

# Dunaújváros

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2018. VI. évfolyam X. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

**NAGY BÁLINT**

Hopf bifurcation in a circadian  
rhythm model



**HORVÁTH MIKLÓS–KADOCSA**

**LÁSZLÓ–LUDIK PÉTER–**

**VÁRALJAI MARIANN**

Hatékony tanulási környezet ki-  
alakításának innovatív megol-  
dása a Dunaújvárosi Egyetemen



**HORVÁTHNÉ LÁZÁR GABRIELLA**

A fenntarthatóság pedagógiája

2. rész



# Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2018. VI. évfolyam X. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

MEGJELENIK ÉVENTE 12 ALKALOMMAL

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

András István, Ágoston György, Balázs László, Nagy Bálint, Németh István,  
Rajcsányi-Molnár Mónika, Szabó Csilla Marianna.

Felelős szerkesztő Németh István  
Tördelés Duma Attila

Szerkesztőség és a kiadó címe 2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/a.

Kiadja DUE Press, a Dunaújvárosi Egyetem kiadója  
Felelős kiadó Dr. habil András István, rektor



A lap megjelenését támogatta a Nemzeti Kulturális alap

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0051

„Tudományos eredmények elismerése és disszeminációja  
a Dunaújvárosi Főiskolán”.

<http://dunakavics.uniduna.hu/>

ISSN 2064-5007

## Tartalom

NAGY BÁLINT

*Hopf bifurcation in a circadian rhythm model*

5

HORVÁTH MIKLÓS-KADOCSA LÁSZLÓ-LUDIK PÉTER-VÁRALJAI MARIANN

*Hatékony tanulási környezet kialakításának innovatív megoldása  
a Dunaiújvárosi Egyetemen*

11

HORVÁTHNÉ LÁZÁR GABRIELLA

*A fenntarthatóság pedagógiája 2. rész*

23

*Galéria*

(Sóti István fotói)

37



# *Hopf bifurcation in a circadian rhythm model*

**Abstract:** In this work the Hopf bifurcation in a biological model describing the circadian rhythm of *Drosophila Melanogaster* is studied. The value of the bifurcation parameter is found numerically using AUTO and XPPAUT.  
**Keywords:** Ordinary differential equation, Bifurcation, Hopf-bifurcation.

**Összefoglalás:** Jelen dolgozatban a *Drosophila Melanogaster* napi ciklusát leíró differenciálegyenletben megjelenő Hopf-bifurkációt vizsgáljuk. A bifurkációs paraméter értékét az AUTO és XPPAUT programok segítségével numerikusan határozzuk meg.

**Kulcsszavak:** Közönséges differenciálegyenlet, Bifurkáció, Hopf-bifurkáció.

## Introduction

Investigating ordinary differential equations is an elementary problem in natural sciences. Ordinary differential equations often involve a number of parameters, which determine the qualitative properties. Symbolic solutions rarely can be found if the equations are nonlinear.

In this article a method (parametric representation method, PRM, [1]) and a computer program (AUTO [3, 4] XPPAUT [5, 6]) studying the qualitative changes of a differential equation is applied investigating a problem of mathematical biology.

\* *Dunaiújvárosi Egyetem,*  
*Informatikai Intézet*  
E-mail: nagy.balint@uniduna.hu

[1] Simon, P. L.–Farkas, H.–Wittmann, M. (1999): Constructing global bifurcation diagrams by the parametric representation method. *J. Comp. Appl. Math.* 108. Pp. 157–176.

[3] Doedel, E. J.–Champneys, A. R. T.–Fairgrieve, F.–Kuznetsov, Y. A.–Sandstede B.–Wang, X.-J. (1997): *AUTO97: Continuation And Bifurcation Software For Ordinary Differential Equations (with HomCont).*

[Alternate URL: AUTO97: Continuation And Bifurcation Software For Ordinary Differential Equations (with HomCont).] <http://cmvl.cs.concordia.ca/publications.html>

[4] AUTO homepage: <http://indy.cs.concordia.ca/auto/> (2012. 11. 29.)

[1] Simon, P. L.–Farkas, H.–Wittmann, M. (1999): Constructing global bifurcation diagrams by the parametric representation method. *J. Comp. Appl. Math.* 108. Pp. 157–176.

[2] Simon, P. L.–Hild, E.–Farkas, H. (2001): Relationships between the discriminant curve and other bifurcation diagrams. *J. Math. Chem.* 29. Pp. 245–265.

[5] Ermentrout, B. (2002): *Simulating, Analyzing, and Animating Dynamical Systems: A Guide to XPPAUT for Researchers and Students.*

[6] XPPAUT homepage: <http://www.math.pitt.edu/~bard/xpp/xpp.html> (2012. 11. 29.)

[7] Hopf, E.: *Abzweigung einer periodischen Lösung von einer stationären Lösung eines Differentialsystems, Berichten der Mathematisch-Physischen Klasse der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig.* XCIV. Band Sitzung vom 19. Januar 1942.

[8] Kuznetsov, Y. A.: (2004): *Elements of Applied Bifurcation Theory.* New York: Springer Verlag.

[9] Guckenheimer, J. (1997): Myers, M. and Sturmfels, B.: *Computing Hopf Bifurcations I.* *SIAM J. Num. Anal.* 34. Pp. 1–21.

[10] Guckenheimer, J.–Myers, M. (1996): *Computing Hopf Bifurcations II,*

## Hopf bifurcation

In this section we give the definition of the Hopf bifurcation [7, 8] in one of most simple forms using [9, 10].

Let  $\dot{x} = f(x, \mu)$ ,  $f: \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^k \rightarrow \mathbb{R}^n$  be a smooth  $n$ -dimensional vector field depending upon  $k$  parameters with the property that  $(x_0, \mu_0)$  is an equilibrium point at which the Jacobian matrix  $D_x f$  has no zero eigenvalues and a single, simple pair of pure imaginary eigenvalues  $\lambda, \bar{\lambda}$ . Assume further that  $\lambda, \bar{\lambda}$  cross the imaginary axis transversally as the parameters  $\mu$  are varied. Then there is a smooth submanifold  $P$  of dimension  $k+1$  containing  $(x_0, \mu_0)$  that is a union of periodic orbits and equilibrium points of  $f$ . We are interested in the symbolical and numerical detection of Hopf bifurcation points. First the PRM method investigating the symbolical case is studied. These theorems are stated and proved in a more general form in [1, 2].

Let us consider the equation  $\dot{X}(t) = H(X(t), u)$  where  $H: \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^n$  is a differentiable function,  $X \in \mathbb{R}^n$ ,  $X(t)$  is the vector of state variables at time  $t$  and  $u \in \mathbb{R}^2$  is the vector of parameters. Int he suppose that the system of equations  $H(X, u) = 0$  giving the stationary points can be reduced to a single equation and two control parameters,  $u_1$  and  $u_2$  involved linearly 2nt he right-hand side of the reduced equation. Now we can write the reduced equation into the form

$$h(x, u_1, u_2) = h_0(x) + h_1(x)u_1 + h_2(x)u_2 = 0 \quad (1)$$

where prime denotes differentiation with respect to  $x$ . We introduce the singularity (or saddle-node bifurcation) set

$$S = \{(u_1, u_2) \in \mathbb{R}^2: \text{exists } x \in \mathbb{R}, h(x, u_1, u_2) = h'(x, u_1, u_2) = 0\},$$

which can be given by the PRM as a curve parameterized by  $x$ . Hence  $S$  can easily be constructed and the solutions belonging to a given parameter pair can be determined by a simple geometric algorithm. 2nt he solve equations  $h(x, u_1, u_2) = 0$  and  $h'(x, u_1, u_2) = 0$  for  $(u_1, u_2)$ . This solution is the parametric form of the  $D$ -curve.

Using this curve we can determine the number and the value of the solutions  $x$  of (1), because the following lemmas hold [2].

*Lemma 1* (Tangential Property). The number  $x \in \mathbb{R}$  is a solution of Eq. (1) for the parameter values  $u_1$  and  $u_2$  if and only if a tangent line can be drawn from the point  $(u_1, u_2)$  to the  $D$ -curve at the point  $D(x)$ .

