

ВНЕДРЯВАНЕ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В СЕКТОР „ТРАНСПОРТ И СКЛАДИРАНЕ“ В ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ: ЕМПИРИЧЕН АНАЛИЗ НА ТЕНДЕНЦИИТЕ И БАРИЕРИТЕ

Красимир Петков

krasi.petkov@unwe.bg

**Университет за национално и световно стопанство (УНСС)
ул. Осми декември № 19, 1700 София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** изкуствен интелект, транспорт и складиране, внедряване на ИИ, бариери пред ИИ, дигитална трансформация, Европейски съюз*

***Резюме:** Дигиталната трансформация е приоритет на ЕС, като изкуственият интелект (ИИ) е ключов за конкурентоспособността и устойчивостта в сектор „Транспорт и складиране“ (NACE Rev. 2, раздел Н). Изследването анализира нивата на внедряване на ИИ и бариерите пред предприятията от сектора на ниво ЕС-27, използвайки данни на Евростат. Резултатите показват бавно изменение до 2023 г. и ускоряване през 2024-2025 г., водено от генеративни приложения като ИИ за изображения/видео/звук, генериране на естествен език (NLP) и разпознаване на говор. Основните идентифицирани бариери са дефицит на експертиза, правна несигурност и опасения за защита на данните. Ускорението след 2023 г. отразява по-висока достъпност на решения и политики на ЕС (вкл. Регламент (ЕС) 2024/1689), но структурните особености на сектора ограничават мащабирането на ИИ технологиите. Налице е отчетлива нужда от мерки за развитие на цифрови компетенции, стандартизация и управление на данните.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Дигиталната трансформация на европейската икономика представлява централен приоритет на политиката на Европейския съюз, като технологиите с изкуствен интелект (AI/ИИ) се разглеждат като ключов фактор за повишаване на конкурентоспособността, производителността и устойчивостта (European Commission, 2020a). Секторът „Транспорт и складиране“ (NACE Rev. 2 раздел Н) е от особено значение за европейската икономика, като осигурява критична инфраструктура за движението на хора и стоки и е тясно свързан с постигането на целите на Европейския зелен пакт (European Commission, 2019).

Внедряването на ИИ в транспортния сектор обещава множество ползи: оптимизация на маршрутите и намаляване на разходите за гориво, подобро управление на флотилиите и предиктивна поддръжка, повишена безопасност чрез системи за подпомагане на водача и автономни превозни средства, по-ефективно управление на складовите операции и логистичните вериги (Abduljabbar et al., 2019; Taeihagh & Lim, 2019). Въпреки това, процесът на внедряване на ИИ в транспортния

сектор е сложен и се характеризира с множество бариери от технологичен, организационен, регулаторен и икономически характер (Kshetri, 2021).

Литературата, обхващаща изследванията за внедряване на ИИ в предприятията идентифицира няколко ключови теоретични перспективи. От гледна точка на теорията за дифузията на иновациите (Rogers, 2003), внедряването на ИИ технологии зависи от възприеманите им характеристики – относително предимство, съвместимост със съществуващи практики, сложност на използване, възможност за изпробване и наблюдаемост на резултатите. Ресурсната теория на фирмата (Barney, 1991) подчертава значението на специфични организационни ресурси и способности – включително човешки капитал с необходимата експертиза, технологична инфраструктура и данни – за успешното внедряване на технологии като ИИ.

Емпиричните изследвания на внедряването на ИИ в транспортния сектор остават ограничени и фрагментирани. Съществуващите изследвания се фокусират предимно върху специфични приложения като автономни превозни средства (Milakis et al., 2017), интелигентни транспортни системи (Guerrero-Ibáñez et al., 2018) или приложения в логистиката (Kückelhaus & Chung, 2019). Липсват систематични, емпирично ориентирани анализи на общото ниво на внедряване на ИИ в транспортния сектор на ниво ЕС и на бариерите, които възпрепятстват този процес.

Настоящото изследване цели да запълни тази празнина чрез систематичен описателен и сравнителен анализ на официални статистически данни на Евростат за периода 2021 – 2025 г. Конкретните изследователски въпроси са:

1. Какви са нивата и тенденциите на внедряване на различни видове ИИ технологии в сектор „Транспорт и складиране“ в ЕС за периода 2021 – 2025 г.?
2. Какви са основните бариери пред внедряването на ИИ в транспортния сектор?
3. Как могат да се интерпретират наблюдаваните тенденции в контекста на структурните характеристики на транспортния сектор и политиките на ЕС за цифрова трансформация?

Статията допринася за преодоляването на съществуващите изследователски празноти и осигурява емпирична основа за бъдещи изследвания и практически инициативи, насочени към ускоряване на технологичната трансформация в един от основните сектори на европейската икономика.

2. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

Редица изследвания в сектора предоставят информация за нивата, видовете технологии и ключовите тенденции при внедряването на ИИ в транспорта и складирането на ниво Европейски съюз. То бележи ускорен, но все още неравномерен растеж през последните няколко години. Основните типове ИИ технологии – машинно обучение, компютърно зрение, обработка на естествен език и генеративен ИИ – се използват за оптимизация на логистични процеси, управление на веригите за доставки, автоматизация на складове и интелигентни транспортни системи (Mazurencu-Marinescu-Pele et al., 2025; Jackson et al., 2024; Chung, 2021; Ieva et al., 2025; Toorajipour et al., 2021; Richey et al., 2023; Chen et al., 2024; Zrelli & Rejeb, 2024; Boşcoianu et al., 2025).

Въпреки това, реалното ниво на внедряване остава ниско – за специфични подтипове на ИИ (не общо) в сектора – като водещи са големите компании и държавите с по-развита дигитална инфраструктура (Mazurencu-Marinescu-Pele et al., 2025; Richey et al., 2023; Oldemeyer et al., 2024). Основните двигатели са нуждата от ефективност, устойчивост и регулаторни промени (напр. Регламента за ИИ на ЕС), докато бариерите включват липса на експертиза, високи разходи и регулаторна несигурност (Jackson et al., 2024; Richey et al., 2023; Laux et al., 2023; Oldemeyer et al., 2024).

Прегледът на ключови научни публикации по темата очертава следните тенденции, представени в Таблица 1 по-долу:

Таблица 1. Обобщение на основни изводи и заключения

Изводи и заключения	Съображения	Публикации
Реалното ниво на внедряване на ИИ е ниско (< 5%) сред фирмите от транспортния сектор	Данните показват нисък дял фирми с интегриран ИИ въпреки ръста след пандемията	(Mazurencu-Marinescu-Pele et al., 2025; Richey et al., 2023)
Машинното обучение е най-често използваната технология	Повечето успешни примери са свързани с оптимизация чрез ML алгоритми	(Chung, 2021; Toorajipour et al., 2021)
Генеративният AI/NLP навлиза бързо след 2023 г., но все още рядко се използва масово	Документирани са пилотни проекти; масовото използване предстои	(Jackson et al., 2024; Ieva et al., 2025)
Основните бариери са липса на експертиза/ресурси при МСП	Повтаряща се тема във всички анализирани страни / редица сектори	(Richey et al., 2023; Oldemeyer et al., 2024)
Регулациите стимулират доверие, но забавят внедряването чрез нови изисквания	Анализират се ефектите от AI Act/GDPR/Data Act върху сектора	(Laux et al., 2023)
Масова автоматизация чрез автономни превозни средства би могла да настъпи едва след допълнителна регулаторна яснота	Очаквания според анализатори; все още няма широкомащабно внедряване	(Milakis et al., 2017)

Изследванията подчертават необходимостта от по-задълбочени проучвания и практически инициативи, насочени към преодоляване на съществуващите бариери и ускоряване на интеграцията на ИИ в транспортния сектор.

Сред основните предизвикателства, пред които са изправени компаниите при използването на технологии за изкуствен интелект, са надеждността на получените резултати, придобиването на качествена база данни, доверието на персонала и партньорите и обучението на персонала (Biolcheva & Molhova-Vladova, 2025). От друга страна, един от най-важните мотиватори за компаниите да внедряват този тип технологии, е възможността за значителни ползи, които да повишат добавената стойност на тяхната дейност (Biolcheva & Molhova-Vladova, 2025; Biolcheva & Sterev, 2024). Също така, внедряването на ИИ би могло да ограничи негативното влияние на външните макроикономически фактори върху дейността на предприятията от сектор Транспорт, особено при системни кризи, каквато беше пандемията от Covid-19 (Йорданов, 2023). Интеграцията на цифрови технологии е ключов елемент за повишаване на ефективността и на транспортната инфраструктура, което съвпада с глобалните тенденции за дигитална трансформация и внедряване на AI в транспортните процеси (Гътовски & Арнаудов, 2023). Друг съществен фактор, обуславящ необходимостта от ускорена адаптация на ИИ в сектора, е ключовото разбиране, че успешно внедрените цифрови технологии създават нови възможности за обучение и развитие на персонал в транспортните предприятия и са ключов елемент от тяхната дигитална трансформация (Димитров & Гергова, 2024).

За да се постигне по-широко и ефективно внедряване на този тип технологии, е ключово да се развие експертизата, да се намалят разходите и да се осигури ясна регулаторна рамка, която да подкрепя иновациите без да създава излишни пречки. В този контекст, литературата ясно очертава необходимостта политиките да се фокусират върху създаването на условия за устойчив растеж и технологична трансформация, като същевременно се гарантира баланс между ефективност, сигурност и етични стандарти.

3. МЕТОДОЛОГИЯ

Изследването се основава на набора от данни на Евростат, който предоставя информация за използването на технологии с изкуствен интелект в предприятията (*estat_isoc_eb_ain2*), както и данни за факторите, които възпрепятстват използването му (Eurostat, 2025). Данните са част от годишното проучване на Евростат за използването на ИКТ в предприятията и покриват периода 2021 – 2025 г. Изследването се фокусира върху сектор Н (Транспорт и складиране) според класификацията NACE Rev. 2 (European Communities, 2008).

