



# 02 UPORABNA INFORMATIKA

2023 ◀ ŠTEVILKA 2 ◀ LETNIK XXXI ◀ ISSN 1318-1882

# U P O R A B N A I N F O R M A T I K A

2023 ŠTEVILKA 2 APR/MAJ/JUN LETNIK XXXI ISSN 1318-1882

## Pregledni znanstveni prispevki

Žiga Lesar, Matija Marolt  
**Grafi v računalniški grafiki**

63

## Strokovni prispevki

Damjan Pjević, Mojca Indihar Štemberger  
**Možne izboljšave sistema vaučerjev za digitalizacijo malih in srednje velikih slovenskih podjetij**

75

Luka Hrgarek, Marko Hölbl, Tatjana Welzer, Lili Nemeč Zlatolas  
**Uporabniški in pedagoški vidiki uporabe označevalnih jezikov**

86

## Prispevki iz konference Dnevi slovenske informatike

Aljanka Klajnšek  
**Digitrajnost zahteva digipismenost**

93

## Informacije

**Iz Islovarja**

102

#### Ustanovitelj in izdajatelj

Slovensko društvo INFORMATIKA  
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana

#### Predstavniki

Niko Schlamberger

#### Odgovorni urednik

Mirjana Kljajić Borštnar

#### Uredniški odbor

Andrej Kovačič, Evelin Krmac, Ivan Rozman, Jan Mendling, Jan von Knop, John Taylor, Jurij Jaklič, Lili Nemeč Zlatolas, Marko Hölbl, Mirjana Kljajić Borštnar, Mirko Vintar, Pedro Simões Coelho, Saša Divjak, Sjaak Brinkkemper, Slavko Žitnik, Tatjana Welzer Družovec, Vesna Bosilj-Vukšič, Vida Groznik, Vladislav Rajkovič

#### Recenzentski odbor

Aleksander Sadikov, Alenka Baggia, Alenka Brezavšček, Aljaž Košmerlj, Andrej Kovačič, Anton Manfreda, Blaž Rodič, Borut Batagelj, Borut Werber, Boštjan Šumak, Božidar Potočnik, Branko Kavšek, Branko Šter, Ciril Bohak, Damjan Fujs, Damjan Strnad, David Jelen, Dejan Lavbič, Denis Trček, Domen Mongus, Drago Bokal, Eva Jereb, Evelin Krmac, Inna Novalija, Irena Nančovska Šerbec, Ivan Gerlič, Jernej Vičič, Jure Žabkar, Jurij Mihelič, Lovro Šubelj, Luka Pavlič, Marina Trkman, Marjeta Marolt, Marko Bajec, Marko Hölbl, Marko Robnik Šikonja, Martin Šavc, Matej Klmen, Matjaž Divjak, Mirjana Kljajić Borštnar, Mladen Borovič, Muhamed Turkanovič, Niko Schlamberger, Nikola Ljubešič, Patricio Bulić, Polona Rus, Robert Leskovar, Sandi Gec, Saša Divjak, Slavko Žitnik, Tatjana Welzer Družovec, Tomaž Hovelja, Uroš Rajkovič, Vida Groznik, Vladislav Rajkovič, Živa Rant

#### Tehnični urednik

Slavko Žitnik

#### Lektoriranje angleških izvlečkov

Marvelingua (angl.)

#### Oblikovanje

KOFEIN DIZAJN, d. o. o.

#### Prelom in tisk

Boex DTP, d. o. o., Ljubljana

#### Naklada

110 izvodov

#### Naslov uredništva

Slovensko društvo INFORMATIKA  
Uredništvo revije Uporabna informatika  
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana  
www.uporabna-informatika.si

Revija izhaja četrtletno. Cena posamezne številke je 20,00 EUR. Letna naročnina za podjetja 85,00 EUR, za vsak nadaljnji izvod 60,00 EUR, za posameznike 35,00 EUR, za študente in seniorje 15,00 EUR. V ceno je vključen DDV.

Revija Uporabna informatika je od številke 4/VII vključena v mednarodno bazo INSPEC.

Revija Uporabna informatika je pod zaporedno številko 666 vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS.

Revija Uporabna informatika je vključena v Digitalno knjižnico Slovenije (dLib.si).

Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije.

© Slovensko društvo INFORMATIKA

## Vabilo avtorjem

V reviji Uporabna informatika objavljamo kakovostne izvirne prispevke domačih in tujih avtorjev z najširšega področja informatike, ki se nanašajo tako na poslovanju podjetij, javno upravo, družbo in posameznika. Prispevki so lahko znanstvene, strokovne ali informativne narave, še posebno spodbujamo objavo interdisciplinarnih prispevkov. Zato vabimo avtorje, da prispevke, ki ustrezajo omenjenim usmeritvam, pošljejo uredništvu revije po elektronski pošti na naslov [ui@društvo-informatika.si](mailto:ui@društvo-informatika.si).

Avtorje prosimo, da pri pripravi prispevka upoštevajo navodila, ki so objavljena na naslovu <http://www.uporabna-informatika.si>.

Za kakovost prispevkov skrbi mednarodni uredniški odbor. Prispevki so anonimno recenzirani, o objavi pa na podlagi recenzij samostojno odloča uredniški odbor. Recenzenti lahko zahtevajo, da avtorji besedilo spremenijo v skladu s priporočili in da popravljeni prispevek ponovno prejmejo v pregled. Sprejeti prispevki so pred izidom revije objavljeni na spletni strani revije (predobjava), še prej pa končno verzijo prispevka avtorji dobijo v pregled in potrditev. Uredništvo lahko še pred recenzijo zavrne objavo prispevka, če njegova vsebina ne ustreza vsebinski usmeritvi revije ali če prispevek ne ustreza kriterijem za objavo v reviji.

Pred objavo prispevka mora avtor podpisati izjavo o avtorstvu, s katero potrjuje originalnost prispevka in dovoljuje prenos materialnih avtorskih pravic. Avtorji prejmejo enoletno naročnino na revijo Uporabna informatika, ki vključuje avtorski izvod revije in še nadaljnje tri zaporedne številke. S svojim prispevkom v reviji Uporabna informatika boste pomagali k širjenju znanja na področju informatike. Želimo si čim več prispevkov z raznoliko in zanimivo tematiko in se jih že vnaprej veselimo

Uredništvo revije

## Navodila avtorjem člankov

Članke objavljamo praviloma v slovenščini, članke tujih avtorjev pa v angleščini. Besedilo naj bo jezikovno skrbno pripravljeno. Priporočamo zmernost pri uporabi tujk in, kjer je mogoče, njihovo zamenjavo s slovenskimi izrazi. V pomoč pri iskanju slovenskih ustreznih priporočamo uporabo spletnega terminološkega slovarja Slovenskega društva Informatika, Islovar ([www.islovar.org](http://www.islovar.org)).

Znanstveni prispevek naj obsega največ 40.000 znakov, kratki znanstveni prispevek do 10.000 znakov, strokovni članki do 30.000 znakov, obvestila in poročila pa do 8.000 znakov.

Prispevek naj bo predložen v urejevalniku besedil Word (\*.doc ali \*.docx) v enojnem razmaku, brez posebnih znakov ali poudarjenih črk. Za ločilom na koncu stavka napravite samo en presledek, pri odstavkih ne uporabljajte zamika.

Naslovu prispevka naj sledi polno ime vsakega avtorja, ustanova, v kateri je zaposlen, naslov in elektronski naslov. Sledi naj povzetek v slovenščini v obsegu 8 do 10 vrstic in seznam od 5 do 8 ključnih besed, ki najbolje opredeljujejo vsebinski okvir prispevka. Sledi naj prevod naslova povzetka in ključnih besed v angleškem jeziku. V primeru, da oddajate prispevek v angleškem jeziku, velja obratno. Razdelki naj bodo naslovljeni in oštevilčeni z arabskimi številkami.

Slike in tabele vključite v besedilo. Opremite jih z naslovom in oštevilčite z arabskimi številkami. Na vsako sliko in tabelo se morate v besedilu prispevka sklicevati in jo pojasniti. Če v prispevku uporabljate slike ali tabele drugih avtorjev, navedite vir pod sliko oz. tabelo. Revijo tiskamo v črno-beli tehniki, zato barvne slike ali fotografije kot original niso primerne. Slikam zaslonov se v prispevku izogibajte, razen če so nujno potrebne za razumevanje besedila. Slike, grafikoni, organizacijske sheme ipd. naj imajo belo podlago. Enačbe oštevilčite v oklepajih desno od enačbe.

V besedilu se sklicujte na navedeno literaturo skladno s pravili sistema IEEE navajanja bibliografskih referenc, v besedilu to pomeni zaporedna številka navajenega vira v oglatem oklepaju (npr. [1]). Na koncu prispevka navedite samo v prispevku uporabljeno literaturo in vire v enotnem seznamu, urejeno po zaporedni številki vira, prav tako v skladu s pravili IEEE. Več o sistemu IEEE, katerega uporabo omogoča tudi urejevalnik besedil Word 2007, najdete na strani [https://owl.purdue.edu/owl/research\\_and\\_citation/ieee\\_style/ieee\\_general\\_format.html](https://owl.purdue.edu/owl/research_and_citation/ieee_style/ieee_general_format.html).

Prispevku dodajte kratek življenjepis vsakega avtorja v obsegu do 8 vrstic, v katerem poudarite predvsem strokovne dosežke.

# ▣ Grafi v računalniški grafiki

Žiga Lesar, Matija Marolt

University of Ljubljana, Faculty of Computer and Information Science, Večna pot 113, Ljubljana, Slovenia

ziga.lesar@fri.uni-lj.si, matija.marolt@fri.uni-lj.si

## Izveček

Pričujoče delo vsebuje pregled temeljnih idej iz teorije grafov, ki se uporabljajo v računalniški grafiki. Navedene metode se med drugim uporabljajo za stiskanje poligonskih mrež, v animaciji, pri določanju vidnosti, za optimizacijo upodabljanja, prepoznavo oblik in navigacijo. Predstavljamo tako uspešne kot neuspešne primere uporabe iz najbolj citiranih del in sodobnih objav. Pregled področja razkriva trend uporabe grafov za izluščanje bistvenih informacij iz danega konteksta, kar se neposredno izraža v obliki raznovrstnih kompresijskih shem in učinkovitih poizvedovalnih podatkovnih struktur.

**Ključne besede:** grafi, računalniška grafika, navigacija, povezanost, upravljanje vidnosti, stiskanje podatkov

## Graphs in computer graphics

### Abstract

This paper provides an overview of the main ideas of graph theory used in computer graphics. Applications include mesh compression, animation, visibility determination, rendering optimization, shape recognition, and navigation. We present both success and failure cases from the most cited works and recent publications. Related work review reveals a trend in using graphs for extracting the essential information from a given context, which directly manifests itself in various compression schemes and efficient querying data structures.

**Keywords:** Graphs, computer graphics, navigation, connectivity, visibility management, data compression

## 1 INTRODUCTION

This paper aims to introduce the topic of graphs and networks to computer scientists working primarily in the field of computer graphics. It provides an overview of the main ideas, the most groundbreaking work, and applications where graphs are the most natural representation of a given problem. The paper is divided roughly into two parts, the first part focusing on interactive graphics and object representation, which are especially relevant to interactive and real-time graphics, and the second part focusing on volume representation, point clouds and light transport simulation, which are mostly used in scientific applications and non-interactive graphics.

Graphs are a suitable representation for any data, in which relationships between objects or concepts are of essential importance. Compared to tables, arrays or textures, they encode more information about a given subject, albeit with a less rigid structure. High-level structures in graphs, such as connected components, cliques and spanning trees, may reveal certain aspects of the data, which cannot be sufficiently expressed in other representational forms. Therefore, in many cases in computer graphics and animation, graphs may be the most natural, the most informative, and/or the most expressive representation. For example, graphs are ideal candidates for pathfinding in video games, motion synthesis from motion cap-

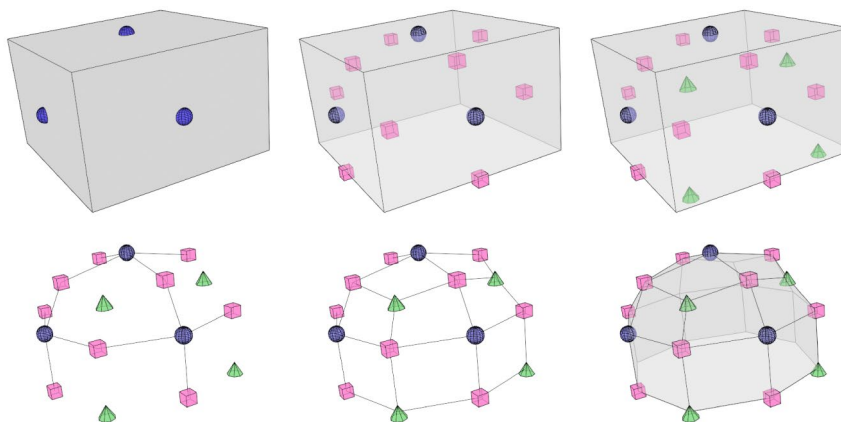


Figure 1: **The six steps of the Catmull-Clark subdivision scheme. A vertex is created for each face, vertex, and vertex from the original mesh, then the new vertices are appropriately connected together to form the subdivided mesh. Author: UserTwoSix, under CC BY-SA 4.0.**

ture in animation studios, and shape matching in 3D object databases.

Graphs come with their own drawbacks, however. They are more difficult to process (especially in parallel), they are inherently unordered, and high-level structures first have to be extracted or computed before use. In practice, these drawbacks are often mitigated by using graphs with a more rigid structure, such as octrees, or by using graphs to represent only a part of the data, and using other representational forms for the rest. Deciding what to represent with graphs and what not to, remains part of ongoing research and a practical art. This paper hopes to highlight some of the success and failure cases so that the reader can make an informed decision when tackling a new problem.

## 2 GRAPHS AND NETWORKS

In this work, we use the term graph to describe a discrete object composed of vertices and edges. Depending on the context, both vertices and edges may represent different things, from geometric primitives and their adjacencies to animation states and their composability. See the book *Graphs on Surfaces* by Mohar and Thomassen [18] for a comprehensive introduction on the subject. In the following sections, we list the most common applications in which graphs are used in the field of computer graphics. Each section first explains the problem at hand, then shows how graphs can be used to encode it, and finally, the most relevant ideas and publications that use such graphs for implementing the solutions to the problem.

### 2.1 Connectivity graphs

Modern graphics processing units (GPUs) are specialized hardware for displaying polygonal meshes, specifically triangular meshes. In real-time applications, such meshes are usually stored in on the GPU as an array of vertices together with an array of indices. The vertices are usually equipped with attributes describing, for example, their location in space, the normal of the surface at that location, or texture mapping information. The indices, on the other hand, describe the connectivity between the vertices, and may be used to represent points, edges, or triangles. The most direct mapping from polygonal meshes to graphs is to map mesh vertices to graph vertices, and edges of geometric primitives to graph edges. In 3D modeling applications, a winged edge representation [3] is much more common, since it simplifies many types of adjacency queries by including pointers to adjacent geometric primitives. In a winged edge representation, for example, all geometric primitives (points, lines, and faces) may be mapped to graph vertices, while graph edges may represent adjacencies.

Common tasks in the field of mesh representation include connectivity or geometry compression, optimizing the curvature of the surface, minimizing the deformation of the triangles, maximizing the internal angles of the triangles, and generating new vertices and triangles from a low resolution mesh.

One of the most popular algorithms in computer graphics is the Catmull-Clark subdivision algorithm [7], used to recursively generate smooth subdivision surfaces from a low-resolution mesh. Created by

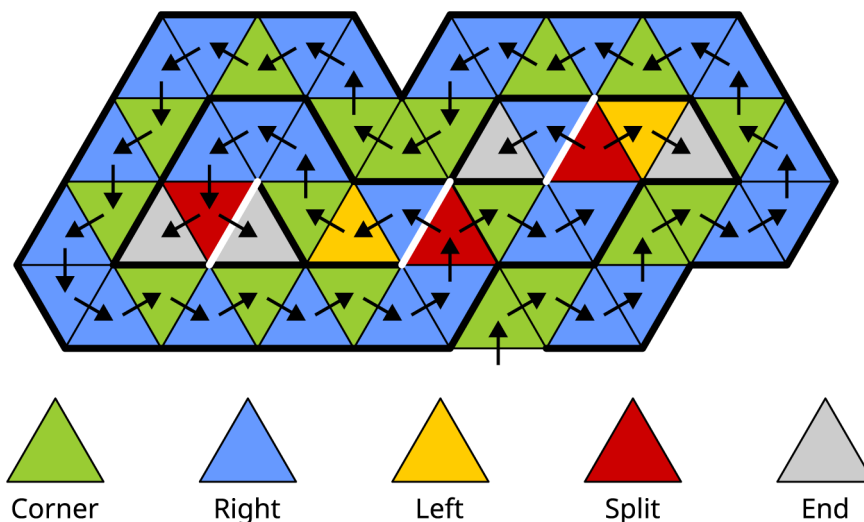


Figure 2: Demonstration of the edgebreaker algorithm and the 5 different cases during traversal.

scientists at Pixar, the algorithm is used heavily in the movie industry, where it significantly facilitates modeling of detailed meshes. The algorithm works by fitting B-spline surfaces to the control mesh, and then generating new points and geometric primitives from that B-spline. This approach relies heavily on the topology of the original mesh, since it is difficult to join the B-spline surface patches at vertices with odd degrees. Rectangular control-point meshes reduce to standard B-spline surfaces, which are shown to be continuous both in tangent and in curvature, whereas triangular meshes may include so-called extraordinary points, at which the surface can be shown to be continuous at least in tangent. A different algorithm, created by Doo and Sabin [10, 11], works similarly well on arbitrary meshes. A simpler algorithm was later created by Loop [16], with the intention of being efficient to evaluate. In fact, after programmable GPUs became widely accessible, the algorithm was shown to be efficient to evaluate on programmable GPU tessellation units [17]. Topologically, all the listed algorithms work in a similar fashion, by mapping a graph corresponding to a winged edge representation back to a mesh, effectively creating a mesh vertex for each geometric primitive in the original mesh (see Figure 1).

Meshes require notoriously large amounts of data to be accurately represented. Fortunately, surfaces usually exhibit a high degree of redundancy or predictability; therefore, compression can be used to efficiently transmit meshes, although an uncompressed form is required by the GPU. Usually, geomet-

ry information (e.g. positions, normals, tangents) is compressed separately from connectivity information (indices describing geometric primitives, such as triangles). The most widely used algorithm for connectivity compression is Rossignac’s edgebreaker [22], used in the popular Draco mesh compression format. Edgebreaker permutes the list of vertices so that the connectivity mostly reduces to common patterns, such as triangle lists or triangle fans. The triangles can be further sorted so that geometric adjacency is mostly respected in the list. Given a triangle, any one of the three edges can be extended with respect to the parallelogram rule to generate a new triangle. Consequently, the list of triangles can be generated with a walk across adjacent triangles, where only one of five events can occur at each triangle (see Figure 2). The resulting list of events is highly compressible.

The accuracy of the above mesh reconstruction relies on the regularity of the mesh. The geometry of successive triangles, which closely match the predicted parallelogram, can be efficiently compressed. On the other hand, irregularities exhibit large deviations from the predictions and consequently require more data to be accurately reconstructed. This fact is exploited by Sorkine and Cohen-Or [25], who developed a method for mesh regularization for altering the geometry of a mesh so that it is more predictable and compressible. The method retains the connectivity information, but alters the geometry in the least squares sense by choosing a set of control points from the existing vertices and then solving a sparse linear system to compute the positions of the

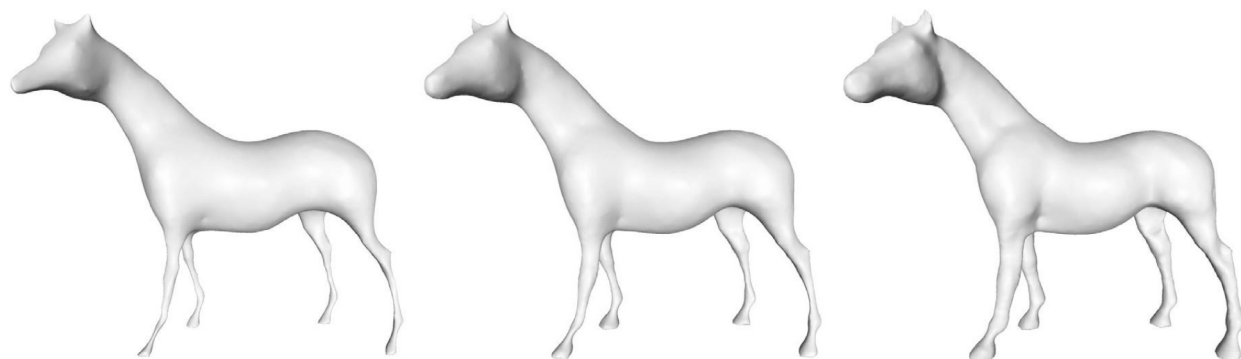


Figure 3: Least-squares meshes with varying amounts of control points: 200 (left), 1000 (center), and 3000 (right). Image courtesy of D. Sorkine [25].

rest of the vertices. The constraints can be weighted to balance the control point error and fairness (which corresponds to the regularity of the mesh). Naturally, more control points corresponds to a more detailed mesh (see Figure 3).

For further information on connectivity graphs and mesh compression, we refer the reader to the survey paper by Alliez et al. [2], where the authors discuss several single-rate and progressive schemes, along with the optimality of the approaches.

## 2.2 Skeletons

Connectivity graphs are often much too complex for high-level tasks, such as animation and shape matching, for which simplified representations are usually preferred. Such simplified, high-level representations preserve only the most fundamental information about the overall shape of the mesh and disregard any detailed geometry and connectivity information. Generation of such representations is closely related to the field of computational topology.

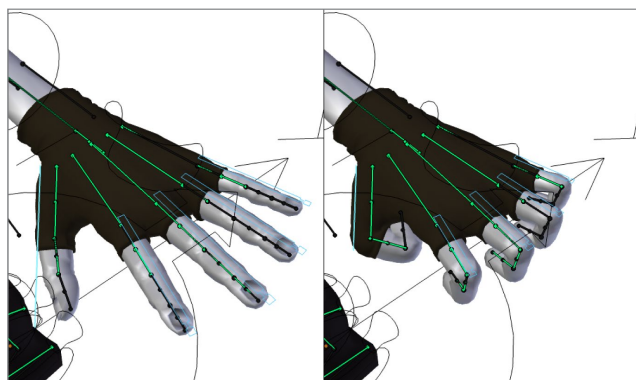


Figure 4: An example skeleton of a hand. Source: Blender Foundation, under CC BY-SA 3.0.

In interactive computer graphics, a very common technique for mesh animation is through skeleton manipulation. Skeletons represent the fundamental shape of a mesh with a set of bones connected with joints (see Figure 4). A bone is simply a rigid transformation relative to the parent bone, whereas a joint represents how the bones are connected together to form a structure. In graph terminology, a bone is a vertex and a joint is an edge, and a skeleton is a tree. When a bone moves, all descendants of that bone are affected by its transformation, so that the transformation of a leaf bone is the product of the transformations of the bones from the root bone to the leaf bone. Mesh vertices are then related to bones through weights, which describe the strength of influence of a particular bone on the transformation of a vertex.

Skeleton creation can be a tedious process, usually done by hand and requiring a considerable level of expertise. The work by Wade and Parent [29] is a pioneering example of automating skeleton creation. Their approach works by converting the surface mesh to a volume representation, approximating the discrete signed distance function, and then reconstructing the discrete medial axis. Finally, the discrete medial axis is smoothed and simplified, and a graph is extracted, giving a reasonable candidate for a control skeleton. The generated skeleton can be refined by hand, which is usually a much simpler task than creating it from scratch.

For further information on skeletons, we refer the reader to the book chapter on Skeletal Structures by Biasotti et al. [4] from the book Shape Analysis and Structuring [12].

