,700	-68,469	-62,555	-56,910	-51,562	-46,489
0,450	-70,659	-64,964	-59,531	-54,377	-49,462	-44,803	-40,388
0,500	-61,016	-56,083	-51,380	-46,920	-42,673	-38,645	-34,833
0,550	-52,231	-47,993	-43,957	-40,132	-36,493	-33,042	-29,781
0,600	-44,224	-40,624	-37,198	-33,953	-30,870	-27,947	-25,188
0,650	-36,918	-33,906	-31,040	-28,328	-25,752	-23,312	-21,011
0,700	-30,242	-27,772	-25,423	-23,202	-21,087	-19,091	-17,207
0,750	-24,128	-22,159	-20,287	-18,518	-16,827	-15,237	-13,734
0,800	-18,514	-17,006	-15,572	-14,220	-12,918	-11,702	-10,548
0,850	-13,339	-12,254	-11,222	-10,253	-9,3110	-8,4360	-7,6060
0,900	-8,5510	-7,8520	-7,1880	-6,5680	-5,9620	-5,4010	-4,8730
0,950	-4,1100	-3,7670	-3,4430	-3,1440	-2,8510	-2,5800	-2,3300
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 93. Wartości molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$K_{S,m} \cdot 10^{14} \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0,8390	0,8228	0,8089	0,7976	0,7899	0,7829	0,7765
0,005	0,8347	0,8210	0,8094	0,8000	0,7937	0,7883	0,7832
0,010	0,8319	0,8205	0,8109	0,8033	0,7984	0,7944	0,7906
0,015	0,8304	0,8211	0,8134	0,8074	0,8037	0,8011	0,7986
0,020	0,8302	0,8228	0,8167	0,8122	0,8098	0,8085	0,8071
0,025	0,8310	0,8254	0,8209	0,8178	0,8165	0,8164	0,8161
0,030	0,8329	0,8288	0,8259	0,8241	0,8238	0,8249	0,8256
0,035	0,8356	0,8331	0,8315	0,8310	0,8317	0,8340	0,8356
0,040	0,8393	0,8381	0,8378	0,8384	0,8402	0,8435	0,8461
0,045	0,8437	0,8438	0,8448	0,8465	0,8492	0,8535	0,8570
0,050	0,8489	0,8502	0,8523	0,8550	0,8586	0,8639	0,8683
0,055	0,8547	0,8572	0,8604	0,8641	0,8685	0,8748	0,8800
0,060	0,8612	0,8648	0,8690	0,8736	0,8789	0,8861	0,8920
0,065	0,8683	0,8729	0,8781	0,8836	0,8897	0,8977	0,9044
0,070	0,8760	0,8815	0,8876	0,8939	0,9008	0,9098	0,9172
0,075	0,8841	0,8906	0,8976	0,9047	0,9124	0,9221	0,9303
0,080	0,8928	0,9001	0,9080	0,9159	0,9243	0,9348	0,9437
0,085	0,9019	0,9100	0,9188	0,9274	0,9365	0,9479	0,9574
0,090	0,9115	0,9204	0,9299	0,9393	0,9491	0,9612	0,9714
0,095	0,9214	0,9311	0,9414	0,9515	0,9619	0,9748	0,9857
0,100	0,9318	0,9422	0,9532	0,9640	0,9751	0,9887	1,0002
0,150	1,0521	1,0687	1,0860	1,1024	1,1196	1,1396	1,1569
0,200	1,1918	1,2135	1,2359	1,2570	1,2793	1,3047	1,3272
0,250	1,3401	1,3664	1,3933	1,4187	1,4456	1,4758	1,5033
0,300	1,4913	1,5220	1,5533	1,5829	1,6142	1,6489	1,6811
0,350	1,6445	1,6795	1,7150	1,7488	1,7845	1,8237	1,8603
0,400	1,8016	1,8404	1,8800	1,9182	1,9586	2,0021	2,0428
0,450	1,9651	2,0075	2,0508	2,0936	2,1387	2,1868	2,2310
0,500	2,1368	2,1824	2,2292	2,2766	2,3265	2,3790	2,4262
0,550	2,3163	2,3650	2,4149	2,4669	2,5216	2,5782	2,6281