*Lemma 2* (Convexity Property). The  $D$ -curve consists of convex arcs that join with a common tangent or asymptote.

The convexity of the separate arcs means that they lie on one side of the tangent line belonging to any point of the arc. The  $D$ -curve can be plotted in the plane of  $(u_1, u_2)$ .

Let  $(u_1^*, u_2^*)$  be a parameter pair that is moved in the parameter plane.

If  $(u_1^*, u_2^*)$  crosses the  $D$ -curve, the number of stationary points of (1) changes by two.

*Lemma 3.* Let  $J$  be the Jacobian of  $\dot{X}(t) = H(X(t), u)$ , where  $H: \mathbb{R}^2 \times \mathbb{R}^k \rightarrow \mathbb{R}^2$  is a differentiable function,  $X \in \mathbb{R}^2$ ,  $X(i)$  is the vector of state variables at time  $t$  and  $u \in \mathbb{R}^k$  is the vector of parameters. Let  $g = \text{Tr } J$  denote the trace of  $J$ . If  $J$  has two pure imaginary eigenvalues, then  $g=0$ .

*Lemma 4.* Let  $J$  be the Jacobian of  $\dot{X}(t) = H(X(t), u)$ , where  $H: \mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^k \rightarrow \mathbb{R}^3$  is a differentiable function,  $X \in \mathbb{R}^3$ ,  $X(i)$  is the vector of state variables at time  $t$  and  $u \in \mathbb{R}^k$  is the vector of parameters.  $\text{Det } J$  and  $\text{Tr } J$  denote the trace and the determinant of  $J$ , and  $J_{11}, J_{22}, J_{33}$  are the corresponding minors of  $J$ . We introduce a new notation  $g = \text{Tr } J(J_{11} + J_{22} + J_{33}) - \text{Det } J$ . If  $J$  has two pure imaginary eigenvalues, then  $g=0$ .

*Lemma 5.* Let  $J$  be the Jacobian of  $\dot{X}(t) = H(X(t), u)$ , where  $H: \mathbb{R}^4 \times \mathbb{R}^k \rightarrow \mathbb{R}^4$  is a differentiable function,  $X \in \mathbb{R}^4$ ,  $X(i)$  is the vector of state variables at time  $t$  and  $u \in \mathbb{R}^k$  is the vector of parameters. Let  $P(\cdot)$  denote the characteristic polynomial of  $J$ ,  $P(\lambda) = c_0 + c_1 \lambda + c_2 \lambda^2 + c_3 \lambda^3 + \lambda^4$  and let  $g = c_0 c_3^2 - c_1 c_2 c_3 + c_1^2$ . The matrix  $J$  has two pure imaginary eigenvalues if and only if  $g=0$  and  $c_1 c_3 > 0$ .

Using Lemma 3–5 we can investigate the stability of the stationary points by  $g$ .

*AUTO – a bifurcation tool.* AUTO is a popular, publicly available software for continuation and bifurcation problems in ordinary differential equations originally

[2] Simon, P. L.–Hild, E.–Farkas, H. (2001): Relationships between the discriminant curve and other bifurcation diagrams. *J. Math. Chem.* 29. Pp. 245–265.

[3] Doedel, E. J.–Champneys, A. R. T.–Fairgrieve, F.–Kuznetsov, Y. A.–Sandstede B.–Wang, X.-J. (1997): *AUTO97: Continuation And Bifurcation Software For Ordinary Differential Equations (with HomCont)*.

[Alternate URL: AUTO97: Continuation And Bifurcation Software For Ordinary Differential Equations (with HomCont).] <http://cmvl.cs.concordia.ca/publications.html>

[6] XPPAUT homepage: <http://www.math.pitt.edu/~bard/xpp/xpp.html> (2012. 11. 29.)

[11] Tyson, J. J.–Hong, C. I.–Thron C. D.–Novak, B. (1999): A simple model of circadian rhythms based on dimerization and proteolysis of PER and TIM. *Biophys. J.* 77. Pp. 2411–2417.

[12] Nagy, B. (2008): Comparison of the bifurcation curves of a two-variable and a three-variable circadian rhythm model. *Appl. Math. Mod.* Pp. 1587–1598.

written in 1980 and widely used in the dynamical systems community. AUTO can do a limited bifurcation analysis of systems of ordinary differential equations of the form  $u'(t)=f(u(t),p)$ . Here  $p$  denotes one or more free parameters [3].

To use AUTO some knowledge in FORTRAN is necessary. If the user is not familiar with FORTRAN a nice program named XPPAUT (X-Windows Phase Plane plus AUTO) [6] can be applied. XPPAUT is a tool not only for solving and analyzing ordinary differential equations but for delay equations and functional equations as well. (XPP has been successfully compiled on a number of systems, for example a PC using Linux. (It also runs under Win95/NT/98 if you have an X-Server.) In this work Ubuntu Linux was used. An animation package is available that allows the user to create animated versions of simulations. It is possible to automatically generate "movies" of three-dimensional views of attractors or parametric changes in the attractor as some parameters vary. Fortunately AUTO is built in XPPAUT, and it has a nice, friendly interface as well. XPPAUT has a useful online documentation.

## Investigating bifurcations with XPPAUT

In this section we introduce how to investigate the Hopf bifurcation of an ODE using XPPAUT. First an `.ode` file is constructed to study the Drosophila biological clock introduced in [11]. The system is as follows:

$$M = \frac{v_m}{1 + (P_2 / P_c)^2} - k_m M$$

$$P_1 = v_p M - \frac{k_1 P_1}{J_p + P_1 + r P_2} - k_3 P_1 - 2k_a P_1^2 + 2k_d P_2$$

$$P_2 = k_a P_1^2 - (k_d + k_3) P_2 - \frac{k_2 P_2}{J_p + P_1 + r P_2}$$

This system is nonlinear, hence finding symbolic solution is hardly possible, that's why we use numerical methods by XPPAUT. (Although a lot of information can be found about the behavior of the system [12].)



The first line of the `.ode` file includes the name of the model in a comment line starting with a `#`.

```
# Drosophila Tyson-Hong-Novak
```

nt he next three lines the ODE is given. Here  $x'$  denotes the derivative of  $x(t)$  with respect to  $t$ .

```
M' = num/(1+(P2/pc)^2) - km*M
```

```
P1' = nup*M-k1*P1/(jp+P1+r*P2)-k3*P1-2*ka*P1^2+2*kd*P2
```

```
P2' = ka*P1^2-kd*P2-k2*P2/(jp+P1+r*P2)-k3*P2
```

The parameters are set to the values suggested by Tyson *et al.* [11] in a line starting with „p” or „param”. (In this line we mustn’t use a space next to the „=”.)

```
param k1=1, k2=0.03, k3=0.1, km=0.1, num=1, pc=0.01,
jp=0.05, ka=200, kd=1, r=2, nup=1
```

Initial conditions are given.

```
M(0) = 0.1341778
```

```
P2(0) = 0.08574842
```

```
P1(0) = 0.02289641
```

This system is stiff, so nt he the method.

```
@ METHOD=stiff
```

The last line of the file is „d” or „done”

```
done
```

After starting XPPAUT we determine the equilibrium point of the system with the parameter values nt he `.ode` file hitting I (Initial conditions) G (Go) and I (Initial conditions) L (Last) a few times, because AUTO should start from a known solution, usually a stable stationary point or a stable periodic orbit. If we start AUTO next to a stationary point no bifurcations can be found. In this model a stationary point exists with the above settings, as the graph suggests or can be seen nt he Data viewer. After finding this equilibrium, we can start AUTO by the buttons F (File) and then A (Auto).

The default settings give us the first parameter of the `.ode` file as the bifurcation parameter. Now we may change these settings 4nt he Parameters menu. We would like to investigate bifurcation varying  $k_1$ , so we don’t change this setting. Clicking Axes and Hi-lo AUTO is told to plot of the minima and maxima of one of the coordinates ( $M$ ) of the solution depending on one of the parameters, here  $k_1$ .

[11] Tyson, J. J.–Hong, C. I.–Thron C. D.–Novak, B. (1999): A simple model of circadian rhythms based on dimerization and proteolysis of PER and TIM. *Biophys. J.* 77. Pp. 2411–2417.

