

ИНТЕРКРИТЕРИАЛЕН АНАЛИЗ ВЪРХУ ДАННИ ЗА КРЪВОНАБИРАНЕ

Николай Андреев¹, Красимир Атанасов^{2,3} и Веселина Бурева³

¹ Отделение по Трансфузионна хематология, УМБАЛ „Св. Анна“
ул. „Димитър Моллов 1, 1750 Младост 1, София
e-mail: imuno_chem@abv.bg

² Секция „Биоинформатика и математическо моделиране“,
Институт по биофизика и биомедицинско инженерство,
Българска академия на науките
Адрес: ул. “Акад. Г. Бончев”, блок 105, София 1113, България
e-mail: krat@bas.bg

³ Лаборатория по интелигентни системи,
Катедра „Компютърни системи и технологии“,
Факултет по технически науки, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“
бул. „Проф. Я. Якимов“ № 1, Бургас 8010, България
e-mail: vbureva@btu.bg

Резюме: Представени са приложения на Интеркритериалния анализ върху данни за кръвонабиране в центровете по трансфузионна хематология в страната. Данните са изследвани по населени области и по години. Представен е обзор на процедурата по кръвонабиране.

Ключови думи: Интеркритериален анализ, Кръводаряване, Кръвонабиране, Трансфузионна хематология.

1. Въведение

В Република България е изградена система от центрове и отделения на три йерархични равнища за набиране, преработка, диагностика, съхраняване и разпределение на кръвта и кръвните продукти. Кръвонабирането у нас се базира на доброволното кръводаряване, като кръводарителите могат да се стимулират със символични подаръци. Водеща институция е Националният център по трансфузионна хематология (НЦТХ). На следващо равнище са четири Регионални центъра по трансфузионна хематология (РЦТХ) в Пловдив, Варна, Плевен и Стара Загора, както и център във Военно-медицинска академия, обслужващ потребностите на Въоръжените сили. На трето равнище има разкрити 23 Отделения по трансфузионна хематология (ОТХ) към всяка МБАЛ – без тези с РЦТХ. ОТХ набират кръв от доброволни кръводарители и ги предават на ЦТХ, съответно на НЦТХ. ЦТХ диагностицират кръвта, произвеждат съответни кръвни

продукти и ги доставят на МБАЛ с ОТХ, на лечебните заведения за болнична помощ и на комплексните онкологични центрове. ЦТХ към ВМА не изпраща дарената в ЦТХ кръв в НЦТХ, а я изследва и преработва на място. Съответно информационната система на ЦТХ към ВМА не е свързана с Националната информационна система. На практика в структурите по трансфузионна хематология, финансирани от МЗ, са диагностицирани и преработени 160 819 единици кръв за 2016 г.

2. Интеркритериален анализ

Интеркритериалният анализ е въведен в [4] като метод за взимане на решение, базиран на теориите на индексирани матрици [1], интуиционистки размитите множества [2] и интуиционистки размитите двойки [5]. Входните данни за анализа са структурирани под формата на индексирана матрица. По редовете на индексираната матрица са записани обекти, които са оценявани от критерии, разположени по колоните на индексираната матрица.

$$A = \begin{array}{c|cccccc} & O_1 & \dots & O_i & \dots & O_j & \dots & O_n \\ \hline C_1 & a_{C_1, O_1} & \dots & a_{C_1, O_i} & \dots & a_{C_1, O_j} & \dots & a_{C_1, O_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_k & a_{C_k, O_1} & \dots & a_{C_k, O_i} & \dots & a_{C_k, O_j} & \dots & a_{C_k, O_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_l & a_{C_l, O_1} & \dots & a_{C_l, O_i} & \dots & a_{C_l, O_j} & \dots & a_{C_l, O_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ C_m & a_{C_m, O_1} & \dots & a_{C_m, O_i} & \dots & a_{C_m, O_j} & \dots & a_{C_m, O_n} \end{array}$$

В зависимост от вида на данните, стойностите в индексираната матрица могат да бъдат реални числа, интуиционистки размити двойки, предикати, функции. Размерността на индексираната матрица варира в зависимост от многомерността на входните данни.

В стандартния, двумерен, случай на интеркритериалния анализ, се взима двойка стойности по редове, които се сравняват две по две с числата по колони. В зависимост от типа на релациите $<$, $>$; $>$, $<$ или $<$, $<$; $>$, $>$ се генерират два брояча. Стойността на първия брояч се увеличава, ако и двете релации са еднакви, докато стойността на втория брояч нараства при две различни релации между две двойки с данни. Като резултат се получава индексирана матрица с критерии (или обекти) по редове и по колони и съответно стойности, представящи взаимовръзките между ред – колона.

$$\begin{array}{c|ccc} & C_1 & \dots & C_m \\ \hline C_1 & \langle \mu_{C_1, C_1}, \nu_{C_1, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_1, C_m}, \nu_{C_1, C_m} \rangle \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_m & \langle \mu_{C_m, C_1}, \nu_{C_m, C_1} \rangle & \dots & \langle \mu_{C_m, C_m}, \nu_{C_m, C_m} \rangle \end{array}$$

Резултатите се определят според дефинираната в [6] скала (Фиг. 1):

Степен на корелация	Вид консонанс										
	Силен негативен консонанс	Негативен консонанс	Слаб негативен консонанс	Слаб дисонанс	Дисонанс	Силен дисонанс	Дисонанс	Слаб дисонанс	Слаб позитивен консонанс	Позитивен консонанс	Силен позитивен консонанс
	[0;0.05]	[0.05;0.15]	[0.15;0.25]	[0.25;0.33]	[0.33;0.43]	[0.43;0.57]	[0.57;0.67]	[0.67;0.75]	[0.75;0.85]	[0.85;0.95]	[0.95;1.00]

Фиг.1. Скала за определяне на зависимостта/корелацията

3. Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за кръвонабиране

За осъществяване на изследването са представени статистически данни за брой кръводарявания (Таблицы 1–6) в периода 2010–2016 г. Данните, визуализирани в таблиците от 1 до 6, са анализирани чрез приложение на интеркритериален анализ. За всички тествания е използван софтуерът ICrAData, [6]. Избран е алгоритъм за сравнение на релациите *Balanced*.

