

МЕТОДИКА

ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ
НА ПРОЕКТИ ЗА РЕМОНТ НА ПЪТИЩАТА В БЪЛГАРИЯ

М Е Т О Д И К А

ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ
НА ПРОЕКТИ ЗА РЕМОНТ НА ПЪТИЩАТА В БЪЛГАРИЯ

София, септември 1998 г.

М Е Т О Д И К А
ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИКОНОМИЧЕСКАТА ЕФЕКТИВНОСТ
НА ПРОЕКТИ ЗА РЕМОНТ НА ПЪТИЩАТА В БЪЛГАРИЯ

1. Въведение

Тази методика съдържа основните принципи и математически зависимости за оценяване на икономическата ефективност на обекти и проекти за ремонт на пътищата на етапа предпланови разработки, с използване на електронно-изчислителна техника. Дадени са конкретни стойности на всички необходими оценки, показатели, нормативи и коефициенти и са описани съответните процедури при непосредственото използване на разработения изчислителен апарат. Самата методика е вградена в създадения програмен продукт, като е предвидена възможност за системна актуализация на архивираната в програмата информация в съответствие с настъпилите изменения в структурата и цените на транспортно-експлоатационните разходи.

Методиката за определяне на икономическата ефективност на проектите за ремонт на пътищата е основана на модела на *TRRL Report No 274 /nom model/*. Принципите, върху които е изградена методиката, са подобни на тези, използвани в Алжир от *B.H. Van Waas* и *R. Knighton*.

Методиката е разработена в Централната лаборатория по пътища и мостове от ст.н.с.инж. Ат. Врацов

2. Цел и област на приложение

Методиката е предназначена за оценка на икономическата ефективност от изразходване на финансовите средства, предвидени за ремонт на пътищата от републиканската пътна мрежа през съответната планова година. Целта е да се осигури необходимата обективна информация за вземане на управленски решения при провеждането на финансовата политика в областта на ремонта на пътищата от ГУП.

Предплановата разработка следва да съдържа титулни списъци на пътни обекти, при които е необходимо да се извършат ремонтни работи за подобряване на състоянието на пътната настилка през разглежданата година. Списъците трябва да бъдат съставени поотделно за обекти, предвидени за възстановяване на пътното покритие /среден ремонт/ и по обекти, предвидени за усилване на настилка /основен ремонт/. Списъците могат да бъдат съставени с или без ресурсни ограничения - финансови, производствени мощности и др.

За всеки обект от титулните списъци трябва да бъде осигурена необходимата входна информация - състояние на пътната настилка /равност носимоспособност, повреди/, интензивност на движението, вид и очаквани количества на пътноремонтните работи.

С методиката могат да бъдат решавани следните задачи:

- определяне на икономическата ефективност от извършване на ремонтните работи на всеки отделен обект чрез система от оценъчни показатели без наличието на технологичен проект;
- класиране на обектите от титулния списък според приетия критерий за ефективност с или без ресурсни ограничения;

3. Критерий за икономическа ефективност

Икономическата ефективност на обектите се определя на ос-

новата на очаквания народностопански ефект от подобряване на експлоатационното състояние на пътната настилка след ремонта на пътя. Този ефект се формира от икономията на транспортно-експлоатационните разходи и предотвратените загуби от намаляване на пътнотранспортните произшествия /ПТП/ .

В качеството на обективен критерий за оценка се използва показателя "коэффициент на ефективност с осъвременяване". За икономически ефективни се смятат всички обекти, при които стойностите на изчислените коэффициенти на ефективност с осъвременяване са по-големи от установените от ГУП нормативни стойности за даден период от време, които трябва да са винаги по-големи от 1,10.

4. Транспортен ефект

Подобряването на експлоатационното състояние на пътната настилка осигурява реализирането на определен транспортен ефект, който се определя като разлика между народностопанските разходи, свързани с автомобилното движение по съществуващия път преди и след извършване на ремонтните работи. Тези разходи включват:

- експлоатационни разходи за пробег на автомобилите / гориво, масла, гуми, резервни части, сервизен труд, амортизации/;
- стойностени разходи на време;
- стойностени загуби от ПТП.

Експлоатационното състояние на пътната настилка оказва влияние главно върху разходите за пробег / в най-голяма степен при гумите, резервните части и сервизния труд и в по-малка степен при горивото и маслата/, както и върху загубите от ПТП. Поради отсъствие на точни количествени зависимости в нашата страна, прието е това влияние да се отчита с помощта на корекционни коэффициенти приложени към основните стойности на разходите по всяка статия

при еталонни пътни условия - път в много добро състояние.

Стойностите на корекционните коефициенти при всяко състояние на пътната настилка се установяват въз основа на зависимостите, разработени от TRRL и приложени в Алжир, Кения, Бразилия и др. страни /ADM model /, с изключение на коефициентите, отчитащи загубите от ПП. Последните, както и основните стойности на разходите при еталонни условия, се определят въз основа на анализи на статистически данни за условията в нашата страна.