Анализираният период обхваща 2021 – 2025 г., като данните за внедряване на ИИ технологии са налични за 2021 – 2025 г., а данните за бариерите – за 2023 – 2025 г. Всички показатели са изразени като процент от предприятията в сектора, които използват съответната технология или срещат съответната бариера.

Анализирани са две основни групи индикатори от наборите с данни – **индикатори, свързани с внедряването на ИИ технологии** от транспортните предприятия:

- E_AI_TML – машинно обучение (machine learning);
- E_AI_TNLG – генериране на естествен език (NLG);
- E_AI_TSR – разпознаване на говор (speech recognition);
- E_AI_TIR – разпознаване и обработка на образи (image recognition);
- E_AI_TPA – автоматизиране на физическо движение на машини (physical automation);
- E_AI_TAR – автоматизация на процеси / роботизирана процесна автоматизация (RPA);
- E_AI_TTM – преобразуване на говор в текст и обратно / text-to-speech (TTM);
- E_AI_TGE2 – генериране на изображения, видео или звук (generative AI – image/video/audio);
- E_AI_TGE3 – анализ на текст и други генеративни приложения (generative AI – text analysis);
- E_AI_TANY – предприятия, използващи поне един вид ИИ технология (общ показател)

и индикатори за деклариран бариери пред внедряването на ИИ технологии:

- E_AI_BLE – липса на необходимата експертиза;
- E_AI_BLEG – липса на яснота относно правните последици;
- E_AI_BCDP – притеснения относно защитата на данните;
- E_AI_BINC – несъвместимост с използваните устройства или софтуер;
- E_AI_BDDT – недостатъчно качество на наличните данни;
- E_AI_BCST – високи разходи;
- E_AI_BEC – етични съображения;
- E_AI_BNU – ИИ технологиите не са полезни за предприятието.

Изследването прилага дескриптивен и сравнителен анализ на данните, като се анализират абсолютните нива и динамиката на показателите във времето, с цел да се идентифицират основни тенденции и промени. Резултатите са интерпретирани в светлината на структурните характеристики на транспортния сектор и на политическия контекст на ЕС.

Изследването има няколко методологически ограничения. Първо, данните отразяват самооценката на предприятията - респонденти и могат да бъдат повлияни от субективни фактори. Второ, проучването на Евростат не улавя дълбочината и интензивността на използване на ИИ технологиите, а само тяхното използване. Трето,

данните са агрегирани на ниво сектор и не позволяват анализ на вариациите между подсектори или между държави членки. Четвърто, наборът от данни за бариерите е наличен само за периода 2023 – 2025 г., което ограничава възможността за дългосрочен анализ.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

4.1. Динамика на внедряването на ИИ технологии в транспортният сектор

Таблицата по-долу показва как се изменя дялът на предприятията в транспортния сектор (НАСЕ Н) на ниво ЕС-27, които използват поне една технология с изкуствен интелект. Данните са извлечени от Eurostat (набор от данни: *isoc_eb_ain2*), които измерват дела на предприятията с ≥ 10 заети, използващи ИИ. Няма наблюдение за 2022 г., затова стойността за 2022 г. е изчислена като средна между 2021 г. и 2023 г. Вижда се, че внедряването е почти стагниращо през 2021 – 2023 г., след което нараства бързо през 2024 – 2025 г., подобно на общата тенденция в ЕС, където най-често се използват технологии за извличане на информация от текстове или анализ на текстове, технологии за разпознаване на реч, технологии за генериране на естествен език, технологии за разпознаване или обработка на изображения, машинно обучение, автоматизация на процеси и физическо движение на машини.

