

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE IMPACT OF RETURN CARGO OPTIONS ON FINANCIAL AND TIME INDICATORS IN PORT-TO-PORT TRANSIT TRANSPORTATION BY ROAD⁷

Asst. Prof. Boril Ivanov, PhD

Department of Transport

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: +359 82 888605

E-mail: bivanov@uni-ruse.bg

Abstract: Landbridge port-to-port movement of large transit shipments of bulk and break-bulk cargo is preferably performed by railways. Road transportation involvement in such operations usually raises capacity and cost related concerns. Cost optimisation by road is highly dependent on return cargo options. However, return cargoes do not guarantee lower overall costs which are subject to a preliminary assessment of multiple return cargo options plus an empty return option either. Factors as port-to-port distance, deviation distance and time, return cargo freight and additional costs have to be considered.

Keywords: landbridge, return cargo, transit shipments, port-to-port transit.

JEL Codes:

ВЪВЕДЕНИЕ

Поради относителното по-ниската стойност на насипните товари, основният им транспорт на дълги разстояния е воден или железопътен. Превозът на насипни товари с автомобили обикновено е оправдан на относително къси разстояния, като големи партии се превозват често от и до пристанища. Времето за товаро-разтоварни операции е относително по-кратко в сравнение с това при превозите на генерални товари, особено в крайната дестинация, където автомобилите обичайно се саморазтоварват по гравитационен способ.

Освен късите превозни разстояния, друга характерна особеност при превоза на насипни товари е високият дял на празния пробег на товарните автомобили [1]. Проблемът с празния пробег съществува и се изследва също при контейнерните превози по шосе [2] и в частност от/до пристанищни терминали [3], както и при групажните превози, където по-скоро се касае за непълно използване на капацитета на автомобилите [4].

При насипните товари причините за празния пробег са различни, като най-често се свеждат до:

- Липса на обратен насипен товар;
- Изискване за бърз оборот при превоз на големи партии и недостиг на товарни автомобили на пазара;
- Различни изисквания към чистотата на товарните автомобили за правия и обратния товар.

Важно е да се отбележи, че при последователния превоз на различни насипни товари е важна тяхната съвместимост. Причината е в това, че докато генералните (бройните) товари се разтоварват без остатък, то по-голямата част от насипните практически не могат да се разтоварят без какъвто и да било остатък, дори и при саморазтоварващите се автомобили. Това налага или следващият товар да е съвместим с малките остатъци от предходния, или да се

⁷Докладът е представен на научната сесия на 25 октомври 2024 г с оригинално заглавие на български език: „МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ВЛИЯНИЕТО НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ОБРАТЕН ТОВАР ВЪРХУ ФИНАНСОВИТЕ И ВРЕМЕВИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ТРАНЗИТЕН ПРЕВОЗ ПО ШОСЕ МЕЖДУ ПРИСТАНИЩА“

почисти товарното помещение, което съответно е свързано с разход на време и средства и следва да се отчита при изчисляването на финансовите и експлоатационните показатели на оборота на автомобила. По подобни причини не е практически възможно приемане на частични товари и са неприложими предлаганите решения за споделяне на товарното пространство [5].

Във връзка с горното, изключително важно е управлението на автопарка за насипни товари да почива на надеждни разчети при вземане на решение относно празния пробег в обратната посока или поемането на обратен товар.

Именно в тази насока има необходимост от прилагане на математически модели за бърз и надежден сравнителен анализ на потенциалните обратни товари, отчитайки финансовите и логистични показатели, от които има нужда съответният диспозит в транспортното предприятие.

МЕТОД

За целите на настоящото изследване допускаме, че поне в едната („правата“) посока се обслужва регулярен товаропоток, осигуряващ последващо натоварване на автомобила, непосредствено след връщането му обратно в отправния пункт.

Времето за оборот t_o се изчислява както следва [11]:

$$t_o = t_T + t_{дт} + t_p + t_{п} + t_{дбт}, h, \quad (1)$$

където

t_T е времето за натоварване на автомобила, h ;

$t_{дт}$ - времето за движение на автомобила с товар, h ;

t_p - времето за разтоварване на автомобила, h .