0,600	2,5010	2,5531	2,6059	2,6624	2,7215	2,7817	2,8345
0,650	2,6870	2,7430	2,7989	2,8597	2,9228	2,9861	3,0419
0,700	2,8711	2,9315	2,9911	3,0559	3,1222	3,1884	3,2476
0,750	3,0527	3,1178	3,1820	3,2504	3,3194	3,3884	3,4512
0,800	3,2354	3,3050	3,3747	3,4461	3,5175	3,5896	3,6561
0,850	3,4267	3,4995	3,5756	3,6493	3,7231	3,7992	3,8686
0,900	3,6334	3,7080	3,7899	3,8655	3,9426	4,0234	4,0949
0,950	3,8521	3,9280	4,0132	4,0916	4,1731	4,2590	4,3324
1	4,0493	4,1307	4,2131	4,2984	4,3858	4,4753	4,5534

Tabela 94. Wartości molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$K_{S,m} \cdot 10^{14} \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0,8390	0,8228	0,8089	0,7976	0,7899	0,7829	0,7781
0,005	0,8329	0,8187	0,8065	0,7967	0,7903	0,7844	0,7806
0,010	0,8278	0,8154	0,8047	0,7964	0,7911	0,7864	0,7836
0,015	0,8235	0,8128	0,8037	0,7966	0,7925	0,7889	0,7870
0,020	0,8202	0,8110	0,8033	0,7974	0,7944	0,7917	0,7908
0,025	0,8175	0,8099	0,8034	0,7988	0,7968	0,7951	0,7950
0,030	0,8156	0,8094	0,8041	0,8006	0,7996	0,7988	0,7995
0,035	0,8144	0,8094	0,8054	0,8028	0,8028	0,8028	0,8044
0,040	0,8138	0,8101	0,8071	0,8056	0,8064	0,8073	0,8096
0,045	0,8139	0,8112	0,8093	0,8087	0,8104	0,8121	0,8151
0,050	0,8144	0,8129	0,8119	0,8123	0,8148	0,8172	0,8209
0,055	0,8156	0,8150	0,8150	0,8162	0,8195	0,8227	0,8271
0,060	0,8172	0,8176	0,8185	0,8205	0,8246	0,8284	0,8335
0,065	0,8193	0,8207	0,8224	0,8252	0,8300	0,8345	0,8402
0,070	0,8218	0,8241	0,8266	0,8302	0,8357	0,8409	0,8472
0,075	0,8248	0,8279	0,8312	0,8355	0,8417	0,8475	0,8544
0,080	0,8280	0,8321	0,8362	0,8412	0,8480	0,8545	0,8619
0,085	0,8320	0,8367	0,8414	0,8471	0,8546	0,8617	0,8697
0,090	0,8362	0,8416	0,8470	0,8534	0,8615	0,8691	0,8777
0,095	0,8407	0,8468	0,8530	0,8599	0,8686	0,8768	0,8860
0,100	0,8456	0,8524	0,8592	0,8668	0,8760	0,8848	0,8944
0,150	0,9110	0,9235	0,9357	0,9486	0,9629	0,9765	0,9909
0,200	1,0003	1,0172	1,0337	1,0509	1,0693	1,0871	1,1055
0,250	1,1071	1,1277	1,1479	1,1688	1,1908	1,2122	1,2343
0,300	1,2262	1,2505	1,2741	1,2984	1,3236	1,3484	1,3740
0,350	1,3540	1,3817	1,4087	1,4364	1,4646	1,4928	1,5217
0,400	1,4874	1,5188	1,5491	1,5802	1,6116	1,6430	1,6751
0,450	1,6248	1,6599	1,6936	1,7282	1,7627	1,7974	1,8327
0,500	1,7654	1,8041	1,8413	1,8793	1,9172	1,9550	1,9936
0,550	1,9090	1,9512	1,9919	2,0333	2,0744	2,1156	2,1576
0,600	2,0559	2,1015	2,1453	2,1901	2,2342	2,2789	2,3244
0,650	2,2062	2,2548	2,3015	2,3496	2,3965	2,4447	2,4939
0,700	2,3593	2,4107	2,4602	2,5113	2,5609	2,6127	2,6657
0,750	2,5139	2,5682	2,6205	2,6747	2,7268	2,7822	2,8391
0,800	2,6682	2,7259	2,7813	2,8388	2,8934	2,9524	3,0131
0,850	2,8206	2,8823	2,9414	3,0027	3,0603	3,1229	3,1871