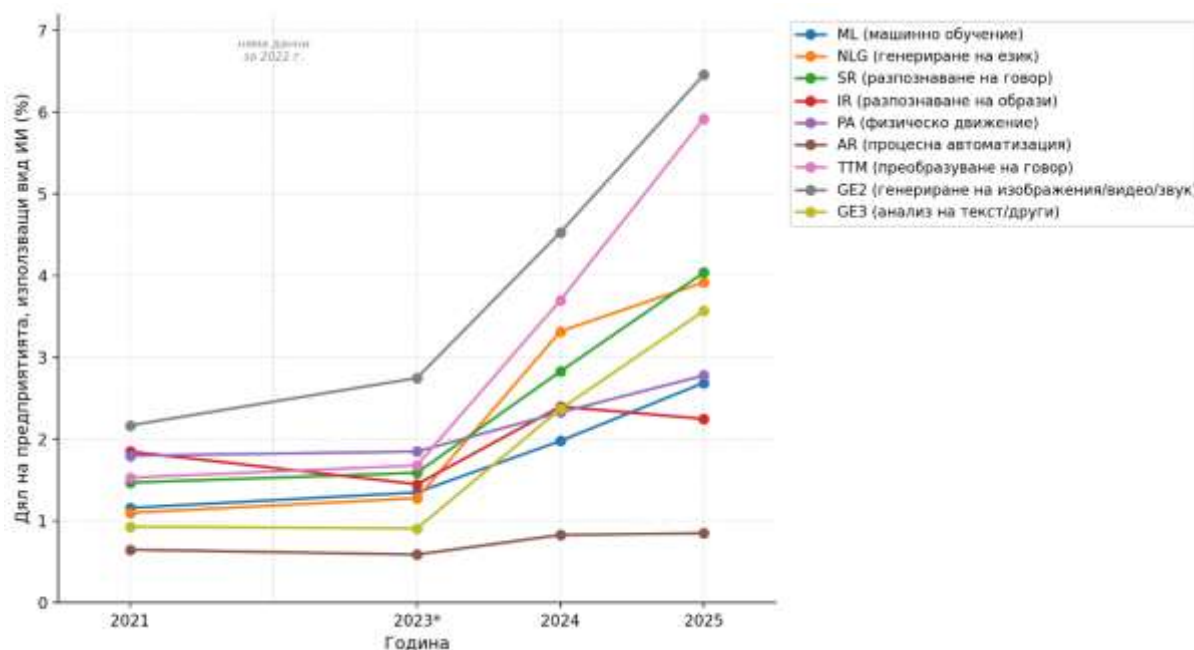
Таблица 2. Предприятия използващи ИИ в транспортния сектор в ЕС

Година	2021	2022*	2023	2024	2025
Дял на предприятията, използващи ИИ (%)	5,22	5,24	5,26	8,13	11,15

*2022 г. е интерполирана стойност, поради липса на данни (средно между 2021 и 2023 г.)

Източник: Създадена от автора по данни на Евростат

Тези данни потвърждават, че транспортната индустрия изостава от информационните и професионалните услуги при внедряването на ИИ; въпреки това, ускорението след 2023 г. показва, че бариерите постепенно започват да се преодоляват при засилен интерес.



Фиг. 1. Динамика на внедряване на ИИ технологиите в сектор Транспорт и складиране (НАСЕ Н), 2021-2025

Източник: Създадена от автора по данни на Евростат

Динамика на технологичното внедряване е илюстрирана нагледно на Фигура 1, като са представени делът на предприятията, използващи различните видове ИИ-базирани технологии в сектора, изразени като % от всички анкетираните по данните на Евростат.

4.1.1. Общи тенденции на внедряване

Анализът на данните разкрива постепенно нарастване на внедряването на ИИ технологии в сектор „Транспорт и складиране“ за периода 2021 – 2025 г., като най-значителен е растежът при генеративните ИИ технологии. Индикаторът за генериране на изображения, видео и звук (E_AI_TGE2) нараства от 2,17% (2021) до 6,46% (2025), а технологиите за преобразуване на говор (E_AI_TTM) – от 1,53% (2021) до 5,92% (2025). Особено забележим е ръстът при генерирането на естествен език (E_AI_TNLG: от 1,10% на 3,92%) и разпознаването на говор (E_AI_TSR: от 1,47% на 4,04%), като и двата индикатора нарастват значително след 2023 г. Ускорението при тези технологии съвпада с масовото навлизане на генеративните ИИ модели след 2022–2023 г. и отразява нарастващото им приложение при автоматизация на документооборота, комуникация с клиенти и анализ на данни в транспортния сектор. По-умерен, но стабилен растеж се наблюдава при машинното обучение (E_AI_TML: от 1,16% на 2,69%) и физическата автоматизация (E_AI_TPA: от 1,80% на 2,78%), отразявайки зрелостта на тези технологии в транспортния контекст.

Два индикатора показват нетипична или незначителна динамика. Автоматизацията на процеси (E_AI_TAR) остава трайно на най-ниско ниво – 0,65% (2021) и едва 0,85% (2025) – което отразява ограничената приложимост на роботизираната процесна автоматизация в сектор с висок дял физически операции. Разпознаването на образи (E_AI_TIR) демонстрира нелинейна динамика: спад от 1,85% (2021) до 1,45% (2023), последван от възстановяване до 2,40% (2024) и леко понижаване до 2,25% (2025). Тази нестабилност вероятно отразява конкурентно изместване на самостоятелните системи за разпознаване на образи от интегрирани генеративни решения с по-широка функционалност.

4.1.2. Специфични приложения на ИИ в транспортния сектор

Данните позволяват да се обособят три групи ИИ технологии според динамиката им на внедряване. Първата група – генеративните технологии (E_AI_TGE2, E_AI_TTM, E_AI_TNLG, E_AI_TSR) – демонстрира най-висок темп на растеж и е основен двигател на ускорението след 2023 г. В транспортния контекст тези технологии намират приложение при автоматизирано генериране на логистична документация, синтез и разпознаване на гласови команди за шофьори и оператори, и анализ на неструктурирани текстови данни от различни информационни системи.