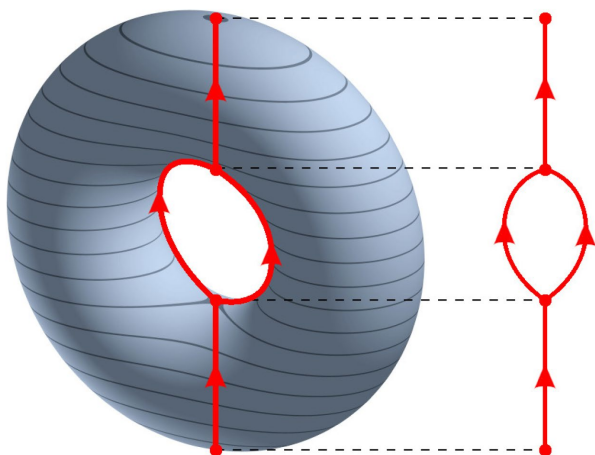


Figure 5: **Reeb graph of a torus.** Source: I. Voyager, under CC PDM 1.0.

### 2.3 Reeb graphs

A completely different approach is taken by **Tierny** in his PhD thesis [27], where he exploits the tools of computational topology to achieve skeletonization, and applies it to shape matching rather than animation. Morse functions are a specific class of smooth real functions defined on a manifold (usually on a surface). When the connected components of the level sets of such functions are contracted to points, and two points are connected with an edge whenever there exists a continuation between their respective level sets, the resulting graph is called a Reeb graph (see Figure 5). Such a representation forms a topological skeleton in 3D space. Reeb graphs have proven to be very flexible and robust representations of 3D shapes, especially because shape invariants can be made explicit through the underlying Morse function. As such, they have been used in many different applications, including shape matching and retrieval, surfa-

ce parametrization, mesh simplification and segmentation, and animation [4].

### 2.4 Shock graphs

On many occasions, it may be beneficial to describe a shape (e.g. a parametrized curve or a surface) through a temporal evolution process, since we can identify and specifically represent important events, such as topological changes. Such singularities of the evolution process may be arranged in a graph that captures the essence of the shape in question. Siddiqui et al. [24] describe the 2D shape by considering a special form of a temporal evolution process from the medial axis, and the singularities that this process creates. These so-called shocks can be used to derive structural descriptors. Shock graphs represent the same topological features as medial axis transforms, but enhance them with the information related to the temporal evolution process [4]. The authors of the method presented a way to organize such shocks in a graph that can be simplified and analyzed through a specialized shock graph grammar. The grammar is in a sense a linearized description of a shape, and can be used as such for shape matching.

### 2.5 Motion graphs

In movies and video games, realistic motion (especially of humans) is an important requirement, contributing significantly to the perceived realism. Modern approaches usually start with motion capture data and employ machine learning to infer transformations and transitions. The work of Kovar et al. [14] is a pioneering example of extracting motion characteristics from real life capture data. The method generates convincing synthetic motion that retains the quality of the captured motion, while meeting the

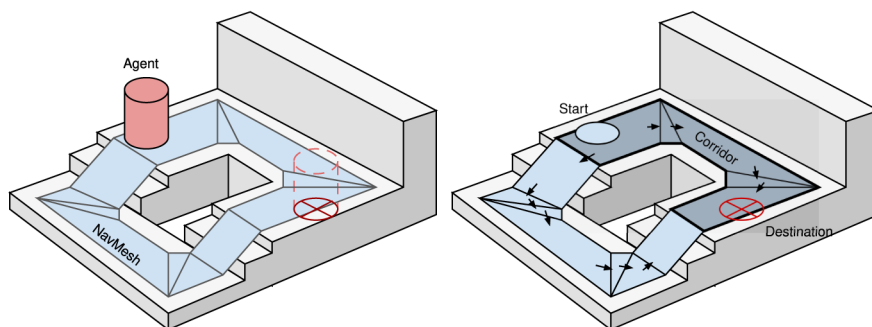


Figure 6: **An example navigation mesh (left) and the two possible paths between the start and end points.** Source: Unity Editor Manual and Scripting Reference, under CC BY-NC-ND 4.0.



user's requirements such as direction of travel and type of movement. The authors achieve this by detecting motion clips, construct a motion graph from these clips, and then use graph search techniques to find sequences that satisfy the given demands. As such, a motion graph is composed of vertices representing skeleton poses and directed edges representing the transitions (motion clips) between them. A trivial motion graph can be constructed from the captured motion by simply stitching together motion clips in a linear sequence, but this approach cannot be used to generate new motion. The authors enhance the trivial graph by adding new edges between vertices where there exists a motion clip with the corresponding start and end poses. Since it is unlikely that two poses would match perfectly, the authors allow a small error and insert a synthetic motion clip by linearly interpolating the two poses. This results in a much more complex graph with many more connections, and therefore many more synthetic motions possible. Additionally, each motion clip may be labeled with different attributes so that, during motion synthesis, pathfinding only considers motion clips including, for example, running or crouching.

## 2.6 Navigation graphs

Player movement in video games depends completely on the actions of the player. There is no collision avoidance, steering, or pathfinding involved. Collisions are usually handled by the physics engine, and pathfinding is left up to the player. Non-player character movement, on the other hand, requires the knowledge of walkable areas in a scene and how these areas are connected together to be able to produce convincing and apparently smart motion behavior. The navigation problem can be broken down into three parts: the first is to identify the walkable areas

in a scene, the second is to break down these areas into smaller regions in which local steering behavior suffices for effective navigation, and the third is to connect the smaller regions together with connections where one can pass from one region to another. The regions of the walkable areas can be represented with vertices, which, together with the connections, form a navigation graph. Since the vertices and edges of the navigation graph require additional geometric information for local steering behavior, such as the shape and size of a region, the resulting structure is usually referred to as the navigation mesh (see Figure 6). The navigation problem is thus reduced to the shortest path problem in a navigation graph, which can be efficiently solved, for example, with the A\* algorithm. Furthermore, hierarchical pathfinding can significantly reduce the time requirements by arranging the navigable areas into a hierarchy (e.g. quadtree).

Although having been automated to a large extent, navigation mesh construction remains a difficult problem and is often deferred to the artist building the scene. The work of Oliva and Pelechano [19, 20] addresses automatic navigation mesh generation. The first method [19] works in 2D, and addresses the decomposition of a polygon into convex subregions (cells) joined with line segments (portals) at intersections of adjacent cells. The subregions become vertices of a graph and the portals become edges, together forming a graph called the cell and portal graph (CPG). Navigation proceeds by employing a graph pathfinding algorithm followed by local steering behavior within a cell. Many similar techniques exist, some of them based on Delaunay triangulations or Voronoi diagrams, but the method of Oliva and Pelechano is the most common in practice because it is fast to compute and robust for use in computer games. The authors later extended the work to 3D mul-

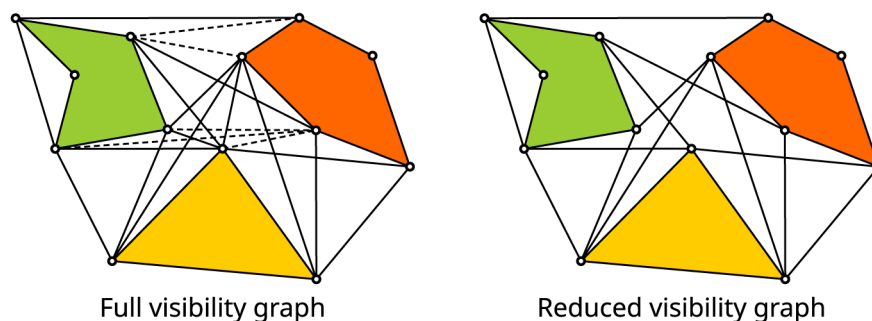


Figure 7: **Full and reduced visibility graphs between the vertices of a 2D scene. Non-tangential connections, which are considered redundant and are removed in the reduced visibility graph, are drawn with dashed lines.**

tilayered environments [20], where walkable areas of a map are automatically extracted through voxelization, then the CPG is calculated with the previous method. Similar approaches have been successfully integrated into some of the most popular game engines, such as Unity and Unreal, although manual tuning is often still required to remove potential inaccuracies.

Navigation graphs are also used extensively in robot path planning. In these scenarios, a representation of the environment must first be acquired and put into a suitable form for navigation graph generation. The work of Pütz et al. [21] uses a laser scanner mounted on top of a robot to generate a point cloud of the surrounding terrain, then converts it to a triangle mesh and generates a CPG. The CPG is further enriched with information about roughness and trafficability, which are estimated from the point cloud.

Further information on navigation meshes can be found in the comparative study by van Toll et al. [28].

## 2.7 Visibility graphs

The visibility graph is a fundamental geometric structure used in many different application scenarios, such as motion planning [30] and rendering optimization [5]. It is a graph of mutually visible locations in a scene, so that only the cell in which the camera is located and the adjacent cells must be rendered. In computer graphics, it is often used together with navigation graphs, which break down a scene into convex cells, in which all points are mutually visible. While navigation graphs are usually more fine-grained structures, nodes in visibility graphs tend to represent larger areas, so that even a quick visibility query can result in a large performance benefit. Nodes, which are redundant in a given context, are often removed and the resulting graph is called a reduced visibility graph (see Figure 7).

## 2.8 Mixture graphs

Segmentation volumes are becoming a first-class modality in many imaging scenarios, such as medical imaging, biology, histopathology, material sciences, etc. Each voxel in a segmentation volume is an integer label of a specific instance, and as such cannot be interpolated for the purposes of rendering. Although such volumes are highly compressible, queries (especially range queries) still require considerable bandwidth, which makes them impractical. While the capturing resolution and storage capacities are

steadily increasing, query efficiency remains the main bottleneck in many volume-related applications. Al-Thelaya et al. [1] present a method for representing segmentation volumes in a form of a directed acyclic graph (DAG) to speed up queries and at the same time efficiently compress the data. They define mixtures, specific convex combinations of segmentation labels, and organize them into DAGs, where each mixture is either explicitly stored or it is a linear interpolation of exactly two existing mixtures. Such mixture graphs can be efficiently stored and queried on a modern GPU, as demonstrated by the authors in several application scenarios.

## 2.9 Path graphs

Photo-realistic computer images are nowadays almost exclusively generated with a variant of the path tracing algorithm. Path tracing solves the light transport equation by shooting numerous light rays into the scene and simulating interactions between light and materials until a light source is hit. These interactions are inherently stochastic, necessitating a Monte Carlo approach. Unfortunately, the Monte Carlo method relies on the independence of samples, which means that when we start simulating the next light ray, we have to throw away all information gathered while traversing the scene, including ray-scene intersections, shadows, and shading information.

A recent publication by Deng et al. [9] describes an optimization of the path tracing algorithm that considers nearby paths through a single pixel. While bare bones path tracing independently evaluates each path through a scene and forgets all the information gathered through this process, path graphs consider clusters of at most  $K$  paths. Consequently, the rays through a single pixel do not form a tree anymore (a collection of individual paths through the scene, originating from a common location – the camera), but by adding connections between the endpoints of the neighboring paths it becomes a DAG. The resulting graph therefore contains three types of connections: light edges sampled for next-event estimation, continuation edges created through BSDF sampling to extend paths, and neighbor edges connecting to spatial neighbors within each cluster. By aggregating and propagating the radiance through these new connections, the convergence of the rendering is significantly improved, as such operations are simpler than light propagation.

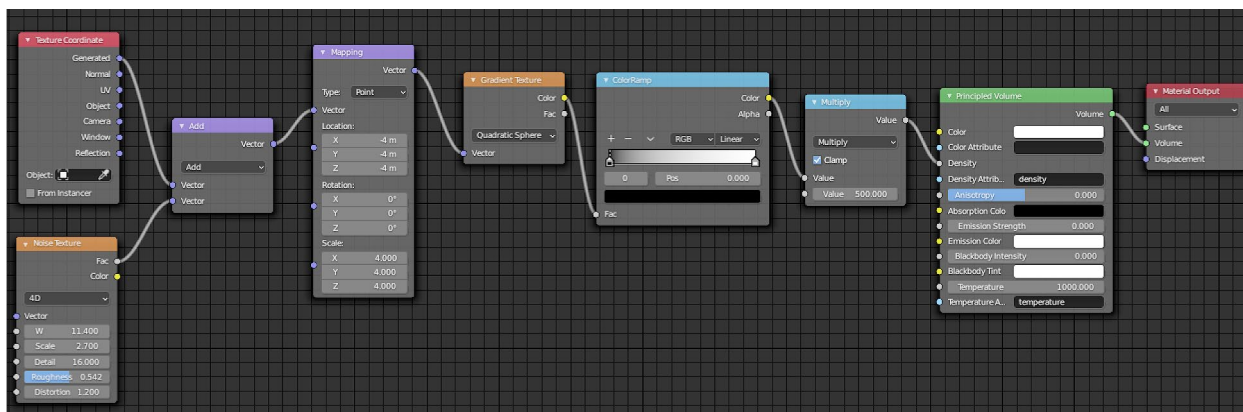


Figure 8: An example shader graph showing a volumetric shader in Blender.

## 2.10 Shader graphs

In modern graphics pipelines, the color of a pixel is defined by the shader, which outputs the final color given the material properties and illumination information. Traditionally, shaders are written in specialized languages, requiring deep knowledge about programming and GPU architectures, and as such are not suitable for artists and content creators. When describing materials, shaders can be thought of as a sequence of common operations determining how the light behaves when interacting with a given material. Such operations may include sampling from common spherical distributions and evaluating the Fresnel term. However, without any visual feedback, even such high-level computations remain too abstract for artists and content creators. Shader graphs aim to solve this problem.

Jensen et al. [13] present a system for interactive shader development in the form of a computational graph. Nodes represent operations ranging from simple multiplications to complex shading models, whereas edges are data paths connecting the output sockets of some nodes to the input sockets of other nodes. Sockets have types associated such that no invalid connections can be made. For example, if a node requires a 2D vector at a given input, the system will prevent connecting color data to it. Such a system allows for automatic code optimization techniques to be used. Furthermore, as individual computational nodes can compute relatively simple functions, it is often possible to compute the gradient as well, enabling solutions to inverse problems, such as determining material properties from photographs. Since its publication, the system has been

successfully integrated into many popular game engines and 3D modeling software such as Blender (see Figure 8), Maya, and Unity.

## 2.11 Sparse voxel octrees

Triangle meshes have traditionally been the most common representation of surfaces because of their ease of processing and compactness for representing planar surfaces. Laine and Karras [15] note that these advantages are becoming less significant as GPU storage is becoming less of a bottleneck. They propose a hierarchical representation of surfaces with voxels, which can efficiently store geometry, shading and color information in the same data structure. In

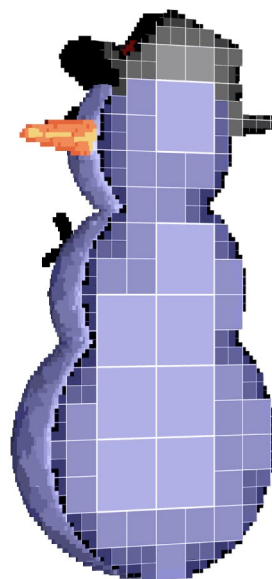


Figure 9: An example sparse voxel octree encoding a dense 3D model. Note that this model does not store information about the actual surface, hence the blocky artifacts on the boundary. Author: Acodered, under CC BY-SA 3.0.

a sparse voxel octree, the nodes represent a region of space, and are equipped with child occupancy flags. See Figure 9 for an example sparse voxel octree. Every node may have up to eight children, which provide additional geometric detail inside a certain subvolume. This means that accessing the geometric data of a specific point in space requires no more than  $O(\log n)$  steps, where  $n$  is the number of nodes in the octree. An efficient encoding solution of the resulting sparse voxel octree is presented in the paper and showcased in a GPU ray-tracing application, where it achieves significant performance benefits compared to triangle meshes. If a less detailed model is needed, for example in streaming applications or scenarios requiring varying levels of detail, the octree can simply be pruned at a certain depth while remaining valid. After more than 10 years since publication we can safely admit that sparse voxel octrees did not replace triangle meshes, probably because of the lack of authoring tools and efficient rendering solutions with existing GPU architectures, as well as a non-trivial integration with common animation systems.

## 2.12 Point clouds

Point clouds are sparse representations of surfaces and volumes. They are sets of points in space with additional attributes, such as colors, surface normals, and light bounces. Point clouds are generally produced by 3D scanning devices, such as LIDAR scanners, or by photogrammetry software. Since points represent infinitely small parts of surfaces or volumes, rendering them convincingly is not trivial, but many other tasks are greatly simplified. Common tasks include efficient storage, rendering, compression, alignment and registration, and conversion to other forms of representation, usually triangle meshes. Graphs are often used to provide a general shape of the point cloud for the purposes of efficient compression of attributes and for registration.

Octrees can be used for storing point cloud data while at the same time serving as an efficient spatial data structure. Similarly to sparse voxel octrees for storing surface data, planes can be used as simple predictors of subtree occupancy, as demonstrated by Schnabel and Klein [23]. Their method works by imposing an octree structure on the point cloud, quantizing the points to the octree cell centers, and then computing the occupancy predictors with linear

least squares approximation. Any differences from the original dataset are stored in the octree. Apart from point locations, the authors show that the linear least squares approximation also works extremely well with other attributes, for example colors. This approach elegantly enables progressive decoding of the point cloud when traversing it in a breadth-first manner, which is beneficial when transmitting the dataset over a network.

Most point cloud storage and compression methods focus on efficiently encoding point positions, but disregard other attributes, such as colors and normals. The above approach uses linear approximation for all attributes, which is in many cases inadequate. The method of Zhang et al. [31] specifically addresses this problem by employing a graph transform (Karhunen-Loève transform) from the field of graph signal processing to more effectively compress the data domain. The method defines a precision matrix on the graph, formed by the weighted adjacencies, then applies the transform on the matrix (assuming a Gaussian Markov random field), compacting the data and making it efficiently compressible. This is a case in which similarities in point attributes are naturally represented with connections within the graph that captures the general shape of the point cloud.

While both above methods operate on static point clouds, Thanou et al. [26] extend the compression of point clouds to point cloud sequences, where point positions and colors change smoothly over time. Such data commonly arise, for example, from RGBD video cameras, which are becoming increasingly popular, especially in video conferencing applications. As the frames usually change smoothly, the data is in theory highly compressible. Predicting the movement of the points is not trivial, though, as the number of points changes from frame to frame, and the points have no explicit correspondence between them, let alone a rigid transformation. The method works by imposing a graph structure on each point cloud so that the problem of motion estimation reduces to feature matching between successive graphs. Local features are computed with spectral graph wavelets, which facilitate feature matching. Motion is estimated on a sparse subset of the graph nodes, and the motion of other nodes is estimated through interpolation, by solving a graph-based regularization problem.

The above paper acknowledges the problem of high cost of lossless geometry coding. De Oliveira

Rente et al. [8] address this very problem with a lossy graph-based coding scheme for static point cloud geometry. The algorithm consists of two layers: a base layer, which is encoded with a scalable octree (being the most popular approach nowadays), and a graph-transform-based enhancement layer. This allows a coarser but highly compressed approximation to be displayed before the details (encoded with efficient but lossy compression) are added.

For further information on point cloud compression, we refer the reader to the survey paper by Cao et al. [6].

### 3 DISCUSSION

Graphs found their way into computer graphics as flexible, easy-to-implement, and robust structures for representing various kinds of data and their relations. They have been proven useful in applications such as mesh compression, animation, navigation, rendering and shape recognition. An overview of the graphs presented in this paper, along with the semantics of their constituent components, is

shown in Table 1. After reviewing the publications from different fields, we see a trend in using graphs for extracting the essential information from a given context, for example topological changes in a shape, or scene connectivity, a trend which directly manifests itself in various compression schemes and efficient querying data structures. However, advanced results from network analysis seem to be rarely used, except for a few outstanding exceptions, e.g. [24, 27, 31]. Most innovation seems to reside in the connection between the actual data and the high-level graph representation, which we believe to be a vast field for further research. In particular, applications which tend to generate large and complex graphs, such as light transport simulations, would probably benefit from the approaches from network analysis.

It seems that nowadays machine learning is taking over many research fields mentioned in this work, possibly rendering the graph-based approaches obsolete. This applies to a large degree to motion synthesis, animation, material synthesis, object recognition, among others. Nevertheless, some

Table 1: **Graphs in computer graphics, their semantics, and usage.**

Graph	Vertices	Edges	Usage	References
Connectivity graph	geometric primitives	adjacencies	surface representation, mesh compression, subdivision modeling	[3, 7, 10, 11, 16, 17, 2]
Skeleton	joints	bones	animation, motion synthesis, shape matching	[29]
Reeb graph	level sets of Morse functions	level set continuation	shape matching, mesh simplification, mesh segmentation, animation	[27]
Shock graph	singularities of the temporal evolution of a shape	shock adjacencies	shape matching, object recognition, computer vision	[24]
Motion graph	skeleton poses	motion clips	animation, motion synthesis	[14]
Navigation graph	simple walkable regions	connections between walkable regions	navigation, path planning	[19, 20, 21, 28]
Visibility graph	regions of space	mutual visibility between regions of space	rendering, artificial intelligence	[5, 30]
Mixture graph	subvolumes	subvolume mixtures	volume rendering, segmentation volume compression, 3D imaging	[1]
Path graph	light-material interaction locations	collision-free light paths	rendering, light transport simulation	[9]
Shader graph	shading operations	data paths	rendering, material synthesis, shader optimization	[13]
Sparse voxel octree	regions of space and enclosed surfaces	subregions and surface refinement	surface representation, rendering, level of detail	[15]
Point cloud shape graph	representative points	spatial or other similarities	point cloud compression, motion prediction, shape matching	[23, 31, 26, 8, 6]

graphs have survived for a very long time, including connectivity graphs, skeletons, and navigation graphs, and they are probably not going to be replaced anytime soon due to their effectiveness and ease of implementation. Taking advantage of both machine-learning-based and graph-based approaches could possibly revolutionize these fields or at least simplify the creation of the graphs to facilitate the workflows of content creators. Such advances are already happening in the form of mesh generation, material synthesis, automatic skeletonization, and neural-network-generated scene graphs.

## 4 CONCLUSION

We presented an overview of the main topics in the intersection of the fields of computer graphics and graph theory. We listed the most commonly used graphs, recent advancements and some of the most groundbreaking research. Our review revealed a trend in using graphs for extracting the essential information for the purposes of data compression, shape representation, and efficient querying. While some of the applications of graphs, especially object recognition and motion synthesis, are being slowly replaced with deep learning approaches, graphs are probably going to remain the standard workhorse in some of the important applications in video game industry, such as mesh representation and navigation.