3.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години в НЦТХ и ЦТХ в цялата страна за преработка и диагностика

В Таблица 1 са представени данни за кръводаряването по години в НЦТХ и ЦТХ в цялата страна за преработка и диагностика.

Район	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
НЦТХ	60 747	59 673	61 182	60 732	61 032	60 328	61 257
ЦТХ Пловдив	35 656	37 101	36 418	36 529	38 314	38 482	36 977
ЦТХ Ст. Загора	20 064	20 850	21 528	23 102	23 126	21 671	21 627
ЦТХ Варна	21 557	22 155	22 969	22 727	22 196	21 820	21 442
ЦТХ Плевен	19 202	20 118	20 115	19 102	19 252	19 941	19 498
Общо:	157 226	159 897	162 212	162 192	163 920	162 242	160 801

Таблица 1. Брой единици кръв (кръводарявания) по години в НЦТХ и ЦТХ в цялата страна за преработка и диагностика

При анализа на данните от Таблица 1 са констатирани еднакви стойности между всички области и години. Използваната информация има атрибути с доста сходни стойности, което допринася за получения резултат. Поради еднотипния вид на информацията изследването ще бъде описано подробно за тестванията чрез Интеркритериален анализ на данните от таблиците от 2 до 6.

3.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на НЦТХ за преработка и диагностика за периода 2010–2016 година

В Таблица 2 са представени данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на НЦТХ за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

НЦТХ/ОТХ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
НЦТХ	38 247	36 363	37 807	37 368	38 055	39 291	38 925
София обл.	5 714	5 482	5 715	5 774	5 664	4 937	5 438
Благоевград	6 431	6 727	6 511	6 558	6 831	6 297	6 559
Враца	2 785	2 716	2 638	2 772	2 514	2 469	2 493
Видин	2 152	2 266	2 265	2 282	2 043	1 802	2 004
Кюстендил	1 891	1 997	2 123	1 759	1 874	1 694	1 786
Лом	2 104	2 524	2 474	2 744	2 661	2 385	2 422
Перник	1 418	1 598	1 649	1 475	1 390	1 453	1 648
Общо:	60 747	59 673	61 182	60 732	61 032	60 328	61 275

Таблица 2. Брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на НЦТХ за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година

Върху данните от Таблица 2 са извършени две тествания чрез Интеркритериален анализ: приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 спрямо градовете и приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 спрямо годините.

3.2.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 спрямо градовете

Въведени са данните да години 2010-2016 относно градовете НЦТХ, София област, Благоевград, Враца, Видин, Кюстендил, Лом, Перник. Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непренадлежност са изобразени на Фиг. 2а и на Фиг. 2б.

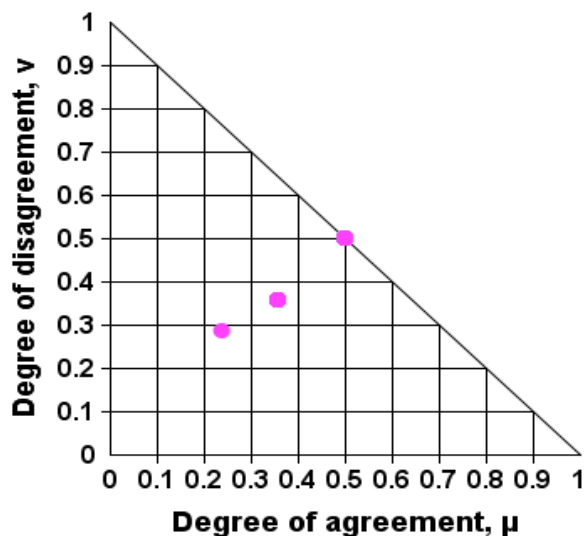
μ	НЦТХ	София-обл.	Благоевград	Враца	Видин	Кюстендил	Лом	Перник
НЦТХ	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
София-обл.	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Благоевград	0.36	0.36	0.64	0.36	0.36	0.24	0.36	0.36
Враца	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Видин	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Кюстендил	0.36	0.36	0.24	0.36	0.36	0.64	0.36	0.36
Лом	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Перник	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50

Фиг. 2а. Стойности на принадлежност

ν	НЦТХ	София-обл.	Благоевград	Враца	Видин	Кюстендил	Лом	Перник
НЦТХ	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
София-обл.	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Благоевград	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.29	0.36	0.36
Враца	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Видин	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Кюстендил	0.36	0.36	0.29	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Лом	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50
Перник	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50	0.36	0.50	0.50

Фиг. 2б. Стойности на непринадлежност

Резултатните интуиционистки развити данни са визуализирани в интуиционистки развития триъгълник на Фиг. 3. Изобразените точки в розов цвят по средата на интуиционистки развития триъгълник представят данни със силна независимост помежду си.



Фиг. 3. Интуиционистки размитите двойки, представени в интуиционистки размития триъгълник

След приложението на интеркритериалния анализ по градове са получени 15 двойки в силен дисонанс, 12 двойки в дисонанс и 1 двойка в слаб негативен консонанс.

