

---

## МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА ОЦЕНКА НА ОРГАНИЗАЦИОННАТА ЗРЕЛОСТ НА БЪЛГАРСКИТЕ МСП ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА INDUSTRY 4.0

Габриела Пенева

[gabriela\\_peneva@tu-sofia.bg](mailto:gabriela_peneva@tu-sofia.bg)

*Технически университет – София,  
София 1000, бул. „Св. Климент Охридски“ № 8,  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

**Ключови думи:** *Industry 4.0, Модели за зрелост, Малки и средни предприятия (МСП).*

**Резюме:** *Малките и средни предприятия (МСП) са движещата сила на много национални икономики. В настоящата публикация се обсъждат различните възможности и предизвикателства, пред които са изправени МСП при внедряването на Industry 4.0. В повечето случаи те не са „ранни“ внедрители главно поради страха от инвестиране в потенциално неподходящи технологии. Въпреки това МСП трябва бързо да се научат на нововъзникващите технологии и дигитални практики, за да се конкурират успешно с големите предприятия.*

*В публикацията е направен обзор на съществуващите модели за оценка на организационната зрялост по отношение на Industry 4.0. Предложен е подход за разработване на модел за оценка на организационната зрелост на МСП във връзка с определянето на тяхната готовност за внедряване на елементите на Industry 4.0 и методическа последователност за неговото прилагане. Източникът, послужил за основа на методологията за оценка на отделните процеси и звена в предприятието и на самото предприятие като цяло в настоящата разработка, е серията международни стандарти ISO/IEC 33000 “Information Technology – Process Assessment”.*

*Основната теза, застъпена в публикацията е, че не всички МСП се нуждаят от достигане на максималното ниво на зрелост по отношение на Industry 4.0 за техните цели, т.е. най-високото ниво на зрелост по всички направления не трябва да се разглежда като нещо, което трябва да бъде постигнато на всяка цена.*

### ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМА

#### Общи положения

Малките и средни предприятия (МСП) са движещата сила на много национални икономики [1]. Те често се сблъскват с по-различни предизвикателства и бариери от големите предприятия и многонационалните компании [2,3]. Едно проучване от 2017 г., проведено сред производствени МСП в Западна Вирджиния, САЩ, потвърждава желанието и тенденцията тези МСП да внедряват SM [4]. Един задълбочен преглед и анализ на литературата по въпроса показва, че много малко проучвания са фокусирани кон-

кретно върху подкрепата за МСП при техния преход към Industry 4.0. Някои автори [5, 6] дори наричат успешните МСП в това направление „МСП 4.0“.

Според Европейската комисия МСП могат да бъдат дефинирани като предприятия, които наемат по-малко от 250 служители и имат годишен оборот, който не надвишава 50 милиона евро и/или общ годишен баланс, който не надвишава 43 милиона евро [1]. В настоящата публикация се обсъждат различните възможности и предизвикателства, пред които са изправени МСП при внедряването на Industry 4.0.

Duerson et al. [7] правят анализ на 117 малки производствени фирми във Великобритания и ги групират на базата на степента им на готовност за ИТ-сферата. Kennedy & Nyland [8] анализират данни от 632 МСП – както от държави, членки на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР), така и на държави извън нея и заключват, че МСП не са въвличани, когато става въпрос за внедряването на **усъвършенствани производствени технологии** (Advanced Manufacturing Technologies – АМТ). Terziovski [9] проучва 600 австралийски МСП от производствената сфера и установява, че повечето от тях нямат **иновационна култура** и стратегия за успех. Kumar et al. [10] сравняват различните практики за **управление на качеството** в МСП в Обединеното кралство и Австралия и установяват, че лидерството, вземането на решения на базата на факти, свързването в мрежа с правителствените органи и академичните институции, както и сертифицирането по ISO 9000 са критични фактори за успех за МСП. Vasudevan & Chawan [11] провеждат интервюта с изпълнителни директори, мениджъри и консултанти, за да открият значението на **управлението на знанията** в индийските производствени МСП. Авторите заключават, че т. нар. „глобална осведоменост за производството“, честото взаимодействие със служителите, посещаването на семинари или конференции извън Индия, както и взаимодействието между индустрията и академичните среди, са основните дейности, които насърчават създаването на знания. Müller & Voigt [12] подлагат на анализ **стратегии за въвеждане на Industry 4.0** в немските МСП и интервюират 68 експерти, включително 41 главни изпълнителни директори във фирми, занимаващи се с (1) машиностроене и инженеринг, (2) електротехника и (3) автомобилни доставчици. Те правят заключението, че стандартизацията, капацитетът на персонала, финансовите ресурси и доверието в цифровизацията са сериозни ограничения за МСП.

