

[https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6(4).02)
658.012.4:338



SELECTION AND EVALUATION OF TRANSFER TECHNOLOGIES

Vadim Iatchevici*, ORCID: 0009-0007-8156-6434

Universitatea Tehnică a Moldovei, 168 Ștefan cel Mare și Sfânt Blvd., Chișinău, Republica Moldova

*Corresponding author: Vadim Iatchevici, vadim.iatchevici@gmail.com

Received: 11. 26. 2023

Accepted: 12. 22. 2023

Abstract. Technological development is not a process determined only by the technology itself, the characteristics of which are largely decisive. Technology must be absorbed by an initially foreign system, in which a series of process-factors manifests itself, such as: strategy, top management, organization (company), technology and environment. The results are determined by each of these factors, but especially by the interactions, the connections between them. This paper develops a methodology for selecting and evaluating technologies for transfer based on groups of evaluation criteria (strategic, financial, industry / market technology consumers, internal, technological specifications, intangible effects) with the assignment of points (prioritization) starting from the performance descriptors for each criterion. The role of performance descriptors is not only to elucidate the relative value of technologies, but also to do so as objectively as possible.

Keywords: *technology management, technology transfer, success factors, technology selection and evaluation, evaluation criteria, industry 4.0, advanced manufacturing technology.*

Rezumat. Dezvoltarea tehnologică nu este un proces determinat numai de însăși tehnologia, caracteristicile căreia sunt în mare măsură decisive. Tehnologia trebuie absorbită de un sistem inițial străin, în care se manifestă o serie de procese-factori cum ar fi: strategia, managementul de vârf, organizația (compania), tehnologia, mediul înconjurător. Rezultatele sunt determinate de fiecare dintre acești factori, dar mai ales de interacțiunile, legăturile dintre acestea. În lucrare este dezvoltată o metodologie de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer bazată pe grupe de criterii de evaluare (strategici, financiari, consumatori de tehnologie din industrie / piață, interni, specificații tehnologice, efecte intangibile) cu atribuirea punctajului (ponderat) pornind de la descriptorii de performanță pentru fiecare criteriu. Rolul descriptorilor de performanță este nu numai de a elucidă valoarea relativă a tehnologiilor, dar și a face acest lucru cât se poate de obiectiv.

Cuvinte cheie: *managementul tehnologic, transfer de tehnologie, factori de succes, selecția și evaluarea tehnologiei, criterii de evaluare, Industria 4.0, tehnologie avansată de fabricație.*

1. Introducere

Transferul de tehnologie este în esență sa un act de comercializare a tehnologiei în scopul transformării acesteia într-un rezultat de valoare economică.

Eficiența transferului tehnologic este determinată de cunoașterea profundă a însăși tehnologiei transferate (aplicabilitatea, posibilitățile, condițiile de utilizare, rezerva de dezvoltare etc.), a procesului de transferare și a efectelor rezultate din transfer. Astfel, transferul de tehnologie este un proces complex ce necesită efort intelectual multidisciplinar, organizatoric și financiar depus de mai mulți „actori” în munca managerială de echipă.

Transferul de tehnologie este parte componentă a managementului tehnologic, care conform Consiliului Național pentru Cercetare al SUA este „un proces, care include planificarea, conducerea, controlul și coordonarea dezvoltării și implementării capacităților tehnologice pentru a modela și îndeplini obiectivele strategice și operaționale ale unei organizații” [1]. Această definiție combină sintetic atât aspecte „dure” ale tehnologiei (știință și inginerie), cât și dimensiuni „soft”, cum ar fi procesele care permit aplicarea eficientă a acesteia. Unul dintre modelele managementului tehnologic include șase activități generice [1] după cum urmează:

1. Identificarea tehnologiilor de evidentă sau probabilă importanță pentru afacere, care țin cont atât de evoluțiile tehnologice, cât și de schimbările pieței. Identificarea se referă la definirea, evaluarea, colectarea datelor și analiza tehnologiilor.
2. Selectarea tehnologiilor potențial utile pentru companie. Selecția este un act decizional, care ia în considerare aspectele strategice relevante și capacitatea de evaluare. În acest sens selecția ține cont de obiectivele strategice, de prioritățile de dezvoltare și de potențialul de aliniere a tehnologiei la strategia de afaceri.
3. Achiziționarea tehnologiilor selectate. Adoptarea tehnologiei se face dintre alternativele de a cumpăra, de a dezvolta în colaborare, de a dezvolta în intern.
4. Exploatarea tehnologiilor cu scopul obținerii beneficiilor dorite, acumulării cunoștințelor și formării competențelor tehnologice.
5. Protecția cunoștințelor și a competențelor încorporate în produse, tehnologii și sisteme de producție prin acte de protecție a proprietății industriale și de păstrare a personalului.
6. Învățarea din dezvoltarea și operarea tehnologiilor este un aspect critic al competenței tehnologice, presupune analize asupra desfășurării proiectelor de dezvoltare tehnologică, stabilirea bunelor practici și a factorilor de succes.

Primele două activități indică la faptul că din funcțiile importante ale managementului tehnologic fac parte selecția și evaluarea tehnologiilor ce urmează a fi implementate în rezultatul transferului tehnologic sau prin dezvoltarea tehnologiilor cu forțele proprii sau în colaborare cu terțe părți.

Au fost dezvoltate mai multe abordări și metode de selecție și evaluare a tehnologiilor. Astfel, în lucrarea [2] este prezentată o listă de principii și „bune practici” pentru instrumentele de management tehnologic observate de mai mulți autori, parte dintre care se aplică în special pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor. Tehnologiile trebuie să fie fezabile, robuste (teoretic posibile și fiabile), economic avantajoase, simplu și practic de implementat, integrabile în alte procese și instrumente ale afacerii, flexibile, adaptabile pentru a se potrivi contextului particular al afacerii etc.