## REFERENCES

- [1] Khaled Al-Thelaya, Marco Agus, and Jens Schneider. The Mixture Graph-A Data Structure for Com- pressing, Rendering, and Querying Segmentation Histograms. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(2):645–655, feb 2021.
- [2] Pierre Alliez and Craig Gotsman. Recent Advances in Compression of 3D Meshes. In *Advances in Multiresolution for Geometric Modelling*, pages 3–26. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 2005.
- [3] Bruce G. Baumgart. A polyhedron representation for computer vision. In *Proceedings of the May 19-22, 1975, national computer conference and exposition on – AFIPS '75*, page 589, New York, New York, USA, 1975. ACM Press.
- [4] Silvia Biasotti, Dominique Attali, Jean-Daniel Boissonnat, Herbert Edelsbrunner, Gershon Elber, Michela Mortara, Gabriella Sanniti di Baja, Michela Spagnuolo, Mirela Tanase, and Remco Veltkamp. *Skeletal Structures*, pages 145–183. Springer Berlin Heidelberg, jan 2008.
- [5] Mojtaba Nouri Bygi and Mohammad Ghodsi. 3D visibility graph. *Computational Science and its Applications*, 2007.
- [6] Chao Cao, Marius Preda, and Titus Zaharia. 3D Point Cloud Compression. In *The 24th International Conference on 3D Web Technology*, pages 1–9, New York, NY, USA, jul 2019. ACM.
- [7] Edwin Catmull and Jim Clark. Recursively generated B-spline surfaces on arbitrary topological meshes. *Computer-Aided Design*, 10(6):350–355, nov 1978.
- [8] Paulo de Oliveira Rente, Catarina Brites, Joao Ascenso, and Fernando Pereira. Graph-Based Static 3D Point Clouds Geometry Coding. *IEEE Transactions on Multimedia*, 21(2):284–299, feb 2019.
- [9] Xi Deng, Miloš Hašan, Nathan Carr, Zexiang Xu, and Steve Marschner. Path graphs: iterative path space filtering. *ACM Transactions on Graphics*, 40(6):1–15, dec 2021.
- [10] Daniel Doo. A subdivision algorithm for smoothing down irregularly shaped polyhedrons. *Computer Aided Design*, pages 157–165, 1978.
- [11] Daniel Doo and Malcolm Sabin. Behaviour of recursive division surfaces near extraordinary points. In *Seminal graphics*, pages 177–181. ACM, New York, NY, USA, jul 1998.
- [12] Leila De Floriani and Michela Spagnuolo, editors. *Shape Analysis and Structuring*. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [13] Peter Dahl Ejby Jensen, Nicholas Francis, Bent Dalgaard Larsen, and Niels Jørgen Christensen. Interactive shader development. In *Proceedings of the 2007 ACM SIGGRAPH symposium on Video games – Sandbox '07*, page 89, New York, New York, USA, 2007. ACM Press.
- [14] Lucas Kovar, Michael Gleicher, and Frédéric Pighin. Motion graphs. *ACM Transactions on Graphics*, 21(3):473–482, jul 2002.
- [15] Samuli Laine and Tero Karras. Efficient Sparse Voxel Octrees. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(8):1048–1059, aug 2011.
- [16] Charles Loop. Smooth subdivision surfaces based on triangles. Master's thesis, University of Utah, 1987.
- [17] Charles Loop and Scott Schaefer. Approximating Catmull-Clark subdivision surfaces with bicubic patches. *ACM Transactions on Graphics*, 27(1):1–11, mar 2008.
- [18] Bojan Mohar and Carsten Thomassen. *Graphs on Surfaces*. Johns Hopkins University Press, aug 2001.
- [19] Ramon Oliva and Nuria Pelechano. Automatic Generation of Suboptimal NavMeshes. In *MIG'11: Proceedings of the 4th international conference on Motion in Games*, pages 328–339, 2011.
- [20] Ramon Oliva and Nuria Pelechano. NEOGEN: Near optimal generator of navigation meshes for 3D multi-layered environments. *Computers & Graphics*, 37(5):403–412, aug 2013.
- [21] Sebastian Pütz, Thomas Wiemann, Jochen Sprickerhof, and Joachim Hertzberg. 3D Navigation Mesh Generation for Path Planning in Uneven Terrain. *IFAC-PapersOnLine*, 49(15):212–217, 2016.
- [22] Jarek Rossignac. Edgebreaker: connectivity compression for triangle meshes. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 5(1):47–61, 1999.
- [23] Ruwen Schnabel and Reinhard Klein. Octree-Based Point-Cloud Compression. In *Proceedings of the 3rd Eurographics / IEEE VGTC Conference on Point-Based Graphics*, SPBG'06, pages 111–121, Goslar, DEU, 2006. Eurographics Association.
- [24] Kaleem Siddiqi, Ali Shokoufandeh, Sven J. Dickenson, and Steven W. Zucker. Shock graphs and shape matching. In *Sixth International Conference on Computer Vision (IEEE Cat. No.98CH36271)*, pages 222–229. Narosa Publishing House, 1999.
- [25] Olga Sorkine and Daniel Cohen-Or. Least-squares meshes. In *Proceedings Shape Modeling Applications*, pages 191–199. IEEE, 2004.

- [26] Dorina Thanou, Philip A. Chou, and Pascal Frossard. Graph-Based Compression of Dynamic 3D Point Cloud Sequences. *IEEE Transactions on Image Processing*, 25(4):1765–1778, apr 2016.
- [27] Julien Tierny. *Reeb graph based 3D shape modeling and applications*. PhD thesis, Université des Sciences et Technologie de Lille-Lille I, 2008.
- [28] Wouter van Toll, Roy Triesscheijn, Marcelo Kallmann, Ramon Oliva, Nuria Pelechano, Julien Pettré, and Roland Geraerts. A comparative study of navigation meshes. In *Proceedings of the 9th International Conference on Motion in Games*, pages 91–100, New York, NY, USA, oct 2016. ACM.
- [29] Lawson Wade and Richard E. Parent. Automated generation of control skeletons for use in animation. *The Visual Computer*, 18(2):97–110, apr 2002.
- [30] Yangwei You, Caixia Cai, and Yan Wu. 3D Visibility Graph based Motion Planning and Control. In *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Robotics and Artificial Intelligence*, pages 48–53, New York, NY, USA, nov 2019. ACM.
- [31] Cha Zhang, Dinei Florencio, and Charles Loop. Point cloud attribute compression with graph transform. In *2014 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 2066–2070. IEEE, oct 2014.

■

**Žiga Lesar** is a Ph.D. student, a researcher and a teaching assistant at the University of Ljubljana, Faculty of Computer and Information Science. He received his B.Sc. in 2014 and M.Sc. in 2018 for his work on interactive volume rendering with web technologies. His research is focused primarily on interactive computer graphics, especially volume rendering and visualization.

■

**Matija Marolt** is an associate professor at the University of Ljubljana, Faculty of Computer and Information Science. He received his Ph.D. in 2002 and is currently head of the Laboratory for Computer Graphics and Multimedia and is the chair for Multimedia. His research interests are in multimedia information retrieval and visualization.

# Možne izboljšave sistema vavčerjev za digitalizacijo malih in srednje velikih slovenskih podjetij

Damjan Pjević, Mojca Indihar Štemberger  
Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Kardeljeva ploščad 17, 1000 Ljubljana  
dp2832@student.uni-lj.si, mojca.stemberger@ef.uni-lj.si

## Izveček

Od leta 2019 se lahko slovenska mala in srednje velika podjetja (MSP) prijavljajo na razpise za vavčerje za digitalizacijo, s pomočjo katerih lahko pridejo do potrebnih sredstev za digitalno preobrazbo. Namen prispevka je ugotoviti, kakšen je pomen vavčerjev za digitalizacijo za slovenska MSP ter predlagati izboljšave sistema, ki jih lahko ključni odločevalci uporabijo pri sestavi nadaljnjih shem sofinanciranja. Na podlagi intervjujev s predstavniki štirinajstih slovenskih MSP, s tremi zunanjimi izvajalci ter s predstavnico DIHS smo oblikovali pet predlogov za izboljšanje sistema vavčerjev za digitalizacijo: manj dokumentacije, večja transparentnost, sprememba višine sofinanciranja glede na dodatne dejavnike, posodobitev odobritvenih kriterijev in posodobitev vavčerja za digitalni marketing.

**Ključne besede:** digitalizacija, digitalna preobrazba, mala in srednje velika podjetja, vavčerji za digitalizacijo, statistika koriščenja vavčerjev, slovenska podjetja.

## Possible improvements of the digitalization voucher system for small and medium-sized Slovenian companies

### Abstract

Starting in 2019, Slovenian small and medium-sized enterprises (SMEs) can apply for tenders for digitization vouchers, with the help of which they can obtain the necessary funds for digital transformation. The purpose of the paper is to determine the importance of vouchers for the digitalization for Slovenian SMEs and to propose improvements to the system that key decision-makers can use when drawing up further co-financing schemes. Based on interviews with representatives of fourteen Slovenian SMEs, three external contractors and a representative of the DIHS, we have formulated five proposals for improving the vouchers for the digitalization system: less documentation, greater transparency, changing the level of co-financing according to additional factors, updating the approval criteria, and updating the voucher for digital marketing.

**Keywords:** Digitalization, digital transformation, small and medium-sized companies, vouchers for digitalization, voucher usage statistics, Slovenian companies

### 1 UVOD

Zaradi vse hitrejšega tehnološkega razvoja in pritiska s strani deležnikov se večina podjetij po celem svetu odloča za vključevanje ene ali več tehnologij v svoje poslovne procese (Capgemini Consulting & MIT Center for Digital Business, 2011). Okrog tega se v literaturi pojavlja izraz digitalizacija oziroma

digitalna preobrazba, ki jo Vial (2019) definira kot proces, ki s kombinacijo digitalnih tehnologij izboljša bistvene lastnosti določene entitete oziroma podjetja. Z uporabo kombinacij digitalnih tehnologij lahko podjetja optimizirajo svoje poslovne procese ter se s tem uspešno odzovejo na nenehne spremembe v okolju.



Glede digitalizacije mala in srednje velika podjetja (v nadaljevanju MSP), ki predstavljajo 99,8 % vseh podjetij znotraj Evropske unije in 53 % celotne dodatne generirane vrednosti (Muller idr., 2021), zaostajajo za velikimi podjetji (OECD, 2021). Leta 2021 je Evropska komisija prišla do zaključka, da manjše, kot je podjetje, manj pomembna se jim je zdela vpekljava osnovnih in naprednejših digitalnih tehnologij (Muller idr., 2021).

Na konferenci GoDigital novembra 2021 so bili predstavljeni podatki pridobljeni v raziskavi, kjer so MSP opravile samooceno o digitalni zrelosti. Iz rezultatov je možno razbrati, da se podjetja zavedajo pomembnosti digitalne preobrazbe. V skoraj polovici primerov MSP že uporabljajo posamezne digitalne rešitve. Pri večini podjetij gre le za osnovne tehnologije (Pucihar, 2021). Po raziskavi državnega statističnega urada (v nadaljevanju SURS) dosega največ slovenskih malih podjetij – 74 % nizko ali zelo nizko stopnjo digitalizacije (merjeno s pomočjo kazalnikov uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije v podjetjih). Pri srednje velikih podjetjih se ta odstotek izboljša. O težavah pri digitalni preobrazbi poroča 56 % majhnih in 67 % srednje velikih podjetij. Kot glavni razlog za to tretjina podjetij navaja pomanjkanje ustreznih kadrov in finančnih sredstev (SURS, 2022a).

Do podobnih zaključkov je prišla raziskava iz leta 2017, kjer so avtorji preko anketnega vprašalnika želeli ugotoviti stanje in trende digitalne preobrazbe v Sloveniji. Rezultati so pokazali, da so slovenska podjetja manj zrela v primerjavi s podjetji po svetu. Za manjša podjetja navajajo pomanjkanje sredstev, potrebnih za digitalno preobrazbo, kot ključni razlog za zaostanek (Erjavec, Manfreda, Jaklič & Indihar Štemberger, 2018). Težave potrjujejo tudi ugotovitve iz spletne ankete, izvede leta 2020, kjer so organizacije izpostavile pomanjkanje kadrov in finančnih sredstev kot ključno težavo pri digitalni preobrazbi slovenskih MSP (Pucihar, Mohar Bastar & Lenart, 2022).

Od leta 2016 delujejo po Evropi digitalna inovacijska stičišča. To so neprofitne organizacije ali združenja organizacij, ki služijo predvsem MSP kot vozlišča podpore. Podjetja se lahko s pomočjo njihove pomoči seznanijo s tem, kako jim lahko digitalne tehnologije pomagajo pri izboljšanju njihovih poslovnih procesov, izdelkov ali storitev. Vloga digitalnih inovacijskih stičišč je predvsem: da omogočajo podjetjem testiranje novih digitalnih tehnologij, preden se ta odločijo

za investicijo, podpora podjetjem pri usposabljanjih in razvijanju spretnosti, podpora pri iskanju ustrezne naložbe za digitalizacijo in nudenje priložnosti mreženja okrog inovacijskega ekosistema (European Commission, 2021).

Z enakim namenom obratuje tudi Digitalno inovacijsko stičišče Slovenije (v nadaljevanju DIHS). V sodelovanju s Slovenskim podjetniškim skladom (v nadaljevanju SPS) se MSP v obliki vavčerjev za digitalizacijo ponuja finančna pomoč za digitalno preobrazbo. S pomočjo teh vavčerjev lahko MSP delno financirajo ključna področja digitalizacije (Kljajič Borštnar & Pucihar, 2021). Osnovni namen vavčerjev je poenostaviti dostop do sofinanciranja posameznih storitev, ki lahko MSP povečajo konkurenčnost in kompetence (SPS, brez datuma a).

Od leta 2019, ko se je program začel, so številna podjetja izkoristila omenjene vavčerje (Evropska komisija, 2021b). Pri tem se začne postavljati vprašanje, v kolikšni meri so vavčerji za digitalizacijo pomembni za slovenska MSP in kako uspešna bi bila digitalizacija slovenskih MSP, če vavčerjev ne bi bilo.

Namen raziskave, katere rezultati so predstavljeni v članku, je ugotoviti, kakšen je pomen vavčerjev za digitalizacijo za slovenska MSP ter predlagati izboljšave, ki jih lahko ključni odločevalci uporabijo pri sestavi nadaljnjih shem sofinanciranja.

Članek je poleg uvoda sestavljen iz petih poglavij. V prvem so predstavljeni vavčerji za digitalizacijo. Opredeljen je namen programa, sledi opis posameznih vavčerjev za digitalizacijo. Teoretičnemu delu sledi empirični del, v katerem je najprej predstavljena metodologija raziskave, ki je temeljila na intervjujih. V naslednjem poglavju so predstavljeni glavni rezultati in njihova interpretacija. Sledi predstavitev predlogov izboljšav sistema vavčerjev za digitalizacijo, na koncu pa je še diskusija, v kateri je kritično ovrednotenje glavnih ugotovitev ter razmislek o možnostih njihove uporabe. V zaključku pa smo povzeli izzive in omejitve pri raziskavi ter podali predloge za nadaljnje raziskave).

## 2 VAVČERJI ZA DIGITALIZACIJO

Vavčerji za digitalizacijo predstavljajo del programa spodbud malih vrednosti preko vavčerjev. Program, ki ga sofinancirata Republika Slovenija in EU iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, je sestavljen iz štirinajstih vavčerjev, ki pokrivajo različna področja (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo,

2021). Cilj projekta je MSP zagotoviti poenostavljen dostop do sredstev, s katerimi lahko krepijo kompetence, dodano vrednost ter konkurenčnost na trgu (EU Skladi, 2018). S pomočjo vavčerjev si lahko MSP zagotovijo do 60 % sofinanciranja na specifičnem področju. Posamezni vavčer lahko podjetju prinese do 9.999 € subvencije oziroma 30.000 € skozi več vavčerjev v enem letu (SPS, brez datuma a).

## 2.1 Namen vavčerjev za digitalizacijo

Evropska komisija je leta 2021 predlagala vzpostavitev digitalnega kompasa, v katerega so vključili konkretne cilje za digitalno preobrazbo EU do leta 2030. Začrtane poti opisujejo digitalne zmogljivosti ljudi ter infrastrukture in digitalno preobrazbo podjetij in javnih storitev (Evropska komisija, 2021a).

Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo je leta 2022 predstavilo obnovljeno strategijo digitalne preobrazbe gospodarstva. Glavni cilj strategije je Slovenijo postaviti na vodilni evropski položaj glede na napredne digitalne tehnologije, ki omogočajo rast digitalne ekonomije. Strategija očrta številne ukrepe za podporo digitalne preobrazbe gospodarstva s pomočjo nepovratnih sredstev, povratnih sredstev oziroma lastniškega kapitala ter kombinacije različnih oblik (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2022). Za MSP se v namen digitalne preobrazbe pripravljajo javni pozivi na vavčerje za pripravo digitalne strategije, digitalnega marketinga, digitalnih kompetenc ter izboljšanja kibernetске varnosti (DIHS, brez datuma b).

Vavčerji za digitalizacijo pa niso edine spodbude, ki jih SPS razpisuje z namenom spodbujanja digitalizacije pri MSP. Razpise, ki pokrivajo podobna področja kot DIHS, organizirajo tudi evropska digitalna inovacijska stičišča – EDIH. Njihova osrednja vloga zajema uvajanje novih pristopov in naprednih tehnologij, kot so: umetna inteligenca, super-računalništvo (HPC), kibernetška varnost ter druge digitalne tehnologije v gospodarstvu, MSP ter organizacijah javnega sektorja (European Commission, 2023).

## 2.2 Opredeitev vavčerjev

Vavčerji za digitalizacijo pokrivajo štiri različna področja z različnimi smernicami: vavčer za dvig digitalnih kompetenc, vavčer za pripravo digitalne strategije, vavčer za digitalni marketing in vavčer za kibernetško varnost (DIHS, brez datuma b).

V naslednjih letih bo primanjkovalo strokovne-

ga znanja, kar bo posledično negativno vplivalo na inovacije, rast produktivnosti in državne blaginje (Evropska komisija, 2021a). Povečanje digitalnih spretnosti je zato ključno za aktivno participacijo v digitalni ekonomiji (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2022). SURS v poročilu za leto 2022 navaja, da je v slovenskih podjetjih ne glede na velikost največja ovira pri digitalizaciji pomanjkanje ustreznih kadrov in znanj s tega področja (SURS, 2022a). V namen dviga digitalnih kompetenc SPS v sklopu spodbud malih vrednosti preko vavčerjev razpisuje »vavčer za dvig digitalnih kompetenc«. Z vavčerjem želijo spodbuditi MSP, da svojim zaposlenim zagotovijo ustrezna znanja s področja digitalizacije (SPS, brez datuma c).

Da lahko podjetje pridobi največ prednosti s pomočjo digitalnih tehnologij, je potrebna digitalna strategija, ki jasno opredeli način, kako integrirati tehnologije v preoblikovanje svojega poslovanja in generiranje dodatne vrednosti (Kane, Palmer, Nguyen Phillips, Kiron, & Buckley, 2015). Digitalna strategija podpira podjetja tako pri integraciji digitalnih tehnologij kot tudi pri njihovem poslovanju po preobrazbi (Matt, Hess, & Benlian, 2015). V letni raziskavi o stanju MSP v EU so avtorji prišli do ugotovitve, da manjše kot je podjetje, manjša bo verjetnost, da bo to podjetje imelo pripravljeno digitalno strategijo (Muller idr., 2021). SURS ugotavlja, da ima le petina slovenskih podjetij izdelano in od vodstva potrjeno digitalno strategijo (SURS, 2022a). Za izboljšanje tega stanja se razpisuje »vavčer za pripravo digitalne strategije«. Namen vavčerja je spodbuditi MSP k pripravi digitalne strategije z namenom nadaljnje digitalne preobrazbe podjetja (SPS, brez datuma e).

S prisotnostjo na spletu si lahko podjetje zagotovi večjo verodostojnost ter na učinkovit način predstavi svojo znamko. Prisotnost na spletu uporabnikom ponudi tudi osnovne in ažurne informacije o podjetju in produktih, ki so na voljo (Kaplan, 2020). Slovenska podjetja najpogosteje uporabljajo spletna mesta za opis svojih produktov ali za objavo cenika (Muller idr., 2021). Leta 2021 je v Sloveniji 83 % podjetij z vsaj 10 zaposlenimi imelo svoje spletno mesto. 22 % od teh je omogočalo spletno prodajo, oddajo naročila ali rezervacije (SURS, 2021). Namen »vavčerja za digitalni marketing« je spodbuditi MSP k izboljšanju digitalnega marketinga. MSP lahko izkoristi vavčer za razvoj spletnih mest, mobilnih aplikacij, lastnih spletnih trgovin ali rezervacijskih platform (SPS,

brez datuma b).

Trendi kažejo, da podjetja med digitalno preobrazbo velikokrat spregledajo kibernetško varnost. V večini primerov se to zgodi MSP, ki nimajo ustreznih virov in kadrov, ki bi skrbeli za varnost, ali ustreznih procesov za odziv v primeru napada. Od začetka pandemije covid-19 se je stopnja kibernetških napadov izraziteje povečala (OECD, 2021). Brezavšček (2021) navaja tri razloge za to: varnostne pasti dela od doma, rekorden porast uporabe internetnih storitev in storitev v oblaku, ki niso najboljše zaščitene, ter izkoriščanje izrednih razmer za lažne novice in spletne prevare. Z namenom spodbujanja MSP k povečanju kibernetške varnosti se razpisuje »vavčer za kibernetško varnost«. Podjetja lahko izkoristijo ta vavčer za izvedbo systemskega varnostnega pregleda ali izdelavo penetracijskega testa (SPS, brez datuma d).

### 3 METODOLOGIJA RAZISKAVE

Z namenom, da bi boljše razumeli stanje MSP, njihove motivacije ter spodbude za digitalizacijo ter vavčerje, smo se lotili empirične raziskave. Izvedli smo jo preko kvalitativne metode individualnih poglobljenih intervjujev. Ker so sogovorniki prihajali iz različnih regij in panog, se soočali z različnimi izzi-

vi ter so izkoristili različne vavčerje, je prihajalo do velike variabilnosti poteka intervjuja. Zato smo se predhodno odločili za pol strukturiran intervju, za katerega smo si pripravili manjše število izvornih vprašanj, ki smo jih nato dodatno poglobili na podlagi pridobljenih odgovorov. Skupno je bilo izvedenih osemnajst intervjujev.

Izvedli smo tri skupine intervjujev: s predstavniki slovenskih MSP, z zunanjimi izvajalci ter s predstavnicami DIHS. Intervjuvali smo predstavnike štirinajstih slovenskih MSP, ki so se prijavili na vsaj en razpis vavčerjev. Intervjuje smo opravili z zaposlenimi, ki so v izbranih podjetjih sodelovali pri prijavi ali izvedbi aktivnosti povezanih z vavčerji za digitalizacijo. Namen intervjujev z MSP je bil razumeti, v kolikšni meri so bili vavčerji dejanska spodbuda za digitalizacijo, in ugotoviti ključne dejavnike uspeha ter izzive pri tem. Glede na to, da se zunanji izvajalci, ki skrbijo za izvajanje aktivnosti iz vavčerjev, na dnevni ravni ukvarjajo z vavčerji za digitalizacijo, je bilo njihovo mnenje ključno pri razumevanju trendov in motivacije MSP. V ta namen smo izvedli intervjuje s tremi predstavniki zunanjih strokovnjakov. Vse skupaj smo lahko postavili v kontekst s pomočjo intervjuja s predstavnicami DIHS, ki skrbi za vavčerje

Tabela 1: Intervjuvana podjetja

M – vavčer za digitalni marketing, V – vavčer za kibernetško varnost, S – vavčer za pripravo digitalne strategije, K – vavčer za dvig digitalnih kompetenc.

	Velikost podjetja	Glavna dejavnost (SKD)	Intervjuvanec	Digitalni vavčer*
1	Mikro	Pomožne dejavnosti za zavarovalništvo in pokojninske sklade	Lastnik	(M), K
2	Mikro	Predelava mleka	Soustanovitelj in direktor	(M)
3	Mikro	Rezervacije in druge s potovanji povezane dejavnosti	Lastnik in direktor	M, K
4	Majhna	Dejavnost restavracij in druga strežba jedi	Direktor	M, S
5	Majhna	Proizvodnja drugih kovinskih izdelkov	Vodja računovodstva	M, S
6	Majhna	Inštaliranje pri gradnjah	Vodja trženja	M, S
7	Majhna	Organiziranje razstav, sejmov, srečanj	Podpredsednica uprave	M, S, K
8	Majhna	Trgovina na drobno v nespecializiranih prodajalnah	Direktor	S
9	Majhna	Tiskarstvo in z njim povezane storitve	Lastnik in direktor	V, (S)
10	Srednja	Proizvodnja medicinskih instrumentov, naprav in pripomočkov	Vodja službe za informatiko	V, K
11	Srednja	Gradnja stanovanjskih in nestanovanjskih stavb	Vodja službe za informatiko	M, K
12	Srednja	Proizvodnja gradbenih kovinskih izdelkov	Direktor	(M), S, K
13	Srednja	Trgovina na debelo z živili, pijačami, tobačnimi izdelki	Vodja službe za informatiko	V
14	Srednja	Trgovina z motornimi vozili	Direktor poslovne enote	M, S, K

za digitalizacijo. Na osnovi njenih odgovorov smo lahko lažje razumeli vavčerje ter prihodnost sistema sofinanciranja.

Seznam intervjuvanih MSP je viden v tabeli 1. Za vsako podjetje smo navedli velikost podjetja in glavno dejavnost preko standardne klasifikacije dejavnosti, ki je bilo določeno na nivoju skupine. Podatke smo pridobili s pomočjo spletnega portala AJ PES. Za vsako podjetje smo navedel še vrsto dela, ki jo v podjetju opravlja intervjuvanec, ter na kateri digitalni vavčer so se prijavi. Če vavčer ni bil odobren oziroma ga podjetje ni izvajalo, smo črko vstavili v oklepaj.

V tabeli 2 so predstavljeni intervjuvani zunanji izvajalci – podjetja, ki skrbijo za izvajanje aktivnosti digitalnih vavčerjev. Za vsako od njih smo navedli, za kateri vavčer za digitalizacijo se specializirajo, in vrsto dela, ki ga v podjetju opravlja intervjuvanec.