#### Интелигентно производство и Industry 4.0 в МСП

Съвременното производство е сложно и комплексно. В литературата са представени различни проучвания [13], фокусирани върху това как МСП се справят, а в много случаи – „борят“ с тази комплексност. Nieuwenhuize [14] анализира шест различни холандски МСП от секторите производство на ламарина, железопътна инфраструктура, машинно опаковане, профилно рязане и рязане на тръби, обработка на стомана и добив на мед, с цел да изследва тяхната стратегическа ориентация за преминаване към Industry 4.0. Въз основа на тяхното намерение и възприемчивостта им по отношение на технологиите и практиките на Industry 4.0, авторът класифицира изследваните МСП в три сегмента: (1) латентни, (2) „пленници“ и (3) внедрители.

МСП често не разполагат с ресурси за изследвания и търсене на нови пътища извън техните основни компетенции. В повечето случаи те не са „ранни“ внедрители главно поради страха от инвестиране в потенциално неподходящи технологии или възприемане на неадекватни практики. Въпреки това МСП трябва бързо да се научат на нововъзникващите технологии и дигитални практики, за да се конкурират с големите предприятия [15], които вече са започнали своята трансформация към Industry 4.0. Veza et al. [16] използват анкета с девет въпроса (с отговори по скалата на Ликерт от 1 до 4), за да оценят нивото на зрелост на хърватските предприятия за Industry 4.0 по проекта INSENT (съкращение на хърватския модел на иновативно интелигентно предприятие).

Проучването включва 159 компании, сред които 69% са МСП. Според резултатите от проучването сегашното ниво на зрелост на хърватските предприятия е 2.15, което означава, че те все още не са започнали да прилагат технологиите на Industry 4.0. Според авторите, в момента те се намират във ерата на Втората индустриална революция, използвайки технологии и системи за масово производство [17].

От споменатите до тук изследвания само две [14,16] имат по-скоро частичен акцент върху специфичните нужди на МСП. Това показва недостатъчен обем на научните изследвания към настоящия момент по отношение проблематиката за Industry 4.0 при МСП.

Въпреки, че има много и добре разработени проучвания и модели, включително в организационен, бизнес и технологичен аспект, повечето от тях в сравнително малка степен могат да бъдат съотнесени към МСП по отношение внедряването на Industry 4.0. Болшинството от наличните проучвания се фокусират върху големите предприятия и третират МСП по подобен на тях начин по пътя им към Industry 4.0. Въпреки това, предвид различията и изискванията при МСП, това може да се счита за предизвикателство и обект на нови изследвания в тази насока. Освен това, задълбоченият анализ на литературата показва, че МСП често са „затрупани“ с предложения (стратегически и оперативни) за това какво, защо, кога, къде, кой и как могат да включат различните технологии на Industry 4.0 [18,19] в производството си и/или бизнес услугите, въпреки че не е отдадено подобаващото значение на техните специфични потребности и изисквания. Maier & Student [20] обобщават това с думите: „МСП знаят, че трябва да се направи нещо, но не знаят как и откъде да започнат“. Една публикация в списание „Wirtschafts Woche“ [21] заключава, че две трети от над хилядата анкетираните предприятия в Германия, Австрия и Швейцария, не са запознати с основните положения и характеристики на технологиите в Industry 4.0 и техните бизнес модели. Много немски МСП все още не са се насочили към новата парадигма на Industry 4.0 [22,23], а много от тях също така игнорират свързаните с нея тенденции за дигитализация и автоматизация [23,24].

При представянето на различните модели си струва да се направи анализ и критично сравнение между тях и в контекста на дигитализацията и характеристиките на интелигентното производство. След един по-обстоятелствен преглед прави впечатление, че много автори [25,26,27 и др.], които изследват моделите на зрелост, на първо място не обхващат достатъчно задълбочено темата и освен това не засягат в необходимата степен характерните особености на производствените МСП. В поредица от семинари De Carolis et al. [28] установяват, че зрелостта на технологията, информационната свързаност и капацитетните възможности по отношение на осъществяваните процеси и тяхното управление, както и на персонала, са основните стълбове на интелигентното производство. Авторите представят три модела на зрелост и анализират различни аспекти по отношение на целите на модела, фокуса, направленията на анализ, промишлената сфера на процесите, равнището на зрелост, вдъхновителите на промяната, методите за оценка, целта, вида на въпросите/отговорите на анкетата и броя на въпросите.