<i>Степен на корелация</i>	<i>Вид консонанс</i>	<i>Брой двойки</i>
[0,15; 0,25)	Слаб негативен консонанс	1
[0,25; 0,33)	Слаб дисонанс	-
[0,33; 0,43)	Дисонанс	12
[0,43; 0,57)	Силен дисонанс	15

Фиг. 4. Корелации между градовете

Получените двойки от градове от приложението на Интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 по градове са следните:

- **Силен дисонанс:** НЦТХ – София обл., НЦТХ – Враца, НЦТХ – Видин, НЦТХ – Лом, НЦТХ – Перник, София обл. – Враца, София обл. – Видин, София обл. – Лом, София обл. – Перник, Враца – Видин, Враца – Лом, Враца – Перник, Видин – Лом, Видин – Перник, Лом – Перник.
- **Дисонанс:** НЦТХ – Благоевград, НЦТХ – Кюстендил, София обл. – Благоевград, София обл. – Кюстендил, Благоевград – Враца, Благоевград – Видин, Благоевград – Лом, Благоевград – Перник, Враца – Кюстендил, Видин – Кюстендил, Кюстендил – Лом, Кюстендил – Перник.
- **Слаб негативен консонанс:** Благоевград – Кюстендил.

3.2.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 спрямо годините

При второто приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 се анализират зависимостите по години спрямо кръводаряванията по градовете. Получените матрици със стойностите на принадлежност и стойностите на непринадлежност са представени на Фиг. 3а и Фиг. 3б.

μ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2011	0.38	0.62	0.38	0.38	0.38	0.38	0.27
2012	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2013	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2014	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2015	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2016	0.38	0.27	0.38	0.38	0.38	0.38	0.62

Фиг. 3а Стойности на принадлежност

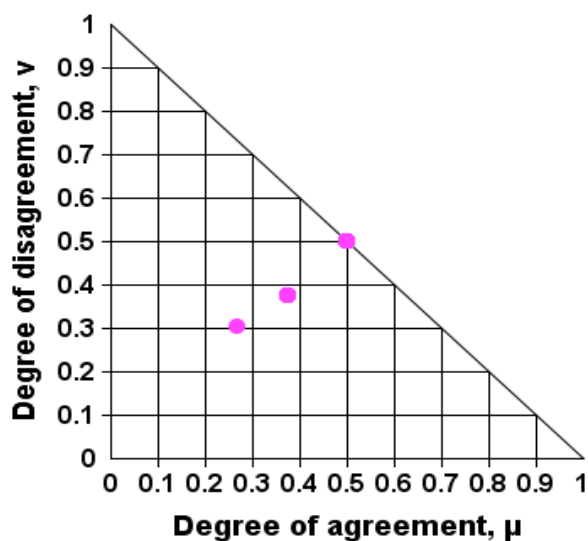
ν	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2011	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.30
2012	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2013	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2014	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2015	0.50	0.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.38
2016	0.38	0.30	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38

Фиг. 3б Стойности на непринадлежност

Резултатните данни са изобразени в интуиционистки размития триъгълник, като отново се наблюдава силна независимост/дисонанс между получените двойки от години (Фиг. 4). След приложението на интеркритериалния анализ по градове са получени 10 двойки в силен дисонанс, 10 двойки в дисонанс и 1 двойка в слаб дисонанс (Фиг. 5).

Получените двойки от години от приложението на Интеркритериалния анализ върху данните от таблица 2 по години са следните:

- **Силен дисонанс:** 2010-2012, 2010-2013, 2010-2014, 2010-2015, 2012-2013, 2012-2014, 2012-2015, 2013-2014, 2013-2015, 2014-2015.
- **Дисонанс:** 2010-2011, 2010-2016, 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2011-2015, 2012-2016, 2013-2016, 2014-2016, 2015-2016.
- **Слаб дисонанс:** 2011-2016.



Фиг. 4. Визуализация на приложение на ИКА по години

<i>Степен на корелация</i>	<i>Вид консонанс</i>	<i>Брой двойки</i>
[0,25; 0,33)	Слаб дисонанс	1
[0,33; 0,43)	Дисонанс	10
[0,43; 0,57)	Силен дисонанс	10

Фиг. 5. Корелации между годините

3.3 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Пловдив за преработка и диагностика за периода 2010–2016 година

В Таблица 3 са представени данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Пловдив за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

ЦТХ/ОТХ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Пловдив	24 598	26 242	25 346	24 968	26 043	26 085	24 679
Кърджали	1 710	1 818	1 818	1 900	2 092	2 063	2 196
Пазарджик	4 711	4 788	4 743	5 063	5 276	5 077	5 049
Смолян	2 340	2 028	2 415	2 384	2 574	2 678	2 616
Хасково	2 297	2 225	2 096	2 214	2 329	2 579	2 437
Общо:	35 656	37 101	36 418	36 529	38 314	38 482	36 977

Таблица 3. Брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Пловдив за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година

3.3.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 2 спрямо градовете

В софтуера ICrAData са въведени данните за години 2010-2016 относно градовете Пловдив, Кърджали, Пазарджик, Смолян, Хасково (Таблица 3). Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непринадлежност са изобразени на Фиг. 6а и Фиг. 6б.