Autorii lucrărilor [3,4] împart metodele de evaluare în următoarele categorii: financiare, strategii de afaceri, diagrame cu bule (sau hărți de portofoliu), metode de punctaj, liste de verificare. Sunt menționate și alte metode care nu se încadrează în cele listate de mai sus cum ar fi: metodele multicriteriale fără un model formal de punctaj, probabilitățile de succes

comercial și tehnic, metodele hibride din metodele cuprinse în categoriile de mai sus, metodele informale cum ar fi deciziile bazate pe experiență, managementul de vârf, preferințe sau pur și simplu intuiție.

Este greu de definit un set de criterii universal și adecvat aplicabil pentru toate circumstanțele de selectare și evaluare a tehnologiilor, deoarece acestea vor diferenția mult între ele în diferite companii și pentru diferite tehnologii. Există multe criterii utilizate pentru selectarea și evaluarea tehnologiilor de diferite tipuri și în diferite condiții, există și diferite moduri în care criteriile pot să fie organizate, ordonate [5-9].

Autorii lucrării [10] scot în evidență criteriile bazate pe efecte:

- financiare (rentabilitatea, fluxul de numerar, costurile etc.);
- asupra consumatorilor (valoarea de piață, satisfacția părților interesate, momentul comercializării etc.);
- asupra proceselor interne (contribuție la competențele de bază, corespundere cu misiunea și obiectivele strategice ale companiei);
- asupra învățării și creșterii capacităților resurselor umane, sistemelor tehnologice și proceselor;
- asupra riscurilor și incertitudinii (probabilitatea succesului tehnico-tehnologic și comercial etc.).

O abordare similară este utilizată în lucrarea [7], în care se propun criterii de sensibilitate exprimate prin variația:

- volumului (dimensiunea pieței, potențialul de vânzare, beneficiul clienților, intensitatea concurențială pe piață);
- marjei (reducerea costurilor afacerii, pregătirea industriei/pieței);
- creșterii viitoare (creșterea pieței, potențialul viitor);
- caracteristicilor produsului (diferențierea produsului, durabilitatea provocărilor concurențiale și tehnice);
- aptitudinilor și cunoștințelor (cunoștințe de piață, capacitate tehnică);
- proceselor de afaceri (potrivire pentru vânzări și/sau distribuție, potrivire pentru producție și/sau lanțul de aprovizionare);
- suportului organizațional (potrivire strategică, organizațională).

2. Factorii ce determină succesul adoptării tehnologiilor avansate

Companiile moderne se găsesc în stare de concurență globală. Ca răspuns concurenței companiile mari au adoptat sau adoptă tehnologiile avansate de fabricație (TAF). Avantajele companiilor din țările industrial dezvoltate de la implementarea tehnologiilor conceptului Industrie 4.0 sunt mari, dar de durată scurtă, deoarece companiile din țările în curs de dezvoltare nu investesc în cercetări, dar asimilează rapid noile cunoștințe și tehnologii și le aplică la eficiență înaltă. Dezvoltarea rapidă a tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC) influențează substanțial alte industrii. Conceptul Industriei 4.0 scoate în prim plan informatizarea tehnologiilor și sistemelor de fabricație, permite să se producă viziune fabricii inteligente, care se poate schimba în timp real, poate eficientiza resursele proprii, poate integra clienții și partenerii de afaceri în procesele proprii pentru creșteri valorice. Conceptul este inovativ în așa măsură încât una din problemele principale este cum pot fi adaptate fabricile existente la noile condiții de funcționare [11].

Mai multe companii din Republica Moldova pot beneficia de aceste oportunități, deoarece majoritatea activează în calitate de filiale ale companiilor din țările dezvoltate cu tehnologii moderne sau produc pentru export în aceste țări.

Conform autorilor [12] eficiența adoptării tehnologiilor avansate de către companii este determinată de mai mulți factori de succes, fiecare dintre care este constituit din elemente - subfactori. Dintre factorii de bază pot fi menționați: strategia, organizația, managementul de vârf, tehnologia și mediul, Figura 1.

Strategia	Managementul de top	Organizația	Tehnologia	Mediul
Planificarea strategică	Circulația finanțelor	Structura organizațională	Tehnologia în uz	Presiuni externe
Resurse umane și management	Strategia de fabricație	Beneficii de la tehnologii	Facilități și infrastructură	Dezvoltarea furnizorilor
Beneficii tangibile și intangibile	Viziunea asupra fabricației	Alinierea organizației și businessului	Resurse umane și tehnologice	Planificarea businessului
Poziția financiară	Angajamentul managementului	Cunostintele angajaților		
Poziția companiei				

Figura 1. Factori de succes pentru adoptarea tehnologiilor avansate de fabricație [12].

Strategia. Strategia reflectă modul de atingere a obiectivelor, iar acestea pot să fie orientate spre producție, fabricație, flexibilitate, calitate, cost etc. Strategiile orientate spre producție, fabricație sunt considerate cheie pentru competitivitate oferind cele mai sigure avantaje. Sunt identificați cinci subfactori strategici critici de succes după cum urmează:

Planificarea strategiei stabilește modul de funcționare a companiei ce asigură îndeplinirea unui set specific de obiective și performanța operațională. Dezvoltarea unei strategii de implementare a TAF se poate face numai după stabilirea punctelor forte și punctelor slabe.

Resursele umane și managementul companiei sunt elemente fundamentale ale implementării tehnologiei prin alocarea sarcinilor adecvate nivelului de competență ale angajaților.

Beneficii tangibile/intangibile pot fi atinse prin implementarea TAF. Beneficiile tangibile se referă la indicatorii operaționali, iar beneficiile intangibile se referă la avantajele competitive obținute din TAF.

Poziția financiară este considerată un factor important în implementarea TAF, deoarece sunt necesare investiții suficient de mari, dar să se potrivească cu strategia de business a companiei.

Poziția companiei reflectă nivelul de adecvare al deciziilor financiare și capacitatea de efectuare a investițiilor.

Managementul de top. Managementul de top se manifestă prin responsabilitățile de dezvoltare, îmbunătățire și prioritzare a activităților de implementare a TAF în companie, deoarece inspiră dorința de schimbare, motivând și sprijinind angajații să înțeleagă și să adopte noile tehnologii.

