

ОПТИМИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКАТА ПЪТНА ИНФРАСТРУКТУРА ЧРЕЗ ДИГИТАЛНИ ИНСТРУМЕНТИ И ISO 55000 В УСЛОВИЯТА НА НЕСИГУРНОСТ

Методий Стелиянов,
маг. инж., Варненски Свободен Университет “Черноризец Храбър”,
metodiy@abv.bg

РЕЗЮМЕ: *Пътната инфраструктура е стратегически национален ресурс, който е от ключово значение за икономическото развитие, териториалната свързаност и социалната мобилност в България. Въпреки това, амортизацията на активите, хроничната финансова несигурност и липсата на поддръжка поставят сериозни предизвикателства пред устойчивото ѝ управление. Традиционните реактивни управленски подходи се оказват неефективни, поради което настоящата статия предлага концептуална рамка за трансформиране на управленския подход на пътните активи в България. Моделът изисква интегрирано приложение на дигитални технологии и управленските принципи на ISO 55000.*

Ключови думи: *Път, инфраструктура, ресурс, актив, ефективност, устойчивост, управление.*

OPTIMIZING ROAD INFRASTRUCTURE MANAGEMENT IN BULGARIA VIA DIGITAL TOOLS AND ISO 55000 UNDER UNCERTAINTY

Metodiy Steliyanov,
Mag. Eng., Varna Free University “Chernorizets Hrabar”, metodiy@abv.bg

ABSTRACT: *Road infrastructure is a strategic national resource that is of key importance for economic development, territorial connectivity and social mobility in Bulgaria. However, asset depreciation, chronic financial insecurity and lack of maintenance pose serious challenges to its sustainable management. Traditional reactive management approaches have proven ineffective, which is why this article proposes a conceptual framework for transforming the management approach to road assets in Bulgaria. The model requires an integrated application of digital technologies and the management principles of ISO 55000.*

Keywords: *Road, infrastructure, resource, asset, efficiency, sustainability, management.*

1. Въведение.

Пътната инфраструктура е не само икономическият гръбнак, но и съществен социален актив за всяка модерна държава. България се намира на стратегическото географско разположение, което изисква висока функционална ефективност на пътнотранспортната мрежа за икономическия растеж, териториалната свързаност и социалната кохезия на страната.

Въпреки стратегическото си значение, управлението на пътната инфраструктура в България продължава да бъде изправено пред сериозни предизвикателства. Моделът на ежегодно бюджетиране, към който традиционно се придържа системата, често води до ограничено финансиране и ниска прогнозируемост. Сред другите съществени управленски слабости се открояват липсата на обективна и количествена оценка на риска, необходима за стратегическо приоритизиране на интервенциите, както и неефективният контрол върху тяхното изпълнение. Тези дефицити са индиректно посочени като критични в редица стратегически документи за развитие на пътната инфраструктура (като например: *„Стратегия за развитието на пътната инфраструктура в Република България 2016 – 2022 г.“* и *„Интегрирана транспортна стратегия в периода до 2030 г.“*) и директно упоменати от Сметната палата (*„Одитен доклад №1000200121“*). Според тях съществуват системни пропуски в планирането и липса на интегрирана система за управление на активите, способна да осигури ефективно разпределение на ресурсите и постигане на оптимално съотношение между инвестиции и резултати.

Настоящото изследване се основава на синтеза на две ключови теоретични направления: (1) теорията за управление на активите съгласно групата стандарти ISO 55000 и (2) теорията на риска и вземането на решения при несигурност. В този контекст дигиталните инструменти се явяват като катализатор, който дава възможност за динамично приложение на тези теории чрез осигуряване на необходимите данни за оценка на състоянието, моделиране на деградацията на активите и оценка на последващите икономически и социални рискове. Целта на настоящия труд е да използва тази рамка за разработването на концептуален модел за оптимизация, приложим в българския контекст.

2. Основна част.