Втората група – традиционните ИИ технологии (E_AI_TML, E_AI_TPA, E_AI_TIR) – показва умерен, но стабилен ръст. Машинното обучение се прилага предимно при оптимизация на маршрути, предиктивна поддръжка на превозни средства и управление на флотилии. Физическата автоматизация е насочена към складови операции и управление на товаропотоци. Третата група се свежда до автоматизацията на процеси (E_AI_TAR), която остава трайно на най-ниско ниво на внедряване – характерно за сектор с доминиращ дял на физически операции и ограничена приложимост на административната роботизация.

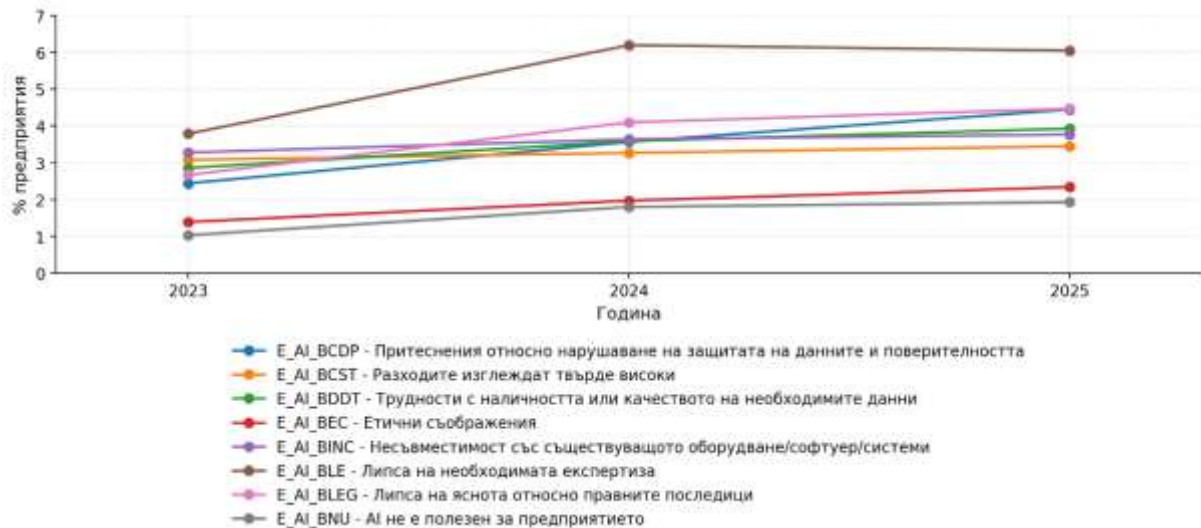
4.1.3. Фактори, обясняващи ускоряването след 2023 г.

Наблюдаваното ускоряване на внедряването на ИИ след 2023 г. може да се обясни с няколко взаимосвързани фактора. Първо, значително се повишава достъпността и зрелостта на готовите за употреба ИИ решения за транспортния сектор – появяват се множество специализирани платформи и приложения за оптимизация на маршрути, управление на флотилии, предиктивна поддръжка и автоматизация на

складови операции. Второ, COVID-19 пандемията и последвалите я нарушения в глобалните вериги на доставки стимулират интереса на предприятията към технологии за повишаване на устойчивостта и ефективността на операциите (OECD, 2020). Трето, политическите инициативи на ЕС за цифрова трансформация и инвестициите в цифрова инфраструктура създават по-благоприятна среда за внедряване на ИИ (European Commission, 2021b). Четвърто, нарастващият натиск за декарбонизация на транспорта и постигане на целите на Европейския зелен пакт стимулира търсенето на ИИ решения за оптимизация на енергийната ефективност. Пето, появата на генеративни ИИ модели (ChatGPT, Claude и др.) през 2022-2023 г. значително повишава обществената осведоменост за възможностите на ИИ и стимулира интереса на бизнеса към тези технологии.

4.2. Барieri пред внедряването на ИИ

Внедряването на технологични решения, базирани на ИИ е съпътствано с редица проблеми и предизвикателства пред които европейските компании са изправени. Те са идентифицирани като основни барieri пред предприятията в проучването на Евростат и при тях наблюдаваме сходна динамика, съпоставима с тази на внедряването.



Фиг. 2. Еволюция на барьерите пред внедряването на AI в сектор Транспорт и складиране, 2021-2025 г.

Източник: Създадена от автора по данни на Евростат

4.2.1. Липса на необходимата експертиза

Липсата на необходимата експертиза (E_AI_BLE) е най-често цитираната бариера пред внедряването на ИИ в транспортния сектор, като нивата ѝ нарастват значително – 3,79% (2023), 6,20% (2024) и 6,05% (2025). Тази бариера отразява структурен дефицит на специалисти с компетенции в областта на ИИ, машинното обучение и анализа на данни. Необходимите компетенции включват способност за разработка и обучение на модели, познания по data science и статистика, умения за интегриране на ИИ системи със съществуваща инфраструктура, и разбиране на специфичните приложения на ИИ в транспортния контекст.