5. Дефиниране на състоянието на настилка

Дадените в ADM model зависимости за изменение на експлоатационните разходи за пробег на автомобилите са във функция от равността на пътно покритие, измерена с *Bump integrator* /BI в мм/км /. Общечето случаи валидността на тези зависимости е в границите от 2000 до 6000 мм/км. Състоянието на асфалтовите настилки от "много добро" до "лошо" се характеризира най-често със стойности на BI в интервала от 2000 до 4000 мм/км.

В нашата страна състоянието на пътната настилка се класифицира в 5 групи /нива/ на равност от "много добро" до "лошо", според показателя CAPL, измерен с APL₂₅. Граничните стойности на показателя CAPL при всяко състояние на пътната настилка у нас са дадени в таблица 1. В същата таблица са дадени граничните стойности на показателя BI, използвани при изследването в Алжир, както и съответстващите им стойности CAPL, изчислени по формулата:

$$BI = 187 CAPL^{1,12} \quad / 1 /$$

формула /1/ е изведена чрез показателя IRI с помощта на зависимостите, дадени в ADM model.

Класификация
на състоянието на пътната настилка

Таблица 1

Ниво	сценка	Тип на пътя	България						Средни стойности на CAPL при тип А и В	NDM model		
			Относителен дял на CAPL по-малки от, %							BI мм/км	CAPL по формула 2-1	
			≤ 6	≤ 10	≤ 13	≤ 16	≤ 20	≤ 24				≤ 28
1	много добро	А	60	90	100				< 8,7	2000	8,3	
		Б	45	80	95	100						
2	добро	А	45	80	95	100			8,7 - 9,4	2200	9,1	
		Б	35	72	90	97	100					
3	задоволително	А	15	55	80	90	100		9,4 - 11,6	2500	10,1	
		Б	15	55	75	85	97	100				
4	незадоволително	А	5	30	65	82	90	95	100	11,6 - 13,4	3000	12,0
		Б	5	25	60	75	85	90	95			
5	лошо	А	< 5	< 30	< 65	< 82	< 90	< 95	< 100	13,4 - 16,1	4000	15,4
		Б	< 5	< 25	< 60	< 75	< 83	< 90	< 95			

151

Анализът на данните от таблица 1 показва, че съществува достатъчно добро сходство между оценките на състоянието на пътната настилка в България и Алжир / *ADM model* /, дефинирани съответно чрез показателите *CAPI* и *BI*. Изчислените стойности на *CAPI* в последната колона на таблица 1, съответстващи на приетите в *ADM model* стойности на *BI* са близки до средните стойности на *CAPI* в нашата система за оценка на равността на пътното покритие. Тези стойности могат да се използват за определяне на отделните ргати на разходите във функция от експлоатационното състояние на пътната настилка с помоща на зависимостите, дадени в *ADM model*. За по-голяма прегледност променливата величина *BI* се замества с *CAPI* във формулите, като се използва формула /1/. По този начин коефициентите за нарастване на транспортните разходи при всяко състояние се определят в зависимост от съответните стойности на *CAPI*, дадени в последната колона на таблица 1.

Един по-подробен и по-прецизен анализ по всяка вероятност ще покаже, че приемането на други стойности на *CAPI* / по-малки при добро и много добро състояние на пътната настилка /, което би осигурило по-добро адаптиране на модела към нашите условия, ще доведе до нарастване на транспортните разходи при лошо състояние на настилната с 10-12 %. Достоверността на подобно твърдение може да се докаже само чрез резултати от съвместни измервания на равността на пътното покритие с *APL₂₅* и *Bum integrator*. При отсъствие на такива измервания, приемането на стойностите на *CAPI* от таблица 1 / последната колона / е оправдано от практическа гледна точка, тъй като е винаги на страната на сигурността по отношение на икономическия ефект.

При пътни участъци, при които състоянието на настилната се изменя по дължината на участъка, общото състояние на настилната се дефинира чрез средно претеглената величина на стойностите на показателя *CAPI* от последната колона на таблица 1, изчислен по формула:

$$CAPL = \frac{CAPL_1 \cdot l_1 + \dots + CAPL_5 \cdot l_5}{l_1 + \dots + l_5} \quad /2/$$

където: l_i е дължината на участъците с ниво на равност i , км;

$CAPL_i$ - средна стойност на $CAPL$ при ниво на равност i /последна колона на таблица 1/.

С оглед повишаване на точността на резултатите от икономическия анализ на обектите за ремонт в изчислителната програма за практическо прилагане на методиката се въвеждат още 4 допълнителни междинни нива на равност със съответните им $CAPL$, както следва

- ниво 1-2 ми.добро-добро $CAPL = 8,7$
- ниво 2-3 добро - задоволително $CAPL = 9,6$
- ниво 3-4 задоволит.- незадоволит. $CAPL = 11,0$
- ниво 4-5 незадоволително- лошо $CAPL = 13,7$

Въз основа на изчислената стойност на $CAPL$ по формула/2/ всеки пътен обект се причислява към съответното най-близко основно или междинно ниво на равност.