[12] Nagy, B. (2008): Comparison of the bifurcation curves of a two-variable and a three-variable circadian rhythm model. *Appl. Math. Mod.* Pp. 1587–1598.

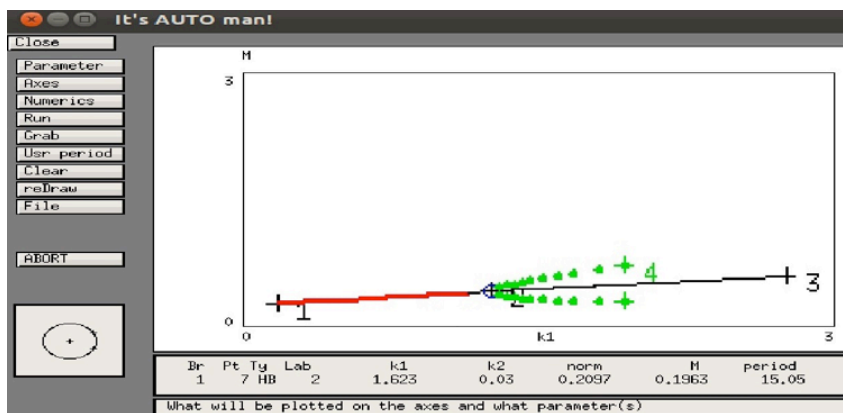
## Results

In one of our earlier work Hopf bifurcation is found if  $k1 \in [1.5, 1.7]$ . In what follows we give this bifurcation numerically. Hence the  $k1$  axis is set to  $X_{min}=0$  and  $X_{max}=3$ .

Hitting N (Numerics) the computation can be set.  $Par_{max}$  is the maximum value of the parameter,  $Ds$  is a suggested value for the stepsize, because AUTO automatically find the stepsize between  $Ds_{min}$  and  $Ds_{max}$ .

Clicking Run and Steady states starts the computation. Two kinds of output are given. The points of the bifurcation diagram is plotted in the  $k1$ - $M$  parameter-variable coordinate system (*Figure 1.*) and some information about the computed point is listed below the graph. The third column is TY, this is the type of the bifurcation point, here HB means, that point label (LAB) 2 is a Hopf bifurcation point with parameter  $k1 \approx 1.623$ .

*Figure 1. The bifurcation curve of the Tyson circadian rhythm model in the  $k1$ - $M$  plane.*



## Summary

In this work a biological model is investigated from the bifurcation point of view. A numerical computational tool is applied to compute the Hopf bifurcation point of the model. The results strengthen our statements in a previous article [12].

# *Hatékony tanulási környezet kialakításának innovatív megoldása a Dunaújvárosi Egyetemen*

**Összefoglalás:** A 21. század második dekádjában az azonnali kommunikáció korában, túl számos ipari, információs és kommunikációs forradalmon, olyan oktatási rendszer és -környezet kialakítása szükséges, amely képes a technológiai változásokkal lépést tartani és a tanulási-tanítási folyamat korszerűsítésével kiszolgálni az oktatás iránti növekvő keresletet. A digitális oktatási stratégia megvalósításában jelentős szerepet kapnak a 3D-s megjelenítést biztosító platformok. A Dunaújvárosi Egyetemen az addigi online kurzusok a MaxWhere platform alkalmazásával kerültek 3D-s térbe. A Pilot Projekt keretében több tantárgy, így például a Szakmódszertan I. és Multimédia I. tananyagok továbbfejlesztése, továbbá a munkakörnyezet kialakítása és a tanulásszervezés korszerűsítése történt meg a VR által kínált lehetőségek megragadásával. **Kulcsszavak:** Innováció, 3D-s tanulási tér, virtuális tanulási környezet, digitális kompetencia, kognitív entitás.

**Abstract:** In the second decade of the 21st century, in the era of instant communication, and after a couple of industrial, information and communication revolution, it is necessary to develop a kind of education system and the learning environment that is able to keep up with technological change and to serve the growing demand for education with the modernization of teaching and learning processes 3D visualization insurance platforms have a significant role in the implementation of the digital education strategy. In case of the University of Dunaújváros, online courses have been adapted into the 3D environment by using the MaxWhere platform. The development of several subjects, such as the Vocational Methodology I. and Multimedia I curricula proceed in this Pilot Project, as well as the development of the working environment and the learning organization by taking advantages of possibilities offered by VR.

**Keywords:** Innovation, 3D learning environment, Virtual Learning Environment, Digital Competence, Cognitive Entity.

\* *Dunaújvárosi Egyetem,  
Műszaki Intézet*

Email: horvath.miklos@  
uniduna.hu

\*\* *Dunaújvárosi Egyetem,  
Tanárképző Intézet*

Email: kadocsa@uniduna.hu

\*\*\* *Dunaújvárosi Egyetem,  
Társadalomtudományi Intézet*

Email: ludik.peter@uniduna.  
hu

\*\*\*\* *Dunaújvárosi Egyetem,  
Informatikai Intézet*

Email: varaljai@uniduna.hu

## Az oktatási környezet

Az oktatás intézményesített formája az információ-, ismeretátadásnak; főbb jellemzői a nagy mennyiség, mind az átadásra szánt információ, mind a befogadói oldal populációját tekintve. Időbeli vetülete centralizáltan a rendszeresség, longitudinálisan az élet hosszízig tartó jellemző. Az oktatási folyamat magában foglalja a tanítás és a tanulás tevékenységét, előbbiben a tanár/ oktató, utóbbiban a tanuló aktív. Akár a tanítás, akár a tanulás folyamatát tekintjük, az oktatás környezete jelentősen meghatározza az oktatás sikerességét.

A 21. század második dekádjában az azonnali kommunikáció korában, túl számos ipari, információs és kommunikációs forradalmon, olyan oktatási rendszer és környezet kialakítása szükséges, amely egyszerre tudja kiszolgálni az oktatás iránti növekvő keresletet, a technológiai változásokkal való lépéstartás és a tanulási-tanítási folyamat korszerűsítésének igényét.

### „IPAR 4.0”, A „NEGYEDIK IPARI FORRADALOM”

Az ipar aspektusából nézve társadalmunk, az információs társadalom, jelenleg a negyedik ipari forradalom szemtanúja és bár közvetlenül a gyártás, termelés áll a középpontjában, azonban az egyén szintjén is erőteljesen érzékelhető annak társadalmi vetülete, jelentős kihatással van a mindennapi életre.

Mindezt négy ipari forradalmat élt meg társadalmunk, jelentős mérföldköveket hagyva maga mögött és egyes források szerint már az ötödik ipari forradalom is megérkezett. Az ipari forradalmak során a technológiai fejlődés dinamikusan gyorsuló üteme és a komplexitás mértékének növekedése figyelhető meg.

Az 1700-as évek vége felé Angliában zajló első ipari forradalom a gépesítés jegyében zajlott, a gőz és a víz erejének hasznosításával. Átütő jelentősége abban az átállásban rejlett, amely során a hagyományos emberi és állati erőforrásoktól és az elsődleges energiaforrásoktól tömegesen tértek át a fosszilis tüzelőanyagok használatára és a mechanikai erőforrásra. A második ipari forradalom a 19. század végén, 20. század elején az elektromosság szolgálatba állításával a munka megosztása és a tömeggyártás elterjedésével járt.

A harmadik ipari forradalom a 20. század derekán az automatizálás jegyében zajlott, az elektronika, az internet, IT és a digitális rendszerek fejlődésével lehetővé vált a műveletek automatizálása, az információ generálásának, feldolgozásának és megosztásának másfajta, a korábbinál gyorsabb, hatékonyabb módja. Mindezeket követi a napjainkban zajló negyedik ipari forradalom, amely a hálózatosodás és digitalizáció terjedésével a kiber-fizikai rendszerek megjelenésével és gyors ütemű elterjedésével jár. A beágyazott rendszerek hálózatba kapcsolása révén létrejött kiber-fizikai rendszerek olyan újszerű ipari gyártóberendezések, amelyek öntanuló módon folyamatosan képesek alkalmazkodni a változó gyártási körülményekhez.