Транспортният сектор традиционно не е бил интензивен потребител на високоспециализиран ИТ персонал, а пазарът на труда в областта на ИИ е силно конкурентен, като технологичните компании и финансовият сектор предлагат значително по-високи заплати (European Commission, 2020a). Освен това, съществуващият персонал в транспортните предприятия често няма необходимата цифрова грамотност, за да работи ефективно с ИИ системи. Особено остър е проблемът

за малките и средните предприятия, които нямат ресурсите да привлекат и задържат висококвалифицирани специалисти.

4.2.2. Правна несигурност

Липсата на яснота относно правните последици от използването на ИИ (E_AI_BLEG) представлява втората по значимост бариера, като нейната важност нараства значително – от 2,67% (2023) до 4,10% (2024) и 4,47% (2025). Правната несигурност е особено остра в транспортния сектор поради спецификата на приложенията на ИИ. При автономните превозни средства възникват сложни въпроси относно разпределението на отговорността при инциденти – между производителя на превозното средство, разработчика на ИИ софтуера, оператора и водача. В контекста на управлението на данни възникват въпроси относно съответствието с GDPR при събирането и обработката на данни от сензори, камери и GPS устройства. Липсата на хармонизирани регулаторни рамки на ниво ЕС за специфични приложения на ИИ в транспорта създава несигурност за предприятията.

4.2.3. Защита на данните

Притесненията относно защитата на данните (E_AI_BCDP) нарастват драматично – от 2,44% (2023) до 4,45% (2025), което представлява увеличение от 82% за двугодишния период. Това е най-динамичната бариера и отразява нарастващата осведоменост на предприятията за рисковете, свързани с обработката на данни чрез ИИ системи. Транспортните предприятия събират и обработват големи обеми чувствителни данни – геолокационни данни на превозни средства и водачи в реално време, данни за маршрути и товари с търговска стойност, видеозаписи от камери за сигурност и бордови камери, биометрични данни за контрол на достъпа, и лични данни на клиенти и служители.

Използването на ИИ за анализ на тези данни създава множество рискове: неоторизиран достъп до чувствителна информация, изтичане на данни при кибер атаки, злоупотреба с данни за цели, различни от първоначално декларираните, и дискриминация при автоматизирано вземане на решения. Високопрофилните случаи на кибер атаки срещу транспортни и логистични оператори (например ransomware атаките срещу пристанища и железопътни оператори) повишават осведомеността за тези рискове. Освен това, GDPR налага строги изисквания за обработка на лични данни, като нарушенията могат да доведат до значителни глоби.

4.2.4. Други значими бариери

Несъвместимостта с използваните устройства или софтуер (E_AI_BINC) засяга 3,77% от предприятията (2025). Транспортните предприятия често разполагат с остарели системи и хетерогенна технологична инфраструктура, което затруднява интеграцията на нови ИИ решения.

Недостатъчното качество на наличните данни (E_AI_BDDT) е посочено от 3,93% от предприятията (2025). Ефективността на ИИ алгоритмите зависи критично от качеството, пълнотата и структурираността на данните за обучение, но в транспортния сектор данните често са фрагментирани, непълни или нестандартизирани.

Високите разходи (E_AI_BCST) са бариера за 3,45% от предприятията (2025). Внедряването на ИИ изисква значителни първоначални инвестиции в софтуер, хардуер, обучение на персонал и реорганизация на процесите.

Етичните съображения (E_AI_BEC) и възприятието, че ИИ не е полезен (E_AI_BNU), са по-слабо изразени бариери – съответно 2,34% и 1,93% (2025).

4.3. Структурен контекст на транспортния сектор

Наблюдаваните тенденции трябва да се интерпретират в контекста на специфичните структурни характеристики на сектор „Транспорт и складиране“.

Секторът се характеризира с висока капиталова интензивност – предприятията трябва да инвестират в скъпа физическа инфраструктура (превозни средства, складове, терминали), което ограничава наличните ресурси за инвестиции в цифрови технологии. Секторът е силно фрагментиран, като преобладават малки и средни предприятия, които имат ограничен достъп до финансови ресурси и експертиза за внедряване на ИИ. Транспортният сектор е един от най-регулираните сектори на икономиката, което създава допълнителна несигурност при внедряването на нови технологии. Той е силно зависим от данните, но същевременно страда от фрагментацията им и липсата на стандартизация. Също така, секторът изпитва остър дефицит на квалифицирана работна ръка, включително специалисти с дигитални компетенции.