Основната хипотеза на доклада, е че конвенционалната и често реактивна методология за поддръжка на пътищата в България *„ремонт, след повреди“* е не

устойчива. За постигане на ефективна и ефикасна мобилност е нужна трансформация на управленските системи. Това означава въвеждане в приложение на проактивна, базирана на данни и ориентирана към портфолиото система за управление на активите. Българската пътнотранспортна мрежа е изправена пред значителен натиск, свързан с натрупани потребности от поддръжка и рехабилитация, в съчетание с непредвидими годишни бюджетни разпределения и нестабилни цикли на финансиране от Европейския съюз. Тази несигурност поражда сериозни управленски затруднения и ограничава възможността за дългосрочно планиране.

Основните системни слабости на съществуващия модел на управление към 2025 г. могат да бъдат класифицирани в няколко направления:

1. Краткосрочно бюджетно планиране – резултатите от настоящата практика показват, че пътните администрации не разполагат с дългосрочни стратегии и многогодишни програми за поддръжка, които са стандарт в развитите държави (Wirahadikusumah et al., 2015). Следствие на което са т.нар. "кръпки" – нискобюджетни, краткосрочни ремонти, които осигуряват временно решение на даден проблем, без да адресират неговите структурни или системни причини (Фиг. 1).

2. Реактивен цикъл на поддръжка (ИПБ, 2023) – интервенции се предприемат тогава, когато даден актив (участък от пътя, мост, тунел или др.) достигне видимо критично състояние. Този модел не е ефективен, защото разходите за основен ремонт на силно деградирали актив са в пъти по-високи от разходите за превантивна поддръжка.



Фиг. 1. Състояние на пътната настилка след нискобюджетни краткосрочни ремонти (24rodopi.BG, 2022).

3. Липса на единна пътна информационна система за активите – съществуващите данни за пътните активи често са разпокъсани, непълни и поддържани в хетерогенни, несвързани информационни системи. Липсата на единна, интегрирана дигитална платформа за управление на активи ограничава възможността за получаване на цялостна, актуална и проследима картина за инвентара, техническото състояние и историята на всеки елемент от инфраструктурата. Това структурно ограничение възпрепятства прилагането на пълномащабни мрежови анализи, базирани на актуална информация, с което се подкопава процеса за информирано вземане на стратегически управленски решения.

4. Субективност при приоритизацията на интервенции – въпреки наличието на утвърдени международни насоки и добри практики, стопаните на пътната мрежа в България продължават да не прилагат системни подходи, основани на обективна оценка на риска. Отсъствието на количествена и проследима методология за оценка на риска създава предпоставки приоритизацията на ремонтните дейности да бъде повлияна от субективни фактори, включително политически интереси и обществено-медиен натиск (Marica.BG, 2019). В резултат на това, управленските решения не винаги отразяват реалната критичност на обектите и очакваните икономически, и функционални резултати, а често са мотивирани от моментната обществена видимост на дефектите.

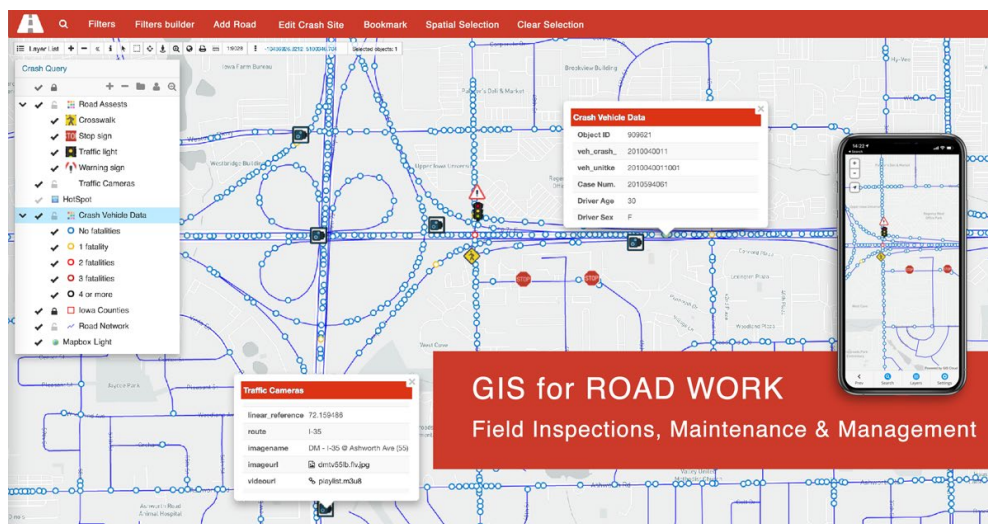
Методология за оптимизация на управлението на пътната инфраструктура.