6. Транспортни разходи

6.1. Експлоатационни разходи за пробег при еталонни условия

Експлоатационните разходи за пробег при еталонни пътни условия /пътен участък с широчина на настилката $7 - 7,5$ м. в много добро състояние и свободен режим на движение със скорост 80 км/ч за леки коли и 70 км/ч за товарни коли/, наричани за краткост базови разходи, се определят главно за два вида МПС - леки коли и товарни коли в лева на 1000 авт.км. Те се изчисляват по формулата:

$$C_{мг} = C_{мг} \cdot C_{мг} \quad /3/$$

където: $C_{мг}$ е базовата стойност на 1 статия на раз-

- ходите в натура за \sum -вид на МПС, ед.мярка/1000 км;
 U_{11} - единична цена за \sum -тия вид на МПС, лв/ед. мярка;
 W - индекс за статията на разходите.

Базовите стойности на разходите за пробег се определят за приетите представителни автомобили, а именно:

- лек автомобил ВАЗ 2103;
- товарен автомобил Шкода МТ-4.

Базовите стойности на разходите в натура за приетите представителни автомобили се установяват въз основа на анализи на отчетни данни или по експертен път, като се вземат предвид техническите характеристики на представителните автомобили.

Единичните цени на разходите за пробег се определят по цени на дребно и стойностни оценки без данъци и акцизи ^{към датата на изследването,} както следва:

- а/. Гориво - цена на дребно с приспаднат акциз.
- б/. Масло - цена на дребно с приспаднат данък оборот.
- в/. Гума - цена на дребно за една гума с приспаднат данък оборот.
- г/. Резервни части:-
 - за леки автомобили - доставна стойност 10000 \$ с приспаднат данък-оборот и вносно мито.
 - за товарни автомобили - доставна стойност 50000 \$ с приспаднат данък-оборот и вносно мито.
- д/. Сервизен труд - средна часова ставка без вноски за обществено осигуряване/.

е/. Амортизации - както при статията "резервни части".

Натуралните показатели, единичните цени и базовите разходи за пробег в стойностно изражение за приетите два типа МПС - леки и товарни коли са дадени в таблици 2 и 3.

6.2. Разход на време

Базовата стойност на разхода на време в натура представлява необходимото време за преплуване на 1000км. със скорост 80 км/ч за леки коли и 70 км./час за товарни коли.

Единичната цена на тази статия на разходите се определя като средната часова ставка в страната се умножи на средния брой на пътниците в леките и товарните коли, а именно:

- 2,2 за леки коли;

- 2,0 за товарни коли.

Средната часова ставка се определя поотделно за пътниците в леките и товарните коли, поради различията в средните работни заплати на пътниците и водачите на товарните коли и автобуси. Това води до различия в единичните цени на разхода на време за леките и товарни коли.

6.3. Загуби от ПТП

Базовата стойност на загубите от ПТП се определя поотделно за леки и товарни коли въз основа на статистическите данни за аварийността по пътищата от основната пътна мрежа по формулата:

$$C_{\text{ПТП}}^{\text{з}} = \frac{N_1^{\text{з}} \cdot U_{11}^{\text{з}} + N_2^{\text{з}} \cdot U_{12}^{\text{з}} + N_3^{\text{з}} \cdot U_{13}^{\text{з}}}{P_0^{\text{з}}} \cdot 10^3, \text{ лв./1000авт.км./г}$$

където: N_1, N_2 и N_3 е брой на ПТП, убити и ранени /средно годишен брой за период от последните 3 години/, бр;

U_{11}, U_{12}, U_{13} - стойности на загуби съответно за 1 ПТП за 1 убит и за 1 ранен, лв.

P_0 - общ пробег на МПС по пътищата от основната пътна мрежа, авт.км.

з - индекс за вида на МПС

Общият пробег на МПС по основната пътна мрежа се определя

по формулата:

$$P_0^{\text{з}} = L \cdot Q_{\text{ч.г.}}^{\text{з}} \cdot 365$$

- където: L е дължината на пътищата от основната пътна мрежа, км;
- $Q_{\text{ср}}$ - средноденонощна интензивност на движението, авт./ден;
- J - индекс за вида на МПС.

6. 4. Базови стойности на транспортните разходи

В таблици 2 и 3 са дадени транспортните разходи в натура, единичните цени и базовите стойности в нарично изражение на отделните статии на разходите при леките и товарните коли, определени към днешна дата /м. септември 1993 г/.

Експлоатационните разходи за пробег в натура са установени чрез актуализиране на тези данни, заложен в системата за оценка на инвестиционни проекти за развитие на пътната мрежа.

Базовите разходи за време са определени в съответствие с принципите, дадени в т. 6.2, при следните предпоставки:

а/. Разход за време в натура

- леки коли $1000:80 = 12,5$ часа;

- товарни коли $1000:70 = 14,3$ часа

б/. Единични цени на разходите

- леки коли $\frac{2225}{30,8} \cdot 2,2 = 20,40$ лв/ч;

- товарни коли $\frac{6756}{30,8} \cdot 2 = 56,30$ лв/ч.

Базовите стойности на загубите от ПТП са определени по формули 4 и 5 при следните предпоставки:

а/. Средна интензивност на движението 3564 авт/ден

б/, Относителен дял на леките коли 57 %

в/. ПТП - леки коли 1150 бр.