Circulația financiară reflectă intensitatea tranzacțiilor activelor companiei, investițiile fiind surse de beneficii strategice (întreținerea la timp și liderismul pe piață, personalizarea produselor etc.).

Strategia de fabricație se manifestă prin obiectivele sistemic coordonate și activitățile utilizate în limitele funcției de producție a companiei, urmărind asigurarea avantajelor durabile. Se constată că planificarea strategică la nivel de afaceri trebuie să fie asistată de

planificarea strategică la nivel de fabricație. *Viziunea asupra fabricației* este reflectată prin decizii strategice ale managementului pentru utilizarea de către companie a TAF, capacitățile și resursele implicate.

Angajamentul managementului de top se manifestă prin atitudinea față de politicile și activitățile orientate spre atingerea obiectivelor legate de pregătirea, implementarea și utilizarea TAF. În așa mod efectele perturbatoare ale schimbării pot fi mult reduce.

Organizația. Organizația include în sine componentele, personalul, infrastructura unei companii și este un factor important pentru procesul de implementarea a TAF.

Structura organizatorică este o reflecție a calității organizaționale și determină măsura corespunderii proceselor și rolurilor de muncă cu mecanismele administrative, de control și de integrare. Infrastructura organizațională este cheia susținerii implementării cu succes a TAF.

Beneficiile tehnologiei prin implementarea TAF pot fi directe și indirecte, tangibile și intangibile și sunt un argument forte pentru implementare.

Alinierea organizației și businessului. Structurile organizației și afacerii trebuie să corespundă reciproc, să fie coerente obiectivelor de atins. Structura trebuie să fie flexibilă, iar atingerea nivelului înalt de flexibilitate necesită investiții mari și atenție din partea managementului la nivel strategic.

Cunoștințele angajaților sunt cele legate de tehnologiile ce trebuie implementate, astfel încât angajații trebuie să fie formați, instruiți și educați pentru a înțelege scopurile, obiectivele și principiile urmărite. Transformarea personalului din executori în adepți este cheia succesului.

Tehnologia. Tehnologia este definită ca „totalitatea instrumentelor, mașinilor, sistemelor și proceselor utilizate în activitățile practice și în inginerie” [13]. Nivelul de dezvoltare tehnologică determină capacitatea de a adopta TAF, iar factorul de selecție a tehnologiei este esențial pentru succesul fazei de justificare și de planificare [14]. La selecție este important ca tehnologiile avansate să se poată alinia, ajusta la tehnologiile actuale.

Tehnologia în uz determină tipul de tehnologie ce trebuie implementată în companie. TAF pot transforma tehnologiile tradiționale în uz în tehnologii moderne pentru a atinge cu succes obiectivele tehnologice și cele de afaceri. Anume tehnologia determină capacitatea unei companii de a conștientiza realitatea concurenței, varietatății de produse, cerințelor clienților etc.

Facilitățile și infrastructura se manifestă prin dotările disponibile și necesare oferite procesului de implementare TAF. Importantă este și structura industriei în calitate de mediu prietenos inovării tehnologice [15]. Implementarea TAF depinde de nivelul de dezvoltare a infrastructurii informaționale care cuprinde diverse hardware și software organizate în rețea și care ajută la furnizarea de capacități tehnologice [16].

Resursele umane și tehnologice determină capacitatea personalului și a tehnologiilor de a constitui procese coerente om-mașină. Calificarea personalului, capacitatea de a înțelege și de a acționa în conformitate cu noile principii de organizare industrială este un factor major.

Mediu inconjurător. Mediul de afaceri este unul factorizat care influențează, ajută, dar și afectează activitățile companiei (resursele financiare, sprijinul furnizorilor, concurența etc.). Mediul impune companiile să inoveze, să actualizeze sistematic tehnologiile pentru a fi competitive.

Presiunea externă se manifestă, în primul rând, prin variația cerințelor clienților și a pieței care obligă compania să adopte TAF. Noile tehnologii pot fi rezultatul presiunii din partea partenerilor, actelor legislative reglementatoare etc.

Dezvoltarea furnizorilor reflectă activitățile de ajustare sistemică a performanțelor tehnologice ale partenerilor de afaceri. Astfel TAF devin obiectivul mai multor companii strâns legate prin lanțul valoric.

Planificarea afacerii stabilește obiectivele, strategiile și activitățile predictive pentru a asigura competitivitatea și dezvoltarea companiei pentru un anumit orizont de timp. Astfel planificarea devine o condiție prin care TAF se manifestă ca factor de dezvoltare tehnologică.

Schimbările tehnologice creează destabilizări în activitatea companiilor, dar și oportunități de dezvoltare tehnologică pentru lansarea de afaceri noi și diversificate. Destabilizările se depășesc, iar oportunitățile trebuie să fie valorificate printr-un management tehnologic activ, dinamic, fapt ce se poate produce prin inovare și transfer tehnologic. Astfel, în prim plan se plasează capacitățile dinamice de a reconfigura, redirecționa, transforma și integra în mod adecvat competențele proprii de bază existente cu resursele externe și complementare pentru a face față provocărilor concurențe și situațiilor ce se schimbă rapid sub presiunea timpului.

Inovarea tehnologică devine un proces continuu orientat spre [1]:

- formarea capacităților de a genera un flux amplu de schimbări în produse și procese care contează pentru performanța companiei pe termen lung;
- transformarea companiei într-un obiect dinamic evaluat și măsurat în competențe tehnologice;
- luarea în considerare a pieței, produsului, tehnologiei ca obiecte de reconstituire strategică realizată prin adaptarea, integrarea și reconfigurarea adecvată a abilităților, resurselor și competențelor funcționale interne și externe într-un mediu în permanentă schimbare.