Osnovna vprašanja za intervjuje se razlikujejo glede na to, ali smo intervju opravili z MSP, zunanjimi izvajalci ali s predstavnico DIHS. Za intervju z MSP smo si pripravil 21 vprašanj različnih tipov, ki smo jih strukturirali po posameznih segmentih: uvod, motivacija za digitalizacijo, prijava na digitalne vavčerje, izvajanje projekta in prihodnost. Razdelitev je pomagala pri lažjem sledenju pogovora. Za intervju z zunanjimi izvajalci smo imeli pripravljenih 16 osnovnih vprašanj, ki so bila razdeljena na segmente: uvod, potreba po digitalizaciji MSP, digitalni vavčerji, izbrano zunanje podjetje ter prihodnost. Za intervju s predstavnico DIHS smo pripravili 21 vprašanj, razdeljenih na segmente: zgodovina vavčerjev, digitalni vavčerji danes, trendi in interes ter prihodnost.

Intervjuji so potekali med 10. majem 2022 in 16. junijem 2022. Na intervjuju s predstavnico DIHS nismo pridobili ažurnih podatkov o koriščenju vavčerjev, zato smo te podatke pridobili naknadno. Intervjuji so bili izvedeni na tri načine, in sicer preko telefonskega pogovora, spletne videokonferenčne platforme ali osebne srečanja. Povprečno traja-

Tabela 2: Intervjuvani zunanji izvajalci

	Intervjuvanec	Digitalni vavčer*
<b>A</b>	Svetovalec in glavni izvršni direktor podskupine	M, V, S, K
<b>B</b>	Lastnik in direktor	S, K
<b>C</b>	Direktor in soustanovitelj	M, S

Tabela 3: Razporeditev intervjuvanih MSP po značilnostih

		Št. podjetij	Delež v %
<b>Velikost podjetja</b>	Mikro	3	21,4
	Majhna	6	42,9
	Srednja	5	35,7
<b>Vavčer za digitalizacijo</b>	Marketing	10	35,7
	Kibernetska varnost	3	10,7
	Strategija	8	28,6
	Kompetence	7	25,0
<b>Vloga predstavnika</b>	Vodstvo	9	64,3
	Računovodstvo	1	7,1
	Informatika	3	21,4
	Trženje	1	7,1

nje intervjujev s predstavniki MSP je bilo med 15 in 30 minut, s predstavniki zunanjih izvajalcev okrog 30 minut, s predstavnicami DIHS pa slabo uro.

Zunanji izvajalci so bili izbrani s pomočjo kataloga strokovnjakov, ki je objavljen na spletnem mestu DIHS (DIHS, brez datuma a) ali preko poznanstev. Izbira podjetij iz kataloga strokovnjakov je bila slučajna. Potencialna podjetja, ki so izkoristila vavčerje, pa so bila izbrana na tri načine: s pomočjo posredovanja zunanjih izvajalcev, seznama prejemnikov sredstev, ki je objavljen na spletnem mestu SPS (SPS, brez datuma f) ali poznanstev. Razporeditev intervjuvanih podjetij po značilnostih je vidna v tabeli 3. V njej smo prikazali razporeditev intervjuvanih podjetij po treh značilnostih. Prva značilnost je velikost podjetja, kjer smo podjetja razdelili glede na velikost. Intervjuvana podjetja so se skupno prijavila na 28 vavčerjev za digitalizacijo, od tega je bilo odobrenih 25 in izvedenih 24. V tabeli smo prikazali tudi vrsto vavčerja za digitalizacijo in vlogo, ki jo v podjetju opravlja sogovornik.

## 4 REZULTATI

V tem poglavju povzemamo ugotovitve iz treh skupin intervjujev.

### 4.1 Analiza koriščenja vavčerjev za digitalizacijo

V celotnem sistemu vavčerjev za digitalizacijo nastopa DIHS kot vsebinski partner pri naložbah v digitalne projekte. Na osnovi intervjuja s predstavnicami DIHS smo ugotovili značilnosti koriščenja vavčerjev ter načrte za prihodnost.

V Sloveniji predstavljajo digitalni vavčerji ene izmed ključnih pobud za MSP k digitalni preobrazbi. Pobuda vavčerjev je prevzeta po dobri praksi iz Irske, kjer se dodeljujejo lokalni vavčerji glede na potrebe podjetij.

Do junija 2022 je bilo odobrenih skupno 5.577 vavčerjev za digitalizacijo. Tabela 4 prikazuje razporeditev glede na velikost podjetja, vrsto vavčerja za digitalizacijo ter leto odobritve. Podjetje, ki je koristilo več vavčerjev, je v analizi upoštevano tudi večkrat. Informacijo o velikosti podjetja je podjetje navedlo samo ob prijavi, zato se najverjetneje ne ujema v celoti z uradnimi podatki. Pri tem je pomembno poudariti, da podjetja vseh odobrenih vavčerjev ne izkoristijo. Enemu izmed sodelujočih podjetij je bil odobren tudi vavčer za pripravo digitalne strategije, ampak so zaradi razmer na trgu odstopili od pogodbe. V nadaljnji analizi so upoštevani odobreni vavčerji ne glede na poznejše odstopne od pogodb.

Po razčlenitvi na velikost je možno razbrati, da je bilo največ vavčerjev za digitalizacijo odobrenih mikro podjetjem – 70 %, ki jim sledijo majhna podjetja z 24,8 % ter srednja podjetja s 5,2 %. Glede na to, da je v Sloveniji največ mikro podjetij – 94,9 % (SURS, 2022b), lahko predvidevamo, da je to tudi razlog, zakaj je bilo največ vavčerjev odobrenih tem podjetjem. Predstavnica DIHS je omenila, da sami še niso opazili nobene povezave med velikostjo podjetja in področjem izkoriščenega vavčerja. Na razpise za vavčerje se podjetja prijavljajo glede na dejanske potrebe znotraj podjetij, na katere vpliva še vrsto drugih dejavnikov.

Tabela 4: Analiza odobrenih vavčerjev  
Prirejeno na osnovi podatkov iz intervjuja s predstavnico DIHS.

		Št. podjetij	Delež v %
<b>Velikost podjetja</b>	Mikro	3.904	70,0
	Majhna	1.383	24,8
	Srednja	290	5,2
<b>Vavčer za digitalizacijo</b>	Marketing	3.446	61,8
	Kibernetska varnost	304	5,5
	Strategija	917	16,4
	Kompetence	910	16,3
<b>Leto</b>	2022 (do 24. 6. 2022)	1.242	22,3
	2021	1.805	32,4
	2020	982	17,6
	2019	1.548	27,8

Iz tabele 4 je možno razbrati, da je bil vavčer, ki je bil največkrat odobren, vavčer za digitalni marketing, ki predstavlja več kot polovico vseh vavčerjev za digitalizacijo. Za ta vavčer je razpisanih tudi največ sredstev (SPS, brez datuma b), kar pomeni, da bo ta vavčer tudi največkrat razpisan. Na intervjuju je predstavnica DIHS omenila, da: »sredstva, ki so razpisana, se vedno porabijo«. Zaradi tega bo na razčlenitev odobrenih vavčerjev vedno vplival SPS s tem, katerim področjem bo namenil določeno količino finančnih sredstev. Posredno lahko ugotovimo, da je vavčer za digitalni marketing tudi najbolj popularen vavčer. Večji kot je interes, manj časa bo odprt določen razpis za vavčer za digitalizacijo, saj bodo sredstva prej izkoriščena. Povedala je tudi, da se razpis za vavčer za digitalni marketing najhitreje zapre – »včasih že v uri ali manj«, medtem ko so razpisi za ostale vavčerje za digitalizacijo lahko odprti tudi več tednov ali mesecev. Na podlagi tega lahko pridemo do ugotovitve, da je vavčer, ki je najbolj popularen in največkrat odobren vavčer za digitalni marketing. Najmanj popularen in najmanjkrat dodeljen pa je vavčer za kibernetsko varnost.

Kljub temu, da iz leta v leto narašča zanimanje za digitalizacijo in vavčerje, se trend odobritve ne povečuje. Posledično pridejo MSP težje do finančnih sredstev. Na odpiranje vavčerjev vpliva v največji meri SPS, ki preko razpoložljivih sredstev iz letnih načrtov sestavlja razpise. Osnovna sredstva, ki so jih leta 2019 ob začetku izvajanja programa dodelili za vavčerje, so pošla že v prvih dveh letih. Največ vavčerjev za digitalizacijo je bilo odobrenih leta 2021, ko je SPS pridobil dodatna finančna sredstva za omilitve posledic pandemije.

Trenutni program financiranja z vavčerji za digitalizacijo se zaključuje leta 2023. Glede točnih operacij še potekajo usklajevanja z Ministrstvom za gospodarski razvoj in tehnologijo. S pomočjo kazalnikov uspešnosti zadnjih štirih let se bo določilo, katere operacije se vključijo v nove programe. Kljub temu pa si DIHS prizadeva, da bodo vavčerji za digitalizacijo ostali, ter so tudi prepričani o tem.

## 4.2 Mnenja zunanjih izvajalcev o vavčerjih za digitalizacijo

Mnenja zunanjih izvajalcev so bila ključna pri ugotavljanju izzivov in pomena s perspektive podjetij, ki izvajajo aktivnosti financirane z vavčerji za digitalizacijo. Vsak izmed intervjuvanih izvajalcev je vpisan

v katalog strokovnjakov, ki ga vodi DIHS. Že od samega začetka vavčerjev za digitalizacijo se vsi ukvarjajo z razpisi in aktivnostmi.

Vsi trije zunanji izvajalci navajajo, da se večino njihovih strank zaveda pomena digitalizacije. Ne znajo pa opredeliti točnih potreb in korakov ali kako bi uporabili določeni vavčer. Opažajo izrazit porast zanimanja za vavčerje za digitalizacijo, ki se je bistveno povečal med pandemijo covid-19, ko je postala potreba po spletnih mestih in spletnih trgovinah ključnega pomena za uspešno poslovanje podjetij. Zunanji izvajalci na osnovi izkušenj z MSP opažajo tudi različne razloge za prijavo na posamezen vavčer:

- MSP se zavedajo pomembnosti področja in želijo narediti prvi korak v tej smeri;
- MSP želijo izkoristiti sredstva, ki jih drugače ne bi investirali;
- podjetja potrebujejo določene aktivnosti, s katerimi pridobijo dodatne točke za prijavo na večje razpise (predvsem pri vavčerju za kibernetično varnost in pripravo digitalne strategije).

Menijo tudi, da vsak vavčer ni primeren za vsako podjetje. Vavčer za digitalni marketing je najbolj primeren predvsem za manjša podjetja, ki nimajo lastnega spletnega mesta. Vavčer za pripravo digitalne strategije v največji meri uporabljajo srednje velika podjetja, ki se zavedajo pomembnosti digitalnega poslovanja in pri tem iščejo konkretne korake, kako doseči digitalno zrelost. Povpraševanje za vavčer za kibernetično varnost iz leta v leto izrazito narašča – predvsem pri srednje velikih podjetjih. Primeren pa je predvsem za srednje velika podjetja. Na vavčer za dvig digitalnih kompetenc pa se prijavljajo predvsem podjetja s starejšimi zaposlenimi.

Če vavčerjev ne bi bilo, bi po mnenju zunanjih izvajalcev bilo še vedno povpraševanje po projektih, povezanih s področji, ki jih krijejo vavčerji za digitalizacijo. Se pa strinjajo, da bi bilo tega povpraševanja veliko manj. Projekti na področjih digitalne strategije in kompetenc bi se izvajali v veliko manjšem obsegu. Aktivnosti povezane s kibernetično varnostjo in digitalno strategijo pa se večina manjših podjetij ne bi nikoli lotila. Aktivnosti ter njihov obseg pa bi po mnenju sodelujočih ostali podobni za srednje velika podjetja. Ob tem je eden izmed intervjuvancev dodal, da »tudi manjša podjetja potrebujejo osnovne korake na poti do digitalne preobrazbe«.

V pogovoru s predstavniki podjetij smo ugotovili tudi, da v večini primerov zunanji izvajalci sami

kontaktirajo podjetja, s katerimi so že sodelovali, ali nova podjetja, ki jih najdejo na spletu, če menijo, da bi bil določeni vavčer zanje koristen. Za dve od treh podjetij so vavčerji za digitalizacijo predvidljiv denarni tok, ki predstavlja le del njihovega celotnega poslovanja. Vsi trije zunanji izvajalci si prizadevajo, da se program, ki zajema tudi vavčerje za digitalizacijo, nadaljuje po letu 2023.

### 4.3 Pomen digitalizacije in vavčerjev za digitalizacijo za MSP

V nadaljevanju tega poglavja predstavljamo ključne ugotovitve s štirinajstih intervjujev s predstavniki MSP. Vseh štirinajst se do neke mere zaveda pomembnosti digitalizacije in dejstva, da se ta ne zgodi čez noč. Na vprašanje o razlogih za digitalizacijo so najpogostejši odgovori zajemali sledeče:

- digitalizacija bo pomagala MSP pri poenostavitvi notranjih procesov,
- s pomočjo digitalizacije lahko MSP postane konkurenčnejše na trgu ter
- treba je slediti trendom na trgu in željam strank.

MSP vidijo vavčerje za digitalizacijo kot ključno pobudo, da so se odločili za – za nekatere celo prve – osnovne korake k celostni digitalni preobrazbi podjetja. Ključni dejavnik za prijavo so finančna sredstva, ki jih podjetje dobi za izvedbo projekta. Ob tem je eno podjetje dodalo, da »pomaga vsak cent, ki ga dobiš«. Okrog polovica (predvsem manjših) podjetij je cene zunanjih izvajalcev ocenila za previsoke, zato jim vavčerji vsekakor pomagajo, da lahko izvedejo aktivnosti s področij digitalizacije.

Z vavčerjem za digitalni marketing želijo podjetja v največji meri prenoviti svoje spletno mesto v modernejšo preobleko ter s tem posledično dvigniti kredibilnost. Vavčer so prav tako želeli izkoristiti za vzpostavitev spletne trgovine, ki je prej niso imeli. Poleg zagotavljanja novih dostopnih kanalov je eno podjetje tudi izkoristilo vavčer za razvoj aplikacije, ki poenostavi njihove notranje procese. Pri vavčerju za dvig digitalnih kompetenc je bil glavni razlog za prijavo poenostaviti dostopnost do digitalnih znanj ter s tem izboljšati pomanjkanje ključnih veščin na tem področju. Z vavčerjem za kibernetično varnost so podjetja želela pridobiti priporočila za izboljšavo svoje kibernetične varnosti. Eden izmed razlogov za izvedbo aktivnosti v povezavi s tem vavčerjem je tudi pridobitev dodatnih točk, ki podjetju lahko koristijo pri drugih razpisih. To je bil tudi eden izmed

razlogov za nekatera podjetja, ki so se prijavila na vavčer za pripravo digitalne strategije. Med glavne razloge za ta vavčer pa spadajo tudi: začrtati korake k digitalni preobrazbi, si postaviti dobro podlago za nadaljnje projekte ter oceniti trenutno stanje.

Večina podjetij poroča, da so po zaključku projektov, ki so povezani z vavčerji za digitalizacijo, že bolj »digitalni« v primerjavi s svojo konkurenco. Pri tem pa jih je večina dodala, da so potrebni še dodatni projekti, ki jih želijo doseči s prijavo na ostale vavčerje za digitalizacijo. Pri majhnih podjetjih gre predvsem za vavčer za pripravo digitalne strategije. Pri srednje velikih pa gre za vavčer za kibernetno varnost.

Pri intervjujih smo predstavnike vprašali tudi o izvedbi projektov brez vavčerjev. Na osnovi tega smo lahko sklepali, do kakšne mere vavčerji spodbujajo podjetja k digitalizaciji. Večina intervjuvanih MSP bi vseeno izvajale projekte. Samo predstavnika dveh podjetij sta v intervjuju omenila, da projektov ne bi izvajali brez vavčerjev. Največ podjetij je omenilo, da bi vseeno realizirali aktivnost iz vavčerja, ampak ne v tako velikem obsegu. V dobri tretjini primerov je bil odgovor, da bi v primeru, da ne bi dobili vavčerjev, vseeno izvajali projekt, ampak enkrat v prihodnosti, ko bi bila potreba po aktivnosti večja. Samo eno podjetje je izpostavilo, da bi izvedli projekt v istem obsegu in po isti časovnici, tudi če vavčerja ne bi dobili. Iz teh odgovorov je možno sklepati, da bi se MSP tudi brez vavčerjev za digitalizacijo odločala za aktivnosti, ki jih pokrivajo vavčerji. Razlika bi bila v tem, da aktivnosti ne bi izvedli v takem obsegu, kot so jih lahko sedaj, ali pa bi se projekta lotili enkrat v bližnji prihodnosti.

Trem podjetjem, ki smo jih intervjuvali, ni bil odobren vavčer za digitalizacijo. V vseh primerih je bil to vavčer za digitalni marketing. Kot vzrok za zavrtno prijavo so navedli prepozno prijavo. Vsa tri podjetja čakajo na ponovni razpis.

Glede prijavljanja na vavčerje so bili predstavniki podjetij skoraj enakomerno razdeljeni med tiste, ki so pohvalili enostavnost prijave, in med tiste, ki so imeli težave pri prijavi. Z vsakim novim razpisom se poveča zanimanje za vavčerje za digitalizacijo. Razpisi so čedalje manj časa odprti in zainteresirana podjetja težje pridejo do sredstev. Predvsem manjša podjetja se zato obračajo na zunanje izvajalce, ki jim pomagajo pri prijavi. Sodelovanje z zunanjimi izvajalci so MSP ocenile kot ključni dejavnik uspeha za prijavo na vavčer ter izvedbo aktivnosti, ki ga pokriva. Zu-

Tabela 5: Ključni dejavniki uspeha in ključni izzivi

Ključni dejavniki uspeha	Ključni izzivi
Sodelovanje z zunanjimi izvajalci	Težave pri prijavljanju
Enostavna prijava	Papirologija
Pravočasna prijava	Nerazumevanje področja
Ni strogih omejitev	Stroge smernice
Jasno opisani vavčerji	Koordinacija z zunanjim izvajalcem
	Čakanje na odobritev
	Adaptacija

nanje podjetje mora razumeti zahteve MSP ter jim pri tem ponuditi strokovno in profesionalno znanje.

V tabeli 5 smo povzeli ključne dejavnike uspeha ter izzive, ki so jih MSP ocenili za pomembne, da se lahko podjetje uspešno prijavi na digitalni vavčer in izvede aktivnost, ki je povezana z njim. Dejavniki in izzivi so razvrščeni glede na pogostost omemb.

Eden izmed ciljev spodbud malih vrednosti preko vavčerjev je poenostavitev dostopnosti do finančnih sredstev. Pri tem je poudarjeno, da program omogoča vsem MSP, da lahko na zelo enostaven in hiter način pridobijo finančne spodbude (SPS, brez datuma a). Kljub temu pa je tretjina intervjuvancev izpostavila težave ob prijavi. Pri tem so izpostavljali kompleksnost, slab uporabniški vmesnik ter odvečno »birokracijo in papirologijo«, ki je potrebna za prijavo.

## 5 RAZPRAVA

Glede na podatke, ki smo jih pridobili na intervjujih, je možno razbrati, da je bilo v zadnjih štirih letih izvedenih več kot pet tisoč projektov, ki so jim finančno pomagali vavčerji za digitalizacijo. Iz intervjujev smo prepoznali, da so sredstva, pridobljena z vavčerji za digitalizacijo, bistveno pomagala intervjuvanim MSP, ki so želela ali pa so bila primorana narediti korake k digitalni preobrazbi. Projekti so bili izvedeni hitreje in v večjem obsegu, kot bi bili drugače.

Vsi intervjuvanci, vključno z DIHS, so mnenja, da so vavčerji za digitalizacijo potrebni tudi v prihodnosti, saj bo digitalizacija ključnega pomena tudi v prihodnjih letih. Iz ugotovitev smo sestavili pet predlogov za spremembo trenutnih smernic. Te bodo lahko pomagale ključnim odločevalcem, ko bodo sestavljali nove smernice okrog celotnega ekosistema vavčerjev za digitalizacijo. Se pa zavedamo, da vsakega predloga ni enostavno implementirati, saj

lahko vsak dodaten korak ali kriterij bistveno poveča kompleksnost.

DIHS si prizadeva, da bi po letu 2023 vavčerji ostali v takšni ali podobni obliki. Glede podrobnosti se še dogovarjajo s SPS, vlado in glavnimi viri financiranja. Kljub nekaterim že predvidenim spremembam lahko ključni odločevalci uporabijo tudi predloge iz tega članka, ki temeljijo na intervjujih z zunanjimi izvajalci ter MSP. Med najpogostejšimi priporočili, ki so se pojavljala pri obeh skupinah, so bili: več transparentnosti, poenostavitev prijave, velikost sredstev, odvisna od velikosti podjetja ter dodatna merila pri odobritvi vavčerjev. Na podlagi teh ugotovitev ter predvidenih sprememb smo v nadaljevanju sestavili pet predlogov za izboljšave sistema vavčerjev za digitalizacijo.

#### ▪ **Manj dokumentacije**

Polovica predstavnikov MSP je v intervjujih omenila, da imajo težave pri prijavljanju na vavčerje. Kot ključni razlog pa jih je večina navedla po njihovem mnenju odvečno dokumentacijo, ki jo morajo ob prijavi na posamezen vavčer poslati. Med drugimi so izpostavili obširno poročilo o izvajanju projekta in obrazec o predhodnem mnenju DIHS. V nadaljevanju si MSP želijo manj potrebnih dokumentov, ki jih je potrebno oddati pred ali po izvajanju določene aktivnosti. Ocena digitalne zrelosti je danes obvezna le pri pridobitvi vavčerja za pripravo digitalne strategije. Na podlagi le-te lahko podjetje lažje definira, zakaj potrebuje strategijo in kakšen bo vpliv le-te na samo podjetje. Ključni odločevalci želijo v nadaljevanju uvesti obvezno oceno digitalne zrelosti pred in po zaključku aktivnosti, ki ga pokriva vsak vavčer. S pomočjo te ocene bi se lahko izmeril učinek projektov na MSP ter posledično ocenil vpliv spodbud. Kljub dobri nameri ključnih odločevalcev in DIHS bo uvedba ocene za MSP uvedla še dva dodatna koraka, ki bosta lahko z njihovega vidika sprejeta kot »dodatna birokracija«. V intervjuju z DIHS smo izvedeli, da želijo pred uvedbo tega narediti dodatno raziskavo. Zaradi občutljive tematike je potrebno raziskavo izvesti na večjem vzorcu podjetij s poudarkom na mnenju MSP o težavnosti prijavljanja. Če se obvezna ocena digitalne zrelosti uvede, je potrebno dobro pojasniti koristi teh dodatnih korakov.

#### ▪ **Večja transparentnost glede odobritev**

MSP in zunanji izvajalci se strinjajo, da bi morali

razpise – ne glede na velikost sredstev – zastaviti na čim bolj transparenten način. Potrebna je večja transparentnost pri tem, kdo dobi vavčer in kaj so bila merila, ki so bila pri tem upoštevana. Ker gre za nepovratna finančna sredstva, bi morali odločevalci v celoti predstaviti kriterije in način odobritve vavčerjev. Ti morajo biti jasno definirani in javno dostopni. Nekateri MSP so izpostavili tudi, da želijo vedeti, kako določeni zunanji izvajalci pridejo v katalog strokovnjakov. Potrebna je dodatna dokumentacija, v kateri so vsa merila predstavljena na jasn in pregleden način. Ta pa mora biti preko povratnih komentarjev vedno ažurna. Na intervjuju z DIHS smo izvedli, da trenutna merila niso interno jasno definirana, zato lahko skoraj vsak pride v katalog. V primeru, da bi določena merila bila javno dostopna, bi ta omejila tudi DIHS, da izberejo le strokovnjake, ki izdelujejo kakovostne izdelke.