$t_{п}$ - времето за почистване на автомобила за следващо товарене, h ;

$t_{дбт}$ - времето за движение на автомобила без товар, h ;

При превозване на обратен товар, общото време за товарене t_T се увеличава и е равно от сбора на времената за товарене на правия товар $t_{ТП}$ и на обратния товар $t_{ТО}$.

$$t_T = t_{ТП} + t_{ТО}, h, \quad (2)$$

Съответно, общото време за разтоварване t_p се увеличава и се получава от сбора на времената за разтоварване на правия товар $t_{рп}$ и на обратния товар $t_{ро}$.

$$t_p = t_{рп} + t_{ро}, h, \quad (3)$$

Времето за почистване $t_{п}$ включва времето за почистване на автомобила от правия товар $t_{ппт}$, за да се натовари обратният, и времето за почистване на автомобила от обратния товар $t_{пот}$, за да се натовари следващ прав товар.

$$t_{п} = t_{ппт} + t_{пот}, h, \quad (4)$$

Общото време за движение с товар $t_{дт}$ и се получава от сбора на времената за движение с правия товар $t_{дп}$ и с обратния товар $t_{до}$.

$$t_{дт} = t_{дп} + t_{до}, h, \quad (5)$$

Времето за движение с правия товар $t_{дп}$ се изчислява по формулата:

$$t_{дп} = \frac{l_{кпт}}{V_T}, h, \quad (6)$$

където $l_{кпт}$ е дължината на курса с правия товар, km ;

V_T - техническата скорост на товарния автомобил, km/h ;

Времето за движение с обратния товар $t_{до}$ се изчислява по формулата:

$$t_{до} = \frac{l_{кот}}{V_T}, h, \quad (7)$$

където $l_{кот}$ е дължината на курса с обратния товар, km ;

След заместване във формула (5) се получаваме

$$t_{дт} = \frac{l_{кпт}}{V_t} + \frac{l_{кот}}{V_t}, h; \text{ или } t_{дт} = \frac{l_{кпт} + l_{кот}}{V_t}, h. \quad (8)$$

Поради факта, че скоростта на товарния автомобил е в по-голяма степен ограничена от пътния трафик и пътните условия отколкото от количеството товар, за целите на настоящото изследване може условно да допуснем, че разликата в техническата скорост на автомобила V_t с товар и без товар е пренебрежимо малка. В този случай времето за движение без товар $t_{дбт}$ се изчислява по формулата:

$$t_{дбт} = \frac{l_{бт}}{V_t}, h, \quad (9)$$

където $l_{бт}$ е дължината на празния пробег от разтоварния адрес за правия товар до товарния адрес на обратния товар $l_{бт1}$ и от разтоварния адрес на обратния товар до товарния адрес на следващия прав товар $l_{бт2}$,

$$l_{бт} = l_{бт1} + l_{бт2}, km; \quad (10)$$

Времето за натоварване на правия товар $t_{тп}$ се изчислява по формулата:

$$t_{тп} = \frac{q}{R_{тп}}, h, \quad (11)$$

където q е номиналната товароносимост на автомобила, t ;

$R_{тп}$ е товарната норма за правия товар на товарния му адрес, t/h ;

За целите на настоящото изследване се използва само номиналната товароносимост на автомобила, като се допуска, че:

- правият и обратният товар са със специфично тегло, позволяващо пълното използване на номиналната товароносимост на автомобила q ;

или

- в размера на навлото за правия и/или за обратния товар е отчетено евентуално по-ниско специфично тегло на правия и/или обратния товар, което е равностойно на начисляване на навлото върху номиналната товароносимост на автомобила q ,

Съответно, времето за натоварване на обратния товар $t_{то}$ се изчислява по формулата:

$$t_{то} = \frac{q}{R_{то}}, h, \quad (12)$$

където $R_{то}$ е товарната норма за обратния товар на товарния му адрес, t/h ;

Времето за разтоварване на правия товар $t_{рп}$ се изчислява по формулата:

$$t_{рп} = \frac{q}{R_{рп}}, h, \quad (13)$$

където $R_{рп}$ е разтоварната норма за правия товар на разтоварния му адрес, t/h ;

Съответно, времето за разтоварване на обратния товар $t_{ро}$ се изчислява по формулата:

$$t_{ро} = \frac{q}{R_{ро}}, h, \quad (14)$$

където $R_{ро}$ е разтоварната норма за обратния товар на разтоварния му адрес, t/h ;