Тези три модела са известни като:

- MOM – Manufacturing Operations Management Capability Maturity Model [29];
- SMSRL – Smart Manufacturing Readiness Level [30];
- DREAMY – Digital REadiness Assessment Maturity [31].

Независимо от казаното тук, нито един от параметрите, използвани в сравнението, не разглежда проблематиката през перспективата за МСП.

Gökalp et al. [25] от своя страна оценяват седем модела на зрелост, използвайки шест критерия:

- 1) До колко отговарят по предназначение;

- 2) Пълнота на аспектите на сравнение;
- 3) Степента на детайлност/точност на мерните единици за сравнение;
- 4) Дефиниране на атрибутите за измерване;
- 5) Описание на метода за оценка и
- 6) Обективност на метода за оценка.

Те установяват, че никой от моделите не е в състояние да удовлетвори всички критерии. Въпреки че предлагат доста „многообхватни“ мерки за оценката на моделите, на практика в публикацията не се дискутира тяхната приложимост при МСП.

Scremin et al. [32] сравняват седем модела на зрелост по седем критерия:

- 1) За какво се използва моделът?
- 2) Как е проектиран моделът?
- 3) Откъде идват данните за оценката?
- 4) Метод за определяне на целта (като бенчмарк);
- 5) Брой етапи;
- 6) Съществуващ етап и
- 7) Използван инструмент.

Посочената публикация разглежда модела за зрелост на Leyh et al. [33] изключително по отношение на ИТ и от софтуерна перспектива и отново не разглежда гледната точка на МСП!

Akdil et al. [26] сравняват четири модела на зрелост по отношение на степента и направлението на зрелост/готовност, както и на обхвата на индустрията. Тук също не са взети пред вид изискванията на МСП.

Поради посочените до тук причини може да се твърди, че съществуващите анализи не подпомагат в пълна степен МСП. Ето защо задачата на настоящата публикация е да бъде предложен подход, разработен с цел да подпомогне и отговори на потребностите на МСП.

## **МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА ОЦЕНКА НА ОРГАНИЗАЦИОННАТА ЗРЕЛОСТ НА БЪЛГАРСКИТЕ МСП**

### **1. Определяне на направлението за оценка и анализ**

В едно задълбочено изследване именно на концепциите, заложи в Industry 4.0 [34], авторите са направили много обширно проучване по въпроса във водещата и една от най-пълните научни бази данни – SCOPUS. Заради богатата информация и задълбочения професионален анализ на материалите, извлечени от една от най-големите световни бази данни, в настоящата публикация ще бъде използван именно техният „списък“ от **42 концепции и технологии** за основа на последващото определяне на направлението за оценка на зрелостта на МСП в България. На фиг. 1 е предложена една систематизация на този списък.

Също така на фигурата е предложено едно „преподреждане“ с цел систематизиране на споменатите направления, като е следвана йерархията във фирменото управление и организационно-технологичната последователност на мениджърските решения.

### **2. Определяне на потенциала/степента на важност/приоритетността на избраните направления на Industry 4.0**

При определянето на направлението, по които съответното предприятие следва да работи за внедряване на Industry 4.0, след като е решено кои от всичките направления и концепции, посочени на фиг. 1, следва да бъдат внедрени, е необходимо да се реши и в каква последователност да стане това, в зависимост от техния приоритет по отношение на най-бързо и ефективно постигане бизнес целите на компанията – настоящи, в близко бъдеще и стратегически.

За тази цел е обосновано и разумно да бъде използван инструмент за многокритериален анализ при вземане на решения, какъвто е методът „Аналитичен йерархичен процес“ (Analytical Hierarchy Process – AHP). Това е метод за мултикритериално вземане на решения, разработен от Thomas Saaty [35], доказал способността си да опростява комплексните анализи за вземане на решения, тъй като позволява определянето на количествена оценка по субективни критерии да бъде съвместено с качествени критерии по един лесен и структуриран начин.



Фиг. 1 Основни концепции и направления на Industry 4.0 – по [34]

### 3. Определяне на нивата на зрелост

Обикновено при различните модели за зрелост се използват 5/6/7-степенна скала на Ликерт за определяне нивото на зрелост по отделните направления, касаещи напредъка към Industry 4.0. За тази цел обаче винаги е необходимо мениджърите и специалистите от МСП да бъдат подпомогнати с пояснения, описващи характерните особености на съответното ниво на зрелост за даденото направление на оценка. Това, освен че улеснява работата, предпазва от грешки и неточности при поставянето на числени оценки и различно тълкуване.