#### ▪ **Posodobitev kriterijev za odobritev**

Pri nekaterih vavčerjih za digitalizacijo je edini kriterij za odločitev o sofinanciranju pravočasnost prijave. Podjetja se morajo od objave razpisa čim prej prebiti čez sam proces prijave, da si zagotovijo vavčer. Direktor enega izmed intervjuvanih podjetij je poudaril, da je prijavo za vavčer za digitalni marketing izpolnjeval zelo hitro, saj ga je bilo strah, da bo sredstev zmanjkalo, preden dokonča prijavo. Podjetja so izpostavila, da si v nadaljevanju želijo dodatne kriterije, ki bi jih odločevalci o sofinanciranju pregledali, preden bi sprejeli sklep o odobritvi. Pri tem pa je ključno omeniti tudi, da bi upoštevanje dodatnih kriterijev najverjetneje podaljšalo celoten proces odobritve s strani DIHS ali SPS. Že zdaj je nekaj MSP omenilo, da čakanje na odobritev sredstev poteka predolgo. Če bi se upoštevali dodatni dejavniki, bi bilo treba v proces odločanja vpeljati še dodatne pristope kot je na primer avtomatizirano pregledovanje obrazcev, da se sam proces ne bi bistveno podaljšal.

#### ▪ **Vavčer za digitalni marketing**

Več priporočil s strani zunanjih izvajalcev in MSP je prejel tudi najpopulnejši vavčer za digitalizacijo – vavčer za digitalni marketing. Intervjuvanci se strinjajo, da je vavčer premalokrat razpisan in je zanimanje zanj preveliko, da bi vsa MSP, ki so zainteresirana, tudi prejela financiranje. Na podlagi že predvidenih sprememb si DIHS prizadeva, da bi se v vavčer vključile tudi dodatne aktivnosti s



področja digitalnega marketinga. Strinjajo se tudi, da bi bila smiselna razčlenitev vavčerja glede na področje digitalnega marketinga. Intervjuvanci idejo o razčlenitvi in povečanju obsega v celoti podpirajo. Na podlagi odgovorov zunanjih izvajalcev bi se lahko vavčer za digitalni marketing razdelil na tri dele: vavčer za razvoj spletnih mest, trgovin in rezervacijskih platform, vavčer za razvoj mobilnih aplikacij ter vavčer za ostala področja digitalnega marketinga. V tega pa bilo treba vključiti aktivnosti s področja družbenih omrežij, spletne analitike, optimizacije spletnih mest za iskalnike, oglaševanja ipd.

- **Višina sofinanciranja glede na druge dejavnike** DIHS že sedaj predlaga določene spremembe glede višine sofinanciranja. Po novih predlogih bi lahko MSP pridobila tudi delna sofinanciranja glede na kakovost končnega izdelka. Glede na priporočila MSP in zunanjih izvajalcev je smiselno prilagoditi višino sofinanciranja tudi na druge dejavnike znotraj posameznega podjetja – velikost, prihodek, čas na trgu itd. Intervjuvanci so bili mnenja, da enaka sredstva niso primerna za mikro ali majhna podjetja, ki morajo tudi pri najmanjšem možnem sofinanciranju v svoje projekte vključiti še številne po njihovem mnenju nepotrebne stvari. Medtem je tudi najvišje možno sofinanciranje včasih premajhno za kompleksne in obsežne projekte srednje velikih podjetij. Sama višina sredstev pa ne bi smela vplivati na izbiro zunanjega izvajalca. Dva od treh intervjuvanih zunanjih izvajalcev sta omenila, da razmišljajo, da bi izvajali samo večje projekte, ki so tudi dobičkonosnejši.

## 6 ZAKLJUČEK

Kljub temu, da je izbira podjetij do neke mere potekala naključno, sam vzorec podjetij ni bil reprezentativen. Če se je določeno podjetje odločilo, da ne bo sodelovalo pri intervjuju, smo našli zamenjavo, ki je največkrat bila z drugega področja ali regije. Vse ugotovitve so zato osnovane na odgovorih štirinajstih MSP in treh zunanjih izvajalcev ter se jih ne da posplošiti na izkušnje vseh podjetij, ki so uporabila vavčerje za digitalizacijo.

Posamezne dejavnike oziroma predloge smo rangirali glede na število podjetij, ki so v takšni ali podobni obliki opredelila določeni dejavnik. Menimo, da bi se s posameznimi dejavniki strinjala tudi druga podjetja, čeprav tega niso eksplicitno omenila.

MSP se na mesečni ravni prijavljajo na različne razpise. Na začetku posameznega intervjuja z MSP smo predstavniku podjetja opisali, na kateri razpis se navezujemo. Iz odgovorov pa je bilo možno razbrati, da nekateri intervjuvanci mešajo vavčerje za digitalizacijo z drugimi podobnimi razpisi, na katere so se v preteklosti prijavljali. Pri tem je bil ključen izziv prepoznati te odgovore in pogovor pripeljati nazaj na njihove izkušnje z vavčerji za digitalizacijo.

Na podlagi ugotovitev raziskave bi bilo smiselno izvesti tudi kvantitativno raziskavo, v kateri bi lahko s pomočjo statističnih analiz ugotovili dejanski učinek vavčerjev za digitalizacijo na MSP in opredelili izzive pri tem. Iz intervjujev je bilo možno prepoznati željo po sodelovanju MSP in zunanjih izvajalcev v takšni raziskavi. Če želijo DIHS in ključni odločevalci izboljšati trenutni sistem, morajo v nadaljevanju tesno sodelovati z vsemi deležniki. Celoten ekosistem vavčerjev za digitalizacijo lahko najboljše deluje le takrat, ko vsi glavni igralci med seboj sodelujejo.

## LITERATURA

- [1] Brezavšček, A. (2021). Vpliv pandemije COVID-19 na kibernetsko varnost: Analiza stanja s priporočili za mala podjetja. V U. Rajkovič & A. Baggia (ur.), Znanstveno-raziskovalni trendi na področju digitalne preobrazbe (str. 159–203). Maribor: Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba.
- [2] Capgemini Consulting & MIT Center for Digital Business. (2011). Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. Pridobljeno 14. marca 2022 s <https://www.capgemini.com/resources/digital-transformation-a-roadmap-for-billion-dollar-organizations>.
- [3] DIHS. (brez datuma a). Katalog strokovnjakov. Pridobljeno 29. maja 2022 s <https://dihslovenia.si/en/catalog>.
- [4] DIHS. (brez datuma b). Vavčerji. Pridobljeno 11. marec 2022 s <https://dihslovenia.si/vavcerji>.
- [5] Erjavec, J., Manfreda, A., Jaklič, J. & Indihar Štemberger, M. (2018). Stanje in trendi digitalne preobrazbe v Sloveniji. *Economic and Business Review*, 20(4), 109–128.
- [6] EU Skladi. (2018, december 24). Evropska sredstva za vzpostavitev vavčerskega sistema spodbud malih vrednosti za MSP. Pridobljeno 13. decembra 2022 s <https://www.eu-skladi.si/sl/aktualno/novice/evropska-sredstva-za-vzpostavitev-vavcerskega-sistema-spodbud-malih-vrednosti-za-mssp>
- [7] European Commission. (2021, 12. januar). Digital Innovation Hubs: Helping companies across the economy make the most of digital opportunities. Pridobljeno 11. maja 2022 s <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-innovation-hubs-helping-companies-across-economy-make-most-digital-opportunities-brochure>.
- [8] European Commission. (2023, 13. marec). European Digital Innovation Hubs. Pridobljeno 31. marca 2022 s <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/edihs>.
- [9] Evropska komisija. (2021a, 9. marec). Digitalni kompas do leta 2030: Evropska pot v digitalno desetletje. Pridobljeno 22. maja 2022 s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sl/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>.

- [10] Evropska komisija. (2021b). Indeks digitalnega gospodarstva in družbe (DESI) 2021 Slovenija. Pridobljeno 14. marca 2022 s <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80600>.
- [11] Kane, G. C. (2017, 4. april). Digital Maturity, Not Digital Transformation. MIT Sloan Management Review. Pridobljeno 4. maja 2022 s <https://sloanreview.mit.edu/article/digital-maturity-not-digital-transformation>.
- [12] Kaplan, K. (2020, 3. februar). Why Every Business Needs A Website. Forbes. Pridobljeno 24. maja 2022 s <https://www.forbes.com/sites/theyec/2020/02/03/why-every-business-needs-a-website>.
- [13] Kljajić Borštnar, M. & Pucihar, A. (2021). Multi-Attribute Assessment of Digital Maturity of SMEs. *Electronics*, 10(8), 885.
- [14] Matt, C., Hess, T. & Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343.
- [15] Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo. (2021). Mala in srednje velika podjetja. Pridobljeno 29. aprila 2022 s <https://www.gov.si teme/mala-in-srednje-velika-podjetja>.
- [16] Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo. (2022). Strategija digitalne transformacije gospodarstva. Pridobljeno 13. maja 2022 s <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/strategija-digitalne-transformacije-gospodarstva>.
- [17] Muller, P., Devnani, S., Ladher, R., Cannings, J., Murphy, E., Robin, N., ... & Frizis, I. (2021). Annual report on European SMEs 2020/2021: Digitalisation of SMEs. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [18] OECD. (2021, 3. februar). The Digital Transformation of SMEs. Paris: OECD Publishing.
- [19] Pucihar, A., Mohar Bastar, K. & Lenart, G. (2022). Organizacije v Sloveniji na poti digitalne preobrazbe. V M. Kljajić Borštnar & A. Pucihar (ur.), *Znanstveno-raziskovalni trendi na področju digitalne preobrazbe* (str. 1–20). Maribor: Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba.
- [20] Pucihar, A. (2021). Kakšno je stanje digitalizacije v slovenskih malih in srednje velikih podjetjih (MSP)? Pridobljeno 28. junija 2022 s <https://vimeo.com/648942689>.
- [21] SPS. (brez datuma a). Spodbude malih vrednosti preko vavčerjev. Pridobljeno 11. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/vsebinska-podpora/vavcerski-sistemi>.
- [22] SPS. (brez datuma b). Vavčer za digitalni marketing. Pridobljeno 27. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/vsebinska-podpora/vavcerski-sistemi/vavcer-za-digitalni-marketing>.
- [23] SPS. (brez datuma c). Vavčer za dvig digitalnih kompetenc. Pridobljeno 27. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/vsebinska-podpora/vavcerski-sistemi/vavcer-za-dvig-digitalnih-kompetenc>.
- [24] SPS. (brez datuma d). Vavčer za kibernetsko varnost. Pridobljeno 27. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/vsebinska-podpora/vavcerski-sistemi/vavcer-za-kibernet-sko-varnost>.
- [25] SPS. (brez datuma e). Vavčer za pripravo digitalne strategije. Pridobljeno 27. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/vsebinska-podpora/vavcerski-sistemi/vavcer-za-pripravo-digitalne-strategije>.
- [26] SPS. (brez datuma f). Seznam prejemnikov sredstev. Pridobljeno 22. decembra 2022 s <https://www.podjetniskisklad.si/o-nas/kljucni-rezultati/seznam-prejemnikov-sredstev>.
- [27] SURS. (2021, 4. november). V 2020 ustvarila prihodek s spletno prodajo skoraj četrtina podjetij z vsaj 10 zaposlenimi in samozaposlenimi. Pridobljeno 23. maja 2022 s <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/9890>.
- [28] SURS. (2022a, december 5). Digitalno preobrazbo poslovanja podjetij ovira pomanjkanje ustreznega kadra ali znanja. Pridobljeno 11. decembra 2022 s <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/10766>.
- [29] SURS. (2022b, december 16). Za 2,4 % več podjetij kot v 2020. Pridobljeno 27. decembra 2022 s <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/10745>.
- [30] Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28, 118–144.

■

**Damjan Pjević** je magistriral na študijskem programu Poslovna informatika, ki se izvaja na Ekonomski fakulteti UL kot magister poslovnih ved. Raziskava je potekala v okviru priprave magistrskega dela. Trenutno je zaposlen kot projektni vodja v podjetju easy.bi, kjer pomaga slovenskim in tujim podjetjem z razvojem orodij v namen digitalne preobrazbe.

■

**Mojca Indihar Štemberger** je redna profesorica poslovne informatike na Ekonomski fakulteti UL, kjer predava več predmetov s področja prenove poslovnih procesov, managementa informatike in digitalne preobrazbe, večinoma na magistrskih študijskih programih. Je vodja magistrskega študijskega programa Poslovna informatika. V preteklosti je bila tudi predstojnica Katedre za poslovno informatiko in logistiko, prodekanja za gospodarske zadeve in predsednica upravnega odbora Ekonomske fakultete. Kot prodekanja se je od leta 2009 do leta 2013 ukvarjala z izboljševanjem poslovnih procesov ter digitalizacijo na fakulteti. Zaradi sodelovanja na številnih svetovalnih projektih v zasebnem in javnem sektorju dobro pozna tudi stanje poslovne informatike v praksi. Ukvarja se tudi s poslovnim izobraževanje ter sodeluje na okroglih mizah in strokovnih konferencah.

# Uporabniški in pedagoški vidiki uporabe označevalnih jezikov

Luka Hrgarek, Marko Hölbl, Tatjana Welzer, Lili Nemeč Zlatolas

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Koroška cesta 46, 2000 Maribor

luka.hrgarek@um.si, marko.holbl@um.si, tatjana.welzer@um.si, lili.nemeczlatolas@um.si

## Izvleček

Označevalni jeziki omogočajo strukturiranje in organiziranje vsebine na način, ki olajša njeno obdelavo in uporabo. Različni označevalni jeziki imajo različne namene in so primerni za različne vrste vsebine in namene uporabe. Jezika XML in HTML se pogosto uporabljata v spletnem okolju, saj omogočata strukturiranje in prikazovanje vsebine na spletnih straneh. Označevalni jezik Markdown je priljubljen med študenti in razvijalci ter se uporablja za pisanje zapiskov in dokumentacije programske opreme. Jezik LaTeX se pogosto uporablja v akademski skupnosti za pisanje strokovnih in znanstvenih prispevkov ter za pisanje zaključnih del na izobraževalnih ustanovah. Učenje uporabe označevalnih jezikov lahko pozitivno vpliva na raven digitalne pismenosti, hkrati pa prinaša več možnosti za lažje prilagoditve vsebin v bolj dostopne oblike za slepe in slabovidne uporabnike.

**Ključne besede:** označevalni jeziki, priprava dokumentov, LaTeX, pedagoški vidiki

## The user and Pedagogical Aspects of the use of markup languages

### Abstract

Markup languages allow content to be structured and organised in a way that makes it easier to process and use. Different markup languages have different purposes and are suitable for different types of content and uses. XML and HTML are widely used in the web environment as they allow content to be structured and displayed on web pages. Markdown is popular with students and developers and is used for compiling notes and software documentation. LaTeX is widely used in academia for producing professional and scientific papers and for writing theses in educational institutions. Learning to use markup languages can have a positive impact on digital literacy levels, while at the same time providing more opportunities to adapt content into more accessible formats for the visually impaired users.

**Keywords:** Markup languages, document typesetting, LaTeX, pedagogical aspects

## 1 UVOD

Označevalni jeziki, kot sta jezika Markdown in LaTeX, omogočajo uporabnikom, da z uporabo določene predloge ali sklopa pravil ustvarijo strukturiran zapis dokumentov. Na takšen način lahko uporabnik natančno določi obliko dokumentov, kot so spletna stran, znanstveni ali strokovni članek, matematični priročnik ali drugo besedilo. Prednosti uporabe označevalnih jezikov so vidne predvsem v akademski skupnosti, kjer je uporaba jezika LaTeX za pripra-

vo raziskovalnih publikacij precej razširjena. HTML je označevalni jezik, ki se uporablja za izdelavo spletnih strani, jezik Markdown pa se uporablja za preprost opis besedilnih dokumentov, kar je uporabno za izdelavo zapiskov ali zapisovanje dokumentacije.

Večina klasičnih urejevalnikov besedila, ki delujejo po principu WYSIWYG (angl. *What You See Is What You Get* – kar vidiš, boš tudi dobil), lahko ima težave pri oblikovanju kompleksnih dokumentov s številnimi razdelki, tabelami in večjim številom referenc.

Označevalni jeziki se osredotočajo na jasno ločevanje med samim besedilom in oblikovanjem, kar omogoča hitro in konsistentno oblikovanje kompleksnih dokumentov.

Označevalni jeziki lahko postanejo koristen in uporaben del izobraževalnega procesa, saj omogočajo učenje in razumevanje vsebine na bolj strukturiran način. Veščine, pridobljene z učenjem označevalnih jezikov so lahko večstransko uporabne: oblikovanje dokumentov, izdelava spletnih strani, hitra izdelava zapiskov.

## 2 STRUKTURIRANO ZAPISOVANJE BESEDILA IN OZNAČEVALNI JEZIKI

Poljubno besedilo v računalniški obliki lahko zapišemo v preprosti tekstovni datoteki, kjer ni oblikovanja ter ni nobenih metapodatkov, vendar takšen format v številnih primerih ne zadošča. Za zapisovanje oblikovalnih elementov je potrebno vpeljati dodatne informacije in jih zapisati v besedilni obliki, kar počnejo označevalni jeziki (angl. *markup languages*). Ti so praviloma sestavljeni iz ključnih besed ter značk, s katerimi se osnovno besedilo nadgradi z dodatnim pomenom oziroma se ga »označi«. Med najbolj znane označevalne jezike sodijo HTML, XML, Markdown, LaTeX idr. Označevalni jeziki lahko imajo različne namene, v preteklosti je šlo predvsem za oblikovanje besedila, namenjenega tisku in spletnemu prikazovanju, s časom pa je razširil pomen semantičnega označevanja, ki omogoča različne načine računalniške obdelave, transformacij in analitike.

Praviloma jih delimo v tri skupine: prezentacijske, proceduralne in deskriptivne [4]. V primeru prezentacijskih označevalnih jezikov govorimo o shranjevanju oblikovnih označb, ki so neposredno povezane z pripadajočim besedilom, kot so npr. oznake za krepko ali poševno besedilo.

Proceduralni jeziki omogočajo nekoliko večjo fleksibilnost, saj lahko z njimi uporabnik zapiše bolj natančna navodila, kako naj se besedilo obdela in prikaže, hkrati pa omogočajo definiranje makrojev, s katerimi se lahko izognemo ponavljanju (v to skupino sodita npr. jezika TEX in Markdown).

Najbolj semantična kategorija pa so deskriptivni označevalni jeziki (npr. HTML, XML, LaTeX), kjer besedilo označimo s pomenskimi označbami. Za te označbe ni nujno, da je vnaprej znana njihova oblika, je pa določen njihov pomen, kot je to npr. v jeziku HTML: s pomočjo značke `<h1></h1>` naslov prve rav-

ni, ki ga lahko oblikujemo na poljuben način. V vsakem primeru je potrebno poudariti, da je težko določiti jasno ločnico med omenjenimi skupinami, saj se lahko oblikovne in semantične označbe prepletajo.

Med glavne lastnosti označevalnih jezikov lahko uvrščamo njihovo prilagodljivost, saj se vsebina lahko zelo hitro prilagodi za prikaz na zaslonu, za tisk ali za nadaljnjo obdelavo z morebitnimi transformacijami. Zaradi svojih prednosti se pogosto uporabljajo v akademskem in inženirskem okolju [24], v veliki meri pa lahko olajšajo delo slepim in slabovidnim uporabnikom [3].

V nadaljevanju bomo predstavili 3 primere označevalnih jezikov: jezik XML kot primer splošnega označevalnega jezika, ki je namenjen predvsem izmenjavi podatkov, jezik Markdown kot primer jezika namenjenega hitremu zapisovanju oblikovanega besedila ter jezik LaTeX kot primer jezika, ki omogoča tudi naprednejše oblikovanje dokumentov.

### 2.1 Jezik XML

Številni urejevalniki besedila vsebino svojih dokumentov shranjujejo v lastne podatkovne formate (bodisi dvojiške bodisi besedilne), lahko pa tudi v obliki standardnih označevalnih jezikov (npr. XML, angl. *Extensible Markup Language*). Na sliki 1 lahko vidimo primer zapisa formata .docx: urejevalniki besedila, ki uporabljajo ta format ustvarijo kompresirano datoteko, ki vključuje vsebino dokumenta zapisano v lastnem XML formatu in morebitne priloge.

Jezik XML se uporablja za izmenjavo podatkov med različnimi aplikacijami in operacijskimi sistemi, hkrati številne aplikacije omogočajo izvoz oz. uvoz datotek XML (npr. e-račun). Za večino programskih jezikov obstajajo knjižnice, ki omogočajo branje, obdelavo in manipulacijo podatkov iz datotek XML. Čeprav povprečen uporabnik ne potrebuje nujno razumeti podrobnosti zapisa XML, lahko poznavanje osnov v marsikateri situaciji olajša delo.

### 2.2 Jezik Markdown

Zapisa besedila v formatu XML je za človeško branje in pisanje zahteven, saj se nevedč uporabnik lahko hitro izgubi med gnezdenimi značkami. S ciljem dviga berljivosti »izvirne kode« oblikovanega dokumenta, sta John Gruber and Aaron Swartz (tudi avtor RSS-a) leta 2004 razvila označevalni jezik Markdown. Kot je razvidno iz slike 2, ta ima precej preprosto sintakso (npr. besedilo znotraj dveh zvezdic je krepko, znotraj

```

<w:p>
  <w:pPr>
    <w:pStyle w:val="Normal"/>
    <w:bidi w:val="0"/>
    <w:jc w:val="left"/>
  </w:pPr>
  <w:r>
    <w:rPr>
      <w:b/>
      <w:bCs/>
    </w:rPr>
    <w:t>Uporabna informatika</w:t>
  </w:r>
  <w:r>
    <w:rPr/>
    <w:t xml:space="preserve"> ponuja bralcem prispevke na znanstveni, strokovni in informativni ravni z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju. Znanstveni in strokovni prispevki so dvojno slepo recenzirani. Posebna vrednost revije so predstavitev domačih projektov in dosežkov v člankih domačih avtorjev.</w:t>
  </w:r>
</w:p>

```

Slika 1: Primer zapisa datoteke .docx v formatu HML

podčrtajev poševno, sezname lahko ustvarjamo zgolj z nestičnimi vezaji itd.)

Uporaba označevalnega jezika Markdown se lahko izkaže kot zelo koristna za povprečnega uporabnika, saj omogoča pripravo oblikovanega dokumenta, brez da bi potrebovali posebno programsko opremo, hkrati je njegova sintaksa dovolj preprosta, da je za večino hitro osvojljiva. Na številnih spletiščih (različni forumi, Reddit) in aplikacijah (npr. Discord, Matrix idr.) je jezik Markdown že vrsto let priljubljena izbira za oblikovanje krajših besedil. Prav tako obstajajo aplikacije, namenjene delanju zapiskov, ki uporabljajo jezik Markdown: majhen nabor oblikovnih oznak je hitro zapomnljiv in preprosto dostopen na tipkovnici,

```
#0 reviji
```

```
Revija Uporabna informatika ponuja bralcem prispevke na znanstveni, strokovni in informativni ravni z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju. Znanstveni in strokovni prispevki so dvojno slepo recenzirani. Posebna vrednost revije so predstavitev domačih projektov in dosežkov v člankih domačih avtorjev.
```

Slika 2: Primer zapisa formatu Markdown

kar omogoča hitro pisanje oblikovanega besedila, prav tako pa ga je mogoče prosto preoblikovati v različne formate, kot so HTML, PDF, EPUB, LaTeX ....

## 2.3 Jezik LaTeX

V poznih 1970-ih letih je Donald Knuth začel razvijati jezik za oblikovanje besedila TEX [14]. Bil je namenjen zapisovanju matematičnih enačb, zaradi česar je hitro postal priljubljen med tistimi, ki so pisali različna tehnična poročila in prispevke. V zgodnjih 1980-ih je Leslie Lamport nadaljeval z razvojem formata TEX in razvil format LaTeX [16]. Na sliki 3 lahko vidimo primer uporabe semantičnih (`\section{}`) in oblikovnih (`\textbf{}`) ukazov.

Med glavne prednosti dokumentov, ki so pripravljani s pomočjo jezika LaTeX, lahko štejemo predvsem konsistenten izgled, saj jezik LaTeX uporablja predloge, s pomočjo katerih lahko prihrani veliko časa, saj mu ni popravljati pisave, velikosti, razmike ipd. V akademskem okolju je priljubljen tudi zaradi enostavnega načina vnašanja bibliografije in citiranja, hkrati pa s številnimi paketi oz. razširitvami omogoča različne dodatke za specifična področja (npr. besedilno oblikovanje matematičnih enačb, kemijskih formul, notnih zapisov.).