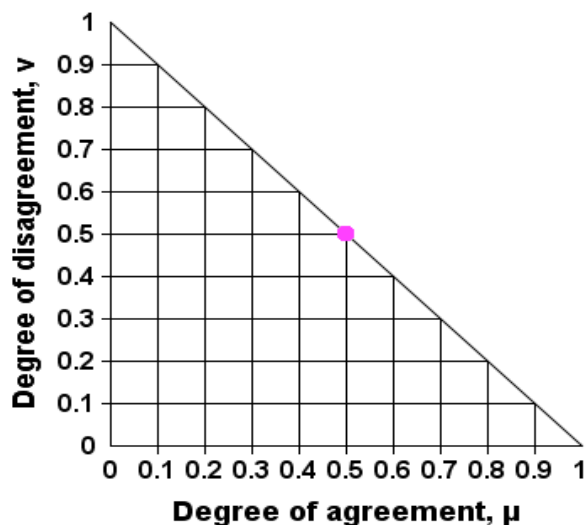
μ	Пловдив	Кърджали	Пазарджик	Смолян	Хасково
Пловдив	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Кърджали	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Пазарджик	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Смолян	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Хасково	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Фиг. 6а. Стойности на принадлежност

ν	Пловдив	Кърджали	Пазарджик	Смолян	Хасково
Пловдив	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Кърджали	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Пазарджик	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Смолян	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Хасково	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Фиг. 6б. Стойности на непринадлежност

Резултатните интуиционистки размити двойки са визуализирани в интуиционистки размития триъгълник на Фиг. 7.



Фиг. 7. Интуционистки размитите двойки, представени в интуционистки размит триъгълник

След приложението на интеркритериалния анализ по градове са получени 10 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** Пловдив – Кърджали, Пловдив – Пазарджик, Пловдив – Смолян, Пловдив – Хасково, Кърджали – Пазарджик, Кърджали – Смолян, Кърджали – Хасково, Пазарджик – Смолян, Пазарджик – Хасково, Смолян – Хасково.

3.3.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 3 спрямо годините

Представено е тестване на данните от Таблица 3 спрямо годините в средата на софтуера ICrAData. На Фиг. 8 са изобразени резултатните матрици със степените на принадлежност и степените на непринадлежност.

След приложението на интеркритериалния анализ по години са получени 10 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** 2010-2011, 2010-2012, 2010-2013, 2010-2014, 2010-2015, 2010-2016, 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2011-2015, 2011-2016, 2012-2013, 2012-2014, 2012-2015, 2012-2016, 2013-2014, 2013-2015, 2013-2016, 2014-2015, 2014-2016, 2015-2016.

μ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2011	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2012	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2013	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2014	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2015	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

ν	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2011	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2012	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2013	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2014	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2015	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2016	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Фиг. 8. Матрици със стойности на принадлежност (μ) и стойности на непринадлежност (ν) в средата на ICrADData

3.4 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Стара Загора за преработка и диагностика за периода 2010–2016 година

В Таблица 4 са представени данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Стара Загора за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

ЦТХ/ОТХ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Стара Загора	8 023	8 043	8 078	8 791	8 639	8 209	7 633
Сливен	3 409	3 481	3 431	3 768	3 372	3 343	3 565
Ямбол	2 241	2 489	2 553	2 472	2 676	2 361	2 461
Бургас	6 391	6 837	7 466	8 071	8 439	7 758	7 968
Общо:	20 064	20 850	21 528	23 102	23 126	21 671	21 627

Таблица 4. Брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Стара Загора за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година

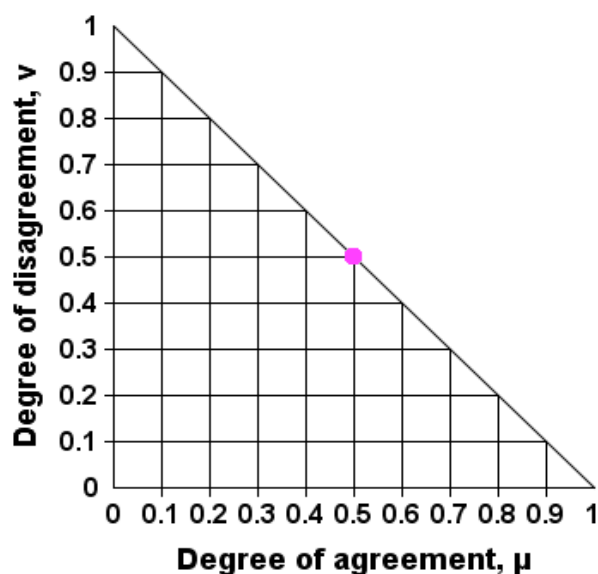
3.4.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 4 спрямо градовете

Данните за години 2010–2016 относно градовете Стара Загора, Сливен, Ямбол, Враца, Бургас (Таблица 4) са въведени в софтуера ICrADData. Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непринадлежност са изобразени на Фиг. 9. Използван е алгоритъмът *Balanced* при сравнението на релациите.

Balanced	0.75	0.25	ρ	Help	<input type="checkbox"/> c
Analysis	View Data	About			<input type="checkbox"/> s
μ	Stara Zagora	Sliven	Qmbol	Burgas	
Stara Zagora	0.50	0.50	0.50	0.50	
Sliven	0.50	0.50	0.50	0.50	
Qmbol	0.50	0.50	0.50	0.50	
Burgas	0.50	0.50	0.50	0.50	
ν	Stara Zagora	Sliven	Qmbol	Burgas	
Stara Zagora	0.50	0.50	0.50	0.50	
Sliven	0.50	0.50	0.50	0.50	
Qmbol	0.50	0.50	0.50	0.50	
Burgas	0.50	0.50	0.50	0.50	

Фиг. 9. Матрици със стойности на принадлежност (μ) и стойности на непринадлежност (ν) в средата на IcrADa

Резултатните интуиционистки размити данни са визуализирани в интуиционистки размития триъгълник на Фиг. 10.