- товарни коли 288 бр.

г/. Убити	- леки коли	394 бр.
	- товарни коли	98 бр.
д/. Ранени	- леки коли	1434 бр.
	- товарни коли	359 бр.
е/. Загуби от едно ПТП	- леки коли	36700 лв.
	- товарни коли	110100 лв.
ж/. Загуби от един убит		1430000 лв.
з/. Загуби от един ранен		143000 лв.
и/. Дължина на основната пътна мрежа		13042 км.

Таблица 2

Базови стойности
на транспортните разходи за леки коли

Номер по ред	Разходи	Мярка	Количество на 1000 км	Единична цена лв/ед.м	Базова стойност лв/1000 км	
1	Гориво	лг.	75	6,0	450,00	
2	Масла	лг.	1,1	48,6	51,48	
3	Гуми	%	5	431,0	21,55	
4	Резервни части	%	0,15	169880	254,80	
5	Сервизен труд	ч.	5	15,0	75,00	
6	Амортизации	%	0,4	169880	679,52	
7.	Време	ч.	12,5	20,4	255,00	
8	ПТП	лв.	1	92,58	92,58	
Всичко разходи					лв/1000 км.	1879,95
Разходи за 1 км					лв/км.	1,88

Базови стойности
на транспортните разходи за товарни коли

Номер по ред	Разходи	Мярка	Количество на 1000 км.	Единична цена лв/ед.м.	Базова стойност лв/1000 км.
1	Гориво	лт.	310	6,58	2039,80
2	Масла	лт.	4	42,90	171,60
3	Гуми	%	8,5	1498,00	127,33
4	Резервни части	%	0,12	917900,00	1101,48
5	Сервизен труд	ч.	12	15,00	180,00
6	Амортизации	%	0,25	917900,00	2294,75
7	Време	ч.	14,3	56,30	805,09
8	ПТП	лв.	1	39,27	39,27
Всичко разходи		лв/1000 км			6759,32
Разходи за 1 км.		лв/км			6,76

В таблици 2 и 3 данните за транспортните разходи в натура /количество по 1000 км/ подлежат на периодична актуализация в зависимост от настъпилите изменения в автомобилния парк и нормативната уредба. Тези данни ще бъдат прецизирани при разработване на програмния продукт за технико-икономически анализи на обекти за ремонт на пътищата с помощта на електронно-изчислителна техника.

Единичните цени на разходите са променливи величини и трябва да се актуализират системно преди провеждане на всяко изследване на етапа предпроектни проучвания.

От практическа гледна точка е целесъобразно актуализирането на базовите разходи в натурално и стойностно изражение /таблици 2 и 3 / да се извършва един път годишно, независимо от колебанията в единичните цени на отделните статии на транспортните разходи. Тези стойности задължително се утвърждават от ГУП, преди да се вкарат в програмата и важат за цялата текуща планова година.

6.5. Определяне на транспортните разходи в зависи-
мост от състоянието на пътната настилка

Паричното изражение на транспортните разходи при различните експлоатационни състояния на настилката се определят с помоща на корекционни коефициенти по формулата:

$$C_{zni} = C_{zn1} \cdot K_{zni} \quad / 6 /$$

където: C_{zni} е стойност на транспортните разходи при i -то състояние на настилката, лв/1000 км;

C_{zn1} - базова стойност на транспортните разходи при еталонни пътни условия /ниво на равност 1/ от таблици 2 и 3, лв/1000 км;

K_{zni} - корекционен коефициент, характеризиращ нарастването на транспортните разходи при изменение на състоянието на настилката от ниво 1 до ниво i ;

γ - индекс за вида на МПС / 1 за леки коли и 2 за товарни коли/;

ω - индекс за статията на транспортните разходи / от 1 до 8 съгласно таблици 2 и 3/

i - индекс за състоянието на настилката / от 1 до 9 съгласно т.5/.

Стойностите на корекционните коефициенти се изчисляват по формулите, дадени в таблици 4 и 5. Те са във функция само на един параметър - равността на пътното покритие, представена чрез средната стойност на показателя $CAPI$.

Формули
за определяне на корекционните коефициенти при
леките коли

Номер по ред	Разходи	Формула за изчисляване на корекционния коефициент във функцията от състоянието на пътната настилка
1	Гориво	$K_{11i} = 0,97 + 0,0028 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12}$
2	Масла	$K_{12i} = 0,786 + 0,02 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12}$
3	Гуми	$K_{13i} = 0,328 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12} - 2,51$
4	Резервни части	$K_{14i} = 0,214 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12} - 1,29$
5	Сервизен труд	$K_{15i} = (0,3366 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12} - 2,03) (0,78 - 0,0134 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12})$
6	Амортизации	$K_{16i} = 1,00$
7	Време	$K_{17i} = 1,00$
8	Загуби от ПТП	$K_{18i} = 0,849 \cdot e^{0,0187 \cdot \text{CAPL}_i}$