\section{0 reviji}

Revija `\textbf{Uporabna informatika}` ponuja bralcem prispevke na znanstveni, strokovni in informativni ravni z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju. Znanstveni in strokovni prispevki so dvojno slepo recenzirani. Posebna vrednost revije so predstavitve domačih projektov in dosežkov v člankih domačih avtorjev.

Slika 3: **Primer zapisa formata LaTeX**

Širok nabor možnosti, ki ga orodje omogoča, je lahko tudi vzrok največje slabosti za uporabnike: učna krivulja je namreč precej zahtevna [9, 21]. V preteklosti so bile omejene tudi možnosti sodelovanja med uporabniki istega dokumenta, saj je to bilo možno s pomočjo orodij za verzioniranje, teh pa vsi niso bili dovolj vešč. Ta težava je v zadnjih letih odpravljena, saj obstaja več spletnih platform za skupinsko urejanje dokumentov, kot je npr. Overleaf.

Praviloma izvozimo končni dokument v formatu PDF, obstajo pa tudi orodja, kot je npr. Pandoc [6], ki omogočajo transformacije v različne formate, kot sta npr. `.otf`, `.docx` in drugi. Ta možnost prinaša tudi več možnosti iz vidika dostopnosti, saj so transformacije možne tudi v formate, ki so še bolj primerni za branje slepih in slabovidnih [13, 23, 18], prav tako je zaradi semantičnega označevanja možna obdelava z različnimi orodji (npr. analitična obdelava besedila, sintetizacija govora itd.).

### 3 UPORABNIŠKI IN PEDAGOŠKI VIDIKI

Čeprav povprečen uporabnik, ki poklicno ni povezan s področjem informatike, nima veliko priložnosti za srečanje z označevalnimi jeziki, je vendarle dobro, da so ti jeziki vključeni v splošni izobraževalni proces. Najbolj pogosto gre tukaj za jezik HTML, saj se na takšen način uporabnike usposobi za osnovno izdelavo predstavitvene spletne strani. Čeprav tukaj ne gre za klasično poučevanje programiranja ali algoritmičnega načina razmišljanja, ki je ključno za razvoj računalniškega razmišljanja (angl. *computational*

*thinking*) [15], ima poučevanje označevalnih jezikov gotovo pozitiven učinek na dojetje načina digitalnega shranjevanja podatkov.

Med pozitivne učinke lahko štejemo tudi izboljšano vključenost in dostopnost, saj označevalni jeziki v primerjavi z vizualnimi orodji za urejanje dokumentov omogočajo bolj enakopraven dostop tudi slepim in slabovidnim uporabnikom [1], ki se lahko poslužijo tudi uporabe transformacijskih orodij v Braillovo pisavo [12]. Na UM FERi smo za potrebe poučevanja podatkovnih baz že uspešno uporabljali lasten domensko specifični jezik<sup>1</sup> (na prvi pogled podoben Markdownu), s katerim smo nadomestili grafično modeliranje entitetno-relacijskega modela, saj smo na takšen način slepim študentom zagotovili enakovredno in nemoteno vključenost v pedagoški proces.

Pri poučevanju uporabe označevalnih jezikov je učence oz. študente potrebno seznaniti z osnovnimi koncepti označevanja, kot so oznake, elementi in atributi, ter jih naučiti osnov uporabe različnih sklopov pravil za ustvarjanje oblikovanih (označenih) dokumentov.

Poučevanje označevalnih jezikov je gotovo lahko pomemben dejavnik pri dvigu ravni digitalne pismenosti, kar je vidno zlasti v generacijah »digitalnih domorodcev«, saj ti v večini primerov kljub številnim spretnostim niso zmožni postaviti ali vzdrževanja spletne strani, uporabe označevalnih oblikovnih elementov na forumih in spletiščih ali prispevanja na straneh Wiki [19]. Ravno na področju strani Wiki (npr. najbolj znana Wikipedia, hkrati pa obstajajo tudi številne rešitve za interno rabo podobnih strani) sta Cowan in Jack [5] pokazala, da lahko srečanje z urejevalnikom, ki uporablja nekoliko prilagojen, jeziku Markdown podoben, preprost označevalni jezik (wikitext), lahko povzroči tesnobo, saj jim je takšen način urejanja besedila popolnoma tuj. Morda je zanimivo izpostaviti, da kljub relativno širokem naboru popularnih aplikacij, ki uporabljajo označevalni jezik Markdown (Reddit, Discord, Google Docs, Facebook, Slack. . . , med IT uporabniki še GitHub, Stack Overflow. . . ), ta vendarle večini osta-

<sup>1</sup> Študenti študijskih programov UM FERi Informatika in podatkovne tehnologije, Računalništvo in informacijske tehnologije, Telekomunikacije ter Medijske komunikacije se v sklopu predmeta Podatkovne baze srečujejo z entitetno-relacijskim modeliranjem. Praktična izvedba postopka modeliranja za večino študentov ne predstavlja težave, saj gre bodisi za fizično skiciranje entitet (pravokotnikov) in relacij (črt) bodisi za enak postopek preslikan v programsko orodje, kot je npr. MySQL Workbench. Slepim in slabovidnim študenti pri tem postopku lahko imajo težave, saj programska orodja diagram praviloma renderirajo kot sliko in ga zato namenski pripomočki, kot je zvočni bralnik zaslona Braillova vrstica ne morejo prepoznati in ustrezno prikazati. Kot alternativo smo predlagali uvedbo preprostega domenskega specifičnega jezika, v katerem bi diagram bil opisan v dveh delih. V prvem delu uporabnik našteje entitete in pripadajoče attribute, tako da je naziv entitete zapisan z velikimi črkami, atributi ki neposredno sledijo naslovu pa kot predpono uporabljajo znake # (primarni ključ), \* (obvezni atribut) in ? (opcijski atribut). V drugem delu, ki ga ločimo s pomočjo niza »---« pa zapišemo relacije na način, da med nazivi posameznih parov entitet zapišemo kardinalnost in usmerjenost relacije (1-M, M-1, 1-1, M-M). Rešitev je bila v praksi pozitivno sprejeta in je bila učinkovita pri izvedbi računalniških vaj in pisnega preverjanja znanja.

ja neznan, saj večina omenjenih aplikacij jezik Markdown uporablja v kombinaciji z vizualnim urejevalnikom. Uporaba takšne kombinacije označevalnega jezika in pripadajočega vizualnega urejevalnika je dobrodošla, saj se na takšen način uporabnik lahko nauči sintakse sproti, označevalne elemente, ki si jih zapomni, pa lahko uporabi za hitrejšo pisanje in označevanje besedila.

V visokošolskem izobraževanju, zlasti na področjih naravoslovnih in tehničnih ved, je v marsikaterem študijskem programu spodbujeno (v določenih primerih pa tudi zahtevano), da študenti pripravijo zaključna dela s pomočjo jezika LaTeX. Delo z označevalnimi jeziki, v konkretnem primeru z jezikom LaTeX v veliki meri lahko olajša in pohitri pisanje zaključnih del [10], saj je za ta dela praviloma natančno predvidena struktura in oblikovanje, v praksi pa se izkaže, da številni študenti sicer porabijo precej časa za urejanje in formatiranje, da bo to skladno z navodili. Prednosti uporabe jezika LaTeX izpostavljajo v [7], zlasti pri delu v mednarodnem okolju, prav tako pa so Sotomayor-Beltran et al. [22] v svoji raziskavi pokazali, da je večina študentov ocenil jezik LaTeX kot veliko boljše orodje za pisanje akademskih dokumentov v primerjavi z drugimi orodji, ki so jih poznali, zato so tudi po analizi izsledkov vprašalnikov predlagali vodstvu oddelka, da postane uporaba jezika LaTeX obvezna pri predmetih, kjer je to smiselno.

Označevalni jeziki, med njimi zlasti jezik LaTeX, so primerni tudi za avtomatizirano ustvarjanje dokumentov. Prednost besedilnega formata v primerjavi z dvojiškim je lahko tudi v tem, da lahko uporabimo poljubni programski jezik za ustvarjanje novih ukazov v besedilni obliki, ki jih označevalni jezik lahko potem naprej uporabi za prikaz vsebine posameznega dokumenta. Ni novost, da se npr. jezik LaTeX lahko uporablja za avtomatizirano ustvarjanje izpitov [11, 8], zaradi česar je paket exam, ki je pri tem lahko v pomoč, bil deležen številnih revizij in posodobitev, saj se redno posodablja že od leta 1994.

Vidik avtomatizacije sicer ni običajen uporabniški vidik, se pa z njim srečamo v številnih okoljih. Lahko uporabimo podatke iz različnih virov in različnih obliko, kot so podatkovne baze, datoteke CSV, XML in druge. V primerih, ko je potrebno ustvariti dokumente z veliko količino podatkov (ali veliko količino dokumentov), proces ročnega urejanja lahko postane zapleten in zamuden, ponavljajoče urejanje pa lahko povzroči nedoslednosti in napake. Lahko navedemo

primer iz farmacevtske industrije [20], kjer navajajo, da uporaba sistema, ki temelji na jeziku LaTeX, za avtomatizirano ustvarjanje poročil bistveno zmanjšuje količino vložene časa ter izboljšuje kakovost in ponovljivost. Za jezik LaTeX prav tako obstajajo sistemi [17], ki so namenjeni preverjanju skladnosti dokumentov, s čimer se lahko olajša delo urednikom različnih revij, zbornikov, monografij idr.

Ne glede na to, o katerem katerem označevalnem jeziku konkretno govorimo, so zunanji orisi njihovih prednosti in slabosti v večji meri skupni. Uporabnikom, ki se z njimi še nikoli niso srečali, lahko na prvi pogled deluje njihova uporaba težka, za nekatere celo zastrašujoča ali tesnobna, kot smo navedli v primeru raziskave za jezik wikipedija [5], gre pa najbrž za strah pred drugačno obliko interakcije z računalnikom, podobno kot je to v primeru uporabe ukazne vrstice. Kljub temu imajo označevalni jeziki številne prednosti, zaradi katerih so lahko uporabni v marsikaterem poslovnem, akademskem ali zasebnem okolju: omogočajo lažje in bolj nadzorovano strukturiranje kompleksnih dokumentov, lažje so dosegljivi slepim in slabovidnim osebam, omogočajo različne transformacije in avtomatizacije.

## 4 ZAKLJUČEK

Čeprav je včasih skoraj stereotipno veljalo, da se je večina uporabnikov prvi stik z digitalnim okoljem imela preko urejevalnika besedila in upravitelja datotek, so danes to vlogo prevzeli spletni brskalniki in morda še bolj specifične aplikacije posameznih družabnih omrežij, kar sicer lahko pozitivno vpliva na raven digitalne pismenosti [2], hkrati pa je lahko odsotnost bolj splošno namenskih programskih okolij vzrok za počasnejše pridobivanje spretnosti na področju digitalne pismenosti.

Uporaba označevalnih jezikov je lahko primerna in učinkovita na številnih področjih, zlasti pa za raziskovalce in študente iz področja naravoslovnih in inženirskih ved. Na teh področjih je še najbolj koristno znanje uporabe jezika LaTeX, ki omogoča hitro vključevanje matematičnih formul, samodejno ustvarjanje kazala in formatiranje bibliografije, zelo pomembno pa je, da omogoča uporabo predlog in vnaprej definiranih ukazov, ki jih lahko uporabniki ustvarjajo tudi sami in si s tem lahko olajšajo delo pri oblikovanju ponavljajočih vsebin.

Jasno je, da označevalni jeziki ne ponujajo rešitve za vse težave priprave digitalnih in tiskanih doku-

mentov in da bo za povprečnega uporabnika hitro urejanje dokumentov še vedno lažje s pomočjo kakšnega od orodij WYSIWYG, je pa vendarle dodana vrednost, ki jo prinaša neposreden stik z označevalnim jezikom vredna premisleka in vrednotenja. Ti jeziki so si med seboj različni po kompleksnosti oz. možnostih, ki jih ponujajo, in po strmini učne krivulje, bi pa njihova bolj aktivna vključitev v izobraževalni proces na vseh stopnjah nedvomno lahko izboljšala delo in učinkovitost vseh deležnikov.

## LITERATURA

- [1] Dragan Ahmetovic, Cristian Bernareggi, Marco Bracco, Nadir Murru, Tiziana Armano, and Anna Capietto. LaTeX as an inclusive accessibility instrument for highschool mathematical education. In *Proceedings of the 18th international web for all conference*, pages 1–9, 2021.
- [2] Markus Appel. Are heavy users of computer games and social media more computer literate? *Computers & Education*, 59(4):1339–1349, 2012.
- [3] Tiziana Armano, Anna Capietto, Marco Illengo, Nadir Murru, Rosaria Rossini, et al. An overview on ict for the accessibility of scientific texts by visually impaired students. „Apertura e flessibilità nell’istruzione superiore: oltre l’e-learning?“ *Atti del Convegno SIREM 2014*, pages 119–122, 2015.
- [4] James H Coombs, Allen H Renear, and Steven J DeRose. Markup systems and the future of scholarly text processing. *Communications of the ACM*, 30(11):933–947, 1987.
- [5] Benjamin R Cowan and Mervyn A Jack. Measuring anxiety towards wiki editing: investigating the dimensionality of the wiki anxiety inventory-editing. *Interacting with Computers*, 26(6):557–571, 2014.
- [6] Massimiliano Dominici. An overview of pandoc. *TUGboat*, 35(1):44–50, 2014.
- [7] Linli Fan, Li Liu, et al. Application of LaTeX in teaching and scientific research for chinese under international environment. *Frontiers in Educational Research*, 1(1), 2018.
- [8] C Fernández, MA Vicente, R Puerto, and RP Neco. Latex based tool for managing multiple choice question exams. In *EDULEARN11 Proceedings*, pages 6115–6122. IATED, 2011.
- [9] G Grätzer. A gentle learning curve for LaTeX. *The PracTEX Journal*, 2008.
- [10] Gary Gray and Francesco Costanza. Experiences and lessons learned teaching latex to university students. *TUGboat*, 24(1):124–131, 2003.
- [11] Bettina Grün and Achim Zeileis. Automatic generation of exams in r. *Journal of Statistical Software*, 29(10):1–14, 2009.
- [12] Shunsuke Hara, Nobuyuki Ohtake, Mika Higuchi, Noriko Miyazaki, Ayako Watanabe, Kanako Kusunoki, and Hiroshi Sato. Mathbraille; a system to transform latex documents into braille. *ACM SIGCAPH Computers and the Physically Handicapped*, (66):17–20, 2000.
- [13] Arthur I Karshmer, Enrico Pontelli, and Gopal Gupta. Helping visually impaired students in the study of mathematics. In *FIE’99 Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No. 99CH37011*, volume 2, pages 12C4–5. IEEE, 1999.
- [14] Donald E Knuth. The texbook. professional, 1984.
- [15] Siu-Cheung Kong, Ming Lai, and Daner Sun. Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*, 151:103872, 2020.
- [16] L Lamport. LaTeX: A document preparation 233 system, 1994.
- [17] Zhigalova Maria and Sukhov Alexander. Automated text document compliance assessment system. In *Proceedings of the 10th Anniversary Spring/Summer Young Researchers’ Colloquium on Software Engineering (SYRCoSE 2016)*, pages 135–140, 2016.
- [18] Giuseppe Melfi, Thorsten Schwarz, and Rainer Stiefelhagen. An inclusive and accessible latex editor. In *Computers Helping People with Special Needs: 16th International Conference, ICCHP 2018, Linz, Austria, July 11-13, 2018, Proceedings, Part I 16*, pages 579–582. Springer, 2018.
- [19] Wan Ng. Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & education*, 59(3):1065–1078, 2012.
- [20] Christian Hove Rasmussen, Mike K Smith, Kaori Ito, Vijayakumar Sundararajan, Mats O Magnusson, E Niclas Jonsson, Luke Fostvedt, Paula Burger, Lynn McFadyen, Thomas G Tensfeldt, et al. Pharmtex: a latex-based open-source platform for automated reporting workflow. *The AAPS Journal*, 20:1–11, 2018.
- [21] JooYoung Seo, Sean McCurry, and Accessibility Team. LaTeX is not easy: Creating accessible scientific documents with r markdown. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, 7:157–171, 2019.
- [22] Carlos Sotomayor-Beltran, Alan Leoncio Fierro Barriaes, and Juan Lara-Herrera. Work in progress: The impact of using latex for academic writing: A peruvian engineering students’ perspective. In *2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, pages 1–4. IEEE, 2021.
- [23] David M Thompson. Latex2tri: Physics and mathematics for the blind or visually impaired. In *International Conference on Technology and Persons with Disabilities (CSUN)*. Citeseer, 2005.
- [24] Jason JG White. Using markup languages for accessible scientific, technical, and scholarly document creation. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 25(1):5, 2022.

**Luka Hrgarek** je asistent na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Leta 2017 je magistriral s področja informatike in je trenutno doktorski študent na študijskem programu Računalništvo in informatika. Njegovo raziskovalno področje vključuje sodobne spletne tehnologije, informacijsko varnost, označevalne jezike ter glasbeno informatiko.



■

**Marko Hölbl** se ukvarja z raziskavami na področju kibernetске varnosti in zasebnosti, od kriptografije do uporabniških vidikov informacijske varnosti in zasebnosti. Je generalni sekretar CEPIS LSI, član delovne skupine WG6 pri ECSO (European Cyber Security Organisation), član izvršnega odbora Slovenskega društva INFORMATIKA in nekdanji član platforme NIS WG 3 (Network and Information Security) pri Evropski komisiji. Poleg tega je aktiven član in generalni sekretar združenja EAEEIE (Evropsko združenje za izobraževanje na področju elektrotehnike in informatike) ter ocenjevalec za EK v programu Obzorje Evropa. Je tudi član izvršnega odbora Sekcije za kibernetско varnost pri Gospodarski zbornici Slovenije. Uspešno je sodeloval v več nacionalnih in mednarodnih projektih. Bil je lokalni koordinator H2020 projekta CyberSec4Europe in sodeloval v številnih projektih, vključno s projekti ATHENA (Advanced Technology Higher Education Network Alliance), Cyber F-IT (Cyber Security: Training Students and Scholars for the Challenges of Information and Communication Technologies in Research and Studies for Internationalisation), DiT4LL (Digital Technologies for Lecturing) in nacionalni projekt, namenjen izobraževanju na področju kibernetске RUKIV (Razvoj programov usposabljanj za kibernetско varnost).dobro pozna tudi stanje poslovne informatike v praksi. Ukvarja se tudi s poslovnim izobraževanje ter sodeluje na okroglih mizah in strokovnih konferencah.

■

**Tatjana Welzer Družovec** je redna profesorica in vodja Laboratorija za podatkovne tehnologije na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Njena glavna raziskovalna področja so konceptualno oblikovanje podatkovnih baz, ponovna uporaba in vzorci, kibernetска varnost, izobraževanje na področju informatike in mobilnosti, ter mednarodno in medkulturno komuniciranje in njegova povezanost z informacijsko stroko. Je nacionalna koordinatorica številnih mednarodnih raziskovalnih projektov, kot sta CONCORDIA iz programa H2020 in Evropska univerza ATHENA (Advanced Technology Higher Education Network Alliance) , ki jo koordinira za Univerzo v Mariboru, pa tudi DiT4LL (Digital Technologies for Lecturing), TechWhiz in IMPACT. Aktivno sodeluje tudi v nekaj drugih projektih kot Cyber F-IT (Cyber Security: Training Students and Scholars for the Challenges of Information and Communication Technologies in nacionalnem projektu RUKIV (Razvoj programov usposabljanj za kibernetско varnost). Svoje raziskovalne ugotovitve objavlja v znanstvenih revijah in knjigah ter na domačih in mednarodnih konferencah. Ob tem je tudi članica izvršnih odborov SDI in EAEEIE. V IFIP TC 11, pa je predstavnica Slovenije oz. SDI.

■

**Lili Nemeč Zlatolas** je docentka na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko in njeno raziskovalno področje obsega kibernetско varnost ter uporaba tehnologij ob poučevanju. Aktivna je pri predmetih informacijske varnosti, osnov programiranja in podatkovnih baze. Je aktivna v različnih projektih, med drugim H2020 CONCORDIA projektu ne temo kibernetске varnosti ter EUGAIN projektu o ženskah v informatiki.

# Digitrajnost zahteva digipismenost

Aljanka Klajnšek  
Računsko sodišče Republike Slovenije, Slovenska cesta 50, 1000 Ljubljana  
aljanka.klajnsek@rs-rs.si

## Izvleček

V krovnih strateško-razvojnih dokumentih Republike Slovenije je zastavljeno, da želi Republika Slovenija svoj razvoj graditi trajnostno in s pomočjo digitalizacije. Pri tem pa je premalo pozornosti usmerjene v nekatere ključne pogoje, ki morajo biti za tak prehod izpolnjeni. Eden izmed njih je (digitalna) pismenost prebivalstva, ki se dosega prek uresničevanja vseživljenjskega učenja. Namen in želeni učinek koncepta vseživljenjskega učenja je namreč ustvariti okolje, v katerem posamezniki v dobi hitrih in velikih tehnoloških sprememb skozi vse življenje razvijajo svoje spretnosti za samostojno in aktivno življenje ter vključevanje v družbo.

Računsko sodišče Republike Slovenije je izvedlo revizijo, v kateri je obravnavalo uresničevanje vseživljenjskega učenja v Republiki Sloveniji s poudarkom na odraslih. Z revizijo je želelo odgovoriti na vprašanje, ali je Republika Slovenija učinkovita pri uveljavljanju vseživljenjskega učenja kot družbenorazvojnega strategije.

Namen prispevka je prikazati ugotovitve Računskega sodišča Republike Slovenije, usmeriti pozornost na pomen vseživljenjskega učenja ter na razpoložljive podatke o spretnostih prebivalcev in nakazati rešitve za izboljšanje stanja.

**Ključne besede:** vseživljenjsko učenje, digitalna preobrazba, digitalna pismenost, Računsko sodišče Republike Slovenije, trajnostni razvoj.

## Digital Sustainability depends on Digital Literacy

### Abstract

In its strategic development document, the Republic of Slovenia has decided that it wants to build its development sustainably and with the help of digitization. However, insufficient attention is paid to some key requirements that must be met for such a transition. One of them is (digital) literacy of the population, which can be achieved through lifelong learning. The purpose and desired effect of the concept of lifelong learning is to create an environment in which individuals, in an era of rapid and major technological changes, develop their skills for an independent and active life and integration into society throughout their lives.

The Court of Audit of the Republic of Slovenia carried out an audit in which it addressed the implementation of lifelong learning in the Republic of Slovenia with an emphasis on adults. The aim of the audit was to establish whether the Republic of Slovenia is effective in enforcing lifelong learning as a social development strategy.

This article presents the findings of the audit and focuses on the importance of lifelong learning and availability of data on the skills of the population for a realistic assessment of competences in the Republic of Slovenia required for a transition to a digital and sustainable society. It concludes with some recommendations for improvement.

**Keywords:** Lifelong learning, digital transformation, digital literacy, Court of Audit of the Republic of Slovenia, sustainable development, Slovenian companies

## 1 UVOD

Hitre tehnološke spremembe, vedno več uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) na vseh področjih posameznikovega življenja, demografski izzivi, spremenljive gospodarske razmere in ambici-

ozni ekonomski cilji, usmerjeni v izboljšanje konkurenčnosti na globalnih trgih in vzpostavitev inovacijske družbe znanja, ustvarjajo v zadnjih desetletjih v državah Evropske unije vedno večje potrebe po novih znanjih in spretnostih za življenje in delo. Leta 2017 je

bilo v Strategiji razvoja Slovenije 2030 [46] vseživljenjsko učenje zaradi svojega vpliva na individualno in družbeno blaginjo izpostavljeno kot osrednja strateško-razvojna usmeritev za uresničevanje vseh razvojnih ciljev Strategije razvoja Slovenije 2030 in s tem tudi Agende za trajnostni razvoj do leta 2030 [34]. [32]

Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji [24] predvideva vseživljenjsko učenje kot osrednji način za prilagoditev Republike Slovenije na razvojne in demografske izzive prihodnosti. [46] V povezavi s Strategijo dolgožive družbe [47] in konceptom aktivnega staranja je načelo vseživljenjskosti učenja tudi temeljna družbenorazvojna strategija. [46]

Računsko sodišče Republike Slovenije je zaradi vloge, ki jo vseživljenjskemu učenju Republika Slovenija pripisuje v svojih strateško-razvojnih dokumentih (Strategiji razvoja Slovenije 2030 [46], Slovenski strategiji pametne specializacije S4 [45], Resoluciji o znanstvenoraziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2030 [36], Digitalni Sloveniji 2030 – Krovni strategiji razvoja informacijske družbe do leta 2030 [43] in podobno), izvedlo revizijo [32], v kateri je obravnavalo uresničevanje vseživljenjskega učenja v Republiki Sloveniji s poudarkom na odraslih. Z revizijo je želelo odgovoriti na vprašanje, ali je Republika Slovenija učinkovita pri uveljavljanju vseživljenjskosti učenja kot družbenorazvojne strategije. Vseživljenjsko učenje je namreč predstavljeno kot tisti povezovalni element, ki bo omogočil uresničevanje začrtanih strateško-razvojnih ciljev Republike Slovenije in prilagoditev Republike Slovenije na razvojne in demografske izzive prihodnosti.