0,900	2,9707	3,0373	3,1009	3,1666	3,2276	3,2939	3,3616
0,950	3,1218	3,1936	3,2621	3,3326	3,3976	3,4679	3,5395
1	3,2838	3,3595	3,4318	3,5064	3,5749	3,6506	3,7278

Tabela 95. Wartości molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) mieszanin w układzie {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$K_{S,m} \cdot 10^{14} \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0,8391	0,8228	0,8089	0,7976	0,7899	0,7829	0,7781
0,005	0,8234	0,8096	0,7981	0,7892	0,7839	0,7792	0,7769
0,010	0,8110	0,7995	0,7901	0,7832	0,7801	0,7775	0,7774
0,015	0,8014	0,7918	0,7844	0,7795	0,7782	0,7776	0,7794
0,020	0,7941	0,7864	0,7808	0,7776	0,7781	0,7791	0,7828
0,025	0,7889	0,7830	0,7791	0,7775	0,7795	0,7821	0,7874
0,030	0,7856	0,7814	0,7790	0,7788	0,7823	0,7864	0,7931
0,035	0,7840	0,7813	0,7804	0,7816	0,7865	0,7918	0,7998
0,040	0,7839	0,7826	0,7832	0,7857	0,7918	0,7983	0,8075
0,045	0,7851	0,7853	0,7871	0,7909	0,7982	0,8059	0,8162
0,050	0,7876	0,7891	0,7923	0,7972	0,8056	0,8143	0,8257
0,055	0,7912	0,7941	0,7984	0,8045	0,8139	0,8236	0,8359
0,060	0,7959	0,8000	0,8055	0,8128	0,8231	0,8338	0,8470
0,065	0,8016	0,8069	0,8136	0,8219	0,8332	0,8447	0,8587
0,070	0,8082	0,8147	0,8225	0,8318	0,8440	0,8564	0,8711
0,075	0,8156	0,8233	0,8321	0,8424	0,8555	0,8687	0,8842
0,080	0,8238	0,8326	0,8426	0,8538	0,8678	0,8817	0,8979
0,085	0,8327	0,8427	0,8537	0,8659	0,8807	0,8953	0,9121
0,090	0,8424	0,8535	0,8655	0,8787	0,8942	0,9096	0,9269
0,095	0,8527	0,8649	0,8779	0,8920	0,9083	0,9243	0,9423
0,100	0,8637	0,8770	0,8909	0,9059	0,9230	0,9397	0,9582
0,150	1,0019	1,0249	1,0478	1,0710	1,0950	1,1171	1,1402
0,200	1,1767	1,2075	1,2374	1,2674	1,2977	1,3246	1,3520
0,250	1,3710	1,4070	1,4421	1,4774	1,5137	1,5457	1,5784
0,300	1,5720	1,6114	1,6502	1,6900	1,7321	1,7702	1,8096
0,350	1,7727	1,8153	1,8576	1,9019	1,9493	1,9947	2,0416
0,400	1,9718	2,0188	2,0657	2,1154	2,1678	2,2213	2,2756
0,450	2,1714	2,2252	2,2786	2,3350	2,3922	2,4537	2,5145
0,500	2,3745	2,4374	2,4991	2,5635	2,6249	2,6945	2,7602
0,550	2,5826	2,6560	2,7270	2,7998	2,8659	2,9421	3,0116
0,600	2,7948	2,8782	2,9578	3,0384	3,1099	3,1913	3,2644
0,650	3,0077	3,0987	3,1849	3,2714	3,3495	3,4347	3,5123
0,700	3,2170	3,3121	3,4022	3,4921	3,5782	3,6665	3,7503
0,750	3,4199	3,5165	3,6084	3,6998	3,7951	3,8868	3,9785
0,800	3,6177	3,7157	3,8098	3,9025	4,0073	4,1036	4,2039
0,850	3,8157	3,9192	4,0188	4,1153	4,2286	4,3317	4,4393
0,900	4,0208	4,1364	4,2468	4,3519	4,4714	4,5838	4,6964
0,950	4,2330	4,3634	4,4874	4,6059	4,7281	4,8513	4,9694
1	4,4277	4,5574	4,6833	4,8133	4,9355	5,0685	5,2044