След заместване и преобразувания във формула (1) получаваме:

$$\begin{aligned} t_o &= t_{тп} + t_{то} + \frac{l_{кпт} + l_{кот}}{V_t} + \frac{l_{бт}}{V_t} + t_{ппт} + t_{пот} + t_{рп} + t_{ро}, h, \\ t_o &= \frac{q}{R_{тп}} + \frac{q}{R_{то}} + \frac{l_{кпт} + l_{кот}}{V_t} + \frac{l_{бт}}{V_t} + t_{ппт} + t_{пот} + \frac{q}{R_{рп}} + \frac{q}{R_{ро}}, h, \\ t_o &= q \left(\frac{1}{R_{тп}} + \frac{1}{R_{то}} + \frac{1}{R_{рп}} + \frac{1}{R_{ро}} \right) + \frac{l_{кпт} + l_{кот} + l_{бт}}{V_t} + t_{ппт} + t_{пот}, h. \end{aligned} \quad (15)$$

В идеализирания случай, в който всички товаро-разтоварни норми се приемат за равни на R и когато товаренето на обратния товар става от разтоварния адрес на правия товар (ако напр. това е пристанище или логистичен терминал), а разтоварването на обратния товар се извършва на товарния адрес на правия товар, т.е. когато $l_{кпт} = l_{кот}$ и $l_{бт} = 0$, то за опростени разчети може да се използва следната формула:

$$t_o = \frac{q}{R} + \frac{2 l_{кпт}}{V_t} + t_{ппт} + t_{пот}, h, \quad (16)$$

където R е осреднената товаро-разтоварната норма.

След като от счетоводството на транспортното предприятие се получат данни за средногодишните постоянни разходи на конкретния товарен автомобил, или типа товарен

автомобил, разхвърлени за час в наряд (без гориво, тол такси и др. преки разходи за курса), то чрез изчисленото време за оборот и очаквания разход на гориво може да се направи сравнителен анализ между алтернативните варианти на организация на кръгов курс на автомобила.

Сумарните разходи за един оборот на товарния автомобил C_0 ще се изчисляват по формулата:

$$C_0 = C_{\text{чн}} \cdot t_0 + C_{\text{Г}} \cdot C_{\text{дт}} \left(\frac{l_{\text{кпт}} + l_{\text{кот}}}{100} \right) + C_{\text{Г}} \cdot C_{\text{бт}} \frac{l_{\text{бт}}}{100} + C_{\text{ппт}} + C_{\text{пот}}, \text{ лв},$$

която след преобразуване придобива следния вид

$$C_0 = C_{\text{чн}} \cdot t_0 + C_{\text{Г}} \left[C_{\text{дт}} \left(\frac{l_{\text{кпт}} + l_{\text{кот}}}{100} \right) + C_{\text{бт}} \frac{l_{\text{бт}}}{100} \right] + C_{\text{ппт}} + C_{\text{пот}}, \text{ лв}, \quad (17)$$

където $C_{\text{чн}}$ са осредните почасови разходи на автомобила в наряд (без гориво), лв/ч

$C_{\text{Г}}$ е цената на литър гориво, лв/л

$C_{\text{дт}}$ - разходът на автомобила при пробег с товар, л/100km;

$C_{\text{бт}}$ - разходът на автомобила при пробег без товар, л/100km;

$C_{\text{ппт}}$ - разходът за почистване на автомобила от правия товар, лв;

$C_{\text{пот}}$ - разходът за почистване на автомобила от обратния товар, лв.

Разглеждат се 3 теоретично възможни варианта за организация на кръговия курс на автомобила при превоз на насипни товари.

Вариант 1: само с товар в права посока;

$$l_{\text{кпт}} = l_{\text{бт}}; l_{\text{кот}} = 0; t_{\text{то}} = \frac{q}{R_{\text{то}}} = 0, t_{\text{ро}} = \frac{q}{R_{\text{ро}}} = 0; C_{\text{ппт}} = C_{\text{пот}} = 0.$$

Полученото време за оборот при Вариант 1 на база формула (15) означаваме с t_{01}

$$t_{01} = q \left(\frac{1}{R_{\text{тп}}} + \frac{1}{R_{\text{рп}}} \right) + \frac{2l_{\text{кпт}}}{V_{\text{т}}}, \text{ ч}. \quad (18)$$

Вариант 2: с товар в обратна посока от разтоварния адрес на правия товар до товарния адрес на правия товар;

$l_{\text{кпт}} = l_{\text{кот}}; l_{\text{бт}} = 0; C_{\text{ппт}} \neq C_{\text{пот}} \neq 0$ ако спецификата или несъвместимостта на товарите изисква почистване.