Именно с тази цел (лесно разбираемо описание на характеристиките на отделните нива на зрелост) в настоящата публикация се използва философията и постановките

от серията международни стандарти ISO/IEC 33000 “Information Technology – Process Assessment” и в по-голяма степен следните измежду тях:

- ISO/IEC 33001:2015 “Information Technology – Process Assessment – Concepts and Terminology” [36];
- ISO/IEC 33004:2015 “Information Technology – Process Assessment – Requirements for Process Reference, Process Assessment and Maturity Models” [37];
- ISO/IEC 33020:2019 “Information Technology – Process Assessment – Process Measurement Framework for Assessment of Process Capability” [38].

Съгласно ISO/IEC 33000, нивата на зрелост са следните [37,38]:

- **Ниво 0 – Непълен (Incomplete) процес** – Процесът не може да бъде осъществен или не успява да постигне предназначението си. На това ниво има малко или никакви доказателства за системно постигане предназначението на процеса. Ниво 0 може да се разглежда и като *състояние на липса на Ниво 1 или по-високо*. В този смисъл определянето за даден процес на Ниво 0 се прави въз основа на липсата на адекватни обективни доказателства, че той работи на по-горно ниво;
- **Ниво 1 – Изпълним (Performed) процес** – Реализираният процес постига предназначението си. Тук индикаторите за оценка на изпълнението на процеса ще демонстрират доказателства за постигане на резултата. Ниво 1 се фокусира изключително *върху степента, до която се постигат резултатите*, определени за процеса;
- **Ниво 2 – Управляван (Managed) процес** – процесът се планира, наблюдава и коригира, за да отговори на идентифицираните резултати, които трябва да бъдат постигнати и да създаде документирана информация, която е подходящо установена, контролирана и поддържана. Основното разграничение от Ниво 1 е, че изпълнението на процеса сега се *планира, наблюдава и коригира* при необходимост;
- **Ниво 3 – Установен (Established) процес** – процесът се основава на *стандартен процес*, който ефективно се прилага за постигане на резултатите от него. Стандартният процес идентифицира ресурсите – човешки, материални и инфраструктурни, необходими за изпълнението на процеса. Основното разграничение от Ниво 2 е, че процесът на Ниво 3 е *дефиниран процес, съобразен със стандартен* такъв;
- **Ниво 4 – Предсказуем (Predictable) процес** – предсказуемият процес *работи систематично* в рамките на определените ограничения, за да постигне своите резултати. Неговото прилагане се подпомага и осъществява посредством показатели и параметри, „извлечени“ от съответните датчици и автоматизирани измервателни устройства. Изпълнението на процес, който работи на *Ниво 4, се управлява количествено и се осъществява по предсказуем начин* в подкрепа на бизнес целите на предприятието. Изследват се и се анализират също така причините за появата на колебания в производителността;
- **Ниво 5 – Иновативен процес** – по-горе описаният *Предсказуем процес* сега *непрекъснато се усъвършенства*, за да отговори на промените чрез съвременни подходи за процесни иновации. Иновациите може да включват възприемане на изцяло нови процеси, методи и нови технологии, които да изискват различни процеси.

За всяко ниво, с изключение на Ниво 0, са регламентирани т. нар. „Процесни атрибути“, достигането на които е индикатор за достигането на съответното ниво на зрелост. От своя страна индикатор за достигането на съответните атрибути е наличието и изпълняването на дейности („практики“ – основни и общи/генерични). Нивата на зрелост, процесните атрибути и практиките са описани систематично в ISO/IEC 33020:2019.

С цел установяване текущото състояние, както и определяне на целевото такова по различните направления на Industry 4.0 се провежда анкета на ръководството на предприятието, по време на която се установява наличието на съответните практики, от

които може да се направи извод за достигането на съответните атрибути, което от своя страна еднозначно е показател за достигането или не на съответното ниво на зрелост.