Таблица 5

Формули
за определяне на корекционните коефициенти при
товарните коли

Номер по ред	Разходи	Формули за изчисляване на корекционния коефициент във функцията от състоянието на пътната настилка
1	Гориво	$K_{21i} = 0,99 + 0,00094 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12}$
2	Масла	$K_{22i} = 0,879 + 0,0113 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12}$
3	Гуми	$K_{23i} = 0,787 + 0,0199 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12}$
4	Резервни части	$K_{24i} = 0,0567 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12} + 0,393$
5	Сервизен труд	$K_{25i} = (0,0692 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12} + 0,48) (0,865 - 0,00424 \cdot \text{CAPL}_i^{1,12})$
6	Амортизации	$K_{26i} = 1,00$
7	Време	$K_{27i} = 1,00$
8	Загуби от ПТП	$K_{28i} = 0,945 \cdot e^{0,00687 \cdot \text{CAPL}_i}$

Дадените в таблици 4 и 5 формули са изведени въз основа на следните зависимости /ADM model /:

а/. Гориво В лт/1000 км

леки коли $C_{11} = 1,16(C_{11}^0 + 0,0014VI - 3,3) \quad /7/$

товарни коли $C_{21} = 1,15(C_{21}^0 + 0,0014VI - 4,2) \quad /8/$

където: C_{11}^0 и C_{21}^0 е разход на гориво при конкретните пътни условия /наклони, криви и т.н./ и много добра равност на настилката, лт/1000 км.

VI - показател за равност на настилката, измерена с *Bum integrator*, мм/км.

б/. Масла в лт/1000 км

леки коли $C_{12} = 1,55 + 0,000211VI \quad /9/$

товарни коли $C_{22} = 3,07 + 0,000211VI \quad /10/$

в/. Гуми в брой еквивалентни нови гуми/1000 км.

леки коли $C_{13} = (0,058VI - 83) \cdot 10^{-3} \quad /11/$

товарни коли $C_{23} = G(0,0112VI + 83) \cdot 10^{-4} \quad /12/$

където: G е общото тегло на автомобила, тона.

г/. Резервни части в процент от стойността на нов автомобил на 1000км.

леки коли $C_{14} = A_1(0,0018VI - 2,03) \cdot 10^{-6} \quad /13/$

товарни коли $C_{24} = A_2(0,0037VI + 0,48) \cdot 10^{-6} \quad /14/$

където A_1 е среден пробег на автомобилите от началото на експлоатацията ≤ 200000 км; ($A_1 = 100000$ км)

A_2 - среден пробег на товарните автомобили от началото на експлоатацията ≤ 500000 км. ($A_2 = 250000$ км)

д/. Сорвисен труд в чч/1000 км.

леки коли $C_{15} = C_{14}(851 - 0,078VI) \quad /15/$

товарни коли $C_{25} = C_{24}(2957 - 0,078VI) \quad /16/$

където C_{15} и C_{25} са разходите за резервни части на леки и товарни коли, определени съответно по формули /13/ и /14/.

Формулите за изчисляване на корекционните коефициенти в таблици 4 и 5 са изведени след заместване на β_1 от формула /1/ във формули /7/ до /16/ от отношението:

$$K_{jn} = \frac{F_{jn}(CARL_0)}{F_{jn}(CARL_1)} \quad /17/$$

В /17/ $F_{jn}(CARL_0)$ съответната математическа зависимост за изменение на разходите във функцията от състояние на настилката / формули 7 до 16/;

$F_{jn}(CARL_1)$ - стойност на разхода при ниво на равност 1 /много добро/, изчислена по съответната формула при $CARL_1 = 8,3$.

Формулите за определяне на корекционните коефициенти, отнасящи се до загубите от ПТН са изведени по експертен път, като е прието 10% нарастване на загубите от ПТН при лошо състояние на настилката за леки коли и 5% -- за товарни коли.

Стойностите на корекционните коефициенти се определят за всяко от установените в т. 5 експлоатационни състояния на настилката чрез заместване във формулите на съответните стойности на показателя $CARL$. При ниво на равност 1 /много добро/ изчислените стойности на коефициентите са винаги 1,000.

Общите транспортни разходи на автомобилите при всяко ~~състояние~~ отделно състояние на пътната настилка се определят по формулата:

$$C_{ji} = \sum_{n=1}^8 C_{jni} \quad /18/$$

където: C_{ji} е стойност на транспортните разходи на един автомобил за един км при i -то състояние на настилката;

C_{jni} - стойност на всяка отделна статия на разходите при i -то състояние на настилката, определена по формула /6/, лв/1000 км.

j - индекс за вида на МПС, 1 за лека кола и 2 за товарна кола;

n - индекс за статията на разходите /1 до 8/.

7. Разходи за ремонт на пътищата

7.1. Класификация на ремонтните мероприятия

Според вида и характера си ремонтните мероприятия по пътищата се класифицират в две основни групи:

- възстановяване;
- усилване.

Възстановяването включва всички мероприятия, насочени към подобряване на транспортно-експлоатационните качества на пътно покритие - равност, сцепление, водонепропускливост и др. То се заключава в полагане на нов износващ се пласт с или без фрезование на съществуващото пътно покритие. При пътища с интензивно движение /над 3000 авт/ден/ при възстановяването на повърхностните качества на пътно покритие се допуска, освен износващия се пласт и полагане на един допълнителен пласт от неплътен асфалтобетон /биндер / за подобряване на равността на покритието, както и за известно малко усилване на настилката.