Фиг. 10. Интуиционистки размитите двойки, представени в интуиционистки размит триъгълник

След приложението на интеркритериалния анализ по градове са получени 6 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** Стара Загора – Сливен, Стара Загора – Ямбол, Стара Загора – Бургас, Сливен – Ямбол, Сливен – Бургас, Ямбол – Бургас.

3.4.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 3 спрямо годините

На Фиг. 11 са представени матриците със степените на принадлежност и степените на непринадлежност от интеркритериалния анализ по години от данните за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Стара Загора за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

След приложението на интеркритериалния анализ по градове са получени 21 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** 2010-2011, 2010-2012, 2010-2013, 2010-2014, 2010-2015, 2010-2016, 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2011-2015, 2011-2016, 2012-2013, 2012-2014, 2012-2015, 2012-2016, 2013-2014, 2013-2015, 2013-2016, 2014-2015, 2014-2016, 2015-2016.

μ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2011	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2012	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2013	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2014	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2015	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2016	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

ν	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2011	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2012	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2013	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2014	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2015	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
2016	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Фиг. 11. Приложение на ИКА по години

3.5 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Варна за преработка и диагностика за периода 2010–2016 година

На Таблица 5 са визуализирани данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Варна за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

ЦТХ/ОТХ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Варна	11 563	11 650	12 501	12 688	12 015	11 939	11 544
Силистра	1 995	2 099	2 075	2 009	2 168	2 114	2 049
Добрич	3 235	3 343	3 546	3 038	3 116	2 828	2 677
Търговище	1 763	1 949	1 912	2 125	2 065	2 180	2 260
Шумен	3 001	3 114	2 935	2 867	2 832	2 759	2 912
Общо:	21 557	22 155	22 969	22 727	22 196	21 820	21 442

Таблица 5. Брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Варна за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година

3.5.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 4 спрямо градовете

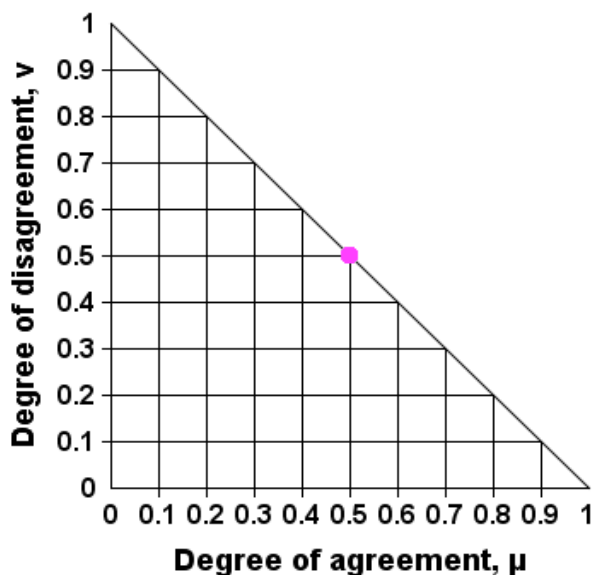
Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непринадлежност са изобразени на Фиг. 12. Използван е алгоритъмът *Balanced* при сравнението на релациите.

μ	Varna	Silistra	Dobrich	Targovishte	Shumen
Varna	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Silistra	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Dobrich	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Targovishte	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Shumen	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

ν	Varna	Silistra	Dobrich	Targovishte	Shumen
Varna	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Silistra	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Dobrich	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Targovishte	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
Shumen	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Фиг. 12. Матрици със стойности на принадлежност (μ) и стойности на непринадлежност (ν) в средата на ICrAData

Резултатните интуиционистки размити данни са визуализирани в интуиционистки размития триъгълник на Фиг. 13.



Фиг. 13. Интуиционистки размитите двойки, представени в интуиционистки размит триъгълник

След приложението на Интеркритериалния анализ по градове са получени 10 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** Варна – Силистра, Варна – Добрич, Варна – Търговище, Варна – Шумен, Силистра – Добрич, Силистра – Търговище, Силистра – Шумен, Добрич – Търговище, Добрич – Шумен, Търговище – Шумен.

3.5.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 5 спрямо годините

Във второто тестване се прилага интеркритериален анализ върху данните за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Варна за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година с цел анализиране на зависимостите между годините. На Фиг. 14 са представени получените степени на принадлежност и степени на непринадлежност от приложения Интеркритериален анаализ върху данните за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Варна за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 година.

μ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2011	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2012	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2013	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2014	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2015	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2016	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

ν	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2011	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2012	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2013	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2014	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2015	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
2016	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Фиг. 14. Матрици със стойности на принадлежност (μ) и стойности на непринадлежност (ν) в средата на IcrADData

След приложението на интеркритериалния анализ по години са получени 21 двойки в силен дисонанс.

- **Силен дисонанс:** 2010-2011, 2010-2012, 2010-2013, 2010-2014, 2010-2015, 2010-2016, 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2011-2015, 2011-2016, 2012-2013, 2012-2014, 2012-2015, 2012-2016, 2013-2014, 2013-2015, 2013-2016, 2014-2015, 2014-2016, 2015-2016.

3.6 Приложение на интеркритериалния анализ върху данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Плевен за преработка и диагностика за периода 2010–2016 година

В Таблица 6 са представени данни за брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Плевен за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 г.