4.4. Политически контекст на ЕС

Политиките на ЕС за цифрова трансформация и регулиране на ИИ оказват значително влияние върху процесите на внедряване на този тип технологии в транспортния сектор. Координираният план на ЕС за изкуствения интелект (European Commission, 2021a) предвижда инвестиции в ИИ изследвания, развитие на дигитални умения и създаване на регулаторна рамка, която да балансира иновациите и защитата на основните права. Още с предложението за Регламент за изкуствения интелект („AI Act“, вече Регламент (ЕС) 2024/1689) през 2021 година (European Commission, 2021c) се въвежда базиран на риска подход към регулирането на ИИ, класифициращ много приложения използвани в транспорта, като високорискови. Европейската стратегия за данни (European Commission, 2020b) цели създаването на общо европейско пространство за данни, включително специфични пространства за мобилността. Също така инициативите за развитие на цифрови умения (European Commission, 2021b) имат за цел да адресират дефицита на ИТ специалисти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящото изследване предоставя систематичен емпиричен анализ на внедряването на технологии с изкуствен интелект в сектор „Транспорт и складиране“ от предприятията в Европейския съюз за периода 2021 – 2025 г. Резултатите показват постепенно, но ускоряващо се внедряване на ИИ. Значителното ускоряване след 2023 г. отразява повишената зрялост на ИИ технологиите и активните политики на ЕС за дигитална трансформация.

Анализът на бариерите разкрива, че липсата на необходимата експертиза, правната несигурност и притесненията относно защитата на данните представляват най-значимите пречки пред внедряването на ИИ. Тези бариери са особено остри в транспортния сектор поради неговите структурни характеристики – капиталова интензивност, фрагментация, регулаторна сложност и дефицит на квалифицирана работна ръка.

До голяма степен емпиричните данни затвърждават заключенията на изследванията, част от литературния преглед и препотвърждават идентифицираните тенденции в динамиката на внедряването на ИИ в сектора, както и предизвикателствата пред компаниите.

За успешното ускоряване на внедряването на ИИ в транспортния сектор са необходими координирани действия на множество нива. На ниво предприятия е необходимо развитие на дългосрочни стратегии за дигитална трансформация, инвестиции в обучение и развитие на персонала, сътрудничество с технологични доставчици и участие в индустриални клъстери за споделяне на знания и най-добри практики. На ниво политики са необходими инвестиции в програми за развитие на цифрови умения, ясна и хармонизирана регулаторна рамка за използването на ИИ в

транспорта, финансова подкрепа за малки и средни предприятия за внедряване на ИИ, развитие на цифрова инфраструктура и стандарти за данни в транспортния сектор, и насърчаване на сътрудничеството между индустрията, научните среди и публичния сектор.

Настоящото изследване има своите ограничения и отваря възможности за бъдещи изследвания. Необходими са по-задълбочени качествени изследвания на процесите на внедряване на ИИ в конкретни предприятия, сравнителни анализи между различни подсектори на транспорта и между държави членки на ЕС, както и изследвания на икономическите ефекти от внедряването на ИИ върху производителността, заетостта и устойчивостта.

Конкретни изследователски въпроси, които могат да са в основата на бъдещи изследвания по темата са: Какви фактори определят успешното мащабиране на ИИ решенията сред МСП? Какви модели за интеграция между различните видове ИИ дават най-добри резултати в сектор „Транспорт“? Как може да се преодолеят основните бариери пред масовото внедряване на тези технологии в МСП и др.

Въпреки ограниченията, настоящото изследване предоставя важна емпирична основа за разбиране на процесите на внедряване на ИИ в един от ключовите сектори на европейската икономика и може да информира както бизнес стратегиите на предприятията, така и публичните политики в тази област.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, 11(1), 189. <https://doi.org/10.3390/su11010189>
- [2] Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- [3] Biolcheva, P., & Molhova-Vladova, M. (2025). Business Assessment of the Indirect Added Value of AI. *Advances in Management and Applied Economics*, 65–75. <https://doi.org/10.47260/amae/1534>
- [4] Biolcheva, P., & Sterev, N. (2024). A Model for Calculating the Indirect Added Value of AI for Business. *Strategies for Policy in Science and Education-Strategii Na Obrazovatelna i Nauchnata Politika*, 32(3s), 9–17. <https://doi.org/10.53656/str2024-3s-1-mod>
- [5] Boşcoianu, M., Tóth, Z., & Goga, A. (2025). Sustainable Strategies to Reduce Logistics Costs Based on Cross-Docking—The Case of Emerging European Markets. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17146471>
- [6] Chen, W., Men, Y., Fuster, N., Osorio, C., & Juan, A. (2024). Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16219145>
- [7] Chung, S. (2021). Applications of smart technologies in logistics and transport: A review. *Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review*, 153, 102455. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102455>
- [8] European Commission. (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 final. Brussels: European Commission.
- [9] European Commission. (2020a). White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust. COM(2020) 65 final. Brussels: European Commission.
- [10] European Commission. (2020b). A European strategy for data. COM(2020) 66 final. Brussels: European Commission.