За преодоляване на тези слабости е необходима методологична рамка, която да бъде разработена в четири основни направления:

- 1) Дигитализация.
- 2) Интелигентни системи за мониторинг.
- 3) Преход от субективна към обективна приоритизация.
- 4) Моделиране и прогнозиране на инвестициите.

В основата на всяка съвременна система за управление на активи е наличието на пълна, точна и лесно достъпна база данни за всички елементи на инфраструктурата. За България преодоляването на информационната разпокъсаност е ключова задача. Тя изисква създаването на единен, централизиран дигитален инвентар. Тази система следва да включва детайлни данни за всеки пътен участък, мост, тунел, пътен знак, маркировка, съоръжения за отводняване и други съпътстващи елементи. Данните трябва да обхващат не само основните технически характеристики, но и информация за историята на

изграждане, извършени ремонти, материали, натоварване и данни от предишни проверки. В тази връзка приложението на Географски Информационни Системи (ГИС) ще е от съществено значение, тъй като то позволява визуално представяне на активите и техните атрибути в пространствен контекст (Фиг. 2).



Фиг. 2. Приложение ГИС за повишаване на оперативната управленска ефективност (www.giscloud.com).

По този начин се улеснява не само инвентаризацията, но и анализа на пространствени зависимости и бързото локализиране на проблеми. Ключов оперативен елемент се явява интеграцията на данни от различни източници (кадастър, топографски проучвания, пътни регистри) в една платформа, с което ще се премахне информационните силози и ще създаде единна оперативна картина за състоянието на мрежата. В този смисъл дигитализираният инвентар не следва да се разглежда просто като пасивна база данни, а като динамична информационна платформа, способна на актуализация в реално време, която осигурява надеждна, проследима и оперативна основа за информирано стратегическо управление. Очакваните ползи от подобен подход включват:

1. Подобрена институционална функционалност, произтичаща от възможността за непрекъснат мониторинг и събиране на данни в реално време, което улеснява координираното вземане на решения между различни административни звена.
2. Повишена ефективност при планирането, управлението и поддръжката на пътната инфраструктура, водеща до оптимизация на разходите и времето както за публичните институции, така и за крайните ползватели на транспортната мрежа.

В съответствие с принципите, заложи в стандарта ISO 55013:2024 за управление на активи, централната роля на надеждната и актуална информация е важна за отключване и обезпечаване на пълния потенциал на активите през целия им жизнен цикъл. ISO 55000:2024 подчертава необходимостта от интегриран подход, при който данните за състояние, работоспособност, рискове и разходи са свързани и използвани за оптимизирано вземане на решения. В този смисъл, изграждането на дигитализиран, централизиран инвентар представлява основополагащ компонент на стратегическото управление на пътната инфраструктура, който позволява системна оценка на ефективността, прогнозиране на нуждите и минимизиране на оперативни и стратегически рискове.

Дигитализацията на пътната инфраструктура в България вече разполага с добра отправна основа, обхващаща автоматизирани системи за отчитане на трафика, интелигентно управление на светофарните уредби, както и цифрови картографски и навигационни приложения. Въпреки това, съществуващите решения са предимно ориентирани към управление на трафикопотоци, а не към състоянието на активите. Следващата критична стъпка е внедряването на интелигентни инструменти за наблюдение на състоянието на инфраструктурата, с което да се обезпечи динамичната оценка на техническата изправност. Традиционният подход, базиран на периодични физически проверки, е не само трудоемък и финансово интензивен, но често води до идентифициране на дефекти в късна фаза от тяхното развитие, когато необходимите интервенции вече са значително по-сложни и неефективни. Прилагането на бюджетно-достъпни сензори и мобилни решения за събиране на данни предлага ефективна алтернатива:

1. Сензорни технологии – внедряването на сензори (напр. за вибрации, температура, влажност) на критични пътни участъци или мостове може да осигури непрекъснат поток от данни за състоянието на конструкцията. Последствие тези данни могат да бъдат съчетани с машинно обучение за бързо идентифициране на аномалии, преди да настъпят повреди, което ще позволи ранна интервенция.