3. Metodologie de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer

Companiile responsabile recunosc că trebuie să investească în noile tehnologii de digitalizare și de îmbunătățiri ale sistemelor de producție pe termen lung [17]. În acest proces este necesară o abordare realistă și o integrare informațională optimă a noilor tehnologii cu infrastructurile existente. Potențialul este bine conștientizat, dar aducerea ideilor la nivelul fabricii se confruntă cu provocări mari. Sunt necesare strategii, sprijin ghidat, foi de parcurs pentru a ajuta companiile să adapteze cu efecte bune tehnologiile digitale cheie. O abordare - cadru structurată pe etape poate servi ca instrument decizional, ca ghid pentru selectarea tehnologiilor și strategiilor adecvate de implementare a acestora. Procesul - cadru de selecție a tehnologiei de fabricație include șase pași interconectați sistemic [18]:

1) Evaluarea situației curente. Principala problemă de rezolvat aici este evaluarea performanțelor curente a companiei în contextele concurenței și pieței pentru a reevalua strategia de afaceri și a defini zonele în care compania este capabilă să concureze.

2) Stabilirea factorilor strategici critici pentru implementarea Industriei 4.0, care ar permite companiei producătoare să concureze cu succes. Părțile tari și părțile slabe sunt surse pentru redefinirea strategiei de afaceri în condițiile pieței. Există mai mulți factori care afectează implementarea prevederilor Industriei 4.0, în mod direct succesul producției digitale, după cum urmează: factori tehnico-tehnologici, de complexitate și de interfețe, de performanță și de calitate; factori de management al proiectelor, de finanțare, de dependențe de proiect, de resurse și de prioritizare; factori organizaționali, de planificare, de control și de comunicare; factori externi, de furnizori, de reglementări, de piață și de clienți.

3) Definirea intervalului de planificare (orizontului de timp). Strategia de afaceri redefinită, natura pieței și a afacerii sunt factori ce determină orizontul de timp. În rezultat se obține o hartă de perspective ordonate în timp util al activităților de implementare a prevederilor Industriei 4.0. Orizontul de timp definește dacă compania adoptă o abordare rapidă, revoluționară sau una mai moderată, evolutivă.

4) Identificarea tehnologiilor ce pot adecvat îndeplini obiectivele critice definite prin factorii strategici. Este necesară o analiză tehnologiilor, a conformității tehnice așteptate. Una din principalele tehnologii-cheie a Industriei 4.0 sunt sisteme ciber-fizice, care asigură achiziția și procesarea datelor, comunicarea mașină-mașină, interacțiunea om-mașină etc. [19].

5) Evaluarea detaliată a tehnologiilor identificate în scopul identificării tehnologiilor alternative pentru atingerea obiectivelor de fabricație și de afaceri. Oportunitățile se pot referi la modurile de funcționare, la strategie, la mediu, la personal. Cele mai importante caracteristici legate de Industria 4.0 se referă la viabilitatea și competitivitatea viitoare, la calificarea angajaților și capacitatea acestora de a asimila noi tehnologii.

6) Evaluarea riscurilor alternativelor tehnologice. Conceptul Industria 4.0 este unul relativ nou și din această cauză pot apărea noi riscuri legate de tehnicile modificate, infrastructura IT complexă și specifică. Factorii de risc pot afecta negativ atingerea obiectivelor, astfel încât identificarea riscurilor este extrem de importantă. Un risc neidentificat nu va fi luat în considerare și poate avea consecințe mari [20]. Riscurile legate de implementarea prevederilor conceptului Industrie 4.0 pot fi clasificate după cum urmează [18]: risc operațional determinat de mașini-unelte și tehnologii de fabricație, de metodele de prelucrare, de scule utilizate, de materiale, de mentenanță, de calificarea personalului; risc legat de securitatea informațiilor (atacuri cibernetice), de confidențialitate, de pierderea integrității datelor și de disponibilitatea informațiilor.

Managerii de tehnologie au la dispoziție mai multe variante de selectare și evaluare tehnologică. Condițiile interne și externe ale companiilor sunt foarte diferite, astfel încât, metodologiile trebuie să fie modificate și adaptate la necesitățile situaționale ale companiei. Pornind de la această idee, este propusă o metodologie menită să ajute companiile la selectarea și evaluarea tehnologiilor. Metodologia dată poate fi caracterizată ca una flexibilă pentru a fi adaptată și personalizată la nevoile specifice ale companiei și, în același timp, este suficient de robustă pentru a permite aplicarea acesteia la diferite tipuri de tehnologii cum ar fi cele de produs, de fabricație etc. Schematic această metodologie este reflectată în Figura 2.

Metodologia este aplicată de către o echipă de factori de decizie pluridisciplinară pentru a elimina subiectivismul selectării și evaluării tehnologiilor și pentru a implica o gamă mai mare de competențe, cunoștințe și experiențe relevante. Între diferitele părți interesate și managerii companiei pot exista opinii și preferințe contradictorii, deoarece decizia individuală optimă pentru fiecare departament este rareori optimă în aspect colectiv.

Această abordare tehnico-tehnologică, economico-socială și combinatorică este în acord cu analiza decizională multicriterială. Prin urmare, rezultatele obținute pot fi influențate de experiența mai multor factori de decizie, de diversitatea datelor disponibile și de modul în care au fost obținute, de criteriile de selectare și evaluare, de punctajele acordate tehnologiilor concurente etc. Rezultatele vor fi o reflecție a efortului general alocat acestui exercițiu de echipă.