Полученото време за оборот при Вариант 2 на база формула (15) означаваме с t_{02} .

$$t_{02} = q \left(\frac{1}{R_{\text{тп}}} + \frac{1}{R_{\text{то}}} + \frac{1}{R_{\text{рп}}} + \frac{1}{R_{\text{ро}}} \right) + \frac{2l_{\text{кпт}}}{V_{\text{т}}} + t_{\text{ппт}} + t_{\text{пот}}, \text{ ч}. \quad (19)$$

Вариант 3: с обратен товар от различен адрес от разтоварния на правия товар и/или с обратен товар до различен адрес от товарния на правия товар;

$l_{\text{кпт}} \neq l_{\text{кот}}; l_{\text{бт}} > 0; C_{\text{ппт}} \neq C_{\text{пот}} \neq 0$ ако спецификата или несъвместимостта на товарите изисква почистване.

Полученото време за оборот при Вариант 3 на база формула (15), в която практически не се налагат промени, означаваме с t_{03} .

$$t_{03} = q \left(\frac{1}{R_{\text{тп}}} + \frac{1}{R_{\text{то}}} + \frac{1}{R_{\text{рп}}} + \frac{1}{R_{\text{ро}}} \right) + \frac{l_{\text{кпт}} + l_{\text{кот}} + l_{\text{бт}}}{V_{\text{т}}} + t_{\text{ппт}} + t_{\text{пот}}, \text{ ч}. \quad (20)$$

При всеки един от посочените три варианта, след заместване на t_0 с времената за оборот t_{01}, t_{02}, t_{03} от формули (18), (19), (20) във формула (17), съответно разходите от C_{01} до C_{03} ще са следните:

Разходи C_{01} при вариант 1:

$$C_{01} = C_{\text{чн}} \cdot t_{01} + C_{\text{Г}} \cdot l_{\text{кпт}} \left(\frac{C_{\text{дт}}}{100} + \frac{C_{\text{бт}}}{100} \right), \text{ лв},$$

или след заместване на t_{01}

$$C_{01} = C_{\text{чн}} \left[q \left(\frac{1}{R_{\text{тп}}} + \frac{1}{R_{\text{рп}}} \right) + \frac{2l_{\text{кпт}}}{V_{\text{т}}} \right] + C_{\text{Г}} \cdot l_{\text{кпт}} \left(\frac{C_{\text{дт}}}{100} + \frac{C_{\text{бт}}}{100} \right), \text{ лв}. \quad (21)$$

Разходи C_{02} при вариант 2:

$$C_{02} = C_{\text{чн}} \cdot t_{02} + C_{\text{Г}} \cdot C_{\text{дт}} \frac{2l_{\text{кпт}}}{100} + C_{\text{ппт}} + C_{\text{пот}}, \text{ лв},$$

или след заместване на t_{02}

$$C_{02} = C_{\text{чн}} \left[q \left(\frac{1}{R_{\text{ТП}}} + \frac{1}{R_{\text{ТО}}} + \frac{1}{R_{\text{РП}}} + \frac{1}{R_{\text{РО}}} \right) + \frac{2l_{\text{КПТ}}}{V_{\text{Т}}} + t_{\text{ППТ}} + t_{\text{ПОТ}} \right] + C_{\text{Г}} \cdot C_{\text{ДТ}} \frac{2l_{\text{КПТ}}}{100} + C_{\text{ППТ}} + C_{\text{ПОТ}}, \text{ лв.} \quad (22)$$

Разходи C_{03} при вариант 3:

$$C_{03} = C_{\text{чн}} \cdot t_{03} + C_{\text{Г}} \left[C_{\text{ДТ}} \left(\frac{l_{\text{КПТ}} + l_{\text{КОТ}}}{100} \right) + C_{\text{БТ}} \frac{l_{\text{БТ}}}{100} \right] + C_{\text{ППТ}} + C_{\text{ПОТ}}, \text{ лв,}$$