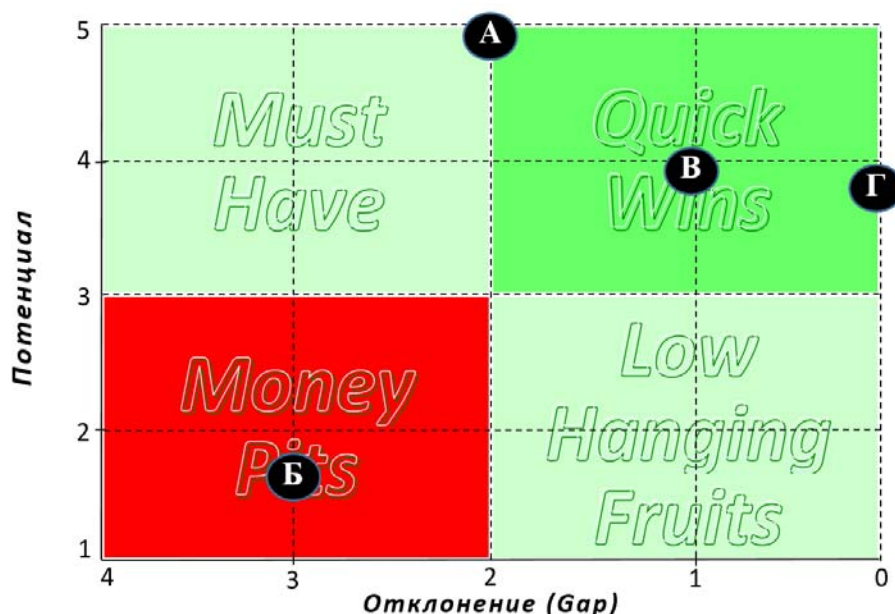
#### 4. Провеждане на GAP-анализ

В тази стъпка се прави GAP-анализ за несъответствията между целевите стойности за нивото на зрелост и съществуващото положение по отделните направления на Industry 4.0. Желателно е установените стойности да бъдат графично изобразени с помощта на радарни диаграми. По този начин много лесно и удобно може да бъде проведен самият анализ и подпомогната следващата стъпка.

#### 5. Изобразяване на резултатите от анализа в Стратегическа матрица на приоритетите

За целите на настоящия етап на методиката е разработен следният инструмент, наречен „Стратегическа матрица на приоритетите“, за основа на който е послужила т. нар. „Norm Strategy Matrix“ [34]. Целта на Стратегическата матрица на приоритетите е с нейна помощ да бъдат подбрани направленията/технологиите на Industry 4.0, които с внедряването си ще осигурят най-бърз и с най-голям ефект за предприятието напредък и поради това – първи да бъдат предпочетени за внедряване. Идеята е следната:

В изобразената на фиг. 2 координатна система, за всяко от изследваните направления (концепция/технология) на Industry 4.0, по хоризонталната ос да се нанесат отклоненията ( $x_i$ ), получени при GAP-анализа като разлика между желаното (целевото) ниво на зрелост за съответното направление и оценката на действителното текущо състояние. А като координати по вертикалата – стойностите ( $y_i$ ), получени след експертна оценка за значимостта (потенциала) на съответното направление. Експертните оценки съгласно Rauch et al. [34] са дадени отново по 5-степенна скала на Ликерт. Тук е необходимо да се посочи една характерна особеност на предложения в настоящата публикация подход, а именно че преценката за значимостта (потенциала) на съответното направление/технология от Industry 4.0 се прави не по 5-степенната скала на Ликерт, а по процедурата на метода АНР. При него рангът се изразява като относителен дял от цялото – тоест представлява число, по-малко от 1 и/или е изразено в проценти.



Фиг. 2 Примерна стратегическа матрица на приоритетите – по [34]

Ето защо за целите на настоящата методика моделът на Norm Strategy Matrix [34] е модифициран по следния начин:

- Най-голямата стойност по вертикалата (5) се приравнява на най-големия ранг ( $y_{max}$ ) даден от метода АНР:

$$(1) \quad y_{max} \cong 5$$

- Стойностите по вертикалата ( $y_i^*$ ) за останалите се получават по следната зависимост:

$$(2) \quad y_i^* = \frac{y_i}{y_{max}} \cdot 5$$

Така за всяко от изследваните направления/технология на Industry 4.0 се идентифицира точка, лежаща в един от оформените четири квадранта [34]:

- **Quick Wins** (бързи печалби) – малко или никакво отклонение и много висок потенциал. Тук са налице възможности, които веднага трябва да бъдат оползотворени и това може да стане без особени усилия и финансиране;
- **Must Have** (задължително за изпълнение) – голямо отклонение и висок потенциал. В този квадрант попадат направленията, по внедряването на които задължително трябва да бъдат насочени усилията на предприятието за постигане на необходимите конкурентни предимства;
- **Low Hanging Fruits** (леснодостъпни плодове) – нисък потенциал и малко или никакво отклонение. Намиращите се в този квадрант опции, въпреки че не са от голяма важност за конкурентоспособността на предприятието, така или иначе са „в ръцете“ на предприятието и то е длъжно да се възползва от тях, доколкото това може да допринесе към просперитета на фирмата, без да се добавят съществени инвестиции в тях;
- **Money Pits** – намиращите се в този квадрант опции са със сравнително малък потенциал за повишаване на конкурентоспособността на предприятието и допълнително следва да се изясни дали си струва да се предприемат усилия за преодоляване на толкова големите несъответствия с целевите стойности, установени при GAP-анализа. Със сигурност обаче това би било на дневен ред едва след набелязването на мерки за внедряване на опциите от другите три квадранта на фиг. 2.