ЦТХ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Плевен	7 461	7 879	7 834	7 314	7 503	7 935	8 031
Велико Търново	2 710	2 933	2 598	2 492	2 185	2 289	2 360
Габрово	1 798	2 023	2 225	2 104	1 968	2 023	1 867
Ловеч	1 607	1 694	1 705	1 659	1 543	1 682	1 543
Разград	1065	1 172	987	930	862	1 007	866
Русе	4 561	4 417	4 766	4 603	5 191	5 005	4 831
Общо:	19 202	20 118	20 115	19 102	19 252	19 941	19 498

Таблица 6. Брой единици кръв (кръводарявания) по години, получени от района на ЦТХ Плевен за преработка и диагностика за периода 2010 – 2016 г.

3.6.1 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 5 спрямо градовете

Въведени са данните за години 2010-2016 относно градовете Плевен, Велико Търново, Габрово, Ловеч, Разград, Русе в софтуера ICrADData. Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непринадлежност са изобразени на Фиг. 15a и на Фиг. 15b. Използван е алгоритъмът *Balanced* при сравнението на релациите.

μ	Плевен	Велико Търново	Габрово	Ловеч	Разград	Русе
Плевен	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Велико Търново	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Габрово	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Ловеч	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Разград	0.02	0.02	0.02	0.02	0.98	0.02
Русе	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50

Фиг.15a. Стойности на принадлежност

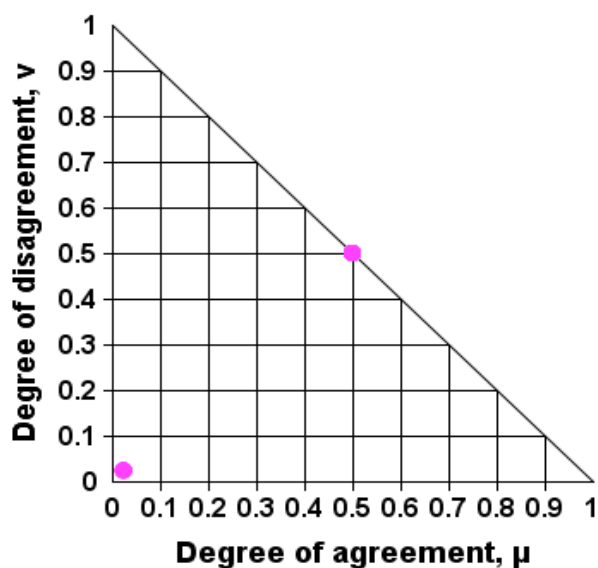
ν	Плевен	Велико Търново	Габрово	Ловеч	Разград	Русе
Плевен	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Велико Търново	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Габрово	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Ловеч	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50
Разград	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Русе	0.50	0.50	0.50	0.50	0.02	0.50

Фиг.15b. Стойности на непринадлежност

Резултатните интуционистки размити данни са визуализирани в интуционистки размития триъгълник на Фиг. 16.

След приложението на Интеркритериалния анализ по градове са получени 10 двойки в силен дисонанс и 5 двойки в слаб негативен консонанс.

- **Силен дисонанс:** Плевен – Велико Търново, Плевен – Габрово, Плевен – Ловеч, Плевен – Русе, Велико Търново – Габрово, Велико Търново – Ловеч, Велико Търново – Русе, Габрово – Ловеч, Габрово – Русе, Ловеч – Русе.
- **Слаб негативен консонанс:** Плевен – Разград, Велико Търново – Разград, Габрово – Разград, Ловеч – Разград, Разград – Русе.



Фиг. 16. Интуционистки размитите двойки, представени в интуционистки размит триъгълник

3.6.2 Приложение на интеркритериалния анализ върху данните от Таблица 6 спрямо годините

Резултатните матрици със стойностите за степените на принадлежност и степените на непринадлежност, получени при анализа на данните от таблица 6 по години, са изобразени на Фиг. 17а и на Фиг. 17б. Използван е алгоритъмът *Balanced* при сравнението на релациите.

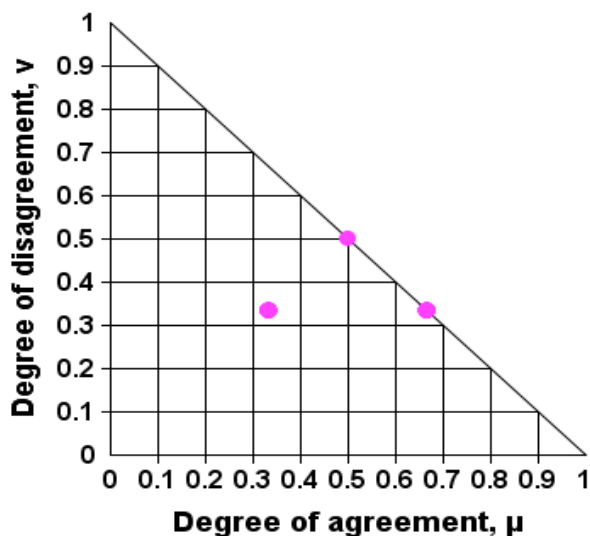
μ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67
2011	0.33	0.50	0.33	0.33	0.33	0.50	0.33
2012	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67
2013	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67
2014	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67
2015	0.33	0.50	0.33	0.33	0.33	0.50	0.33
2016	0.67	0.33	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67

Фиг. 17а. Стойности на принадлежност

ν	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2010	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2011	0.33	0.50	0.33	0.33	0.33	0.50	0.33
2012	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2013	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2014	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
2015	0.33	0.50	0.33	0.33	0.33	0.50	0.33
2016	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

Фиг. 17b. Стойности на непринадлежност

Резултатните интуиционистки размити двойки са визуализирани в интуиционистки размития триъгълник на Фиг. 18.