Усилването включва всички мероприятия, насочени към повишаване на носимоспособността на пътната настилка в съответствие с нарастналата интензивност на движението, които по същество водят до създаване на нови мощности и имат ~~не-дълготрайно~~ по-дълготрайно действие. То се заключава в полагането на два или повече различни по вид и предназначение асфалтови и други пластове с или без фрезование.

Мероприятията по възстановяване и усилване на настилката обхващат и всички съпътстващи ги работи, свързани с нормалното функциониране на отводнителните устройства, банкетите, пътните съоръжения, сигнализацията на пътищата с пътни знаци и маркировка, предпазните съоръжения и др.

Списъкът на най-често срещаните и изпълнявани ремонтни работи при възстановяването или усилването на настилката е даден в таблица 6. В същата таблица са дадени и единичните средни цени на отделните видове работи.

Видове ремонтни работи
при възстановяване и усиляване на настижката

Покер по ред	Вид на работата	Мярка	Единична цена лв/ед. мярка
1	Асфалтобетон плътен	м ²	24,10 Н*
2	Скелетен асфалтобетон плътен	м ²	24,80 Н
3	Асфалтобетон с набити фракции	м ²	28,80 Н
4	Тънки асфалтови пластове	м ²	31,70 Н
5	Повърхностни обработки	м ²	25,10 Н
6	Асфалтобетон неплътен /биндер/	м ²	18,50 Н
7	Битумирани каменни материали заоснови	м ²	16,50 Н
8	Основи от трошен камък	м ²	3,50 Н
9	Попълване на банкети без стабилизиране	м ²	1,50 Н
10	Попълване на банкети със стабилизиране	м ²	3,50 Н
11	Изкоп земни почви	м ³	141,40
12	изкоп скални почви	м ³	311,10
13	Насип земни почви	м ³	224,00
14	Насип скални почви	м ³	217,00
15	Уширение на настилка	м ²	658,30
16	Възстановяване на окопи без облицовка	м	36,10
17	Възстановяване на окопи с облицовка	м	144,60
18	Направа на дренажи	м	149,20
19	Уширение на тръбни водостоци	м	7600,00
20	Подпорни стени	м ³	980,00
21	Стоманена предпазна ограда	м	1800,00
22	Пътни знаци	бр.	600,00
23	Хоризонтална маркировка с перли	м	33,20
24	Хоризонтална маркировка без перли	м	30,80
25			
26			
27			
28			
29			
30			

* Н е дебелината на пласта в см.

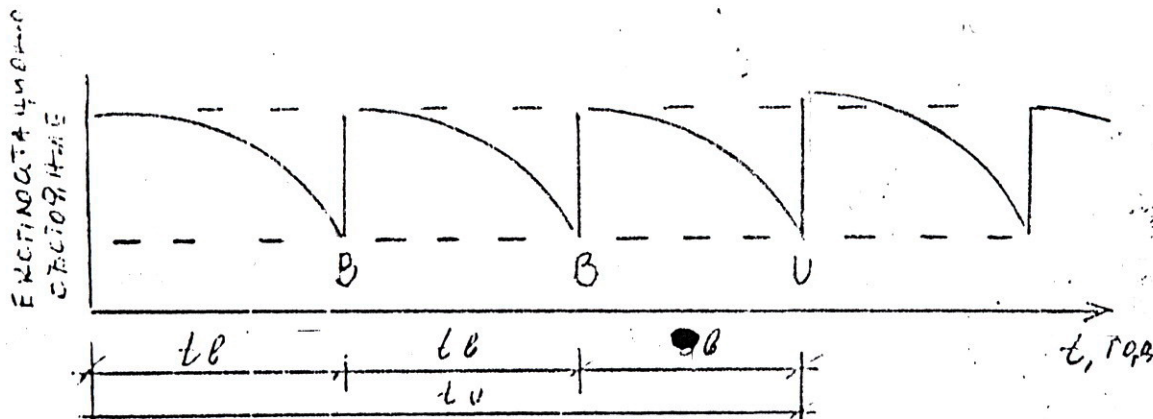
Видът и дебелините на пластове за възстановяване на пътното покритие, както и съпътстващите ги други видове ремонтни работи се избират в зависимост от експлоатационното състояние на пътя местните условия, изискванията за безопасност на движението, функциите на пътя в транспортната система на страната и т.н.

Видът и дебелината на пластове за усилване се избират в зависимост от необходимия и фактически еластичен модул на настилката, определени според резултатите от измерването на огъването с дефлектографа на ЛАКРОЛ.

На етапа предпланови проучвания количествата на отделните видове работи се определят по експертен път въз основа на резултатите от визуалния оглед на пътните участъци и данните от инструменталното измерване на основните транспортно-експлоатационни показатели на пътната настилка. Видът на работите се назначава в съответствие с номенклатурата на ремонтните работи, дадена в таблица 6.