- [11] European Commission. (2021a). *Fostering a European approach to Artificial Intelligence*. COM(2021) 205 final. Brussels: European Commission.
- [12] European Commission. (2021b). *Europe's Digital Decade: Digital targets for 2030*. COM(2021) 118 final. Brussels: European Commission.
- [13] European Commission. (2021c). *Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. COM(2021) 206 final. Brussels: European Commission.
- [14] European Communities. (2008). *NACE Rev. 2 Statistical classification of economic activities in the European Community (Methodologies and Working Papers)*.
- [15] Eurostat. (2025). *Use of artificial intelligence in enterprises*. Statistics Explained, European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises
- [16] Guerrero-Ibáñez, J., Zeadally, S., & Contreras-Castillo, J. (2018). Sensor technologies for intelligent transportation systems. *Sensors*, 18(4), 1212. <https://doi.org/10.3390/s18041212>
- [17] Ieva, S., Bilenchi, I., Gramegna, F., Pinto, A., Scioscia, F., Ruta, M., & Loseto, G. (2025). *Enhancing Last-Mile Logistics: AI-Driven Fleet Optimization, Mixed Reality, and Large Language Model Assistants for Warehouse Operations*. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 25. <https://doi.org/10.3390/s25092696>
- [18] Jackson, I., Ivanov, D., Dolgui, A., & Namdar, J. (2024). Generative artificial intelligence in supply chain and operations management: a capability-based framework for analysis and implementation. *International Journal of Production Research*, 62, 6120 - 6145. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2309309>
- [19] Kshetri, N. (2021). Artificial intelligence in developing countries' transportation systems. *IT Professional*, 23(2), 63–68. <https://doi.org/10.1109/MITP.2021.3058652>
- [20] Kückelhaus, M., & Chung, A. (2019). *Artificial intelligence in logistics*. DHL Customer Solutions & Innovation. Troisdorf: DHL.
- [21] Laux, J., Wachter, S., & Mittelstadt, B. (2023). Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk. *Regulation & Governance*, 18, 3 - 32. <https://doi.org/10.1111/rego.12512>
- [22] Mahroof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *Int. J. Inf. Manag.*, 45, 176-190. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.008>
- [23] Mazurencu-Marinescu-Pele, M., Poleac, D., Chicu, N., Pele, D., & Bogdan, A. (2025). *AI Adoption in EU Enterprises: a Comprehensive Analysis and Modelling of Usage Patterns, Sectoral Differences and Acquisition Trends*. *Statistika: Statistics and Economy Journal*. <https://doi.org/10.54694/stat.2024.75>
- [24] Milakis, D., Van Arem, B., & Van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 324–348. <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1291351>
- [25] OECD. (2020). *Digital transformation in the age of COVID-19: Building resilience and bridging divides*. Digital Economy Papers No. 323. Paris: OECD Publishing.
- [26] Oldemeyer, L., Jede, A., & Teuteberg, F. (2024). Investigation of artificial intelligence in SMEs: a systematic review of the state of the art and the main implementation challenges. *Management Review Quarterly*, 75, 1185 - 1227. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00405-4>
- [27] Richey, R., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., & Dwivedi, Y. (2023). *Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research*. *Journal of Business Logistics*. <https://doi.org/10.1111/jbl.12364>
- [28] Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations (5th ed.)*. New York: Free Press.

- [29] Taeihagh, A., & Lim, H. S. M. (2019). Governing autonomous vehicles: Emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transport Reviews*, 39(1), 103–128. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1494640>
- [30] Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- [31] Zrelli, I., & Rejeb, A. (2024). A bibliometric analysis of IoT applications in logistics and supply chain management. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36578>
- [32] Гътовски, И., & Арнаудов, Б. (2023). Тенденции в развитието на транспортната инфраструктура в България. *Икономически и социални алтернативи*, (2), 5-23. DOI: <https://doi.org/10.37075/ISA.2023.2.01>
- [33] Димитров, Д., & Гергова, Н. (2024). Високо технологични възможности и инструменти за използване на изкуствения интелект (AI) в сферата на транспортното образование. *Механика, Транспорт, Комуникации*, 22(3/1).
- [34] Йорданов, Д. (2023). Отражение на COVID-19 върху дейността на сектор транспорт. *Научни трудове на УНСС*, (3), 79–105. <https://doi.org/10.37075/RP.2023.3.05>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ADOPTION IN THE “TRANSPORTATION AND STORAGE” SECTOR IN THE EUROPEAN UNION: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF TRENDS AND BARRIERS

Krasimir Petkov

krasi.petkov@unwe.bg

University of National and World Economy (UNWE)
19 8th December Street, 1700 Sofia
BULGARIA

Key words: *artificial intelligence, transportation and storage, AI adoption, AI barriers, digital transformation, European Union*

Abstract: *Digital transformation is a strategic priority of the European Union, with artificial intelligence (AI) playing a key role in enhancing competitiveness and sustainability within the “Transportation and Storage” sector (NACE Rev. 2, Section H). The study examines the levels of AI adoption and the barriers faced by enterprises in this sector across the EU-27, using Eurostat data. The findings indicate a gradual change until 2023, followed by acceleration in 2024–2025, driven primarily by generative AI applications such as AI for image/video/audio generation, natural language processing (NLP), and speech recognition. The main barriers identified include lack of expertise, legal uncertainty, and concerns regarding data protection. The post-2023 acceleration reflects increased availability of AI solutions and EU policy initiatives (including Regulation (EU) 2024/1689); however, structural characteristics of the sector constrain large-scale AI deployment. There is a clear need for targeted measures supporting digital skills development, standardization, and data governance.*