A gyártási módszerek alapvető megváltozását, az információs technológia és az automatizálás egyre szorosabb összefonódását, hálózatokba szerveződését előidéző időszak neve. A termelési feladatokat a humán erőforrástól egyre inkább átvevő gépek működéséhez több tényező is szükséges. Ahhoz, hogy a gépek át tudják venni a komplexebb folyamatok irányítását (gyártósoron dolgozó robotok), meg kell őket tanítani emberi közreműködés nélkül kommunikálni egymással (M2M technológia-Machine to Machine). Az autópárhuzamban (V2V technológia-Vehicle to Vehicle) az önmagukat irányító autók „beszélgetnek” egymással, a forgalomirányító lámpákkal, útjelzésekkel. További tényező a mesterséges intelligencia (AI-Artificial Intelligence), amely a gépek logikus gondolkodásra való képessége. Szükséges továbbá a dolgok közötti (IoT-Internet of things) információs csatorna megléte és a Big Data, a már „kezelhetetlen” méretű adathalmaz, amelyet az információs társadalom szereplői állítottak elő. Végül a felhő alapú adattárolás, amely szerint az adatokat nem helyi adathordozón, hanem egy szolgáltató eszközein, ún. „felhőben” tárolják.

A negyedik ipari forradalom hatásai sokrétűek. A gyors ütemben fejlődő technológia egyrészt javítja a fogyasztó társadalom kiszolgálását, segítségével a különböző eszközök élettartama és fenntarthatósága, teljesítménye növekszik, képességük digitálisan bővíthetővé válik, globális platformok jönnek létre, amelyek új szervezeti, üzleti, és egyéb modellek kialakítását, vagy a meglévők újra gondolatát vonják maguk után.

A negyedik ipari forradalom korszakában az emberi tevékenység zöme más dimenzióba kerül át, a termelési feladatokról a digitális kompetenciákat igénylő tervezői, irányítói, ellenőrző, szolgáltató funkciókra. Várhatóan mindezek a folyamatok nem a munkanélküliséghez vezetnek (korábban ezt jósolták), hanem az átalakuló, többnyire digitális kompetenciákat igénylő munkakörökben hasznosulnak.

#### A VÁLTOZÁS TÁRSADALMI VETÜLETE

A technológia fejlődése maga után vonja a munkaerőpiac átalakulását, folyamatosan változik a mindenkorra munkaerővel szemben elvárt kompetenciahalmaz is a felmerülő igényeknek megfelelően. Megfigyelések alapján prognosztizálható például, hogy öt éven belül a munkaerőpiacon fontosnak tartott készségek közel egy harmada megváltozik. A negyedik ipari forradalom meghozta a robotikát, mesterséges intelligenciát, gépi tanulást, biotechnológiát, stb. Ezek a fejlesztések, vívmányok az élet minden terén megváltoztatják azt a módot, ahogy az emberek élnek és dolgoznak. Munkahelyek és munkakörök, feladatkörök tűnnek el, ugyanakkor napjainkban még nem léteznek jönnek létre. A társadalom részéről munkavégzés szempontjából kiemelkedően fontos a technológiai fejlődéssel való lépéstartás, különösen az, hogy az egyéni szintjén a készségeket, képességeket rugalmasan hozzá tudják igazítani a gyorsan változó igényekhez. A leendő munkavállalóknak kreatívabbnak kell lenniük, mint a korábbi generációk munkavállalói, hogy alkalmazkodni tudjanak az új technológiához. A leendő munkavállalók nagy többsége a jelenlegi felsőoktatás hallgatói társadalmából kerülnek ki a tanulmányaik végeztével.

[1] Baranyi, P.–Csapó, Á.–Sallai, G. (2015): *Cognitive Infocommunications* (CogInfo-Com). USA: Springer.

Napjainkban, a felsőoktatás eltömegesedése korában a demográfiai olló szélesre nyílása figyelhető meg, a középiskolából frissen érettségizett 18 évesektől az eddig lehetőségeiket kereső huszon- és harmincéveseken át a munka és család mellett ön- és/vagy továbbképzési igényekkel megjelenő 40–50-esekig (sőt még a fölött is) képviselteti magát a felsőoktatásban. Azonban kijelenthető, hogy a jelentősebb hallgatói létszám mostanra immár a Z-generáció tagjainak köszönhető, akik a terminológiának megfelelően az 1996-tól napjainkig születetteket foglalja magába.

Számukra egyértelmű az internet jelenléte az élet minden terén, hiszen abban a korban születtek, amikor már léteztek a web2-s technológiák, a 3D-s videojátékok, az „okos” eszközök. Az őket körülvevő környezet és a környezettel való interakciók formája és gyakorisága miatt a mai diákok másképpen gondolkodnak és tanulnak, mint elődjek. Jellemző rájuk a gyors információszerzés, igazi ingerfalók, immunisak a szürkébbre, a hagyományos oktatási technológiákra. Sokcsatornás figyelemmegosztás (multi tasking) jellemző rájuk, a 3D-s video- és a képformátumokat részesítik előnyben a verbális kommunikációval szemben. A frontális, merev oktatás helyett olyan órákat igényelnek, amelyek az együttműködést, az információk megosztását, megbeszélését teszik szükségessé.

Amennyiben a jelenlegi felsőoktatás hallgatóira a kognitív infokommunikáció tudományterület szemszögéből tekintünk, ők képezik a CE generáció oszlopos tagjait, akik az információs-kommunikációs technológia korában, annak hatása alatt nőttek fel, ismerik az IKT-t és kognícióikkal képesek az IKT-val való együttes működésre. [1]

Megemlítendő, hogy a sorsszerű technológiai fejlődés nemcsak azokra van hatással, akik beleszülettek, hanem az egész társadalomra korra tekintet nélkül, hiszen a fejlődés társadalmi változásokat eredményez. Ha nem a demográfiai különbségeket tekintjük csoportképzőnek, hanem az eszköz alapú csoportosítást, akkor létezik egy úgynevezett C generáció, amelynek bárki a tagja valódi életkorától függetlenül, ha rendszeresen több IKT eszközön keresztül tartja a kapcsolatot a külvilággal: okostelefon, számítógép, táblagép, I-Pad, stb.

Már a 2016-os Davosi Világgazdasági Fórumon is megfogalmazódott, hogy a mai tanulók fele olyan munkakörökben fog dolgozni, amelyek még nem is léteznek. Várhatóak lesznek a munkaerőpiac gyors átrendeződését igénylő, ún. „disruptív technológiák” megjelenése, amely a piacokat, életünket „felforgató”, átrendező/átalakító digitális technológiák. Ilyenek pl: a 3D-s technológiák a vizuális kommunikációban és a gyártástechnológiában egyaránt.

Az EU-s és OFCD dokumentumok hangsúlyozzák, hogy a kulcskompetenciák, a képességek fejlesztése felértékelődött. Előtérbe kell kerülni ezeknek, pl. tanulás megtanulása, digitális kompetenciák, kommunikációs képesség (anyanyelvi és idegennyelvi) alkalmazkodó képesség, kreativitás, kritikai érzék fejlesztése. A digitális kompetenciák megléte alapvető feltétele a munkaerőpiacon való sikeres elhelyezkedésnek.

### A DIGITÁLIS OKTATÁSI STRATÉGIA (DOS) CÉLKITŰZÉSEI

Mind inkább közelítve az iskolából kikerülő leendő munkaerő kínálatot a változó munkaerőpiaci kereslethez a magyarországi oktatási rendszerben 2016-ban elfogadásra került a digitális oktatási stratégia (továbbiakban DOS), amely 3–5 éven belül az oktatási rendszerek radikális átrendeződését tűzi ki célul. A digitalizáció, a dolgok internete, a műveletek automatizálása következtében az eltűnőben lévő megszo- kott szakmák helyett olyan munkahelyek jönnek létre, amelyeknél túlnyomó részben olyan kompetenci- ák (pl. digitális kompetencia) kerülnek előtérbe, amelyek alkalmassá teszik a munkavállalót a hatékony munkavégzésre a dinamikusan fejlődő munkakörülmények között, növelve az egyén versenyképességét. A DOS nem a hagyományos oktatás digitális eszközökkel támogatott változata, hanem szemléletmódjá- ban, módszertanában, követelményrendszerében is új, a digitális kor kihívásaira reflektáló nyitott tanulási környezet. A digitális oktatás magyarországi helyzetét vizsgálva a DOS olyan lehetséges fejlődési irányokat fogalmaz meg, amelyek segítségével oktatói oldalról a digitális készségfejlesztő-képesség javítható.