Namen prispevka je prikazati ugotovitve Računskega sodišča, usmeriti pozornost na pomen vseživljenjskega učenja ter na zaskrbljujoče podatke o (digitalnih) spretnostih prebivalcev v obdobju načrtovane digitalne preobrazbe Republike Slovenije. Prispevek izhaja iz vrzeli v znanstveni in strokovni literaturi glede obravnave problematike (digitalne) pismenosti<sup>1</sup> prebivalstva Republike Slovenije v povezavi z vseživljenjskim učenjem. Novost je interdisciplinarna obravnava problematike z javnofinančnega in upravljaljskega vidika ter povezovanje le-te s cilji trajnostnega razvoja. Prispevek želi nakazati rešitve za izboljšanje stanja in vzpodbuditi k nadaljnjim interdisciplinarnim raziskavam na tem področju.

<sup>1</sup> Strokovni izraz digitalne spretnosti se nanaša na znanje, veščine in stališča, ki jih posameznik potrebuje za uspešno delo z digitalno tehnologijo. [3]

Analiziranje je podprto s proučevanjem pravnih in drugih podlag, proučevanjem podatkov in dokumentacije, s pregledom izvedenih aktivnosti, intervjuji ter pisnimi vprašanji.

## 2 ALI SMO PRIPRAVLJENI NA DIGITRAJNOST?

### 2.1 Stanje spretnosti odraslih

Raziskava z naslovom Program za mednarodno ocenjevanje kompetenc odraslih, cikel 2016<sup>2</sup> (PIAAC 2016) je prvič razkrila, da so se odrasli v Republiki Sloveniji primerjalno z drugimi državami Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj<sup>3</sup> (OECD) in Evropske unije odrezali pod povprečjem razvitih držav sveta pri besedilnih in matematičnih spretnostih ter reševanju problemov v tehnološko bogatih okoljih<sup>4</sup>. Ugotovitve raziskave PIAAC 2016 so pokazale, da ima približno eden od štirih odraslih v Republiki Sloveniji v primerjavi z dosežki podobnih skupin odraslih iz drugih sodelujočih držav OECD nižje besedilne in matematične spretnosti ter nižje spretnosti reševanja problemov v tehnološko bogatih okoljih od povprečja v OECD.

Približno 24,9 % odraslih je doseglo 1. ali manj kot 1. raven<sup>5</sup> besedilnih spretnosti (povprečje OECD je bilo 18,9 %) in 25,8 % odraslih je doseglo 1. ali manj kot 1. raven<sup>6</sup> matematičnih spretnosti (povprečje OECD je bilo 22,7 %). Pri reševanju problemov v tehnološko bogatih okoljih je približno 3,7 % odraslih doseglo najvišjo, to je 3. raven (povprečje OECD je bilo 5,8 %). Približno eden od petih odraslih (21,6 %) je dosegel 2. raven<sup>7</sup> pri reševanju problemov (povprečje OECD je bilo 25,7 %). Približno 6,3 % odraslih v Republiki Sloveniji (povprečje v državah OECD je bilo 9,6 %) se ni odločilo za računalniško testiranje<sup>8</sup>.

<sup>2</sup> Ključni poudarki PIAAC 2016 dostopni na: <https://www.oecd.org/skills/piaac/Skills-Matter-Slovenia-Slovenian-Version.pdf>. [Obiskano: 17. 4. 2023].

<sup>3</sup> Angl. The Organization for Economic Co-operation and Development.

<sup>4</sup> Raziskava PIAAC opredeljuje digitalne spretnosti kot spretnosti reševanja problemov v tehnološko bogatih okoljih. OECD definira spretnosti reševanja problemov v tehnološko bogatih okoljih kot: »uporabo digitalnih tehnologij, komunikacijskih orodij in omrežij za pridobivanje in ovrednotenje informacij, komuniciranje z drugimi in opravljanje praktičnih nalog.« [4]

<sup>5</sup> Na 1. ravni besedilnih spretnosti so odrasli sposobni prebrati kratka besedila o znanih temah in najti 1 točno določeno informacijo, ki je po obliki in vsebini enaka vprašanju oziroma navodilu.

<sup>6</sup> Glede matematičnih spretnosti so odrasli na 1. ravni sposobni opraviti osnovne matematične postopke v konkretnih kontekstih, kjer je malo motečih informacij, potreben je en sam korak, ki vključuje štetje, razvrščanje, osnovne aritmetične operacije in razumevanje preprostih odstotkov.

<sup>7</sup> Na 2. ravni so odrasli sposobni reševati probleme, ki vključujejo manjše število računalniških aplikacij in zahtevajo veliko korakov in operatorjev, da bi rešili problem.

<sup>8</sup> Testiranje zmognosti reševanja problemov, ki zahteva iskanje, izbiro, vrednotenje in uporabo informacij s pomočjo računalnika.

Taki rezultati raziskave PIAAC 2016 za Republiko Slovenijo dejansko pomenijo, da [32]:

- ima na ravni populacije, stare od 16 do 65 let, vsak četrti odrasli, kar je 31 % ali približno 400.000 odraslih, tako nizko raven besedilnih in matematičnih spretnosti, da ga to ovira pri delu in vključevanju v družbo; polovica teh oseb bo morala biti na trgu dela še vsaj 10 let, preostalih 140.000 oseb pa vsaj še 20 let; po rezultatih raziskave PIAAC 2016 so ti odrasli zmožni brati le kratka in preprosta besedila ter uspešno uporabljati le preproste matematične operacije; med temi je dve tretjini starejših od 45 let in nižje izobraženih, ob tem pa v Republiki Sloveniji branju pri delu namenjajo posebno malo časa tisti z nižjo izobrazbo (29. mesto od 33 držav);
- je v Republiki Sloveniji 40 % oziroma skoraj 500.000 odraslih v aktivni dobi v starosti od 16 do 65 let, ki so slabo usposobljeni za reševanje problemov v tehnološko bogatih okoljih; med temi je več kot 70 % starejših od 45 let z nižjimi stopnjami izobrazbe; odrasli iz te skupine v zelo omejenem obsegu obvladujejo digitalne tehnologije, komunikacijska orodja in omrežja, zato imajo velike težave pri pridobivanju, razumevanju in uporabi podatkov in informacij; kljub dejstvu, da Slovenci v primerjavi z drugimi državami Evropske unije in OECD pri delu veliko (2. mesto) uporabljamo IKT, zelo malo časa pa namenjamo reševanju kompleksnih problemov (komaj 26. mesto);
- imajo zaposleni v Republiki Sloveniji slabše in manj vzpodbudne okoliščine<sup>9</sup> za ohranjanje in razvoj spretnosti, kot je značilno za večino evropskih držav.

<sup>9</sup> Vsakodnevno branje, pisanje besedil, uporaba matematičnih spretnosti in reševanje najrazličnejših logičnih problemov usodno vplivajo na splošno ohranjanje oziroma razvoj spretnosti pri odraslih. Če delavci niso izpostavljeni takim delovnim pogojem, ki bi spodbujali njihovo avtonomijo in inovativnost, jim spretnosti usihajo.

Republika Slovenija se tako po rezultatih raziskave PIAAC 2016, v kateri je sodelovalo tudi 17 držav članic Evropske unije, umešča med države z največjim deležem aktivnega prebivalstva na najnižjih ravneh besedilnih in matematičnih spretnosti. Višje deleže nizko usposobljenih od Republike Slovenije imajo v Evropski uniji samo še Španija, Grčija in Italija.[32] Mednarodne primerjave podatkov v okviru raziskave PIAAC 2016 so izpostavile, da je skupina odraslih v Republiki Sloveniji, ki je izkazala nižje dosežke pri spretnostih za obdelavo in procesiranje informacij, številčnejša kot v večini drugih evropskih držav in hkrati tudi številčnejša glede na povprečje OECD. Ti podatki kažejo na zaskrbljujoče stanje razvojnih moči (človeškega kapitala)<sup>10</sup> v Republiki Sloveniji.

Tudi Pregled realizacije Digitalne Slovenije 2020 ugotavlja stagniranje na področju človeškega kapitala. [23]

Slabo stanje na področju spretnosti odraslih v času hitrih tehnoloških sprememb so pokazali tudi podatki, pridobljeni v Anketi o delovni sili [38], Anketi o izobraževanju odraslih [1] in Diagnostičnem poročilu za pripravo načrta spretnosti [30].

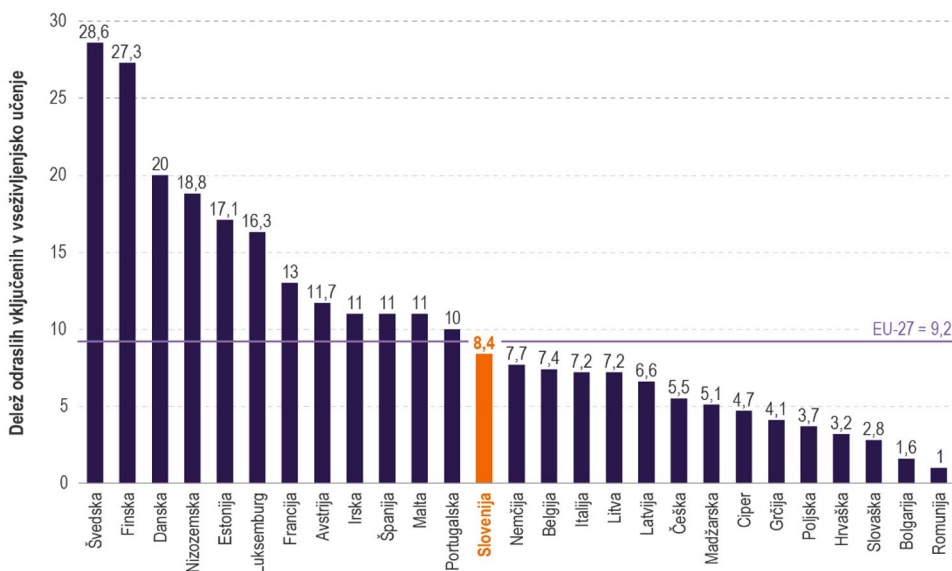
## 2.2 Vključenost odraslih v vseživljenjsko učenje

Operativni načrt za udejanjanje Strategije vseživljenjskosti učenja in izvedbeni načrt za uresničevanje Strategije dolgožive družbe nista bila sprejeta.[32]

Republika Slovenija je bila na podlagi podatkov Eurostat<sup>11</sup> v letu 2020 po vključenosti odraslih med 25-64 letom starosti v vseživljenjsko učenje in izobraževanje podpovprečna med državami Evropske unije in pod povprečjem Evropske unije. [32]

<sup>10</sup> Seštevek vseh spretnosti, ki so v danem trenutku na voljo gospodarstvu, predstavlja človeški kapital države.

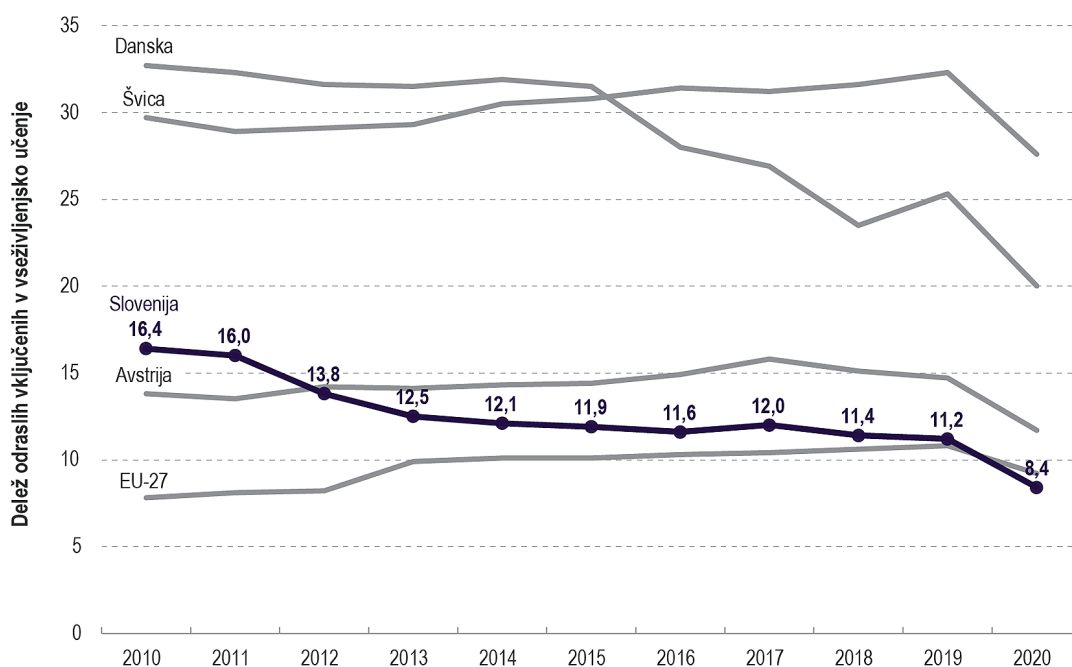
<sup>11</sup> Statistični urad Evropske unije.



Slika 1: **Vključenost odraslih v starosti med 25-64 v vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji v letu 2020.**  
Vir: Revizijsko poročilo Vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji, str. 82.

V Republiki Sloveniji se je v letu 2020 udeleževalo formalnega in/ali neformalnega izobraževanja 8,4 % odraslih med 25-64 letom starosti, kar je bil najnižji delež v zadnjih 10 letih in nižji od povprečja Evropske unije (9,2 %). Najvišje vrednosti tega kazalnika so

med državami Evropske unije izkazovale skandinavske (Švedska, Finska, Danska, Nizozemska), najnižje pa južno in vzhodnoevropske države (Romunija, Bolgarija, Slovaška, Hrvaška). [32]



Slika 2: **Trendi vključenosti odraslih v vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji v primerjavi s povprečjem Evropske unije in nekaterimi izbranimi državami v obdobju med leti 2010-2020.**  
Vir: Revizijsko poročilo Vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji, str. 83.

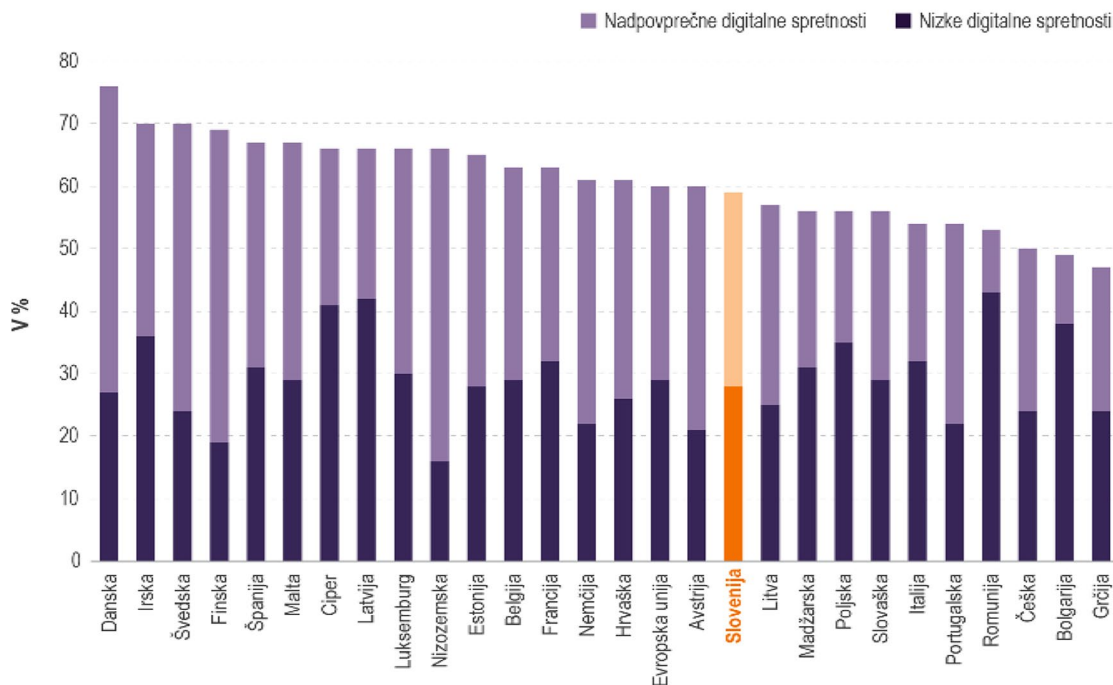
V Republiki Sloveniji je v zadnjih desetih letih (z izjemo leta 2017) delež vključenosti odraslih v vseživljenjsko učenje med 25-64 letom upadal. V letu 2020 je delež vključenosti odraslih med 25-64 letom v vseživljenjsko učenje za 48,8 % nižji kot je bil leta 2010. [32]

V obdobju 2008-2019 se je vključenost v vseživljenjsko učenje najbolj zmanjšala pri delovno aktivnih, še posebej v dejavnostih IKT. [32]

Digitalne spretnosti odraslih v Republiki Sloveniji (16-74 let) so bile v letu 2019 v sredini držav članic Evropske unije, vendar za najboljšimi. Vsaj osnovne

digitalne spretnosti je imelo leta 2019 33 % prebivalcev, starih 55–64 let, in 16 % prebivalcev, starih 65–74 let. Glede na izobrazbo pa je imelo tovrstne spretnosti 32 % prebivalcev z nizko izobrazbo, 47 % prebivalcev s srednješolsko izobrazbo in 90 % prebivalcev s terciarno izobrazbo.

Prepočasen je bil po podatkih Urada Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj [42] tudi razvoj digitalnih spretnosti zaposlenih, pri katerih bi bilo znanje eden ključnih dejavnikov digitalne preobrazbe gospodarstva. [32]



Slika 3: Delež prebivalcev (16-74 let) z vsaj osnovnimi in nadpovprečnimi digitalnimi spretnostmi v letu 2019. Vir: Revizijsko poročilo Vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji, str. 85.

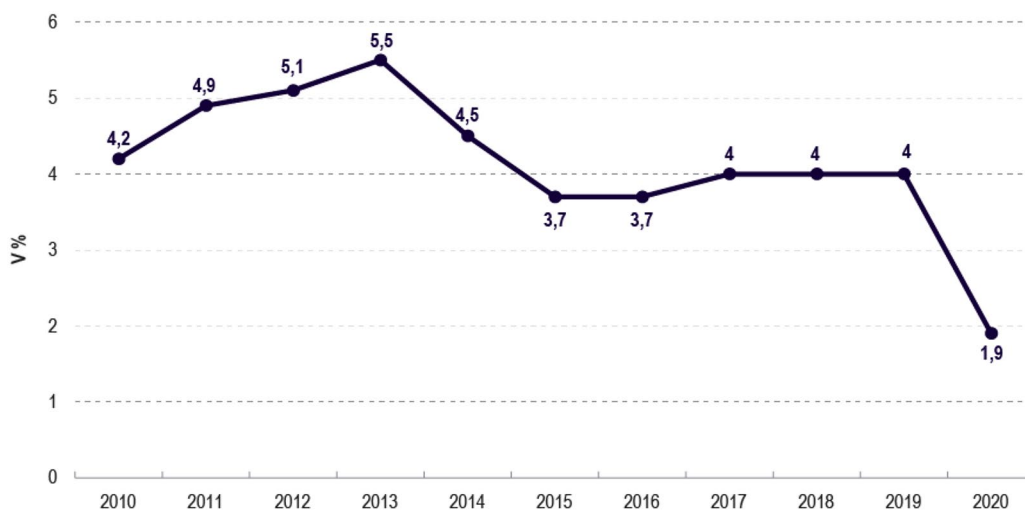
Podatki Eurostat o znanjih in spretnostih zajemajo odrasle med 25-64 letom, manjkajo pa podatki o znanjih in spretnostih mlajših odraslih od 15. do 25. leta in starejših od 65 let.

Za odrasle med 15. in 25. letom lahko podatke o spretnostih razberemo iz ugotovitev mednarodne raziskave z naslovom Program mednarodne primerjave dosežkov učencev in učenk<sup>12</sup> (raziskava PISA), ki se izvaja pod okriljem OECD in katere namen je zbrati podatke o spretnostih 15-letnikov, ki jih le-ti potrebujejo za svoje zasebno in poklicno življenje ter so kot take pomembne za posameznika in družbo.

V raziskavi PISA 2018 je Republika Slovenija na

podlagi dosežkov slovenskih 15-letnikov v bralni pismenosti zasedla 9. mesto med 28 državami Evropske unije. Rezultati slovenskih 15-letnikov pri naravoslovni in bralni pismenosti so se od leta 2006 poslabšali. Znižanje povprečnega dosežka pri bralni pismenosti otrok v letu 2018 glede na leto 2015 je največje na najnižjih ravneh (2., 3. in 4. ravni). Delež slovenskih 15-letnikov s podpovprečnimi dosežki pri bralni, matematični in naravoslovni pismenosti je bil leta 2018 veliko večji kot v državah Evropske unije. [33]

Podatkov o znanjih in spretnostih starejših od 65 let ni. [32]



Slika 3: Delež odraslih med 65. in 74. letom starosti, ki so bili v obdobju od leta 2010 do leta 2020 vključeni v formalno in/ali neformalno izobraževanje. Vir: Revizijsko poročilo Vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji, str. 69.

<sup>12</sup> Angl. Programme for International Student Assessment.

V letu 2020 je bil delež odraslih med 15. in 74. letom starosti, vključenih v formalno in/ali neformalno izobraževanje, po stopnjah pred tem dosežene izobrazbe največji med prebivalci Republike Slovenije z doseženo največ osnovnošolsko izobrazbo, ki so bili v največjem odstotku vključeni v formalno izobraževanje. Najmanjši delež pa je bil med odraslimi med 15. in 74. letom starosti s srednješolsko izobrazbo. [32]

Republika Slovenija v novem ciklu mednarodne raziskave PIAAC, ki poteka v obdobju med leti 2018 – 2023, ne sodeluje. To pomeni, da v obdobju načrtovane digitalne preobrazbe ne bo imela podatkov o stanju in trendih glede spretnosti odraslih v Republiki Sloveniji. [32]

### 3 SKLEP

Vlada Republike Slovenije želi graditi prihodnost in uspeh Republike Slovenije s pomočjo digitalizacije, načrtovana je digitalna preobrazba Republike Slovenije do leta 2030. Kljub temu pa se premalo pozornosti posveča pogojem, ki morajo biti za tak prehod izpolnjeni, predvsem (digitalni) pismenosti prebivalstva. Rezultati raziskave PIAAC 2016 so namreč pokazali, da je raven besedilnih, matematičnih in digitalnih spretnosti odraslih v Republiki Sloveniji zelo nizka. Odrasli v Republiki Sloveniji so se v raziskavi PIAAC 2016 primerjalno z drugimi državami OECD in Evropske unije odrezali daleč pod povprečjem razvitih držav sveta pri vseh treh spretnostih.

V Republiki Sloveniji je 40 % oziroma skoraj 500.000 odraslih v aktivni dobi v starosti od 16 do 65 let, slabo usposobljenih za reševanje problemov v tehnološko bogatih okoljih. Med temi odraslimi je več kot 70 % starejših od 45 let z nižjimi stopnjami izobrazbe, ki v zelo omejenem obsegu obvladujejo digitalne tehnologije, komunikacijska orodja in omrežja, zato imajo velike težave pri pridobivanju, razumevanju in uporabi podatkov in informacij. Slovenci v primerjavi z drugimi državami Evropske unije in OECD zelo malo časa namenjamo reševanju kompleksnih problemov v tehnološko bogatih okoljih (26. mesto).