#### **6. Управленско решение за инвестиция за внедряване на избраните направления/технологии на Industry 4.0**

В последната стъпка заключенията, направени от анализите в предишната точка и подкрепени със съответните аргументи за приоритет, служат за основа и задание за разработване и внедряване на проекти за постигане на желаната промяна – със срокове, бюджет и отговорни лица.

### **МЕТОДИЧЕСКА ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА МОДЕЛА ЗА ОЦЕНКА НА ЗРЕЛОСТТА И НАПРЕДЪКА НА МСП КЪМ INDUSTRY 4.0**

Процедурата за прилагане на разработения модел за оценка зрелостта на МСП включва следните фази и стъпки:

#### Фаза 1 – Начална фаза (проучване)

- Анализ на различните подходи, съществуващите модели за оценка на зрелост и пътни карти за внедряване на Industry 4.0
- Анкета на мениджмънта по примера на онлайн анкетата на немската IMPULSE Foundation VDMA [39] за установяване на: степента на познаване на Industry 4.0, наличието и равнището на дигитализация в предприятието, стратегическо виждане и наличие на стратегия/пътна карта за внедряване на Industry 4.0, намерения за внедряване на подходи и методи за управление на процесите в предприятието, наличието и/или намеренията за внедряване на (и кои) технологии от Industry 4.0 в технологичните процеси и в сферата на ICT, социо-културните аспекти от внедря-



ването на Industry 4.0 – обучение и преквалификация на служителите, нова работна среда в предприятието и др. под.

*Фаза 2 – Разработване на модела* (съгласно [37,38])

- Проектиране на Модела за зрелост за предприятието
- Разработване на Модел за оценка на процеса
- Разработване на Референтен модел на процеса
- Разработване на Рамка за измерване на процеса
- Дефиниране на: Нивата на зрелост, Процесните атрибути, с помощта на които се верифицира достигането на съответното ниво и Генеричните практики, наличието на които потвърждава постигането на съответните процесни атрибути.

*Фаза 3 – Внедряване*

- Анализ и оценка на текущото състояние – анкета на мениджмънта за установяване приложимостта на отделните направления/технологии на Industry 4.0 от фиг. 1 в условията на предприятието. Вземане на решение за направленията, по които то ще подлежи по-нататък на оценка на зрелост
- Провеждане на мозъчна атака с мениджмънта на предприятието и определяне приоритетността/потенциала за повишаване конкурентоспособността на предприятието на избраните направления и/или технологии на Industry 4.0 по система от критерии и под-критерии чрез прилагане на метода на Аналитичния йерархичен процес (АНР)
- Анализ и оценка на зрелостта по избраните и приоритизирани в предишната стъпка направления с помощта на разработения във Фаза 2 модел
- Определяне на целевите стойности за нивата на зрелост по избраните направления
- Провеждане на GAP-анализ за несъответствията между целевите стойности и съществуващото положение
- Изобразяване на резултатите от анализа в Стратегическата матрица на приоритетите
- Вземане на решение от топ мениджмънта на предприятието кои от първите в класацията по приоритет/потенциал направления/технологии на Industry 4.0 ще бъдат финансирани за внедряване
- Разработване на мерки за внедряване.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В изложението е представена методология за анализ и оценка зрелостта на МСП във връзка с определянето на тяхната готовност за внедряване на Industry 4.0.

За тази цел е адаптиран подходът за разработване на модел на зрелост, залегнал в серията международни стандарти ISO/IEC 33000 “Information Technology – Process Assessment”. Разработени са стъпки за прилагане на модела за оценка на зрелостта и подбор на насоките за бъдеща работа на МСП за повишаване тяхната конкурентоспособност и напредък към Industry 4.0.