Фиг. 18. Интуиционистки размитите двойки, представени в интуиционистки размит триъгълник

След приложението на интеркритериалния анализ по градусе са получени 1 двойка в силен дисонанс, 10 двойки в дисонанс и 10 двойка в слаб дисонанс (Фиг. 19):

- **Силен дисонанс:** 2011-2015.
- **Дисонанс:** 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2012-2016, 2012-2013, 2012-2014, 2012-2016, 2013-2014, 2013-2016, 2014-2016.
- **Слаб дисонанс:** 2010-2011, 2010-2015, 2011-2012, 2011-2013, 2011-2014, 2011-2016, 2012-2015, 2013-2015, 2014-2015, 2015-2016.

<i>Степен на корелация</i>	<i>Вид консонанс</i>	<i>Брой двойки</i>
[0,33; 0,43)	Дисонанс	10
[0,43; 0,57)	Силен дисонанс	1
[0,57; 0,67)	Дисонанс	-
[0,67; 0,75)	Слаб дисонанс	10

Фиг. 19. Корелации между градовете

Очевидна е независимостта при критериите и обектите от извършените тествания чрез интеркритериален анализ спрямо Таблицы от 1 до 6 за кръвонабирането в страната. За всички години се наблюдават сходен брой кръводарявания, като тенденцията се наблюдава и между различните населени места.

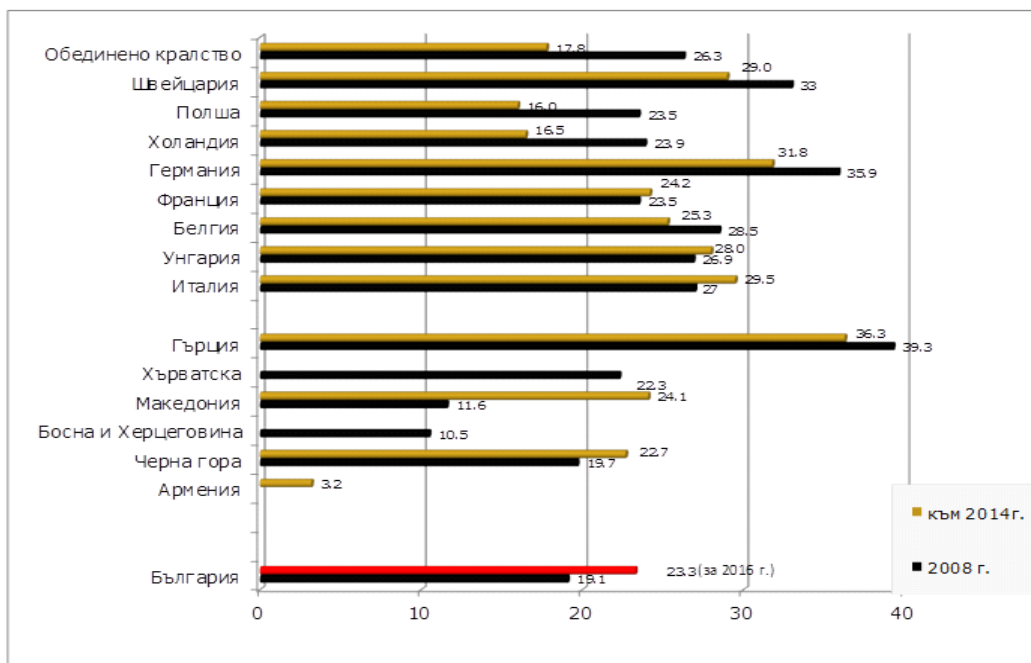
4. Обзор на процеса по кръвонабиране в центровете по трансфузионна хематология в страната

Както се вижда от представените статистически данни за разглеждания период, кръводарителите в ЦТХ и ОТХ са 23,3 на 1000 души, което е под необходимия минимум от 25 на 1000 души население (Таблица 7). Това задължително налага да се направи максималното за ефективна агитация и пропаганда на безвъзмездното кръводаряване, което би доближило страната до броя на кръводарителите на 1000 души население в развитите европейски страни (Фиг. 20).

За добра агитация и пропаганда на безвъзмездното кръводаряване са необходими средства, които държавата отделя. Съгласно Наредба № 9, Постановление на МС № 113/16.05.2007 г. (ДВ бр. 42 от 2007 г.) на болниците, вземащи кръв от кръводарители (т.е. МБАЛ с ОТХ), държавата заплаща по 20 лв. на кръводарител (за стандартно взет сак с кръв). Това включва 8 лв. за подкрепително-тонизираща храна, а останалите 12 лв. се разпределят както следва: до 5 лв. за възстановяване на непосредствените разходи на кръводарителя, и до 6 лв. за символични подаръци на кръводарителя. Болниците, които вземат кръв от кръводарители, задължително им предоставят подкрепително-тонизираща храна на стойност 8 лв. Възстановяването на непосредствените разходи на кръводарителя трябва да става също от болниците, но то не се извършва. За символични подаръци въобще не може да се говори.

По този начин всяка МБАЛ с ОТХ получава средства за взетата стандартна кръв от кръводарителите и предадена на ЦТХ от района и срещу издадена фактура. Но вече 15 години в нито една болница в страната, която взема кръв от кръводарители, няма извършена агитация и пропаганда на безвъзмездното кръводаряване, а се агитират да даряват кръв близките на пациентите. Това определено е „скрито“ субсидиране на МБАЛ с ОТХ.

За разлика от МБАЛ с ОТХ, ЦТХ получават средства от МЗ в техните бюджети (като второстепенни разпоредители с бюджет), които обаче са недостатъчни за дейността „агитация и пропаганда на безвъзмездното кръводаряване“, както става ясно от статистическите данни представени в таблици (Таблицы 7–13). Данните за предоставените средства се разглеждат само за периода 2015–2016 г.