Tabela 96. Wartości molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}$) mieszanin w układzie {glikol tetraetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$K_{S,m} \cdot 10^{14} \text{ [m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}\text{]}$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0,8390	0,8228	0,8089	0,7976	0,7899	0,7829	0,7781
0,005	0,8313	0,8175	0,8059	0,7969	0,7916	0,7869	0,7846
0,010	0,8262	0,8145	0,8050	0,7981	0,7950	0,7924	0,7924
0,015	0,8233	0,8136	0,8061	0,8011	0,7999	0,7993	0,8014
0,020	0,8223	0,8145	0,8089	0,8057	0,8063	0,8075	0,8114
0,025	0,8231	0,8171	0,8132	0,8117	0,8140	0,8168	0,8224
0,030	0,8256	0,8213	0,8190	0,8190	0,8228	0,8272	0,8344
0,035	0,8295	0,8268	0,8261	0,8276	0,8328	0,8387	0,8473
0,040	0,8347	0,8336	0,8343	0,8372	0,8439	0,8511	0,8611
0,045	0,8411	0,8415	0,8437	0,8480	0,8560	0,8644	0,8757
0,050	0,8487	0,8506	0,8542	0,8598	0,8690	0,8785	0,8911
0,055	0,8573	0,8607	0,8656	0,8725	0,8829	0,8936	0,9072
0,060	0,8670	0,8717	0,8780	0,8861	0,8976	0,9095	0,9240
0,065	0,8776	0,8837	0,8912	0,9005	0,9132	0,9260	0,9416
0,070	0,8890	0,8965	0,9053	0,9158	0,9295	0,9434	0,9598
0,075	0,9014	0,9101	0,9202	0,9319	0,9466	0,9614	0,9787
0,080	0,9145	0,9246	0,9359	0,9487	0,9644	0,9801	0,9983
0,085	0,9283	0,9397	0,9523	0,9662	0,9829	0,9995	1,0184
0,090	0,9429	0,9556	0,9693	0,9844	1,0020	1,0195	1,0392
0,095	0,9583	0,9722	0,9871	1,0032	1,0218	1,0401	1,0605
0,100	0,9742	0,9895	1,0055	1,0227	1,0422	1,0612	1,0824
0,150	1,1654	1,1924	1,2193	1,2465	1,2747	1,3007	1,3277
0,200	1,3990	1,4358	1,4716	1,5074	1,5437	1,5759	1,6087
0,250	1,6564	1,7002	1,7427	1,7856	1,8297	1,8686	1,9082
0,300	1,9228	1,9713	2,0188	2,0678	2,1194	2,1662	2,2145
0,350	2,1893	2,2421	2,2945	2,3494	2,4081	2,4644	2,5225
0,400	2,4540	2,5127	2,5713	2,6333	2,6987	2,7655	2,8333
0,450	2,7195	2,7870	2,8541	2,9250	2,9966	3,0742	3,1505
0,500	2,9894	3,0689	3,1469	3,2282	3,3058	3,3936	3,4766
0,550	3,2660	3,3591	3,4491	3,5415	3,6254	3,7220	3,8102
0,600	3,5479	3,6541	3,7555	3,8581	3,9492	4,0528	4,1459
0,650	3,8309	3,9472	4,0573	4,1678	4,2676	4,3766	4,4757
0,700	4,1094	4,2314	4,3468	4,4621	4,5725	4,6857	4,7931
0,750	4,3800	4,5041	4,6223	4,7398	4,8622	4,9800	5,0979
0,800	4,6440	4,7704	4,8915	5,0110	5,1460	5,2701	5,3993
0,850	4,9084	5,0421	5,1706	5,2952	5,4415	5,5746	5,7135
0,900	5,1819	5,3314	5,4742	5,6102	5,7647	5,9101	6,0557
0,950	5,4646	5,6335	5,7941	5,9476	6,1060	6,2656	6,4185
1	5,7246	5,8929	6,0561	6,2248	6,3834	6,5560	6,7322

Tabela 97. Wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) mieszanin {1,5-pentanodiol (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