Ide sorolható az intézmény eszközparkjának fejlesztése, az oktatás során használt eszközök, alkalmazá- sok, technológiák korszerűsítése és ezen eszközök használatának alapvető készségszintű elsajátítása tanu- lói oldalról, aktív alkalmazásuk tanári oldalról, a robotika és mobil/webes fejlesztés megismertetése minél fiatalabb életkorban.

- A közoktatás ennek segítségével lehetővé teszi, hogy a diákok képesek legyenek a multimédiás technoló- giájú információk keresésére, értékelésére, tárolására, létrehozására, bemutatására és átadására, valamint online hálózatokban való részvételre, a szaktantermek pedig alkalmasak a 3D megjelenítésre.
- A szakképzés biztosítja, hogy a végzettek rendelkeznek a munkaerőpiac által elvárt, valamint a tovább- tanuláshoz szükséges általános és szakmai digitális kompetenciákkal. A tantermek pedig rendelkeznek a szakmák elméleti és gyakorlati oktatásához szükséges hardver és szoftver állománnyal.
- A DOS eredményeként a felsőoktatásban olyan egységes online digitális környezet alakul ki, amely egyénre szabott tanulási lehetőségeket kínál, korra, nemre, érdeklődésre és egyéni élthelyetekre szabot- tan, s az egész oktatási folyamatot intenzív személyes és online konzultáció jellemzi.
- A felnőttképzés célját akkor éri el, ha minden állampolgár a digitális közösség tagja.

[2] Bognár, L.–Fáncsikné Hamar, É.–Horváth, P.–Joós, A.–Nagy, B.–Strauber, Gy. (2018): Improved learning environment for calculus courses. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*. Vol 8. No 4. megjelenés alatt.

[7] Nagy Bálint (2018): *VR alkalmazásának lehetősége a matematika oktatásában. XXI. Apáczai-napok Tudományos Konferencia. Tanulmánykötet, megjelenés alatt.*

### 3D-S TANULÁSI TEREK A DIGITÁLIS OKTATÁS FEJLESZTÉSÉNEK SZOLGÁLATÁBAN

A digitális oktatási stratégia megvalósításában jelentős szerepet kapnak a 3D-s megjelenítést biztosító platformok, melyek eredményessége bizonyított. A többcsatornás, multimédiális tanulási környezetek hatékonyságát számtalan tanulmány támasztja alá. Ezek közül az egyik legutóbbi vizsgálat (400 fős felhasználó) a Széchenyi Egyetemen (amelyeket a mi tapasztalataink is alátámasztanak), az alábbiakban foglalja össze:

1. 50%-kal hatékonyabb a memória előhívásában;
2. 30%-kal gyorsabb a hallgatói aktivitás kiváltásában a csoportmunkában
3. 50%-kal jobb megértést biztosít,
4. 50%-kal hatékonyabb a tudásmegosztásban,

A 3D-s megjelenítést biztosító MaxWhere EDU-3D platform olyan virtuális leképezése a valóságnak, ahol a térben különböző, a tanulás segítő oktatási anyagok, szöveges fájlok, bemutatók, hang- és videófájlok rendezetten helyezkednek el webszolgáltatásokkal együttműködve, lehetőséget biztosítva az interaktivitást, kollaborációt, szimulációs lehetőségeket. Alkalmazása egyszerű, egy kattintással teszi lehetővé a váltást tantermek és tantárgyak között, illetve képes integrálni az online oktatási/tanulási anyagokat.

Fontos megjegyezni azt is, hogy a magyar felsőoktatási intézmények (többek között a Dunaújvárosi Egyetem) a szabad kapacitásaik kihasználása és bevételszerzés céljából minél több külföldi hallgatót kívánnak bevonni a képzéseikbe. Számukra is fontos a vonzó tanulási környezet megteremtése, amelynek leginnovatívabb formája a 3D-s interaktív tanulási környezet lehet.

### A Pilot Projekt bemutatása

A Dunaújvárosi Egyetemen a MOODLE keretrendszerben fejlesztett online kurzusok 3D-s megjelenítésére a pilot projekt keretében a MaxWhere platform alkalmazásával került sor. A kurzusok felépítése: célkitűzések, követelmények, tananyagok (pdf), videók, ppt-k, animációk, önellenőrző kérdések, megoldások, kidolgozandó feladatok, értékelések.

A pilot projekt keretében kidolgozott kurzusok:

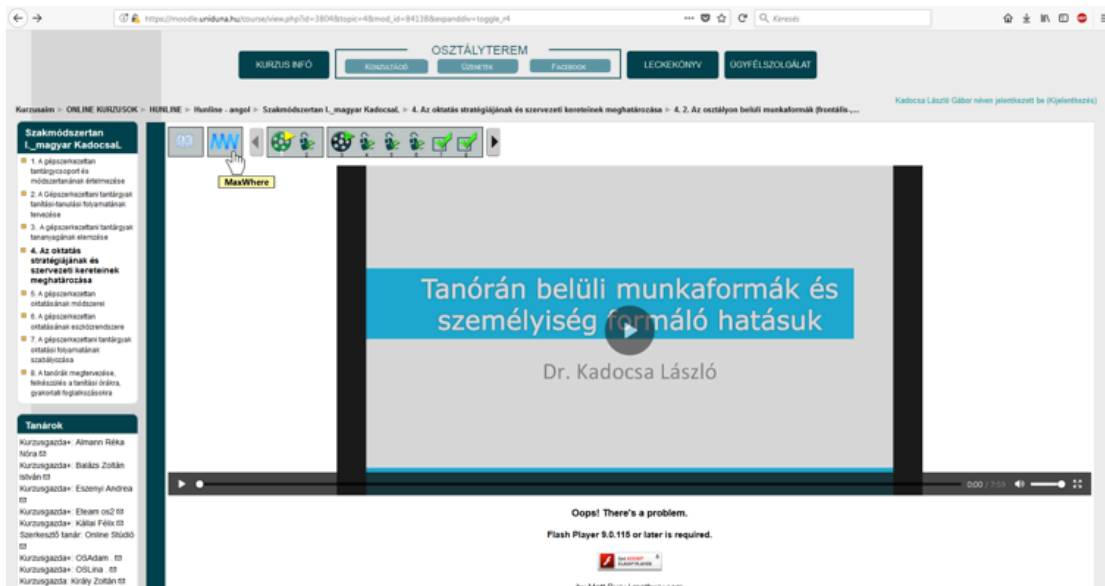
- Szakmódszertan: az osztályon belüli munkaformák bemutatása, 3D-s megjelenítéssel
- Multimédia;
- Mérnöki fizika: interaktív fizikai kísérletek;
- Matematika. [2, 7]



## A SZAKMÓDSZERTAN I. TANTÁRGY FELÉPÍTÉSE A MOODLEBAN

2012-ben készült el az egyetem elektronikus oktatási keretrendszerében, a Moodle-ban elérhető polimédia gyűjtemény, mely az újragondolt, videóvezérelt tantárgy vázát adja. Minden fejezet videó – jegyzet – teszt hármassok sorozatából épül fel, mely végigvezeti a hallgatót a teljes tananyagon. Az 1. ábrán, a Moodle rendszerben található tananyag képernyőképén látható, hogy a tananyagelemek egyszerűen elérhetőek. A képernyő bal oldalán olvasható a teljes tartalomjegyzék, fent érhető el néhány adminisztrációs hivatkozás. A tartalomjegyzék mellett látható ikonok sorozata videó tananyagokra, az elektronikus jegyzet különböző fejezeteire és a dinamikusan változó tesztekre mutatnak. Erről az oldalról a kurzus összes résztvevőjének lehet üzenetet küldeni, de megtalálható a hallgatók által a félév során szerzett pontszámok listája is.

1.ábra. Szakmódszertan I. tantárgy szerkezete a Moodle-ban.