2. Мобилно събиране на данни – използването на смартфони или таблети с персонализирани приложения за инспекции позволява бързо и стандартизирано въвеждане на данни от полеви екипи. Това включва GPS координати, снимки, видео и предварително дефинирани класификации на повреди. Така се намалява субективността и се ускорява информационният поток към централната база данни.

3. Предсказуемост – събраните данни могат да бъдат анализирани чрез алгоритми за моделиране на овехтяването на активите. Например, може да се прогнозира кога даден пътен участък ще достигне критично състояние въз основа на неговото натоварване, климатични условия и история на ремонти. Това позволява преминаване от "ремонт " към своевременна поддръжка, при която интервенциите се планират оптимално, т.е. преди да настъпване на сериозна повреда, с което значително ще се намалят разходите и удължава живота на активите.

Прилагането на тези инструменти директно разрешава проблема с реактивния цикъл на поддръжка, като осигурява необходимата информация за проактивно планиране. Следващата логическа полза от него е премахването на субективният фактор, т.е. ще се обезпечи обективната приоритизация на ремонтните дейности на активите. С натрупаната информация оценката на риска може да бъде направена не само въз основа на техническото състояние на актива, но и на потенциалните икономически, социални и екологични последици от неговата повреда. По този начин ще се приоритизират тези активи, чийто повреди биха имали най-голямо негативно въздействие върху цялата пътна мрежа. Този подход ще гарантира, че ограничените ресурси ще бъдат насочвани към местата с най-голяма възвръщаемост, намалявайки общия риск за обществото и икономиката. Ключов фактор тук се явява интегрирането на групата стандарти ISO 55000, които предоставят цялостна рамка за управление на риска в контекста на активите, като осигуряват не само системност, но и проследимост и непрекъснато подобрене. Тяхното приложение в контекста на пътната инфраструктура в България би имало следните три основни ползи:

1) Систематизиране на процесите по оценка на риска – стандартът ISO 55000 предписва необходимостта от ясно дефинирани, документириани и повторяеми процеси за идентифициране, анализ, оценка и въздействие върху рискове свързани с жизнения цикъл на активите. Това включва разработване на стандартизирани процедури за структурирано събиране на входни данни, количествено изчисляване на вероятности и потенциални последици, както и структурирано представяне на резултатите. Целта е да се елиминира субективизмът в процеса, като се осигури прозрачна, проследима и количествено обоснована платформа за вземане на стратегически и оперативни решения, в съответствие с принципите за управление на активи, ориентирани към продуктивни резултати.

2) Проследимост на решенията – международните стандарти изискват стриктно документиране на входните данни, критериите и логиката на базата, на които се вземат

управленските решения. Това означава, че всяка стъпка от процеса на приоритизиране на ремонтни и поддържащи интервенции следва да бъде обоснована чрез ясно дефинирани и количествено измерими критерии за риск, подкрепени с обективни данни, аналитични модели и доказуема методология.

Подобна степен на проследимост е критично важна за постигане на отчетност, прозрачност и възпроизводимост на процеса в рамките на публичния сектор, като същевременно минимизира риска от външни влияния — включително политически натиск, медиен шум или скрити интереси. Така се създава устойчив управленски механизъм, в който решенията са системно валидирани и съобразени с реалната критичност и потенциалните последствия при отказ на даден инфраструктурен елемент.