Metodologia analizată de selectare și evaluare a tehnologiilor în construcția de mașini include următoarele etape principale:

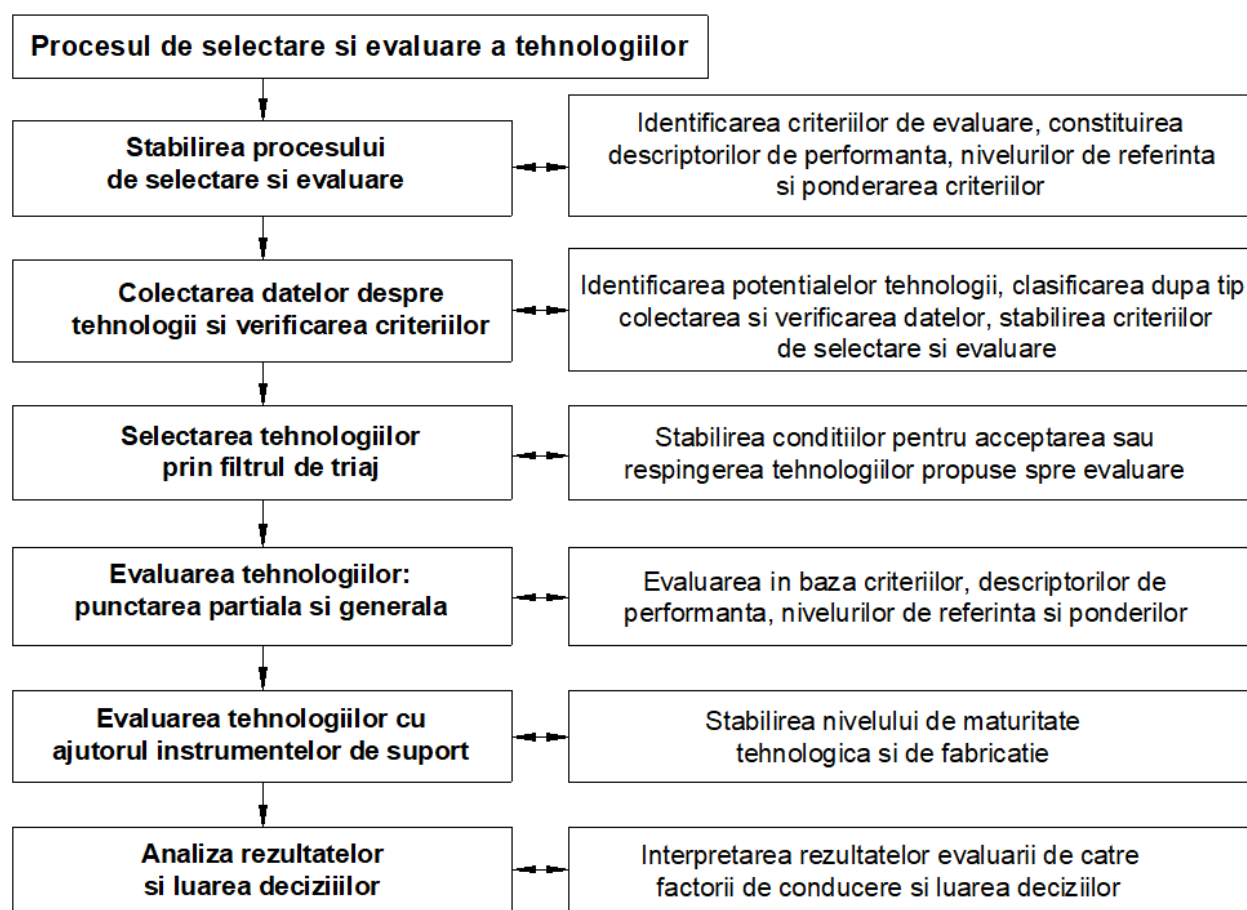


Figura 2. Selectarea și evaluarea tehnologiilor.

1. Stabilirea procesului de selectare și evaluare: identificarea criteriilor, constituirea descriptorilor de performanță, nivelurilor de referință și ponderarea criteriilor;
2. Colectarea datelor despre tehnologii, identificarea și verificarea criteriilor: identificarea potențialelor tehnologii, clasificarea după tip, colectarea și verificarea datelor, stabilirea criteriilor de selectare și evaluare;
3. Selectarea tehnologiilor prin filtrul de triaj: stabilirea condițiilor pentru acceptarea sau respingerea tehnologiilor propuse spre evaluare;
4. Evaluarea tehnologiilor prin punctarea parțială și punctarea generală: evaluarea în baza criteriilor, descriptorilor de performanță, nivelurilor de referință și ponderilor;
5. Evaluarea tehnologiilor cu ajutorul instrumentelor de suport: stabilirea nivelului de maturitate tehnologică și de fabricație;
6. Analiza rezultatelor și luarea deciziilor: interpretarea rezultatelor evaluării de către factorii de conducere și luarea deciziilor.

Stabilirea procesului de selectare și evaluare. Prima etapă a metodologiei stabilește procesul de lucru al sesiunilor viitoare de selectare și evaluare a tehnologiilor. Aceasta constă din pași ce pot fi executați în prealabil, devreme ce nu depind de tehnologii, dar mai degrabă de companie, pentru a asigura că selectarea și evaluarea tehnologiilor este mai consecventă și imparțială. Această sarcină se realizează o singură dată, apoi este revizuită ocazional, conform schimbărilor obiectivelor și situației în companie.

Celelalte etape ale metodologiei alcătuiesc structura procesului de selectare și evaluare. Înainte de fiecare sesiune, rezultatele obținute în prima fază trebuie revizuite și confirmate sau ajustate la situația specifică, dacă este nevoie.

Metodele de punctare permit reflectarea multiplelor obiective ale organizației, sunt ușor adaptabile la schimbările organizaționale și de mediu și nu sunt influențate de viziunile pe termen scurt inerente metodelor de rentabilitate, deoarece în prim plan sunt scoase criterii strategice și alte beneficii ce se manifestă pe termen lung. Chiar dacă utilizatorii metodelor de punctare le consideră efective și eficiente, valoarea reală a tehnologiei exprimată de factorii de decizie nu este bazată exclusiv pe punctajele date, ci pe procesul de analiză a criteriilor, discutând și obținând concluzii pentru fiecare criteriu.

Identificarea criteriilor. Identificarea criteriilor reflectă cel mai bine obiectivele strategice ale companiei, situația, caracteristicile tipice tehnologiei, mediul și alți factori care pot avea un impact asupra tehnologiei sau care pot fi rezultatul acesteia. Criteriile utilizate sunt împărțite pe următoarele grupe generale: strategice, financiare, industrie/piață, interne, specificații tehnologice și intangibile.