Jól látható, hogy a teljes Szakmódszertan I. tananyag teljes tananyaga megtalálható a Moodle keretrendszerben.

Az egyetem hallgatói sikerességet támogató projektje (HASIT) eredményeként számos újítást, átalakítást hajtottunk végre az oktatásban (Szabó et al. 2017, András et al. 2016).

[3] Baranyi, P.–Csapó, A. (2012): Definition and Synergies of Cognitive Infocommunications. *Acta Polytechnica Hungarica* 9:(1) Pp. 67–83.

[4] Lampert, B.–Pongrácz, A.–Sipos, J.–Vehrer, A.–Horváth, I. (2018): „MaxWhere VR-learning improves effectiveness over classical tools of e-learning” In: *Acta Polytechnica Hungarica*. in print.

[5] Katona, J.–Kővári, A. (2018): Examining the Learning Efficiency by a Brain–Computer Interface System. *Acta Polytechnica Hungarica* 15:(3) Pp. 251–280.

[6] Molnár, Gy.–Biró, K.–Pap, D.–Szűts, Z. (2016): „The impact of virtual and augmented learning environments on the teaching and learning process in secondary and higher education”.

## A SZAKMÓDSZERTAN I A MAXWHERE VIRTUÁLIS VALÓSÁGÁBAN

Számos kutatás mutatja, hogy az imént vázolt tananyag – bár teljessége és áttekinthetősége nem kérdőjelezhető meg – sokkal hatékonyabb formában is bemutatható a virtuális valóság (VR) alkalmazásával. [3, 4, 5, 6] A tananyag további fejlesztése során így figyelmünket a VR által kínált lehetőségek felé fordítottuk. A Moodle tökéletesen ellátja a hallgatók azonosítását és a felhasználókhöz rendeli a tanuláshoz szükséges megfelelő jogokat, így a Moodle keretrendszerben már felépített tananyagra támaszkodtunk.

A térben a 2. ábrán látható központi asztal, s a tananyagrésznek megfelelően számos további asztal helyezkedik el. A központi asztalon öt, a tanulás szervezéséhez szükséges tartalom érhető el: az egyetemi weboldal, az egyetemi elektronikus oktatási keretrendszer, a Moodle bejelentkezési oldala, a HASIT weboldala, az egyetem közösségi oldala és egy webes kereső. Az egyetemi weboldalról minden, az egyetemi étellel kapcsolatos információ közvetlenül elérhető, így nélkülözhetetlen kiindulópontja a tanulásnak. Innen lehet bejelentkezni az egyetem Neptun rendszerébe, ahol a hallgatók a tanulmányi ügyekkel kapcsolatos adminisztrációt tudják intézni. Szintén a központi asztalon érhető el a Moodle bejelentkezési oldala, amin keresztül a hallgatóknak be kell jelentkezni a további munkához. Ezután a rendszerben a hallgató azonosítása és a megfelelő Moodle tartalmak és jogok hozzárendelése megtörténik, így a hallgató kezdheti a munkát.

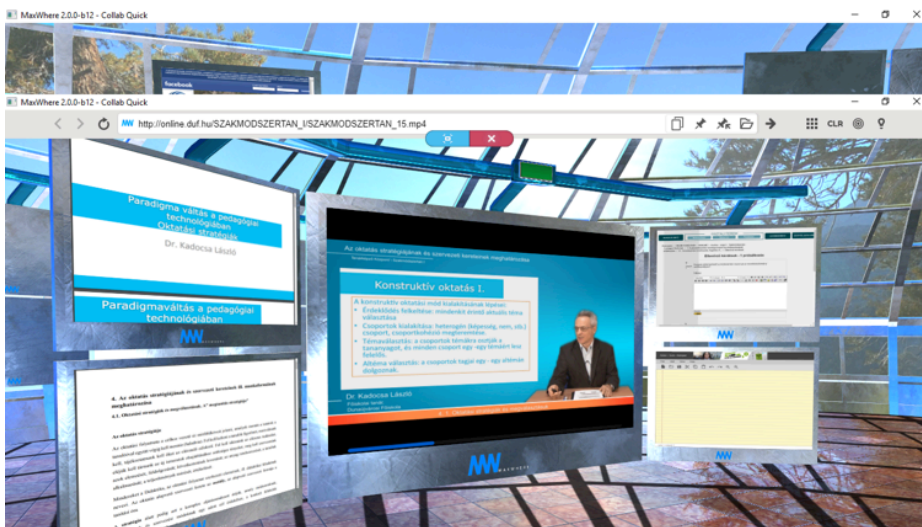
2. ábra. A központi asztal.



A további asztalokon számos további tananyag érhető el.

- videó;
- előadás prezentációja;
- jegyzet;
- megoldható moodle teszt;
- egyéni jegyzetek készítésére szolgáló alkalmazás.

3.ábra. Tananyagok a CollabQuick térben.



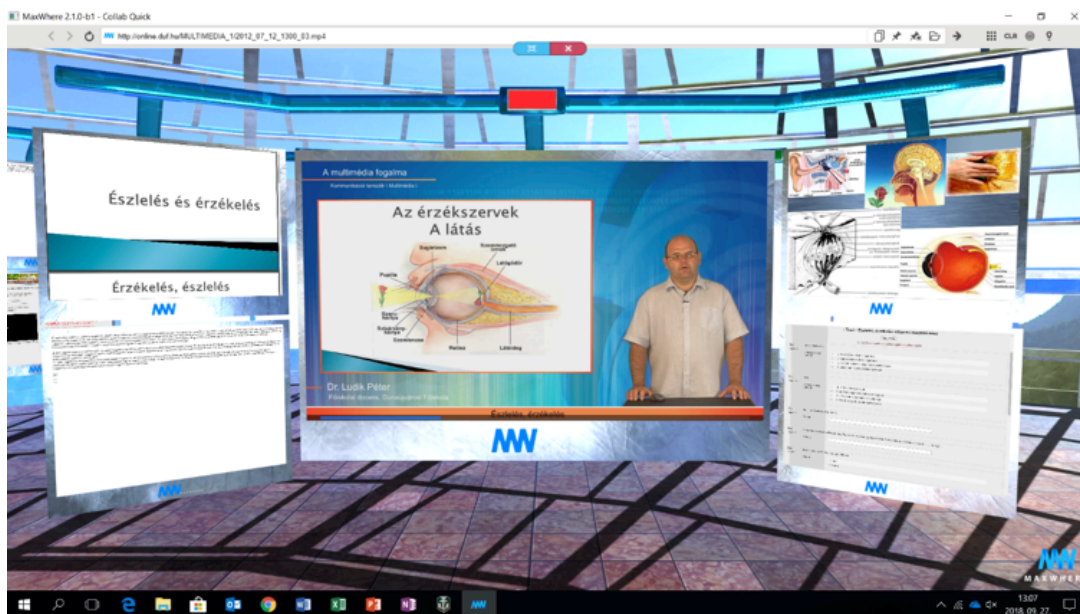
### A MULTIMÉDIA I. KURZUS A MAXWHERE VIRTUÁLIS VALÓSÁGÁBAN

A Multimédia tárgyhoz készült tananyag – mely szintén elérhető az egyetem elektronikus oktatási keretrendszerében, a hozzá tartozó polimédia gyűjteménnyel és kérdésbankkal együtt – szerkezete hasonló az előzőhöz.

Az alkalmazott oktatásmódszertani elemek alapján a kialakított tananyag kis egységekre van bontva a tananyag, ezek a kis egységek egymástól jól elkülönülve jelennek meg az egyes tábla-csoportokon.



4.ábra. Egy tananyagegység a CollabQuick térben.



Egy tábla-csoport tartalmazza az összes elemét a tanegységnek – polimédiát (videóalapú magyarázat), tananyagot (szöveges és PoverPointos anyagok), segédanyagokat (képek, weboldalak) és a tananyagegységre vonatkozó tesztkérdéseket.

- minden egységben biztosított a lehetőség a hallgatók önellenőrzésére,
- rugalmasan igazodik a hallgató egyéni tanulási tempójához,
- végigvezeti a hallgatót az elsajátítandó tananyag láncolatán,
- minden egységben lehetőség van a hallgató aktív közreműködésére,
- lépcsőről-lépésre teszteli a hallgatót, hogy megértette-e a tananyagot.