$K_{S,m}^E \cdot 10^{15} [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}]$							
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,1709	-0,1561	-0,1417	-0,1277	-0,1142	-0,1013	-0,0883
0,010	-0,3367	-0,3074	-0,2790	-0,2514	-0,2249	-0,1993	-0,1737
0,015	-0,4974	-0,4542	-0,4120	-0,3713	-0,3320	-0,2943	-0,2563
0,020	-0,6534	-0,5964	-0,5410	-0,4875	-0,4358	-0,3861	-0,3362
0,025	-0,8047	-0,7344	-0,6660	-0,6000	-0,5363	-0,4751	-0,4136
0,030	-0,9515	-0,8682	-0,7872	-0,7090	-0,6336	-0,5611	-0,4884
0,035	-1,0939	-0,9979	-0,9047	-0,8146	-0,7278	-0,6445	-0,5608
0,040	-1,2319	-1,1237	-1,0185	-0,9170	-0,8190	-0,7251	-0,6308
0,045	-1,3659	-1,2456	-1,1288	-1,0161	-0,9074	-0,8032	-0,6986
0,050	-1,4958	-1,3638	-1,2357	-1,1121	-0,9930	-0,8787	-0,7642
0,055	-1,6217	-1,4784	-1,3393	-1,2051	-1,0758	-0,9519	-0,8276
0,060	-1,7439	-1,5895	-1,4396	-1,2952	-1,1560	-1,0226	-0,8890
0,065	-1,8623	-1,6972	-1,5369	-1,3824	-1,2336	-1,0911	-0,9483
0,070	-1,9772	-1,8015	-1,6311	-1,4669	-1,3087	-1,1573	-1,0057
0,075	-2,0885	-1,9026	-1,7223	-1,5487	-1,3814	-1,2214	-1,0612
0,080	-2,1963	-2,0005	-1,8107	-1,6278	-1,4518	-1,2834	-1,1148
0,085	-2,3009	-2,0954	-1,8962	-1,7045	-1,5199	-1,3433	-1,1667
0,090	-2,4021	-2,1873	-1,9790	-1,7786	-1,5857	-1,4013	-1,2168
0,095	-2,5003	-2,2763	-2,0592	-1,8504	-1,6494	-1,4573	-1,2653
0,100	-2,5953	-2,3624	-2,1368	-1,9198	-1,7110	-1,5115	-1,3121
0,150	-3,3916	-3,0828	-2,7842	-2,4979	-2,2229	-1,9607	-1,6993
0,200	-3,9506	-3,5863	-3,2349	-2,8986	-2,5761	-2,2694	-1,9643
0,250	-4,3202	-3,9175	-3,5298	-3,1595	-2,8050	-2,4684	-2,1341
0,300	-4,5363	-4,1095	-3,6993	-3,3082	-2,9343	-2,5798	-2,2284
0,350	-4,6260	-4,1873	-3,7663	-3,3654	-2,9826	-2,6203	-2,2615
0,400	-4,6101	-4,1698	-3,7478	-3,3466	-2,9638	-2,6020	-2,2443
0,450	-4,5048	-4,0720	-3,6576	-3,2639	-2,8888	-2,5346	-2,1848
0,500	-4,3234	-3,9057	-3,5062	-3,1270	-2,7660	-2,4255	-2,0897
0,550	-4,0766	-3,6808	-3,3026	-2,9438	-2,6025	-2,2809	-1,9642
0,600	-3,7734	-3,4053	-3,0540	-2,7209	-2,4042	-2,1062	-1,8129
0,650	-3,4215	-3,0864	-2,7667	-2,4639	-2,1761	-1,9056	-1,6396
0,700	-3,0273	-2,7296	-2,4460	-2,1774	-1,9224	-1,6830	-1,4475
0,750	-2,5959	-2,3398	-2,0959	-1,8651	-1,6463	-1,4410	-1,2391
0,800	-2,1314	-1,9204	-1,7196	-1,5299	-1,3502	-1,1817	-1,0159
0,850	-1,6365	-1,4741	-1,3193	-1,1736	-1,0357	-0,9063	-0,7791
0,900	-1,1139	-1,0031	-0,8972	-0,7980	-0,7041	-0,6160	-0,5294
0,950	-0,5665	-0,5101	-0,4557	-0,4053	-0,3575	-0,3124	-0,2685
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 98. Wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) mieszanin {glikol dietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