Descriptorii de performanță. Pentru a evalua performanța unei tehnologii conform unui criteriu este definit un descriptor de performanță cu specificații pe nivele pentru fiecare criteriu, acesta fiind modul în care tehnologia va fi „măsurată” pentru evaluare. Nivelele descriptorilor servesc pentru:

- ✓ operaționalizarea evaluării performanțelor și/sau efectelor acestora;
- ✓ descrierea mai obiectivă a impacturilor opțiunilor analizate;
- ✓ restrângerea nivelurilor de impact la un domeniu de plauzibilitate prin depistarea situațiilor ce nu sunt admisibile sau sunt în afara contextului;
- ✓ verificarea independenței criteriului abordat.

Descriptorii de performanță pot fi cantitativi sau calitativi, cu caracter continuu sau discret, ajută la convertirea performanței tehnologiilor pe criterii într-un punctaj numeric. Utilizarea descriptorilor calitativi ai performanței este foarte utilă pentru a ajuta factorii de decizie să trateze mai adecvat toate informațiile disponibile cu privire la tehnologie.

Criteriile și descriptorii de performanță sunt prezentați în grupele: strategice, financiare, industrie/piață, interne, specificații de tehnologie și intangibile. Descriptorii prezentați au până la 6 nivele performanță, dar pot exista mai multe sau mai puține în funcție de companie și de contextul de selectare și evaluare a tehnologiilor. Fiecare următor nivel reflectă o valoare mai mică a descriptorului și este independent de celelalte precedente sau următoare. Primul și ultimul nivel nu reflectă neapărat cele mai bune sau cele mai joase performanțe posibile pentru criteriile corespunzătoare, existând posibilități situaționale de schimbare a accentelor.

Grupele de criterii și caracteristica nivelurilor de performanță utilizate în metodologie.

Strategic:

- potrivirea strategică: potrivire în multe aspecte specifice, potrivire în puține aspecte specifice, potrivire incertă, nepotrivire probabilă, nepotrivire;
- congruența: cu mai multe elemente-cheie ale strategiei, cu unele elemente-cheie ale strategiei, cu elemente non-cheie ale strategiei, improbabilă;
- alinierea strategică: clară, poate fi asigurată, poate fi asigurată parțial, improbabilă;
- importanța pentru succesul companiei: decisivă, semnificativă, moderată, minimă, lipsită de importanță;
- impactul tehnologiei asupra strategiei: critic, mare, mediu, minim, fără impact;
- adecvarea cunoștințelor legate de Industria 4.0 în raport cu tehnologiile care urmează să fie adoptate: înaltă, medie, joasă, nesemnificativă.

Financiar:

- finanțarea: externă și/sau internă garantată și nelimitată; strictă în limita bugetului; cu risc minor de neîncadrare în limita bugetului; cu risc de neîncadrare în limita bugetului; neîncadrare în limita bugetului, surse suplimentare identificate; neîncadrare în limita bugetului, surse suplimentare neidentificate;
- probabilitatea rentabilității investiției estimată la: 70-100%, 50-69%, 30-49%, 20-29%, 10-19%.

Industrie/piață:

- pregătirea industriei / pieței pentru tehnologie: cerere clar formulată și exprimată, cerere clar formulată și exprimată de majoritatea clienților, cerere formulată și exprimată de mulți clienți, cerere formulată și exprimată de o parte din clienți, cerere neformulată și neexprimată;
- conștientizarea relevanței conceptului Industrie 4.0: înaltă, medie, joasă, nesemnificativă;
- raportarea tehnologiei cu necesitățile actuale ale industriei / pieței: adecvată necesităților, cu relație clară cu necesitățile, cu relație ajustabilă prin modificarea tehnologiei, cu relație probabilă, cu relație inexistentă;
- atractivitatea industriei / pieței interne: extrem de profitabilă și în creștere, profitabilă și în creștere, extrem de profitabilă și în stagnare, profitabilă și în stagnare, profitabilă și în scădere;
- atractivitatea industriei / pieței externe: profitabilă și în creștere rapidă, profitabilă și stabilă, profitabilă și în stagnare, profitabilă și în scădere;
- dimensiunea industriei / pieței: demonstrată și cunoscută prin sondaj oficial, cunoscută prin date suficiente dar neprelucrate, cunoscută prin reprezentativitatea unor companii, nu este cunoscută;
- intensitatea concurențială în industrie / pe piață pentru tehnologie: singură (monopolistă), concurență obișnuită multiplă sau 1 concurent puternic, 2 concurenți puternici, 4 sau mai mulți concurenți puternici;
- ciclul de viață (industrial, tehnico-tehnologic) estimat: lung cu oportunități de îmbunătățire incrementală, moderat (4-6 ani) cu oportunități de îmbunătățire incrementală, scurt (1-3 ani), nedefinit.

Factori interni:

- disponibilitatea de personal și facilități: disponibile imediat și nemijlocit, disponibile parțial și în timp, deficiență recunoscută în domenii-cheie, sunt necesare angajări / instruirii;
- competențele digitale ale angajaților la scara investițiilor planificate în Industria 4.0: înalte, medii, joase;
- competențe de bază tehnico-tehnologice: există și nu sunt necesare capacități, abilități sau cunoștințe noi, sunt necesare unele capacități și abilități noi dobândite în timp scurt, sunt necesare unele capacități și abilități noi dobândite în timp mediu (câteva luni), lipsesc unele capacități și abilități importante și este necesar un plan pentru a le dobândi, sunt necesare capacități majore și/sau recrutată o nouă echipă tehnico-tehnologică sau este necesară asistența unui partener;
- abilități tehnico-tehnologice necesare: practicate pe larg în companie, practicate parțial în companie, practicate la nivel de cercetare și dezvoltare, nepracticate în companie;
- abilități de dezvoltare a aplicațiilor tehnologice: existente și mature, existente emergente, noi și ușor dobândite, noi;

- sprijin organizatoric din partea tuturor părților interesate: sprijin consistent, sprijin condiționat de argumentare, opoziție relativă, opoziție severă;
- potrivire pentru transfer/distribuție pentru departamentul și personalul abilitat: obișnuit, cu mici modificări, majoritatea personalului necesită instruire, necesară restructurarea departamentului, necesar un nou departament sau un nou canal de transfer;
- potrivire pentru lanțul de producție / aprovizionare: modificări minore ale producției sau ale lanțului de aprovizionare, modificări realizabile în limitele capacităților existente, resurse suplimentare pentru adaptarea procesului de fabricație sau schimbarea în lanțul de aprovizionare, este necesar un nou sistem de fabricație sau o schimbare majoră în lanțul de aprovizionare;
- potrivire cu canalele de aprovizionare existente: potrivire completă, necesare unele schimbări neesențiale, sunt iminente schimbări semnificative.