A hallgató jobb eligazodása érdekében a tér és a központi asztal azonos. Itt lehet belépni az egyetem Moodle rendszerébe. Erre azért van szükség, hogy a tesztek és a feladatok beazonosíthatóak legyenek és nyomon követhető legyen a hallgató aktivitása az oktató és a hallgató számára is.

5.ábra. A hallgató munkaasztala.



A másik jellemző okkostábla-csoport a térben a „munkasztal”. Minden fejezet zárásaként a hallgatónak ki kell töltenie a zárótesztet és elkészítenie egy beadandó feladatot. Ehhez a segítségére van az asztalon a tankönyv, a feladatot és annak megoldását bemutató videó és a szükséges segédanyagok. Az asztal osztott alsó lapján tudja kitölteni a tesztet és elkészíteni a feladatot.

A tananyag kidolgozásának egyik szempontja volt a platformfüggetlenség. A MaxWheres környezetben ez jól megoldható, hisz az okostáblák képesek az online alkalmazások futtatására.

Online képszerkesztő, video- és hangvágó alkalmazásokat, animációkészítő programokat használhatnak a hallgatók a térben elsajátítva a kezelésük alapjait és így képesek lesznek egy komplex multimédiás termék alapelemeinek előállítására. A cél kezdetben egy multimédiát tartalmazó CD-Rom elkészítése volt, jelenleg az interaktív weboldaloknál tartunk, a jövő a 3D-s tereké.

## Összegzés – Továbbfejlesztési lehetőségek

Számos tanulmány mutatja, hogy a 3D tanulási környezetek fokozzák és tovább fenntartják a hallgatói érdeklődést, mint a tradicionális oktatási módszerek. Bízunk abban, hogy a Dunaújvárosi Egyetemen is sikerrel alkalmazzuk a fent bemutatott oktatási környezeteket. Látható, hogy további fejlesztések szükségesek. Szükséges a hallgatói kollaboráció biztosítása, virtuális laboratóriumok létrehozása. Ezek a fejlesztések és a fenti erőfeszítések eredményeinek mérése a következő félévek feladata.

# *A fenntarthatóság pedagógiája*

## *2. rész*

**Abstract:** The relationship between the pedagogy of sustainability and environmental education has a historical origin. The practice of environmental education is widespread all over the world and both in its content and methods have been widened due to the challenges of the global and local environmental problems. All the basic considerations and values that are decisive in environmental education are also valid in the field of the pedagogy of sustainability. For the understanding of sustainability, an integrated system approach, and interdisciplinarity in the subjects of study and the science is required. The pedagogical practice of sustainability is a lifelong learning process, that educates intelligenced and efficient citizens who have creative, problem-solving mentality.

**Keywords:** The pedagogy of the sustainability, The history of environmental education, Environmental education in the public education, The practice of the pedagogy of sustainability.

**Összefoglalás:** A fenntarthatóság pedagógiája és a környezeti nevelés kapcsolata történeti eredetű. A környezeti nevelés gyakorlata világszerte elterjedt és tartalmában, módszereiben, mind jobban kibővült a globális és helyi környezeti problémák kihívásai következtében. Mindazok az alapvető szempontok és értéktartalmak, amelyek a környezeti nevelésben meghatározók, érvényesek a fenntarthatóság pedagógiája terén is. A fenntarthatóság megértéséhez integrált rendszerszemlélet, tantárgyközi és tudományközi megközelítés szükséges. A fenntarthatóság pedagógiai gyakorlata egész életen át tartó tanulási folyamat, amely tájékozott és tevékeny állampolgárokat nevel, akik kreatív, problémamegoldó gondolkodásmóddal rendelkeznek.

**Kulcsszavak:** A fenntarthatóság pedagógiája, a környezeti nevelés története, a közoktatási intézményekben megvalósuló környezeti nevelés, a fenntarthatóságra nevelés gyakorlata.

\* *Dunaiújívárosi Gárdonyi Géza Álltalanos Iskola*  
Email: hnelazarg@gmail.com

[18] Horváth László–Pornói Imre (1997): *Neveléstörténet*. Nyíregyháza: Besenyei György Könyvkiadó. P. 48.

## A közoktatási intézményekben megvalósuló környezeti nevelés

A közoktatás intézményrendszerében a 6–18 éves tanulók környezetvédelmi tudatformálását a hatályos tartalmi szabályozás jogilag megalapozza. Magyarországon is a környezetvédelmi politika integráns része a közoktatás intézményeiben zajló környezeti nevelés, amelyet a tanítást–tanulást tartalmi szempontból meghatározó országosan kötelező érvényű tantervi dokumentumok előírnak és tartalmazzak.

A tananyag tartalmi szabályozása:

1. A *Nemzeti Alaptanterv* (NAT), amely önálló fejezetben, a „Műveltségterületek közötti közös követelmények” körében tartalmazza az iskolai környezeti nevelés céljait. Ezen belül a kívánatos és javasolt tartalmi témaköreit. A környezeti nevelés nem elkülönült tantárgyban, hanem valamennyi tantárgyban helyet kaphat, az iskola lehetőségeinek, pedagógiai céljainak és sajátos arculatának függvényében.
2. A *Kerettantervek*, a NAT-ra épülve meghatározzák az egyes közoktatási intézményekben a tanulókkal szemben támasztható követelményeket, az egyes tantárgyak tartalmát és óraszámát. A Kerettantervekben kidolgozott tantárgyak közül a legtöbb tartalmaz a környezeti neveléshez kapcsolódó környezettani, környezetvédelmi, a természeti, az épített és a társadalmi környezetre, valamint az egészségre vonatkozó ismereteket, és az ezekkel összefüggő tanulói követelményeket. A Kerettantervhez elkészült Segédlet tartalmazza az iskolai környezeti neveléshez szükséges eligazítást, azaz javaslatokat, módszertani tanácsokat és sok-sok háttér információt, amelyek segíthetik az iskolák pedagógusait a helyi környezeti gyakorlat megtervezésében és megvalósításában.
3. A helyi iskolai *Pedagógiai Program* tantárgyanként tartalmazza a helyi iskolai nevelés pontos tartalmát. Ez a dokumentum az iskola helyi sajátosságait, feltételeit, hagyományait és pedagógiai célkitűzéseit is tartalmazza.

A közoktatás intézményeiben, az iskolákban, a környezeti nevelés legfontosabb színtere a tantárgyi tanítási óra. A tanítási órák tartalmát és követelményeit, az állami dokumentumok kötelezően meghatározzák.

Világszerte és Magyarországon is hagyományosan, a természettudományi tárgyaknak van döntő szerepe. Ez érthető, hiszen a természetre vonatkozó tudás alappillére a környezeti nevelésnek. A kísérletezés, a megfigyelés, a természettudományos gondolkodás differenciált fejlesztése és alkalmazása, a műszaki ismeretek hétköznapi életben is használható elemeinek gyakorlati elsajátítása a NAT kiemelten fontos tartalma.

Cél, hogy a természettudomány ismeretei és módszerei úgy épüljenek be a diákok gondolkodásába és tevékenység-repertoárjába, hogy előhívhatók legyenek a mindennapi problémák értelmezése és megoldása során. [18]



A NAT a tankötelezettség, valamint az azt követő – az érettségiig terjedő – szakasz idejére fogalmaz meg érvényes értékeket, műveltségképet, tudás- és tanulásértelmezést.

Mivel egyre inkább felértékelődik a formális, informális, non-formális kultúra- és tudásközvetítő rendszerek, intézmények, szervezetek szerepe, idővel a kötelező iskolai képzés nem nyújthat befejezett, lezárt tudást. Így az élethossziglani tanuláshoz szükséges motívumok és tanulási képességek, készségek, jártasságok, attitűdök kialakítása alapvető jelentőségűvé válik.