Изводите, направени от анализите в настоящата методика и подкрепени със съответните аргументи за приоритет, следва да послужат на МСП за основа и задание за разработване и внедряване на проекти за постигане на желаната промяна – със срокове, бюджет и отговорни лица.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] European Commission (2018). Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. SME definition. Retrieved April 2018 [http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition\\_en](http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en);
- [2] Wuest, T., & Thoben, K. D. (2011). Information Management for Manufacturing SMEs. In IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (pp. 488-495). Springer, Berlin, Heidelberg;

- [3] Wadhwa, R. (2012). Flexibility in Manufacturing Automation: A Living Lab Case Study of Norwegian Metal Casting SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, 31, 444-454;
- [4] Wuest, T., Schmid, P., Lego, B. & Bowen, E. (2018). Overview of Smart Manufacturing in West Virginia. WVU Bureau of Business & Economic Research, Morgantown, WV, USA.
- [5] Nagy, D. (2017). International Collaboration Tools for Industrial Development. 6th CSIR Conference: Ideas that work for industrial development, 5-6 October 2017, CSIR International Convention Centre, Pretoria, South Africa;
- [6] European Commission (2018). SME 4.0 — Smart Manufacturing and Logistics for SMEs in an X-to-order and Mass Customization Environment. Retrieved January 2018 from <http://www.sme40.eu>;
- [7] Dyerson, R., Spinelli, R., & Harindranath, G. (2016). Revisiting IT Readiness: An Approach for Small Firms. *Industrial Management & Data Systems*, 116(3):546-563;
- [8] Kennedy, J., & Hyland, P. (2003). A Comparison of Manufacturing Technology Adoption in SMEs and Large Companies. *Proceedings of 16th Annual Conference of Small Enterprise Association of Australia and New Zealand*, pp. 1-10, Ballarat, City in Victoria, Australia;
- [9] Terziowski, M. (2010). Innovation Practice and its Performance Implications in Small and Medium Enterprises (SMEs) in the Manufacturing Sector: A Resource-based View. *Strategic Management Journal*, 31(8):892-902;
- [10] Kumar, M., Khurshid, K.K., & Waddell, D. (2014). Status of Quality Management Practices in Manufacturing SMEs: A Comparative Study between Australia and the UK. *International Journal of Production Research*, 52(21):6482-6495;
- [11] Vasudevan, H., & Chawan, A. (2014). Demystifying Knowledge Management in Indian Manufacturing SMEs. *Procedia Engineering*, 97, 1724-1734;
- [12] Müller, J.M., & Voigt, K.I. (2017). Industry 4.0-Integration Strategies for Small and Medium-Sized Enterprises. In *International Association for Management of Technology (IAMOT)*, pp. 1-15, Vienna, Austria;
- [13] Esmaeilian, B., Behdad, S., & Wang, B. (2016). The Evolution and Future of Manufacturing: A Review. *Journal of Manufacturing Systems*, 39, 79-100;
- [14] Nieuwenhuize, G.B. (2016). Smart Manufacturing for Dutch SMEs Why and How? (Master's thesis). Rotterdam School of Management – Erasmus University, Rotterdam, Netherlands;
- [15] Faller, C., & Feldmüller, D. (2015). Industry 4.0 Learning Factory for Regional SMEs. *Procedia CIRP*, 32, 88-91;
- [16] Veza, I., Mladineo, M., & Peko, I. (2015). Analysis of the Current State of Croatian Manufacturing Industry with regard to Industry 4.0. Vodice, Croatia: Croatian Association of Production Engineering. Retrieved April 2018 from <http://bib.irb.hr/prikazirad?&rad=802656>;
- [17] Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion;
- [18] Mittal S., Romero, D., Wuest T. (2018). Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). Research Gate. Retrieved November 2020 from <https://www.researchgate.net/publication/327230099>;
- [19] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group. Retrieved April 2018 from [http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives\\_Industry.4.0\\_2015.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf);