или след заместване на t_{03}

$$C_{03} = C_{\text{чн}} \left[q \left(\frac{1}{R_{\text{ТП}}} + \frac{1}{R_{\text{ТО}}} + \frac{1}{R_{\text{РП}}} + \frac{1}{R_{\text{РО}}} \right) + \frac{l_{\text{КПТ}} + l_{\text{КОТ}} + l_{\text{БТ}}}{V_{\text{Т}}} + t_{\text{ППТ}} + t_{\text{ПОТ}} \right] + C_{\text{Г}} \left[C_{\text{ДТ}} \left(\frac{l_{\text{КПТ}} + l_{\text{КОТ}}}{100} \right) + C_{\text{БТ}} \frac{l_{\text{БТ}}}{100} \right] + C_{\text{ППТ}} + C_{\text{ПОТ}}, \text{ лв.} \quad (23)$$

Изчисляват се и приходите F_0 за един оборот на товарния автомобил

$$F_0 = F_{\text{ПТ}} \cdot q \cdot l_{\text{КПТ}} + F_{\text{ОТ}} \cdot q \cdot l_{\text{КОТ}}, \text{ лв}$$

или след преобразуване

$$F_0 = q(F_{\text{ПТ}} \cdot l_{\text{КПТ}} + F_{\text{ОТ}} \cdot l_{\text{КОТ}}), \text{ лв.} \quad (24)$$

където $F_{\text{ПТ}}$ е навлото за курса с товар в права посока, $\text{лв}/\text{tkm}$;

$F_{\text{ОТ}}$ - навлото за курса с товар в обратна посока, $\text{лв}/\text{tkm}$.

За целите на настоящото изследване се допуска, че:

- навлото отчита дължимите тол такси;
- в размера на навлото за правия и/или за обратния товар е отчетено евентуално по-ниско специфично тегло на правия и/или обратния товар, което е равностойно на начисляване на навлото върху номиналната товароносимост на автомобила q ,

Съответно, приходите от навла F_{01} до F_{03} при всеки един от посочените три варианта след замествания във формула (24) ще са:

Приходи F_{01} при Вариант 1 ($F_{\text{ОТ}} = 0$):

$$F_{01} = q \cdot F_{\text{ПТ}} \cdot l_{\text{КПТ}}, \text{ лв.} \quad (25)$$

Приходи F_{02} при Вариант 2:

$$F_{02} = q \cdot l_{\text{КПТ}} (F_{\text{ПТ}} + F_{\text{ОТ}2}), \text{ лв} \quad (26)$$

Съставена е таблица 1 с попълнени реалистични изходни параметри.

Таблица 1

Параметър	мерна ед.	стойност	Показател	мерна ед.	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
q	t	$const.$	t_0	h	t_{01}	t_{02}	t_{03}
$R_{\text{ТП}}$	t/h	$var.$	C_0	$лв$	C_{01}	C_{02}	C_{03}
$R_{\text{ТО}}$	t/h	$var.$	F_0	$лв$	F_{01}	F_{02}	F_{03}
$R_{\text{РП}}$	t/h	$var.$	P_0	$лв$	P_{01}	P_{02}	P_{03}
$R_{\text{РО}}$	t/h	$var.$					
$l_{\text{КПТ}}$	km	$var.$					
$l_{\text{КОТ}}$	km	$var.$					
$l_{\text{БТ}}$	km	$var.$					
$V_{\text{Т}}$	km/h	$const.$					
$t_{\text{ППТ}}$	h	$var.$					
$t_{\text{ПОТ}}$	h	$var.$					
$C_{\text{чн}}$	$лв/h$	$const.$					
$C_{\text{Г}}$	$лв/l$	$const.$					

$C_{дт}$	$l/100km$	$const.$
$C_{бт}$	$l/100km$	$const.$
$C_{ппт}$	$лв$	$var.$
$C_{пот}$	$лв$	$var.$
$F_{пт}$	$лв/tkm$	$var.$
$F_{от2}$	$лв/tkm$	$var.$
$F_{от3}$	$лв/tkm$	$var.$

където $F_{от2}$ е навлото за обратен товар при Вариант 2, неизискващ празен пробег.

Приходи $F_{о3}$ при Вариант 3:

За $F_{о3}$ се прилага се формула, практически идентична на (24)

$$F_{о3} = q(F_{пт} \cdot l_{кпт} + F_{от3} \cdot l_{кот}), лв. \quad (27)$$

За оптимален вариант може се приеме този с най-висока оперативна печалба P_o

$$P_o = \max (P_{o1}, P_{o2}, P_{o3}), лв, \quad (28)$$

където P_{o1} е финансовият резултат при Вариант 1 или $P_{o1} = (F_{o1} - C_{o1}), лв$;

P_{o2} - финансовият резултат при Вариант 2 или $P_{o2} = (F_{o2} - C_{o2}), лв$;

P_{o3} – финансовият резултат при Вариант 3 или $P_{o3} = (F_{o3} - C_{o3}), лв$.