Фиг. 20. Кръводарители на 1000 души население (по данни на EDQM 2014)

	2015	Кръводарявания	Заплатени по ПМС	2016	Кръводарявания	Заплатени по ПМС
НЦТХ	60 328	39 291	420 740	61 275	38 925	268 200
ОТХ		21 037 (34,9%)			22 350 /36,5%	
Чисти средства			252 444			

Таблица 7. Предоставени средства на ОТХ от района на НЦТХ

	2015	Кръводарявания	Заплатени по ПМС	2016	Кръводарявания	Заплатени по ПМС
ЦТХ Пловдив	38 482	26 085	247 940	36 977	24 679	147 576
ОТХ		12 397 (32,2%)		12 298 (33,3%)		
Чисти средства			148 764			

Таблица 8. Предоставени средства на ОТХ от района на ЦТХ – Пловдив

	2015	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС	2016	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС
ЦТХ Стара Загора	21 671	8 209		21 627	7 633	
ОТХ		13 462 (62,1%)	269 240		13 994 (64,7%)	279 880
Чисти средства			161 544			167 928

Таблица 9. Предоставени средства на ОТХ от района на ЦТХ – Стара Загора

	2015	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС	2016	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС
ЦТХ Варна	21 820	11 939		21 442	11 544	
ОТХ		9 881 (45,3%)	197 620		9 898 (46,2%)	197 960
Чисти средства			118 572			118 776

Таблица 10. Предоставени средства на ОТХ от района на ЦТХ – Варна

	2015	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС	2016	Кръводо- рявания	Заплатени по ПМС
ЦТХ Плевен	19 941	7 935		19 498	8 031	
ОТХ		12 006 (60,2 %)	240 120		11 467 (58,8 %)	229 340
Чисти средства			144 072			137 604

Таблица 11. Предоставени средства на ОТХ от района на ЦТХ – Плевен

Обобщените данни за сумите получени от МБАЛ с ОТХ в страната за 2015 и 2016 г. са представени в Таблица 12. От тях са извадени предоставените по ПМС 113 суми от 8 лв. на кръводарител и са показани сумите (чисти), които са останали в МБАЛ.

	Средства за 2015 г.	Чисти средства за МБАЛ 2015 г.	Средства за 2016 г.	Чисти средства за МБАЛ 2016 г.
ЦТХ				
ОТХ	1 375 660 лв.	825 396 лв.	1 400 140 лв.	840 084 лв.

Таблица 12. Предоставени средства на ОТХ от ЦТХ

Както се вижда от таблицата, през 2015 и 2016 г. държавата в лицето на МЗ, чрез ЦТХ е превеждала на МБАЛ с ОТХ средно по **832 740 лв.** годишно.

Всеки кръводарител получава подкрепително тонизираща храна в размер на 8 лева, докато останалите средства остават в касата на всяка болница, поради факта че основните кръводарители в ОТХ са близки и родственици (Таблица 13), за които не се изразходват предвидените средства в ПМС 113.

	Брой кръводарители за 2015г.	Процент близки и родственици	Брой кръводарители за 2016 г.	Процент близки и родственици
ЦТХ	93 459	73,6%	90 812	77,1%
ОТХ	68 783	100%	70 007	100%

Таблица 13. Брой кръводарители от ЦТХ и ОТХ дарили кръв безвъзмездно или като близки и родственици на пациентите

От данните в таблицата става ясно, че кръводарителите, които даряват кръв в МБАЛ с ОТХ, са предимно близки или родственици на пациентите. За тези кръводарители болниците не полагат никакви усилия за агитация и пропаганда на безвъзмездното кръводаряване, а съответно получават финансови средства.

Основните изводи, които могат да се направят от представените данни, са следните:

- Работещите в здравеопазната система на страната не полагат никакви усилия за пропаганда и агитация на безвъзмездното кръводаряване, а разчитат това да се извършва само от ЦТХ.
- Вероятно работещите в ОТХ към МБАЛ намаляват прогресивно, тъй като и броят на кръводарителите взети там намалява. Това се отразява и на лечебната дейност на болницата.

4. Заключение

В статията е приложен Интеркритериален анализ върху данни от центровете за кръвонабиране в страната. Изследвани са взаимовръзките между данните по години и по населени места. Направен е обзор на процеса по кръвонабиране в центровете за трансфузионна хематология.

Благодарности

Авторите са благодарни за подкрепата, осигурена от Българския Фонд „Научни изследвания“, проект No. КП-06-Н22/1/2018 „Теоретични изследвания и приложения на интеркритериалния анализ (ТИПИКА)“.

Литература

- [1] Atanassov, K., *Index Matrices Towards an Augmented Matrix Calculus*. Studies in Computational Intelligence Series, Vol. 573, Springer, Cham, 2014.
- [2] Atanassov, K., *On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory*, Springer, Berlin, 2012.
- [3] Atanassov, K., Atanassova, V., Gluhchev, G., *InterCriteria Analysis: Ideas and problems*, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 21(1), 2015, 81–88.
- [4] Atanassov, K., Mavrov, D., Atanassova, V., *InterCriteria Decision Making: A New Approach for Multicriteria Decision Making*, Based on Index Matrices and Intuitionistic Fuzzy Sets. Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, 11, 2014, 1–8.
- [5] Atanassov, K., Szmidt, E., Kacprzyk, J., On intuitionistic fuzzy pairs, *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 19(3), 2013, 1–13.
- [6] Ikononov, N., Vassilev, P., Roeva, O., ICrADData – Software for InterCriteria Analysis, *Int. J. BioAutomation*, 22(1), 2018, 1–10.