- [20] Maier, A. & Student, D. (2015). Industrie 4.0 - Der Große Selbstbetrug [In German]. Retrieved April 2018 from <http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/digitale-revolution-industrie-4-0-ueberfordert-deutschen-mittelstand-a-1015724.html>;
- [21] Eisert, R. (2014). Mittelständler verpassen die Zukunftstrends [In German]. Retrieved April 2018 <http://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/industrie-4-0-mittelstaendler-verpassen-die-zukunftstrends/10004718.html>;
- [22] Rickman, H. (2018). Verschläft der deutsche Mittelstand einen Megatrend? [In German]. Retrieved April 2018 from [http://www.focus.de/finanzen/experten/rickmann/geringer-digitalisierungsgrad-verschlaeft-der-deutsche-mittelstand-einen-megatrend\\_id\\_3973075.html](http://www.focus.de/finanzen/experten/rickmann/geringer-digitalisierungsgrad-verschlaeft-der-deutsche-mittelstand-einen-megatrend_id_3973075.html);
- [23] Sommer, L. (2015). Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5):1512-1532;
- [24] Knop, C. (2018). Dem deutschen Mittelstand ist die Digitalisierung egal [In German]: Retrieved April 2018 from <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/deutsche-betriebe-investieren-kaum-in-digitalen-ausbau-13146623.html>;
- [25] Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham;
- [26] Akdil, K. Y., Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy. In *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation* (pp. 61-94). Springer, Cham;
- [27] Scremin, L., Armellini, F., Brun, A., Solar-Pelletier, L., & Beaudry, C. (2018). Towards a Framework for Assessing the Maturity of Manufacturing Companies in Industry 4.0 Adoption. In *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments* (pp. 224-254). IGI Global;
- [28] De Carolis, A., Macchi, M., Kulvatunyou, B., Brundage, M. P., & Terzi, S. (2017). Maturity Models and Tools for Enabling Smart Manufacturing Systems: Comparison and Reflections for Future Developments. In *IFIP International Conference on Product Lifecycle Management* (pp. 23-35). Springer, Cham;
- [29] Brandl, D., MESA MOM Capability Maturity Model Version 1.0 (2016);
- [30] Jung, K., Choi, S., Kulvatunyou, B., Cho, H., & Morris, K. (2017). A Reference Activity Model for Smart Factory Design and Improvement, *Production Planning & Control*, 28(2): 108-122;
- [31] De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017). A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies. In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (pp. 13-20). Springer, Cham;
- [32] Scremin, L., Armellini, F., Brun, A., Solar-Pelletier, L., & Beaudry, C. (2018). Towards a Framework for Assessing the Maturity of Manufacturing Companies in Industry 4.0 Adoption. In *Analyzing the Impacts of Industry 4.0 in Modern Business Environments* (pp. 224-254). IGI Global;
- [33] Leyh, C., Bley, K., Schäffer, T., & Forstnhäusler, S. (2016, September). SIMMI 4.0—A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape focusing on Industry 4.0. In *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2016 Federated Conference on* (pp. 1297-1302). IEEE;
- [34] Rauch, E., Unterhofer, M., Rojas, R., Gualtieri, L., Woschank, M. & Matt, D. (2020). A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises. *Sustainability*, Retrieved December 2020 from <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9>;

- [35] Saaty, T., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York;
- [36] ISO/IEC 33001:2015 Information Technology – Process Assessment – Concepts and Terminology;
- [37] ISO/IEC 33004:2015 Information Technology – Process Assessment – Requirements for process reference, process assessment and maturity models;
- [38] ISO/IEC 33020:2019 Information Technology – Process Assessment – Process measurement framework for assessment of process capability;
- [39] Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., et al. (2015). IMPULS-Industrie 4.0-Readiness. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln. Retrieved April 2018 from <http://www.impuls-stiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974>.

## A METHODOLOGICAL APPROACH FOR ASSESSING ORGANIZATIONAL MATURITY OF BULGARIAN SMEs TO IMPLEMENT INDUSTRY 4.0

**Gabriela Peneva**

[gabriela\\_peneva@tu-sofia.bg](mailto:gabriela_peneva@tu-sofia.bg)

*Technical University of Sofia*  
**8, St. Climent Ochridski Blvd, Sofia 1000,**  
**THE REPUBLIC OF BULGARIA**

**Key words:** *Industry 4.0, Maturity Models, Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs),*

**Abstract:** *Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs) are the driving force of many national economies. This publication discusses the various opportunities and challenges that SMEs face in implementing Industry 4.0. In most cases, they are not "early" implementers mainly due to the fear of investing in potentially inappropriate technologies. However, SMEs need to quickly learn about emerging technologies and digital practices in order to compete successfully with large enterprises.*

*The publication provides a review of the existing models for assessing organizational maturity in relation to Industry 4.0. An approach is proposed to develop a model for assessing the organizational maturity of SMEs in connection with determining their readiness to implement the elements of Industry 4.0, as well as a methodological procedure for its implementation. The source that served as the basis for the methodology for assessment of individual processes and enterprise departments, and the enterprise itself as a whole in this publication is the International Standards Set of ISO / IEC 33000 "Information Technology - Process Assessment".*

*The main idea behind the publication is that not all SMEs need to reach the maximum level of maturity in terms of Industry 4.0 for their purposes, i.e. the highest level of maturity in all areas should not be seen as something that must be achieved at all costs.*