Също, вземащият решение служител в транспортното предприятие може да отчете не само получените при трите варианта показатели P_{o1}, P_{o2}, P_{o3} , но и да се съобрази със стойностите на t_{o1}, t_{o2}, t_{o3} по чисто експлоатационни причини, например евентуален недостиг на автомобили при голямо количество насипен товар в едната посока, който следва да се превози в кратки срокове.

Зададените параметри се ползват като база за изчисляване на финансовите и експлоатационни показатели, даващи възможност за сравнителен анализ на Варианти 1, 2 и 3 с използване на математическия модел и конкретно формули от (18) до (28) включително.

За целите на симулацията се зададени 2 групи параметри – постоянни и променливи.

Направени са 3 експериментални опита:

Таблица 2. Опит 1

Параметър	мерна ед.	стойност	Показател	мерна ед.	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
q	t	22	t_o	h	10.36	22.86	23.69
$R_{тп}$	t/h	7	C_o	$лв$	259.60	478.60	501.03
$R_{то}$	t/h	5	F_o	$лв$	528.00	1012.00	1003.20
$R_{рп}$	t/h	40	P_o	$лв$	268.40	533.40	502.17
$R_{ро}$	t/h	20					
$l_{кпт}$	km	200					
$l_{кот}$	km	180					
$l_{бт}$	km	70					
V_t	km/h	60					
$t_{ппт}$	h	3					
$t_{пот}$	h	4					
$C_{чн}$	$лв/h$	10					
$C_{г}$	$лв/l$	1.50					
$C_{дт}$	$l/100km$	30					
$C_{бт}$	$l/100km$	22					
$C_{ппт}$	$лв$	30					
$C_{пот}$	$лв$	40					

$F_{\text{пт}}$	лв/tkm	0.12
$F_{\text{от2}}$	лв/tkm	0.11
$F_{\text{от3}}$	лв/tkm	0.12

При зададените параметри в първия опит, анализирайки показателите, следва да се отбележи, че най-изгоден във финансово отношение е Вариант 2, при който финансовият резултат надвишава с 98.7% този при Вариант 1 и с 6.2% резултата при Вариант 3, въпреки че зададеното навло на обратния товар за Вариант 3 е по-високо от това за Вариант 2.

Все пак, следва да се отчете това, че независимо от добрите финансови показатели при варианти 2 и 3, времето за оборот при Вариант 2 надвишава със 120.6% това при Вариант 1, а времето за оборот при Вариант 3 е 128.7% от това от Вариант 1.

Голямото време на оборот би било от значение при недостиг на товарни автомобили в транспортното предприятие за изпълнение на договори за големи количества в кратък срок, което често се случва при превоза на насипни товари на къси разстояния.

Таблица 3. Опит 2

Параметър	мерна ед.	стойност	Показател	мерна ед.	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
q	t	22	t_o	h	10.36	54.36	55.36
$R_{\text{тп}}$	t/h	7	C_o	лв	259.60	823.60	848.60
$R_{\text{то}}$	t/h	2	F_o	лв	528.00	1100.00	985.60
$R_{\text{рп}}$	t/h	40	P_o	лв	268.40	276.40	137.00
$R_{\text{ро}}$	t/h	1					
$l_{\text{кпт}}$	km	200					
$l_{\text{кот}}$	km	160					
$l_{\text{бт}}$	km	100					
$V_{\text{т}}$	km/h	60					
$t_{\text{пт}}$	h	6					
$t_{\text{пот}}$	h	5					
$C_{\text{чн}}$	лв/h	10					
$C_{\text{г}}$	лв/l	1.50					
$C_{\text{дт}}$	l/100km	30					
$C_{\text{бт}}$	l/100km	22					
$C_{\text{пт}}$	лв	60					
$C_{\text{пот}}$	лв	40					
$F_{\text{пт}}$	лв/tkm	0.12					
$F_{\text{от2}}$	лв/tkm	0.13					
$F_{\text{от3}}$	лв/tkm	0.13					

При анализа на втория опит, като най-изгоден във финансово отношение отново е Вариант 2, но финансовият му резултат надвишава с едва 2.98 % този при Вариант 1. Времето за оборот при Вариант 2 и Вариант 3 обаче надвишава с над 5 пъти това за Вариант 1. Отделно, Вариант 1 е с близо два пъти по-висок финансов резултат от Вариант 3.