Specificatii tehnologice:

- raportarea caracteristicilor tehnologiei cu concurența: multe importante și mult mai bune, cel puțin una importantă este semnificativ mai bună, câteva neimportante sunt mai bune, cel puțin una neimportantă este mai bună, nu există mai bune;
- alinierea tehnologiei la conceptele moderne de tehnologii digitalizate (tehnologii avansate de fabricație, Industrie 4.0 etc.): înaltă, medie, joasă, neesențială;
- valoarea oferită de tehnologie: esențială, mare, moderată, mică, inexistentă;
- avantaj concurențial al tehnologiei: esențial, mare, moderat, mic, inexistent;
- rezerva de dezvoltare a tehnologiei: prin modificarea parametrilor, prin modificarea fazelor tehnologice, prin înlocuirea fazelor, incertă;
- funcționalitatea tehnologiei demonstrată în prototip: toate caracteristicile demonstrate, caracteristicile - cheie demonstrate, o caracteristică - cheie nedemonstrată, mai multe caracteristici - cheie nedemonstrate, caracteristicile nedemonstrate;
- implementarea tehnologiei: ușor realizabilă, moderat realizabilă, greu realizabilă, modul de realizare incert, multiple obstacole;
- avantaj competitiv al tehnologiei bazat pe complexitatea reproducerii caracteristicilor - cheie de către concurenții: mai mult de 2 ani, cel puțin 2 ani, cel puțin 1 an, este necesar efort de îmbunătățire continuă, inexistent;
- poziția de drept al proprietății intelectuale a tehnologiei: foarte bine protejată (combinație de brevete, secrete comerciale, acces la materiile prime etc.), bine protejată (brevete, secrete comerciale etc.), protejată fără a fi factor de descurajare pentru concurenți, neprotejată;
- oportunități de sinergie a tehnologiei: parte - cheie a unui ecosistem tehnologic, parte a unui ecosistem tehnologic, importantă separat, moderat importantă separat, slab importantă separat, neimportantă;
- capacitatea de a forma ecosisteme tehnologice: cu multe tehnologii, cu un număr redus de tehnologii, cu unele tehnologii, cu unele tehnologii cu efort de modernizare, limitat;
- mentenanța tehnologiei după transfer: există nelimitat, există condiționată de factorii interni și-sau externi, limitată.

Intangibile:

- tehnologia ca o platformă de creștere: deschide noi oportunități tehnico-tehnologice și comerciale, reprezintă potențial de diversificare și/sau oportunități de extindere, reprezintă un caz izolat;
- potențial oferit de tehnologie: un început de afacere nouă profitabilă sau de aplicații multiple, o nouă linie tehnologică și/sau de produse și aplicații, variații tehnologice și/sau de produse și aplicații, relansarea valorii unor tehnologii și/sau produse și aplicații existente;
- formarea noilor competențe și cunoștințe oferite de tehnologie: majoritatea, multe, câteva, unele, nesemnificativ;
- impactul asupra imaginii companiei, mărcii (publicații științifice, bunele practici, presa etc.): creștere substanțială, creștere, creștere nesemnificativă, menținere la nivel, fără impact;
- rolul tehnologiei asupra relațiilor cu clienții: vitală pentru creșterea numărului de clienți, vitală pentru păstrarea clienților, vitală pentru păstrarea clienților cheie, vitală pentru păstrarea unui client cheie, neutru, îngrijorări (ex. de mediu) ale clienților;
- impactul reglementărilor industriale, economice, sociale, legale, politice: avantajos, pozitiv, neutru, negativ;
- potențialul tehnologiei pentru exportul extern: poate crește rapid, poate crește constant, la nivel stabil, în descreștere.

Un studiu de caz de evaluare a tehnologiilor conform metodologiei analizate a fost realizat la ITA "Mecagro" și a avut în calitate de variante tehnologiile de produs: mașina de stropit autopropulsată pentru tratarea culturilor de câmp (T1), mașina de stropit cu ventilare-pulverizare locală (T2), sisteme modulare multifuncționale pentru mașinile de stropit (T3), utilajului pentru prelucrarea solului între rânduri din livezi (T4).

Filtrarea de triaj a fost realizată utilizând criteriile: identificarea problemelor de rezolvat, efectele soluționării problemelor, nivelul de dezvoltare al tehnologiilor, fezabilitatea tehnologiilor, costurile tehnologiilor similare, performanțele tehnologiilor similare, performanțele tehnologiilor alternative analizate, documentația de schiță a tehnologiilor, sarcinile tehnice de dezvoltare a tehnologiilor, funcțiile tehnologice asigurate de tehnologii. Rezultatul filtrării de triaj a fost stabilirea necesității de precizare a unor informații referitoare la tehnologia T2.

Exercițiu de evaluare a tehnologiilor s-a soldat cu selectarea tehnologiei T1 - "Mașina de stropit autopropulsată pentru tratarea culturilor de câmp" pentru dezvoltare, având acumulate 4,75 puncte, Tabelul 1.