	$K_{S,m}^E \cdot 10^{15} [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}]$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,1525	-0,1392	-0,1264	-0,1142	-0,1025	-0,0914	-0,0809
0,010	-0,3001	-0,2739	-0,2488	-0,2248	-0,2017	-0,1798	-0,1591
0,015	-0,4430	-0,4043	-0,3672	-0,3317	-0,2977	-0,2654	-0,2347
0,020	-0,5814	-0,5305	-0,4818	-0,4352	-0,3905	-0,3481	-0,3078
0,025	-0,7154	-0,6527	-0,5927	-0,5353	-0,4803	-0,4281	-0,3785
0,030	-0,8452	-0,7710	-0,7001	-0,6322	-0,5672	-0,5055	-0,4469
0,035	-0,9708	-0,8856	-0,8040	-0,7259	-0,6512	-0,5803	-0,5130
0,040	-1,0925	-0,9964	-0,9045	-0,8167	-0,7326	-0,6527	-0,5769
0,045	-1,2102	-1,1037	-1,0018	-0,9044	-0,8112	-0,7227	-0,6387
0,050	-1,3243	-1,2076	-1,0960	-0,9894	-0,8873	-0,7904	-0,6985
0,055	-1,4347	-1,3082	-1,1871	-1,0715	-0,9609	-0,8559	-0,7563
0,060	-1,5416	-1,4055	-1,2753	-1,1510	-1,0321	-0,9192	-0,8122
0,065	-1,6450	-1,4996	-1,3606	-1,2279	-1,1009	-0,9804	-0,8662
0,070	-1,7451	-1,5907	-1,4432	-1,3022	-1,1675	-1,0396	-0,9184
0,075	-1,8420	-1,6789	-1,5230	-1,3742	-1,2318	-1,0968	-0,9689
0,080	-1,9358	-1,7642	-1,6002	-1,4437	-1,2940	-1,1521	-1,0177
0,085	-2,0265	-1,8466	-1,6749	-1,5109	-1,3542	-1,2056	-1,0648
0,090	-2,1142	-1,9264	-1,7470	-1,5759	-1,4123	-1,2572	-1,1103
0,095	-2,1990	-2,0035	-1,8168	-1,6387	-1,4685	-1,3071	-1,1543
0,100	-2,2811	-2,0781	-1,8843	-1,6994	-1,5227	-1,3553	-1,1967
0,150	-2,9624	-2,6965	-2,4431	-2,2018	-1,9714	-1,7534	-1,5472
0,200	-3,4318	-3,1215	-2,8262	-2,5454	-2,2776	-2,0245	-1,7853
0,250	-3,7346	-3,3947	-3,0717	-2,7650	-2,4727	-2,1968	-1,9363
0,300	-3,9040	-3,5467	-3,2076	-2,8859	-2,5796	-2,2907	-2,0181
0,350	-3,9651	-3,6004	-3,2547	-2,9270	-2,6152	-2,3214	-2,0444
0,400	-3,9371	-3,5734	-3,2289	-2,9028	-2,5926	-2,3005	-2,0253
0,450	-3,8348	-3,4792	-3,1427	-2,8243	-2,5216	-2,2368	-1,9686
0,500	-3,6700	-3,3285	-3,0055	-2,7003	-2,4101	-2,1374	-1,8806
0,550	-3,4519	-3,1298	-2,8252	-2,5376	-2,2643	-2,0076	-1,7660
0,600	-3,1881	-2,8898	-2,6079	-2,3419	-2,0891	-1,8519	-1,6287
0,650	-2,8847	-2,6141	-2,3587	-2,1176	-1,8887	-1,6739	-1,4718
0,700	-2,5469	-2,3076	-2,0817	-1,8686	-1,6663	-1,4765	-1,2980
0,750	-2,1791	-1,9739	-1,7804	-1,5979	-1,4247	-1,2622	-1,1095
0,800	-1,7850	-1,6167	-1,4580	-1,3084	-1,1664	-1,0333	-0,9082
0,850	-1,3678	-1,2386	-1,1169	-1,0022	-0,8934	-0,7914	-0,6955
0,900	-0,9302	-0,8422	-0,7593	-0,6813	-0,6072	-0,5379	-0,4728
0,950	-0,4739	-0,4290	-0,3867	-0,3469	-0,3092	-0,2740	-0,2409
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 99. Wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) mieszanin {glikol trietylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