3) Непрекъснато подобряване – в съответствие с принципите на ISO 55001:2024 и ISO 9001:2015, управлението на активи следва да бъде изградено върху цикъла Планирай – Изпълни – Провери – Действай (PDCA). С негова помощ се гарантира системно усъвършенстване на процесите през целия жизнен цикъл на актива. В контекста на управление на риска, това означава внедряване на механизъм за постоянен мониторинг на ефективността на прилаганите контролни и превантивни мерки, периодична ревизия и актуализация на оценката на риска базирайки се на нови емпирични данни, индикатори за овехтяване и научени уроци от реалната експлоатация на активите. Този подход способства за своевременно идентифициране на отклонения, възможности за оптимизация и оперативни подобрения в стратегията за поддръжка, осигурявайки адаптивна и устойчива рамка за управление на пътните активи в условия на динамична среда и висока степен на несигурност.

Прилагането на стандартите от групата ISO 55000 създава условия за трансформационна промяна в управленската култура, при която акцентът се измества от реактивно към проактивно и системно управление на активите през целия им жизнен цикъл. В съответствие с принципите, заложи в ISO 55000, управлението се базира на стойностно ориентиран подход, при който вземането на решения се подпомага от структурирана оценка на риска, проследимост на данните и непрекъснато подобряване. Това позволява не само по-висока ефективност и отчетност, но и изграждане на устойчива инфраструктурна стратегия, адаптивна към променящи се условия и ресурси.

Едно от ключовите предизвикателства пред управлението на пътната инфраструктура в България е отсъствието на дългосрочна финансова предвидимост и стратегическо инвестиционно програмиране, което значително ограничава възможностите за:

- целенасочено стратегическо планиране;
- устойчиво и балансирано разпределение на ресурсите;
- ефективно и ефикасно управление на жизнения цикъл на инфраструктурните активи.

В този контекст симулационните модели представляват високоефективен аналитичен инструментариум за преодоляване на ограниченията, свързани с липсата на дългосрочна предвидимост и стратегическо програмиране. Те позволяват изграждане на алтернативни сценарии, подкрепени с анализ на чувствителността и вероятностна оценка на ключови събития, сред които:

- Моделиране на овехтяването – чрез използване на емпирични данни и модели за овехтяване, симулационните модели позволяват прогнозиране на влошаването на състоянието на активите при различни нива на поддръжка (напр. липса на интервенции, минимално или оптимално ниво). По този начин могат да се визуализират последиците от "бездействието" и създава база за сравнение между алтернативни стратегии.

- Сценарийно моделиране и планиране – стопаните на инфраструктурата могат да оценят въздействието на различни бюджетни ограничения и политики. Например:

- Какво би било отражението при 20% намаление на бюджета за поддръжка през следващите пет години?
- Какъв би бил фискалният и оперативен ефект при десетгодишно отлагане на ключови интервенции?

Този тип „ами ако“ анализи предоставят солидна доказателствена база за задълбочен разговор с правителството и Европейския съюз относно нуждата от устойчиво финансиране.

- Оценка на възвръщаемостта на инвестициите (ROI) – чрез моделиране на различни инвестиционни нива в поддръжка, може да се прогнозира влиянието върху общото състояние на мрежата, бъдещите капиталови нужди и разходите за крайни потребители (напр. разходи за гориво, поддръжка на превозни средства, загубено време). Това генерира количествени доказателства за дългосрочната стойност и икономическа ефективност на инвестиционната устойчивост.

- Подкрепа за вземане на решения при несигурност – при наличие на нестабилни и трудно прогнозируеми бюджетни условия, симулационните модели подпомагат избора на стратегии с най-висока устойчивост. Това улеснява разработването на адаптивни планове за управление, които могат да бъдат динамично преоценявани спрямо реалните

финансови и оперативни условия, без да се компрометира дългосрочната цялост и функционалност на инфраструктурата.

Така управленския подход ще създаде основа за:

- 1) Количествена оценка на бъдещи финансови потребности.
- 2) Аргументиране на алтернативни инвестиционни възможности.
- 3) Изграждане на обективна и аналитично обоснована рамка в подкрепа на устойчиви, многогодишни капиталови ангажименти.

Чрез прилагането на такъв тип моделиране може да се укрепи фискалната дисциплина и се формира дългосрочна визия за развитие на пътната инфраструктура, с което ще се изгради доверие в международните партньори на България и ще се привлекат стратегически инвестиции в страната.