7.2. Междуремонтни сракове

Приетата цикличност на ремонтните работи е показана на фиг. 1.



В - възстановяване

У - усилване (реконструкция)

t_b - продължителност на цикъла за възстановяване, год.

t_u - продължителност на цикъла за усилване, год.

ФИГ. 1 Цикличност на ремонтните мероприятия

Продължителността на циклите за възстановяване и за усилване на настилката зависят от вида на пътното покритие и интензивността на движението и са дадени в таблица 7.

Таблица 7

Продължителност на циклите
за възстановяване t_v и за усилване на настилката t_u

Номер по ред	Пътно покритие	Възстановяване t_v , г.			Усилване t_u , г.		
		При интензивност на движението, авт/ден					
		<1000	1000-3000	>3000	<1000	1000-3000	>3000
1	Плътен асфалтобетон	10	9	8	30	27	24
2	Асфалтобетон с набити фракции	11	10	9	33	30	27
3	Тънки асфалтови покрития	8	7	6	24	21	18
4	Повърхностни работки	5	4	3	-	-	-

Данните от таблица 7 определят продължителността на периодите за анализ на транспортния ефект на отделните пътни обекти.

7.3. Строителни разходи

Строителните разходи за извършване на ремонтните работи се определят въз основа на планираните количества и единичните цени на отделните видове работи по формулата:

$$KB_0 = \sum_{m=1}^n W_m \cdot C_m \cdot h_m \quad /19/$$

където: KB_0 - стойност на строителните разходи, лв;

W_m - количество на отделните видове работи;

C_m - единична цена, лв/ед.мярка за 1 см;

h_m - дебелина на пласта, см.

m - индекс за вида на работата.

При възстановяване на пъното покритие строителните разходи се отнасят за период равен на продължителността на цикъла за възстановяване t_v и се определят по формулата:

$$KB_v = KB_o \left(1 + \frac{p}{100}\right) + KB_{др} \quad / 20 /$$

- където: KB_v е стойност на строителните разходи за възстановяване на пъното покритие, лв;
 KB_o - стойност на планираните ремонтни работи, определени по формула /19/, лв;
 $KB_{др}$ - други разходи, установени като глобална сума за отделни специфични ремонтни работи, лв;
 p - процент на непредвидените разходи, % [15%]

При усилването на настилката строителните разходи се отнасят за период равен на продължителността на цикъла за усилване t_u и се определят по формулата:

$$KB_u = KB_o \left(1 + \frac{p}{100}\right) + KB_{др} + \frac{KB_{ср.в.} \cdot L}{(1+s)^{t_u}} + \frac{KB_{ср.в.} \cdot L}{(1+s)^{2t_u}} \quad / 21 /$$

- където: KB_u е стойност на строителните разходи за усилване на настилката, лв;
 KB_o - стойност на планираните ремонтни работи, определени по формула /19/, лв.
 $KB_{ср.в.}$ - средна стойност на строителните разходи за възстановяване на пъното покритие в бъдещ период, лв/км;
 L - дължина на пътния участък, км;
 p - процент на непредвидените разходи, %;
 s - счетов процент, $s = 0,12$.

Стойността на строителните разходи за възстановяване на покритието в бъдещ период се приема за сума 1870000 лв. и подлежи на периодично актуализиране.

8. Интензивност на движението

Интензивността на движението се взема като средно претеглена величина на данните от албума за натоварване на пътищата и се отнася за годината на преброяването, която се приема за базова година.

Перспективната интензивност на движението за периода на анализ се определя поотделно за леки и товарни коли по формулата:

$$Q_{jt} = Q_{j0} \cdot K_{jt} \quad /22/$$

където: Q_{jt} е очакваната перспективна интензивност на движението, авт/ден;

Q_{j0} - интензивност на движението в базовата година, авт/ден;

K_{jt} - прогнозни коефициент;

t - индекс за годината в разглеждания период за анализ;

j - индекс за вида на МПС.

При отсъствие на прогноза за нарастване на движението по разглежданите пътни участъци перспективната интензивност на движението се определя с помоща коефициентите за средно годишно нарастване на движението, дадени в таблица 8.

Таблица 8

Прогнозни коефициенти
за нарастване на движението по пътищата

Години	Леки автомобили		Товарни автомобили	
	средногодишен ръст, %	прогнозен коефициент	средногодишен ръст, %	прогнозен коефициент
1990	0	1,00	0	1,00
1995	3	1,16	1,7	1,09
2000	4	1,41	2,0	1,20
2005	3	1,63	1,9	1,32
2010	2	1,80	1,7	1,44
2015	1,8	1,97	1,5	1,55
2020	1,5	2,12	1,3	1,65

9. Определяне на икономическата ефективност

9.1. Общи положения

Икономическата ефективност на пътно-ремонтните работи се оценява въз основа на очаквания транспортен ефект от подобряване на експлоатационното състояние на пътищата сред ремонта и необходимите средства за постигане на това.

Транспортните разходи при анализа се определят за две състояния на пътната настилка:

- нулево състояние, което съответствува на действителното състояние на настилка преди ремонта;
- проектно състояние, което съответствува на очакваното състояние на настилка след ремонта.