Raziskava PISA je razkrila, da je bil tudi delež slovenskih 15-letnikov s podpovprečnimi dosežki pri bralni, matematični in naravoslovni pismenosti leta 2018 veliko večji kot v državah Evropske unije.

Podatkov o znanjih in spretnostih starejših odraslih od 65 let ni.

Raziskava PIAAC 2016 je poleg tega razkrila, da imajo zaposleni v Republiki Sloveniji slabše in manj vzpodbudne okoliščine za ohranjanje in razvoj spretnosti, kot je značilno za večino evropskih držav.

V Republiki Sloveniji je delež vključenosti odraslih v vseživljenjsko učenje med 25-64 letom od leta 2010 upadal. V letu 2020 je bil delež vključenosti odraslih med 25-64 letom v vseživljenjsko učenje za 48,8 % nižji kot je bil leta 2010. V obdobju 2008-2019 se je vključenost v vseživljenjsko učenje najbolj zmanjšala pri delovno aktivnih, še posebej v dejavnostih IKT. Prepočasen je bil tudi razvoj digitalnih spretnosti zaposlenih, pri katerih bi bilo znanje eden ključnih dejavnikov digitalne preobrazbe gospodarstva.

Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji predvideva vseživljenjsko učenje kot osrednji način za prilagoditev Republike Slovenije na razvojne in demografske izzive prihodnosti, vendar operativni načrt za udejanjanje Strategije vseživljenjskosti učenja v Sloveniji in izvedbeni načrt za uresničevanje Strategije dolgožive družbe še nista bila sprejeta.

Republika Slovenija v novem ciklu mednarodne raziskave PIAAC med leti 2018–2023 ne sodeluje, zato za obdobje načrtovane digitalne preobrazbe ne bo imela podatkov o stanju in trendih glede spretnosti odraslih v Republiki Sloveniji.

Priporočilo OECD Republiki Sloveniji iz diagnostičnega poročila za pripravo načrta strategije spretnosti iz leta 2017 glasi: »Če želi Republika Slovenija doseči ambicije, ki si jih je zastavila v strateških dokumentih, mora v središče svojih ukrepov umestiti razvoj spretnosti.«

Digitrajnost zahteva digipismenost. V Republiki Sloveniji je na podlagi ugotovitev raziskave PIAAC 2016 glede stanja (digitalne) pismenosti odraslih in glede na načrtovano digitalno preobrazbo Republike Slovenije treba nujno v okviru formalnega in neformalnega učenja intenzivno, sistematično in kontinuirano razvijati (digitalno) pismenost in spretnosti odraslih. (Digitalno) pismenost in spretnosti odraslih je treba poleg tega sistematično in kontinuirano spremljati, tudi v okviru raziskave PIAAC, ki omogoča poznavanje trenutnega stanja, spremljanje trendov, proučevanje in mednarodno primerjavo. Spremljanje in poznavanje področja namreč omogoča ustrezno nadaljnje načrtovanje in delovanje Vlade Republike Slovenije in ministrstev v smeri zelenega stanja.

Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji, Strategija dolgožive družbe in Digitalna Slovenija



2030–Krovnna strategija razvoja informacijske družbe do leta 2030 so sprejete, treba jih bo še uresničevati. Slovenska andragoška stroka je za izboljšanje ravnih (digitalnih) spretnosti odraslih izvedla že vrsto raziskav, v katerih je identificirala problematiko in možne rešitve, smiselno bi jih bilo upoštevati.

## VIRI IN LITERATURA

- [1] Anketa o izobraževanju odraslih. Dostopno na: <https://www.stat.si/statweb/News/Index/6786>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [2] BARKER, Michelle et al.: Digital skills for FAIR and open scienc: Report from the EOSC Executive Board Skills and Training Working Group. 2021, European Commission, Brussels. Dostopno na: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/229536/1/Barker\\_et\\_al\\_2021.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/229536/1/Barker_et_al_2021.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [3] DOLNIČAR, Vesna et al.: Digitalna pismenost in reševanje problemov v tehnološko bogatih okoljih: primer Slovenije, v: *Spretnosti odraslih*, Javrh, Petra (ur.), 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 165-179.
- [4] DOLNIČAR, Vesna, MRZEL, Maja: Digitalna pismenost in reševanje problemov v tehnološko bogatih okoljih, *Spretnosti odraslih: premislek o stanju in izzivih*, 2016, Andragoški center Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: [http://pro.acs.si/documents/ak2016/AK2016\\_Povzetki\\_predstavitev.pdf](http://pro.acs.si/documents/ak2016/AK2016_Povzetki_predstavitev.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [5] DROFENIK, Olga: Temeljne zmožnosti, v *Obrazi pismenosti: spoznanja o razvoju pismenosti odraslih*, Javrh, Petra (ur.), 2011, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 102–135.
- [6] Evropska komisija: Anketa o izobraževanju odraslih. Dostopno na: <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/en/chapters/chapter2.html#ch2-6>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [7] Evropska komisija: *Evropa 2020 – Strategija za pametno, trajnostno in vključujočo rast – COM(2010)2020*. Dostopno na: [https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1\\_SL\\_ACT\\_part1\\_v1.pdf](https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_SL_ACT_part1_v1.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [8] Evropska komisija: *Strategija za enotni digitalni trg za Evropo, COM/2015/0192 final*. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/si/TXT/?uri=celex:52015DC0192>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [9] Evropski parlament: *Digital Agenda for Europe – EDA*. Dostopno na: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/64/digital-agenda-for-europe>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [10] Evropsko računsko sodišče: *Ukrepi EU za obravnavanje nizke ravni digitalnih znanj in spretnosti, Pregled št. 02/2021, 2021, Evropsko računsko sodišče, Luksemburg*. Dostopno na: [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW21\\_02/RW\\_Digital\\_skills\\_SL.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW21_02/RW_Digital_skills_SL.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [11] FALLOON, Garry: *From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework*, v: *Educational technology research and development*, 2020, vol. 68, št. 5, Springer, New York, str. 2449–2472.
- [12] JAVRH, Petra (ur.): *Poročilo o raziskavi spretnosti odraslih PIAAC 2016. Metodologija, izvedba in kakovost raziskave*, 2016, Andragoški center, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.acs.si/digitalna-bralnica/porocilo-o-raziskavi-spretnosti-odraslih-piaac-2016-metodologija-izvedba-in-kakovost-raziskave/>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [13] JAVRH, Petra et al.: *Digitalna pismenost: opisniki temeljne zmožnosti*, 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-NKZ-PZO9Q>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [14] JAVRH, Petra et al.: *Digitalna pismenost: opisniki temeljne zmožnosti*, 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana.
- [15] JAVRH, Petra: *Razvitost spretnosti in karierni razvoj posameznika*, v: *Spretnosti odraslih*, Javrh, Petra (ur.), 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 89-102.
- [16] JAVRH, Petra: *Spretnosti odraslih – pomembna tema razvoja Slovenije*, v: *Spretnosti odraslih*, Javrh, Petra (ur.), 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 13–22.
- [17] JELENC, Zoran: *Razvoj in uveljavljanje sistema izobraževanja odraslih v Sloveniji: končno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno-raziskovalnega dela na področju aplikativnega raziskovanja*, 1996, Andragoški center Slovenije, Ljubljana.
- [18] JELENC, Zoran: *Strategija vseživljenjskosti učenja v politiki in praksi: poročilo o konferenci*, 2007, Andragoško društvo Slovenije, Ljubljana, 8 str.
- [19] JELENC, Zoran: *Vseživljenjskost učenja in izobraževanje odraslih*, 2016, Educa, Nova Gorica.
- [20] KURAN, Manuel: *Temeljne zmožnosti v Evropskem referenčnem okviru*, v: *Temeljne zmožnosti odraslih: priručnik za učitelje*, Javrh, Petra, Kuran, M. (ur.), 2012, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 40–61. Dostopno na: [http://arhiv.acs.si/publikacije/Temeljne\\_zmoznosti\\_odraslih.pdf](http://arhiv.acs.si/publikacije/Temeljne_zmoznosti_odraslih.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [21] Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo: *Slovenska industrijska politika 2014–2020*, 2013, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.gov.si/gone?src=http://www.mgrt.gov.si&url=http://mgrt.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mgrt.gov.si/pageuploads/DPK/SIP/SIP\\_uradno\\_130207.doc](https://www.gov.si/gone?src=http://www.mgrt.gov.si&url=http://mgrt.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mgrt.gov.si/pageuploads/DPK/SIP/SIP_uradno_130207.doc). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [22] Ministrstvo za javno upravo: *Digitalna Slovenija 2020 – Strategija razvoja informacijske družbe do leta 2020*, 2016, Ministrstvo za javno upravo, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MDP/DID/Strategija-razvoja-informacijske-druzbe-2020.pdf>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [23] Ministrstvo za javno upravo: *Pregled realizacije Digitalne Slovenije 2020*. Dostopno na: [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MJU/DID/DSI-2030\\_realizacija-DSI-2020\\_pregled.docx](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MJU/DID/DSI-2030_realizacija-DSI-2020_pregled.docx). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [24] Ministrstvo za šolstvo in šport: *Strategija vseživljenjskosti učenja v Sloveniji*, 2007, Ministrstvo za šolstvo in šport, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.acs.si/digitalna-bralnica/strategija-vsezivljenjskosti-ucenja/>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [25] MIRČEVA, Jasmina: *Slovenski model udeležbe odraslih v izobraževanju v kontekstu mednarodnih primerjav*, v: *Spretnosti odraslih*, Javrh, Petra (ur.), 2018, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 103-116.
- [26] MOŽINA, Estera et al.: *Nacionalna raziskava Pismenost odraslih in udeležba v izobraževanju: tehnično poročilo*, 1999, Andragoški center Republike Slovenije, Ljubljana.
- [27] MOŽINA, Estera: *Izobraževanje odraslih za pismenost*, v: *Temeljne zmožnosti odraslih: priručnik za učitelje*, Javrh, P. in M. Kuran, ur., Andragoški center Slovenije, 2012, str. 10–23.
- [28] MOŽINA, Estera: *Mejniki v razvoju področja pismenosti odraslih v Sloveniji*, v: *Obrazi pismenosti: spoznanja o razvoju pismenosti odraslih*, Javrh, P. (ur.), 2011, Andragoški center Slovenije, Ljubljana, str. 15–35.

- [29] OECD: Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills, 2019, OECD Publishing, Paris Cedex. Dostopno na: [https://www.oecd.org/skills/piaac/publications/Skills\\_Matter\\_Additional\\_Results\\_from\\_the\\_Survey\\_of\\_Adult\\_Skills\\_ENG.pdf](https://www.oecd.org/skills/piaac/publications/Skills_Matter_Additional_Results_from_the_Survey_of_Adult_Skills_ENG.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [30] OECD: Skills Strategy Diagnostic Report: Slovenia, 2017, OECD Publishing, Paris Cedex. Dostopno na: <https://www.oecd.org/ctp/oecd-skills-strategy-diagnostic-report-slovenia-2017-9789264287709-en.htm>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [31] OECD: Strategija spretnosti OECD, Povzetek zaključnega poročila o oceni stanja, Slovenija 2017, 2017, OECD Publishing, Paris Cedex. Dostopno na: <https://www.oecd.org/skills/nationalskillsstrategies/Skills-Strategy-Diagnostic-Report-Executive-Summary-Slovenia-Slovenian.pdf>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [32] Računsko sodišče Republike Slovenije, Revizijsko poročilo Vseživljenjsko učenje v Republiki Sloveniji s poudarkom na odraslih št. 320-3/2021/30 z dne 28. 11. 2022, 2022, Računsko sodišče Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.rs-rs.si/fileadmin/user\\_upload/Datoteke/Revizije/2022/Vsezivljenjsko-ucenje/Vsezivljenjsko\\_ucenje\\_RevizijskoP\\_P.pdf](https://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2022/Vsezivljenjsko-ucenje/Vsezivljenjsko_ucenje_RevizijskoP_P.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [33] Računsko sodišče Republike Slovenije: Revizijsko poročilo Bralna pismenost otrok v Republiki Sloveniji št. 320-1/2019/33 z dne 16.9.2020, 2020, Računsko sodišče Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.rs-rs.si/fileadmin/user\\_upload/Datoteke/Revizije/2020/Bralna-pismenost/Bralna\\_pismenost\\_RevizijskoP.pdf](https://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2020/Bralna-pismenost/Bralna_pismenost_RevizijskoP.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [34] Resolucija Generalne skupščine Organizacije združenih narodov, A/RES/70/1, 25. 9 2015.
- [35] Resolucija o raziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2011–2020, Uradni list RS, št. 43/2011.
- [36] Resolucija o znanstvenoraziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2030, Uradni list RS, št. 49/2022.
- [37] SCHOLLES, Laura, UNSWORTH, Len, MILLS, Kathy A: Literacy for Digital Futures: Mind, Body, Text (Edition 1), 2022, Taylor and Francis, New York.
- [38] Statistični urad Republike Slovenije, Zavod Republike Slovenije za zaposlovanje: Anкета o delovni sili, 2015, Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.adp.fdv.uni-lj.si/media/raziskave/pdf/study\\_pdf\\_ads\\_si.pdf](https://www.adp.fdv.uni-lj.si/media/raziskave/pdf/study_pdf_ads_si.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [39] Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj: Poročilo o razvoju 2021, 2022, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-razvoju/publikacija/news/porocilo-o-razvoju-2021/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=63819becd4dd1eb31fdd9b60cb1a8c8b](https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-razvoju/publikacija/news/porocilo-o-razvoju-2021/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=63819becd4dd1eb31fdd9b60cb1a8c8b). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [40] Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj: Poročilo o razvoju 2022, 2023, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-razvoju/publikacija/news/porocilo-o-razvoju-2022-1/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=a787b2f921c26711c3a21a4e7e33aa34](https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-razvoju/publikacija/news/porocilo-o-razvoju-2022-1/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=a787b2f921c26711c3a21a4e7e33aa34). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [41] Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj: Poročilo o produktivnosti 2021, 2022, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-produktivnosti/publikacija/news/porocilo-o-produktivnosti-2021/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=1f3ca4793e80e144f1bd22b6726496ef](https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-produktivnosti/publikacija/news/porocilo-o-produktivnosti-2021/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=1f3ca4793e80e144f1bd22b6726496ef). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [42] Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj: Poročilo o produktivnosti 2022, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-produktivnosti/publikacija/news/porocilo-o-produktivnosti-2022/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=e5481fad6f5e143af779b26c417ef87c](https://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo-o-produktivnosti/publikacija/news/porocilo-o-produktivnosti-2022/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=e5481fad6f5e143af779b26c417ef87c). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [43] Vlada Republike Slovenije: Digitalna Slovenija 2030-Krovnna strategija razvoja informacijske družbe do leta 2030, 2023, Vlada Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MDP/Dokumenti/Digitalna-Slovenija-2030.pdf>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [44] Vlada Republike Slovenije: Osnutek Strategije pametne specializacije S5, 2022, Vlada Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.gov.si/novice/2022-03-10-objavljen-je-dopolnjen-osnutek-slovenske-strategije-trajnostne-pametne-specializacije-s5/>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [45] Vlada Republike Slovenije: Slovenska strategija pametne specializacije S4, 2017, Vlada Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKRR/S4-Slovenska-strategija-pametne-specializacije/Slovenska-strategija-pametne-specializacije.pdf>. [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [46] Vlada Republike Slovenije: Strategija razvoja Slovenije 2030, 2017, Vlada Republike Slovenije, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija\\_razvoja\\_Slovenije\\_2030.pdf](https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija_razvoja_Slovenije_2030.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].
- [47] Vlada Republike Slovenije, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti: Strategija dolgožive družbe, 2017, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj, Ljubljana. Dostopno na: [https://www.umar.si/fileadmin/user\\_upload/publikacije/kratke\\_analize/Strategija\\_dolgozive\\_druzbe/UMAR\\_SDD.pdf](https://www.umar.si/fileadmin/user_upload/publikacije/kratke_analize/Strategija_dolgozive_druzbe/UMAR_SDD.pdf). [Obiskano: 17. 4. 2023].

**Aljanka Klajnšek** je diplomirala na Filozofski fakulteti in Pravni fakulteti v Ljubljani. Je magistra znanosti pravnih ved Pravne fakultete v Ljubljani in doktorandka Pravne fakultete v Mariboru. Zaposlena je na Računskem sodišču Republike Slovenije kot pomočnica vrhovne državne revizorke. Njeno ožje strokovno področje so revizije smotrnosti poslovanja, posebej revizije k ciljem in rezultatom usmerjenega proračuna, reforma proračunskega upravljanja v Sloveniji, strateško-razvojno načrtovanje in revizije trajnostnega razvoja, o čemer predava na mednarodnih in domačih konferencah ter objavlja znanstvene in strokovne prispevke.

# Iz Islovarja

Islovar je spletni terminološki slovar informatike, ki ga že več kot 20 let ureja jezikovna sekcija Slovenskega društva INFORMATIKA. Slovar je javno dostopen za vpogled in vnašanje novih izrazov. Slovar najdete na naslovu <http://www.islovar.org>.

**blók -a m** (*angl. block*) niz podatkov, ki se skupaj prenašajo in shranjujejo

**blók podátkov za prenòs -a -- -- -- m** (*angl. data transmission block, transmission block*) blok, ki se prenaša in poleg vsebinskega dela vsebuje tudi naslovni in kontrolni del

**digitálni sprejémnik -ega -a m** (*angl. set-top box, set-top unit, STB, STU, cablebox*) naprava za sprejem digitalnega televizijskega signala in pretvorbo digitalnega video in avdio signala v analogno obliko

**hkrátna lokalizácija in kartíranje -e -e -- -a ž** (*angl. simultaneous localization and mapping, SLAM*) metoda, ki jo roboti in avtonomna vozila uporabljajo za spremljanje svojega položaja in za oblikovanje zemljevida v neznanem okolju ali za posodobitev zemljevida v znanem okolju; prim. avtonomni agent, avtonomno vozilo

**IMSI lovílec -- -a m** (*angl. IMSI catcher, international mobile subscriber identity catcher*) naprava za prestrežanje podatkov o lokaciji, prometu in identiteti mobilnega naročnika, npr. za pritajeni nadzor

**instánca -e ž** (*angl. instance*) navidezni strežnik v infrastrukturi oblaka

**IP-blokáda -- -e ž** (*angl. IP address blocking, IP blocking, IP ban*) preprečevanje dostopa do IP-naslova ali naslovnega prostora

**krmílnik oddáljenega dostópa -a -- --** (*angl. baseboard management controller, remote access card, remote management card, BMC, RAC*) krmilnik, ki omogoča oddaljeni nadzor delovanja računalniškega sistema s senzorji in deluje neodvisno od operacijskega sistema

**mednárodna identitéta mobilnega naročnika -e -e -- -- ž** (*angl. international mobile subscriber identity, IMSI*) številka, ki se uporablja za identifikacijo uporabnikovega telefona v mobilnem omrežju; sin. IMSI; prim. začasna identiteta mobilnega naročnika

**veríga blókov -e -- ž** (*angl. blockchain, block chain*) nezaključeni seznam blokov, med seboj trajno povezanih s kriptografskimi tehnikami

**veríženje blókov -a -- s** (*angl. blockchain, block chain*) tehnologija za elektronsko beleženje transakcij na varen način, z uporabo digitalnega podpisa in kontrolne vsote

**záchasna identitéta mobilnega naročnika -e -e -ega -a ž** (*angl. temporary mobile subscriber identity, TMSI*) številka, ki se začasno dodeli mobilnemu naročniku z namenom, da se mu zagotovi zasebnost; prim. mednarodna identiteta mobilnega naročnika

# STE PRIPRAVLJENI NA KIBERNETSKE GROŽNJE?

V TELEKOMU SLOVENIJE POSKRIBIMO ZA NAJVIŠJO  
STOPNJO VARNOSTI V KIBERNETSKEM PROSTORU



Operativni center  
kibernetske varnosti

Obveščanje o  
kibernetskih grožnjah

Varen poslovni splet

Testi socialnega  
inženiringa

Varnostni pregledi in  
penetracijski testi

Varna poslovna  
mobilnost

POSLUJTE VARNO. POSLUJTE DIGITALNO.



TelekomSlovenije



# SOPHOS

Cybersecurity delivered.



## Sophos Managed Threat Response

DRUGI SE USTAVIJO SAMO PRI OBVESTILU O GROŽNJI.

**SOPHOS MTR STROKOVNJAKI  
GROŽNJO TUDI ODSTRANIJO - 24/7!**

Distributer: Sophos d.o.o., [www.sophos.si](http://www.sophos.si), [slovenija@sophos.si](mailto:slovenija@sophos.si), T: 07/39 35 600

**AKCIJA**

**ZA BRALCE REVIJE**

**ŽIVLJENJE IN TEHNIKA**

Prejmite sveže novice iz sveta računalništva vsakih 14 dni v vaš poštni nabiralnik!



Letna naročnina na revijo Računalniške novice (21 števil) skupaj z darilom za samo

**33,50 €**

IZBIRATE LAHKO MED:

Ključavnica Masterlock 8391  
(90 cm)



USB ključ Apacer 3.1  
128 GB



Kalkulator Casio  
DJ-120D Plus



**T: 01 620 88 00**

**M: [narocnine@stromboli.si](mailto:narocnine@stromboli.si)**



Fakulteta za  
informatijske študije  
Faculty of information studies

# ŠTUDIJ PRIHODNOSTI

## na Fakulteti za informacijske študije

### MAGISTRSKI ŠTUDIJ

- INFORMATIKA V SODOBNI DRUŽBI - povežite družboslovje z informatiko.
- RAČUNALNIŠTVO IN SPLETNE TEHNOLOGIJE - razvijte napredne programske rešitve.
- PODATKOVNE ZNANOSTI - odkrijte velike skrivnosti v velikih podatkih.
- KIBERNETSKA VARNOST - z najnovejšimi znanji proti kibernetским grožnjam.

### DOKTORSKI ŠTUDIJ

- INFORMACIJSKA DRUŽBA - ustvarite novo znanje s področja informacijske družbe.

Sodelujte na predavanjih  
in vajah tudi VIRTUALNO!



Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu (FIŠ)  
Ljubljanska cesta 31a, 8000 Novo mesto, 07 37 37 870, vpis@fis.unm.si

# Izpitni centri ECDL

**ECDL** (European Computer Driving License), ki ga v Sloveniji imenujemo evropsko računalniško spričevalo, je standardni program usposabljanja uporabnikov, ki da zaposlenim potrebno znanje za delo s standardnimi računalniškimi programi na informatiziranem delovnem mestu, delodajalcem pa pomeni dokazilo o usposobljenosti. V Evropi je za uvajanje, usposabljanje in nadzor izvajanja ECDL pooblaščen ustanova ECDL Foundation, v Sloveniji pa je kot član CEPIS (Council of European Professional Informatics) to pravico pridobilo Slovensko društvo INFORMATIKA. V državah Evropske unije so pri uvajanju ECDL močno angažirane srednje in visoke šole, aktivni pa so tudi različni vladni resorji. Posebno pomembno je, da velja spričevalo v 148 državah, ki so vključene v program ECDL. Doslej je bilo v svetu v program certificiranja ECDL vključenih že preko 16 milijonov oseb, ki so uspešno opravile preko 80 milijonov izpitov in pridobile ustrezne certificate. V Sloveniji je bilo doslej v program certificiranja ECDL vključenih več kot 18.000 oseb in opravljenih več kot 92.000 izpitov. V Sloveniji sta akreditirana dva izpitna centra ECDL, ki imata izpostave po vsej državi.







# Pregledni znanstveni prispevki

Žiga Lesar, Matija Marolt  
GRAFI V RAČUNALNIŠKI GRAFIKI

# Strokovni prispevki

Damjan Pjevič, Mojca Indihar Štemberger  
MOŽNE IZBOLJŠAVE SISTEMA VAVČERJEV ZA DIGITALIZACIJO MALIH  
IN SREDNJE VELIKIH SLOVENSКИH PODJETIJ

Luka Hrgarek, Marko Hölbl, Tatjana Welzer, Lili Nemeč Zlatolas  
UPORABNIŠKI IN PEDAGOŠKI VIDIKI UPORABE OZNAČEVALNIH JEZIKOV

# Prispevki iz konference Dnevi slovenske informatike

Aljanka Klajnšek  
DIGITRAJNOST ZAHTEVA DIGIPISMENOST

# Informacije

IZ ISLOVARJA

ISSN 1318-1882



9 771318 188001