3. Заключение.

Изследването разглежда аналитично дефицитите в управлението на Българската пътна инфраструктура, като идентифицира ключови слабости: краткосрочно бюджетиране, реактивен модел на поддръжка, фрагментирана информационна база и субективна приоритизация. Основната хипотеза, е че традиционният подход *„ремонт, след повреди“* е неустойчив, като получава емпирична подкрепа чрез оценка на настоящите практики и техните дългосрочни отрицателни въздействия върху оперативната функционалност на пътната инфраструктура и макроикономическата ефективност. В отговор на идентифицираните системни дефицити, настоящото изследване предлага интегрирана методологична рамка, съчетаваща принципите на управление на активи (ISO 55000) и теорията на риска, активирани чрез дигитални инструменти.

Внедряването на тази концептуална рамка не само ще подобри оперативната ефективност и управленската прозрачност, но и ще генерира устойчиви икономически ползи. Прилагането на системен, риск базиран подход ще даде възможност за оптимизиране на разходите, удължаване на жизнения цикъл на активите и подобрена пътна безопасност. В дългосрочен план това ще допринесе за изграждането на устойчива и надеждна пътна мрежа, подкрепяща икономическия растеж и социалната свързаност. По този начин предложената трансформация ще се утвърди не просто като техническа необходимост, а като стратегическа инвестиция в бъдещата конкурентоспособност на България.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Министерски съвет. *Стратегия за развитието на пътната инфраструктура в Република България 2016 – 2022 г.* <https://www.strategy.bg/strategicdocuments/View.aspx?lang=bg-BG&Id=1005>.

[2] Министерство на транспорта и съобщенията. *Интегрирана транспортна стратегия в периода до 2030 г.* <https://www.mtc.government.bg/bg/category/42/integrirana-transportna-strategiya-v-perioda-do-2030-g>.

[3] Сметна палата на Република България. *Одитен доклад №1000200121.* https://www.buinao.government.bg/bg/documents/12913/OD_API_toll_taksi_inet_0722.pdf#page=78.63.

[4] Wirahadikusumah, R.D., Susanti, B., Coffey, V., & Adighibe, C.N. (2015). *Performance-based Contracting for Roads – Experiences of Australia and Indonesia*. Procedia Engineering, 125, 5-11. <https://www.semanticscholar.org/paper/Performance-based-Contracting-for-Roads-%E2%80%93-of-and-Wirahadikusumah-Susanti/fbd469190b45ac5fcedf052c4c1cfe0d75cfb569>.

[5] ИПБ, (2023). *ДОКЛАД на Института за пътна безопасност – МАГИСТРАЛИТЕ НА СМЪРТТА 2023.* <https://safetyroad.bg/становища-2023/доклад-на-института-за-пътна-безопасн/>.

[6] 24rodopi.BG, (2022). *Водачи: Мъка край „Славейков“! Дупки, кръпки от различни епохи и пак разкопаване(снимки).* <https://24rodopi.bg/vodachi-maka-kraj-slavejkov-dupki-krapki-ot-razlichni-epohi-i-pak-razkopavane-snimki/>.

[7] Marica.BG, (2019). *Дани Каназирева: Умно планиране на ремонтите и строг контрол.* <https://www.marica.bg/tema-v-razvitie/mestni-izbori-2019/dani-kanazireva-umno-planirane-na-remontite-i-strog-kontrol>.

[8] Online GIS In Road Work Inspections And Maintenance. <https://www.giscloud.com/blog/online-gis-in-road-work-inspections-and-maintenance/>.

[9] ISO 55013:2024 – Asset management — Guidance on the management of data assets. <https://www.iso.org/standard/82455.html>.

[10] ISO 55000:2024 – Asset management — Vocabulary, overview and principles. <https://www.iso.org/standard/83053.html>.

[11] ISO 55001:2024 – Asset management — Asset management system — Requirements. <https://www.iso.org/standard/83054.html>.

[12] ISO 9001:2015 – Quality management systems — Requirements. <https://www.iso.org/standard/62085.html>.