Строителните разходи се определят при нулево състояние на пътната настилка, съобразно вида и обемите на ремонтните работи, които следва да се извършат за да се постигне желаното експлоатационно състояние /проектно състояние/.

При определяне на строителните разходи не се вземат предвид разходите за текущо поддържане на пътищата в течение на периода за анализ, поради отсъствие на достоверна информация за изменението на тези разходи във времето. Това приемане е оправдано, тъй като води до известно понижаване на икономическия ефект е на страната на сигурността.

9.2. Годишен икономически ефект B_t

Годишният икономически ефект се определя като разлика между транспортните разходи при нулево и проектно състояние на настилка и се изчислява по формулата:

$$B_t = \sum_{j=1}^2 365 \cdot L \cdot Q_{jt} (C_{0j} - C_{nj}) \cdot K_t \quad /23/$$

където: B_t е годишния икономически ефект за година t , лв;

L - дължина на участъка, км;

Q_{jt} - интензивност на движението в година t , авт/ден

C_{0j} - транспортни разходи при нулево състояние на настилката, лв/км;

C_{nj} - транспортни разходи при проектно състояние на настилката, лв/км;

K_t - коефициент, отчитащ намалението на икономическия ефект поради влошаване на състоянието на настилката във времето след ремонта;

j - индекс за вида на автомобила.

Стойностите на коефициента K_t са дадени в таблица 9.

Таблица 9

Коефициенти
за намаляване на годишния ефект в зависимост
от периода за анализ

Период за анализ	Стойност на коефициента K_t за година t от периода										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1	0,7	0,2	-							
4	1	0,8	0,6	0,2	-						
5	1	0,9	0,7	0,5	0,2	-					
6	1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	-				
7	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2	-			
8	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	-		
9	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	-	
10	1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	-
11	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

9.3. Общ икономически ефект OI

Определя се в зависимост от вида на ремонта по формулите:

а/ При възстановяване на пътното покритие

$$OI = \sum_{t=1}^{t_0} B_t \quad /24/$$

б/ При усилване на настилката

$$OI = \sum_{t=1}^{t_0-1} B_t + \frac{1}{2} B_{t_0} + \sum_{t=t_0+1}^{t_{20}-1} B_t + \frac{1}{2} B_{t_{20}} + \sum_{t=t_{20}+1}^{t_u} B_t \quad /25/$$

където: OI е общия икономически ефект за целия период за анализ, лв;

B_t - годишен икономически ефект, изчислен по формула /23/, лв;

t_0 - период за анализ при възстановяване, г;

t_u - период за анализ при усилване, г.

За начална година на периода за анализ се приема следващата година след извършване на ремонтните работи. При усилването на настилката икономическия ефект в годините на бъдещите мероприятия за възстановяване се вземат с 50 %-та си стойност.

9.4. Общ осъвременен икономически ефект OIS

Определя се по формулата:

а/ При възстановяване

$$OIS = \sum_{t=1}^{t_0} B_t \cdot (1+S)^{-t} \quad /26/$$

б/ При усилване

$$OIS = \sum_{t=1}^{t_0-1} B_t (1+S)^{-t} + \frac{1}{2} B_{t_0} (1+S)^{-t_0} + \sum_{t=t_0+1}^{t_{20}-1} B_t (1+S)^{-t} + \frac{1}{2} B_{t_{20}} (1+S)^{-t_{20}} + \sum_{t=t_{20}+1}^{t_u} B_t (1+S)^{-t} \quad /27/$$

където: S е скоптов процент /фактор за осъвременяване/, който има стойност 0,12 до 0,15.

9.5. Коефициент на ефективност без осъвременяване K_E

Определя се по формулата:

$$K_E = \frac{OI}{KB} \quad /28/$$

където: OI е общия икономически ефект, изчислен по формули /24/ или /25/; лв;

KB - стойност на строителните разходи, определена по формула /20/ или /21/, лв.

9.6. Коефициент на ефективност с осъвременяване K_{ES}

Определя се по формулата:

$$K_{ES} = \frac{OIS}{KB} \quad /29/$$

където: OIS е общия икономически ефект с осъвременяване, изчислен по формули /26/ или /27/, лв;

KB - стойност на строителните разходи, определена по формула /20/ или /21/, лв.

9.7. Чиста осъвременена стойност IS

Определя се по формулата:

$$IS = OIS - KB \quad /30/$$

9.8. Срок на откупуване $t_{от}$

Определя се в години и месеци въз основа на натрупващата се сума на осъвременения ефект, докато се изпълни условието:

$$\sum_{t=1}^{t_{от}} B_t (1+S)^{-t} = KB \quad /31/$$

където: $t_{от}$ е поредната година на периода за анализ, при която вложените средства се откупуват

10. Списък на обектите

Разгложданите обекти се подреждат в зависимост от получения икономически ефект от ремонтните мероприятия. В качеството на обективни критерии за подреждане на обектите се приема коефициента на ефективност с осъвременяване K_{ES} , изчислен по формула /29/.

Обектите се подреждат в два отделни списъка в зависимост от характера на ремонтните мероприятия – възстановяване или усиляване.