	$K_{S,m}^E \cdot 10^{15} [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}]$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,2697	-0,2490	-0,2289	-0,2096	-0,1910	-0,1732	-0,1561
0,010	-0,5280	-0,4873	-0,4479	-0,4101	-0,3737	-0,3388	-0,3054
0,015	-0,7753	-0,7154	-0,6576	-0,6020	-0,5485	-0,4972	-0,4481
0,020	-1,0121	-0,9339	-0,8583	-0,7856	-0,7157	-0,6487	-0,5846
0,025	-1,2391	-1,1432	-1,0505	-0,9614	-0,8757	-0,7937	-0,7152
0,030	-1,4566	-1,3437	-1,2346	-1,1298	-1,0290	-0,9324	-0,8401
0,035	-1,6651	-1,5358	-1,4110	-1,2910	-1,1757	-1,0653	-0,9597
0,040	-1,8649	-1,7199	-1,5799	-1,4455	-1,3162	-1,1925	-1,0742
0,045	-2,0566	-1,8964	-1,7418	-1,5935	-1,4508	-1,3143	-1,1838
0,050	-2,2403	-2,0655	-1,8970	-1,7352	-1,5797	-1,4309	-1,2887
0,055	-2,4164	-2,2277	-2,0458	-1,8711	-1,7032	-1,5427	-1,3892
0,060	-2,5854	-2,3832	-2,1883	-2,0013	-1,8215	-1,6497	-1,4855
0,065	-2,7474	-2,5323	-2,3249	-2,1260	-1,9349	-1,7522	-1,5776
0,070	-2,9028	-2,6752	-2,4559	-2,2456	-2,0435	-1,8504	-1,6659
0,075	-3,0518	-2,8122	-2,5814	-2,3601	-2,1475	-1,9444	-1,7504
0,080	-3,1946	-2,9436	-2,7018	-2,4699	-2,2472	-2,0345	-1,8313
0,085	-3,3316	-3,0695	-2,8171	-2,5751	-2,3427	-2,1208	-1,9088
0,090	-3,4629	-3,1902	-2,9275	-2,6759	-2,4342	-2,2034	-1,9830
0,095	-3,5888	-3,3058	-3,0334	-2,7724	-2,5217	-2,2825	-2,0541
0,100	-3,7094	-3,4167	-3,1348	-2,8649	-2,6056	-2,3582	-2,1221
0,150	-4,6666	-4,2948	-3,9374	-3,5957	-3,2679	-2,9556	-2,6578
0,200	-5,2663	-4,8434	-4,4375	-4,0499	-3,6785	-3,3251	-2,9884
0,250	-5,6065	-5,1534	-4,7190	-4,3048	-3,9080	-3,5309	-3,1718
0,300	-5,7527	-5,2853	-4,8377	-4,4112	-4,0029	-3,6152	-3,2463
0,350	-5,7501	-5,2808	-4,8318	-4,4043	-3,9953	-3,6070	-3,2379
0,400	-5,6305	-5,1693	-4,7283	-4,3087	-3,9074	-3,5267	-3,1649
0,450	-5,4175	-4,9723	-4,5469	-4,1423	-3,7555	-3,3888	-3,0406
0,500	-5,1284	-4,7058	-4,3021	-3,9185	-3,5516	-3,2043	-2,8745
0,550	-4,7766	-4,3820	-4,0052	-3,6474	-3,3054	-2,9815	-2,6742
0,600	-4,3729	-4,0108	-3,6652	-3,3371	-3,0236	-2,7269	-2,4456
0,650	-3,9256	-3,5998	-3,2890	-2,9941	-2,7123	-2,4459	-2,1934
0,700	-3,4418	-3,1555	-2,8825	-2,6236	-2,3764	-2,1427	-1,9214
0,750	-2,9266	-2,6827	-2,4503	-2,2298	-2,0195	-1,8207	-1,6327
0,800	-2,3843	-2,1852	-1,9956	-1,8159	-1,6444	-1,4824	-1,3296
0,850	-1,8177	-1,6657	-1,5212	-1,3840	-1,2533	-1,1297	-1,0137
0,900	-1,2292	-1,1264	-1,0288	-0,9361	-0,8477	-0,7639	-0,6861
0,950	-0,6217	-0,5697	-0,5205	-0,4738	-0,4290	-0,3864	-0,3477
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 100. Wartości nadmiarowej molowej ściśliwości izoentropowej ($K_{S,m}^E$) mieszanin {glikol tertaetylenowy (x_2) + W} w temperaturach z zakresu (288,15–318,15) K