Tabelul 1

Rezultatele evaluării tehnologiilor la ITA Mecagro				
Grup de criterii	Puncte acumulate			
	Tehnologia T1	Tehnologia T2	Tehnologia T3	Tehnologia T4
Strategice	5,4	4,6	4,2	4,8
Financiare	3,7	3,7	4,0	3,7
Industrie / piață	4,0	3,5	3,4	3,4
Factori interni	5,9	5,5	5,9	5,4
Specificații tehnologice	5,3	4,4	4,4	4,4
Intangibile	4,2	3,9	3,4	3,9
Total	4,75	4,26	4,21	4,26

4. Concluzii

Transferul de tehnologie este act responsabil de luare decizii manageriale în scopul transformării acesteia într-un rezultat valoros economic. Succesul transferului tehnologic este determinat de tehnologia însăși (corespunderea cu nivelul modern, aplicabilitatea, posibilitățile și condițiile de utilizare, rezerva de dezvoltare etc.), de structura ecosistemului tehnologic din companie și de mediul industrial. Ca factori al succesului pot fi menționate atât elementele ecosistemului industrial din companie (strategia, managementul de vârf, organizația, tehnologia, efectele mediului extern), cât și interacțiunile dintre acestea.

Procesul de selectare și evaluare a tehnologiilor pentru transfer este reprezentat ca o analiză a factorilor determinați ca: strategici, financiari, consumatori de tehnologie din industrie / piață, interni, specificații tehnologice, efecte intangibile cu atribuirea unor priorități valorice (puncte) determinate de o serie de descriptori de performanță pentru fiecare criteriu. Rolul descriptorilor de performanță este nu numai de a elucida valoarea tehnologiilor, dar și a face acest lucru cu cât se poate mai obiectiv.

Bibliografie

1. Cetindamar, D.; Phaal, R.; Probert, D. Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*, 2009, 29, pp. 237–246. doi:10.1016/j.technovation.2008.10.004
2. Kerr, C.; Farrukh, C.; Phaal, R.; Probert, D. Key principles for developing industrially relevant strategic technology management toolkits. *Technological forecasting and social change* 2013, 80 (6), pp. 1050-1070. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.006>.
3. Cooper, R.G.; Sommer, A.S. Dynamic portfolio management for new product development. *Research-Technology Management* 2023, 66 (3), pp. 19-31. <https://doi.org/10.1080/08956308.2023.2183004>.
4. Doorasamy, D. Product portfolio management: an important business strategy. *Foundations of Management* 2015, 7 (1), pp. 29-36. DOI: 10.1515/fman-2015-0023.
5. Meredith, J.R.; Mantel Jr., S.J. *Project management: a managerial approach*. John Wiley & Sons, Inc., 2021, p. 544. ISBN: 978-1-119-80383-6.
6. Pinto, J.K. *Project management: achieving competitive advantage*. Pearson, 2019, p. 490. ISBN 13: 978-0-134-73033-2.
7. Mitchell, R.; Phaal R.; Athanassopoulou, N. Scoring methods for prioritizing and selecting innovation projects. *Centre for technology management working paper series* 2018, 2, pp. 1-19. doi:10.17863/CAM.21297.
8. Flechas Chaparro, X.A.; de Vasconcelos Gomes, L.A.; de Souza Nascimento, P.T. The evolution of project portfolio selection methods: from incremental to radical innovation. *Revista de Gestão* 2019, 26 (3), pp. 212-236. DOI 10.1108/REGE-10-2018-0096.
9. Sokmen, N. A multi-criteria project assessment framework for R&D organizations in the it sector. In: *Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration*, Portland, 2014, pp. 2455-2466.
10. Leong, W.Y.; Wong, K.Y.; Wong, W.P. A new integrated multi-criteria decision-making model for resilient supplier selection. *Applied System Innovation* 2022, 5 (1), p. 18. DOI: 10.3390/asi5010008.
11. Wang, S.; Wan, J.; Li, D.; Zhang, C. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 2016, 4, 3159805, p. 10. DOI: 10.1155/2016/3159805
12. Sukathong, S.; Suksawang, P.; Naenna, T. Analyzing the importance of critical success factors for the adoption of advanced manufacturing technologies. *International Journal of Engineering Business Management* 2021, 13, pp. 1–16. DOI: 10.1177/18479790211055057
13. *Tehnology matters: questions to live with* D. Nye. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2006, 304 p. ISBN: 9780262640671.
14. Bhise, D.; Vand Sunnapwar, V.K. Developing framework for the implementation of advanced manufacturing technologies in small and medium-sized enterprises. *International Journal of Applied Management and Technology* 2019, 18 (1), pp. 88-110. DOI: 10.5590/IJTAF.2018.18.1.07.
15. Simões, A.C.; Barros, A.C.; Soares, A.L. Conceptual framework for the identification of influential contexts of the adoption decision. In: *IEEE 16th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Porto, Portugal, 2018, pp. 1059–1064. DOI: 10.1109/INDIN.2018.8471963

16. Abualoush, S.; Masa'deh, R.; Bataineh, K.; Alrowwad, A. The role of knowledge management process and intellectual capital as intermediary variables between knowledge management infrastructure and organization performance. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management* 2018, 13, pp. 279–309. DOI: 10.28945/4088
17. Lu, Y. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration* 2017, 6, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
18. Hamzeh, R.; Zhong, X.; Xu, W.; Kajáti E.; Zolotova I. A technology selection framework for manufacturing companies in the context of Industry 4.0. In: 2018 World Symposium on Digital Intelligence for Systems and Machines (DISA), Košice, Slovakia, 2018, pp. 267-276. doi: 10.1109/DISA.2018.8490606.
19. Wagner, T.; Herrmann, C.; Thiede, S. Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 2017, 63, pp. 125-131. DOI: 10.1016/j.procir.2017.02.041
20. Tupa, J.; Simota, J.; Steiner, F. Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. In: Proceeding of the 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy, *Procedia Manufacturing*, 2017, 11: p. 1223-1230.

Citation: Iatchevici, V. Selection and evaluation of technologies for transfer. *Journal of Social Sciences* 2023, 6 (4), pp. 18-31. [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6\(4\).02](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2023.6(4).02).

Publisher's Note: JSS stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Submission of manuscripts:

jes@meridian.utm.md