Отчитайки пренебрежимата разлика във финансовите показатели между Вариант 1 и Вариант 2, като оптимален избор следва да се посочи все пак Вариант 1, независимо че обратният курс при Вариант 1 е празен и навлата за обратните товари при варианти 1 и 2 на tkm са дори по-високи от навлото за правия товар.

Таблица 4. Опит 3

Параметър	мерна ед.	стойност	Показател	мерна ед.	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
q	t	22	t_o	h	7.77	58.77	59.10
$R_{\text{ТП}}$	t/h	40	C_o	лв	233.67	947.67	948.00
$R_{\text{ТО}}$	t/h	2	F_o	лв	528.00	1056.00	897.60
$R_{\text{рп}}$	t/h	40	P_o	лв	294.33	108.33	-50.40
$R_{\text{ро}}$	t/h	1					
$l_{\text{кпт}}$	km	200					
$l_{\text{кот}}$	km	120					
$l_{\text{бт}}$	km	100					
$V_{\text{т}}$	km/h	60					
$t_{\text{ппт}}$	h	8					
$t_{\text{пот}}$	h	10					
$C_{\text{чн}}$	лв/х	10					
$C_{\text{г}}$	лв/л	1.50					
$C_{\text{дт}}$	л/100km	30					
$C_{\text{бт}}$	л/100km	22					
$C_{\text{ппт}}$	лв	80					
$C_{\text{пот}}$	лв	100					
$F_{\text{пт}}$	лв/tkm	0.12					
$F_{\text{от2}}$	лв/tkm	0.12					
$F_{\text{от3}}$	лв/tkm	0.14					

При опит 3 като най-изгоден се явява Вариант 1, като финансовият му резултат надвишава 2.72 пъти този при Вариант 2, а Вариант 3 генерира загуба. От друга страна, времето за оборот при Вариант 1 е 7.56 пъти по-кратко от това при Вариант 2 и 7.61 пъти по-кратко от това при Вариант 3.

ИЗВОДИ

1. Технологията на превоз на насипни товари с автомобилен транспорт има много специфики и предполага относително висок дял на празния пробег. Съответно, управлението на празния пробег е от голямо значение за общите финансови и експлоатационни показатели на транспортното предприятие.

2. Високият дял на празния пробег за определен период от време не означава непременно неефективна работа на автомобилния парк. В голяма степен това зависи от наличието на следващи наряди по същата релация и конкретните обратни наряди, отчитайки отклоненията от маршрута, времето за товарене, разтоварване и разходи за почистване.

3. От направените симулации може да се направи извод, че при относително кратки превозни разстояния (напр. до 200 km), празният пробег в обратна посока води до по-добри финансови и експлоатационни показатели за транспортното предприятие.

REFERENCES

[1] Nguyen, H.-P., Duong, M.-H., Nguyen, D., Nguyen, D.-T., Phan, T.-T., & Thuy-Bui, P.-T. (2021). *Orders Selection and Routes Planning for Empty Return Trucks*. International Conference on Biomedical Engineering. <https://doi.org/10.1063/5.0111468>

- [2] Islam, S. (2017a). *Empty Truck Trips Problem at Container Terminals: A Review of Causes, Benefits, Constraints and Solution Approaches*. Business Process Management Journal, 23.
- [3] Islam, S. (2017b). *Simulation of Truck Arrival Process at a Seaport: Evaluating Truck-sharing Benefits for Empty Trips Reduction*. International Journal of Logistics Research and Applications, pages 1–19.
- [4] Caballini, C., Paolucci, M., Sacone, S., and Ursavas, E. (2017). *Towards the Physical Internet Paradigm: A Model for Transportation Planning in Complex Road Networks with Empty Return Optimization*. International Conference on Computational Logistics, pages 452–467.
- [5] Standing, C., Standing, S. and Biermann, S. (2018). *The Implications of the Sharing Economy for Transport*. Transport Reviews, Vol. 39 No. 2, pp. 226-242.