	$K_{S,m}^E \cdot 10^{15} [\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}]$						
x_2	288,15 K	293,15 K	298,15 K	303,15 K	308,15 K	313,15 K	318,15 K
0	0	0	0	0	0	0	0
0,005	-0,3731	-0,3457	-0,3192	-0,2936	-0,2690	-0,2453	-0,2227
0,010	-0,7261	-0,6726	-0,6210	-0,5712	-0,5232	-0,4771	-0,4330
0,015	-1,0602	-0,9821	-0,9066	-0,8338	-0,7637	-0,6964	-0,6319
0,020	-1,3768	-1,2752	-1,1770	-1,0824	-0,9913	-0,9038	-0,8201
0,025	-1,6769	-1,5530	-1,4331	-1,3179	-1,2068	-1,1002	-0,9982
0,030	-1,9616	-1,8163	-1,6760	-1,5410	-1,4110	-1,2863	-1,1669
0,035	-2,2316	-2,0661	-1,9062	-1,7526	-1,6046	-1,4627	-1,3268
0,040	-2,4879	-2,3031	-2,1247	-1,9532	-1,7881	-1,6299	-1,4784
0,045	-2,7313	-2,5281	-2,3320	-2,1436	-1,9623	-1,7885	-1,6221
0,050	-2,9624	-2,7418	-2,5289	-2,3244	-2,1275	-1,9390	-1,7585
0,055	-3,1820	-2,9447	-2,7158	-2,4960	-2,2844	-2,0818	-1,8879
0,060	-3,3907	-3,1376	-2,8934	-2,6589	-2,4334	-2,2174	-2,0107
0,065	-3,5891	-3,3208	-3,0621	-2,8137	-2,5748	-2,3461	-2,1273
0,070	-3,7777	-3,4949	-3,2223	-2,9608	-2,7092	-2,4684	-2,2381
0,075	-3,9569	-3,6604	-3,3746	-3,1005	-2,8368	-2,5845	-2,3432
0,080	-4,1274	-3,8177	-3,5194	-3,2332	-2,9580	-2,6948	-2,4431
0,085	-4,2894	-3,9673	-3,6569	-3,3593	-3,0732	-2,7996	-2,5379
0,090	-4,4434	-4,1094	-3,7876	-3,4791	-3,1826	-2,8991	-2,6280
0,095	-4,5899	-4,2445	-3,9118	-3,5930	-3,2865	-2,9936	-2,7135
0,100	-4,7291	-4,3729	-4,0298	-3,7011	-3,3853	-3,0833	-2,7947
0,150	-5,7873	-5,3477	-4,9250	-4,5206	-4,1325	-3,7621	-3,4085
0,200	-6,3911	-5,9025	-5,4333	-4,9850	-4,5550	-4,1452	-3,7542
0,250	-6,6866	-6,1730	-5,6802	-5,2098	-4,7587	-4,3293	-3,9197
0,300	-6,7638	-6,2426	-5,7427	-5,2658	-4,8086	-4,3735	-3,9587
0,350	-6,6809	-6,1648	-5,6701	-5,1983	-4,7459	-4,3156	-3,9053
0,400	-6,4771	-5,9757	-5,4952	-5,0371	-4,5980	-4,1802	-3,7821
0,450	-6,1792	-5,6997	-5,2405	-4,8029	-4,3837	-3,9845	-3,6045
0,500	-5,8064	-5,3547	-4,9222	-4,5104	-4,1162	-3,7407	-3,3836
0,550	-5,3732	-4,9540	-4,5528	-4,1709	-3,8060	-3,4582	-3,1280
0,600	-4,8906	-4,5079	-4,1419	-3,7937	-3,4613	-3,1447	-2,8444
0,650	-4,3674	-4,0249	-3,6975	-3,3863	-3,0891	-2,8065	-2,5385
0,700	-3,8108	-3,5117	-3,2259	-2,9545	-2,6948	-2,4484	-2,2148
0,750	-3,2265	-2,9735	-2,7319	-2,5026	-2,2821	-2,0740	-1,8761
0,800	-2,6184	-2,4136	-2,2180	-2,0326	-1,8532	-1,6847	-1,5241
0,850	-1,9894	-1,8340	-1,6856	-1,5454	-1,4085	-1,2808	-1,1590
0,900	-1,3413	-1,2360	-1,1356	-1,0413	-0,9486	-0,8625	-0,7809
0,950	-0,6764	-0,6222	-0,5707	-0,5229	-0,4759	-0,4323	-0,3919
1	0	0	0	0	0	0	0