A NAT a közoktatás tartalmát műveltségi területek szerint határozza meg. Az egyes iskolák tantárgyi rendszerét a műveltségi területek figyelembevételével a kerettantervek és a helyi tantervek állapítják meg. A nevelés-oktatás 12 évfolyama egységes folyamat, amely három képzési szakaszra oszlik. A NAT-ban meghatározott fejlesztési feladatok az egyes képzési szakaszokhoz kapcsolódnak. [19]

Az Európai Unióban kulcskompetenciákon azokat az ismereteket, képességeket és attitűdöket értjük, amelyek birtokában az unió polgárai egyrészt hamar és hatékonyan alkalmazkodhatnak a gyorsan változó modern világhoz, másrészt a változások irányát és tartalmát cselekvően befolyásolhatják. A tudásalapú társadalomban felértékelődik az egyén tanulási képessége, mert az emberi cselekvőképesség az élethosszig tartó tanulás folyamatában formálódik. [20]

A különböző kompetenciaterületekben megjelenő ismeretek, képességek, attitűdök számos tanulási helyzetben és összefüggésben alkalmazhatók különféle célok elérésére, különböző problémák és feladatok megoldására. Ezért több műveltségterülethez is köthetők. Több kompetencia egymásba fonódik, és így részben fedik egymást, továbbá az egyikhez szükséges elemek támogatják a másik területhez szükséges készségek, képességek, attitűdök körét.

Hasonló egymásra építettség jellemzi a képesség- és tanulásfejlesztési célok és az egyes műveltségterületek viszonyát. Számos olyan fejlesztési terület van, amely mindegyik kompetencia részét képezi: ilyen például a kritikus gondolkodás, a kreativitás, a kezdeményezőképeség, a problémamegoldás, az együttműködés, a kockázatértékelés, a döntéshozatal, az érzelmek kezelése, a kapcsolati kultúra, a társas tolerancia. [20]

[19] Orgoványi Anikó (1999): Természetpedagógia–Környezeti nevelés (?) haladóknak. In: *Új Pedagógiai Szemle*. 9/1999. évf. Pp. 85–94.

[20] Kiss Ferenc–Zsiros Anita: A környezeti neveléstől a globális nevelésig In: [Oktatási segédanyag (A környezeti nevelés című könyv alapján (Szerk: Kuknyó János) MPKKI, Nyíregyháza. 2006.] [2018.07.28.] < [http://www.nyf.hu/ttik/sites/www.nyf.hu/ttik/files/doc/kornyezeti\\_nevelés.pdf](http://www.nyf.hu/ttik/sites/www.nyf.hu/ttik/files/doc/kornyezeti_nevelés.pdf)>

[21] Urbán Ágnes:  
A város, mint élőhely  
In: *Cédrus* [internetes folyóirat] [2018. 08. 29.] <<http://www.tabulas.hu/cedrus/index1.html>>

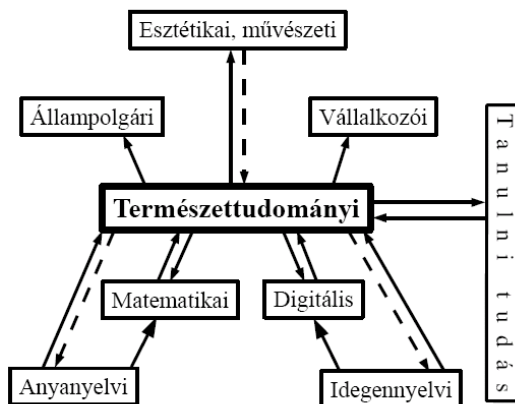
Természetesen az egyes kulcskompetenciák egymással szoros kapcsolatban léteznek, hiszen minden emberben – ugyan eltérő arányban – együtt vannak jelen, és együtt fejlesztendők. Ezt a kapcsolati rendszert mutatja be az 1. ábra. [21] (következő oldal)

A természettudományi kompetencia fejlesztésének alapfeltétele az anyanyelvi, a matematikai és a digitális kompetenciák területén való jártasság. Középszintű szinten az idegen nyelvi kompetenciák rendkívül hasznosak, de még nem alapvető feltételei a természettudományos kompetencia fejlesztésének. A természettudományos kompetenciára ráépülnek más kompetenciák is.

Az 1. számú ábrán jól látható, hogy a természettudományos kompetenciában való jártasság nélkülözhetetlen alapja az állampolgári, és a vállalkozói kompetenciák kibontakoztatásának.

Az esztétikai és művészeti kompetenciákkal távolabbi kapcsolat állapítható meg. A kettős nyilak is mutatják, hogy a kompetenciák közötti hatások kölcsönösek, minden kulcskompetencia – ugyan eltérő mértékben – visszahat a természettudományos kompetenciára.

1. ábra. Kompetencia-térkép a természettudományi kulcskompetencia nézőpontjából.



Forrás: Tasnádi (2010) nyomán

Mivel a természettudományok területén az ismeretek, a tudásanyag folyamatosan változik, nélkülözhetetlen, hogy az egész életen át tartó tanulás képességét és igényét kifejlesszük a középiskolai diákokban.

A természettudományos kompetencia készséget és képességet jelent arra, hogy megfelelő ismeretek és módszerek felhasználásával leírjuk és magyarázzuk a természet jelenségeit és folyamatait, előre jelezve azok várható kimenetelét is. Segít abban, hogy megismerjük, illetve megértsük természetes és mesterséges környezetünket, és ennek megfelelően irányítsuk cselekedeteinket. A technikai kompetencia ennek a tudásnak az alkotó alkalmazása az emberi vágyak és szükségletek kielégítése érdekében. [22]

A természettudományos és technikai kompetencia magában foglalja a fenntarthatóságot.

A NAT a kiemelt fejlesztési területek között megfogalmazza, hogy a környezettudatosságra nevelés megvalósulásának alapvető feltétele a tanulók természettudományi gondolkodásmódjának fejlesztése.

Ez a megállapítás összhangban van a természettudományi kompetencia következő jellemzőjével: „... képes és akar cselekedni a fenntartható fejlődés feltételeinek biztosítása érdekében lokálisan, és globális vonatkozásokban egyaránt.”

E két összefüggés is példája a kulcskompetenciák és a kiemelt fejlesztési feladatok egymásra épülő kapcsolatrendszerének. [23]

A NAT által meghatározott kulcskompetenciák összefoglaló meghatározását adják az egyes területek kompetenciafejlesztési feladatainak. A természettudományos kompetencia területén való alkalmazás szempontjából nagyon fontos a szerzők állásfoglalása, hogy: „nincsenek önmagukban fejleszhető kompetenciák, illetve, hogy a fejlesztés mindig valamilyen tartalmi kontextusban lehetséges”. [24]

A Veres Gábor és munkacsoportja által összeállított rendszerben a természettudományos kereszttantervi kompetenciák négy területbe csoportosítva jelennek meg: módszertani, intellektuális, kommunikációs, valamint személyes és társas kompetenciaterületek. Ezeken belül található az egyes kompetenciák, például: problémamegoldás, megfigyelés, kísérlet, kritikus gondolkodás, környezettudatosság, felelősségérzet, etikai érzék, információkezelés stb. Megállapítható, hogy szinte az összes kompetencia fejlesztési tartalmában megjelenik a környezeti nevelés, és módszereiben a környezeti

[22] Havas Péter: A környezetvédelmi tudatformálás színterei és módszerei, In: *Körlánc* [internetes folyóirat] [2018. 08. 28.] <<http://www.korlanc.hu/download/kornyezet.doc.korlanc.ngo.hu>>

[23] A környezeti nevelés célja és fontossága In: *Tiszán innen, Tiszán túl* [internetes folyóirat] [2018. 08. 29.] <<http://tiszai.kornyezet.weebly.com/a-koumlrnyezeti-nevele-acute-cacutelja-eacute-fon-tossaacutega.html>>

[24] Lehoczky János: Az ismeretközpontú értékeléstől az értékcentrikus ismeretszerzésig. In: *Új Pedagógiai Szemle*. 12/1999. Pp. 32–35.

[25] Ruth Wilson: A rácsodálkozás képességének kialakítása a kisgyermekkorban In: *Cédrus* [internetes folyóirat] [2018. 09. 01.] <<http://www.tabulas.hu/cedrus/index1.html>>

[25] Ruth Wilson: A rácsodálkozás képes-ségének kialakítása a kisgyermekkorban In: *Cédrus* [internetes folyóirat] [2018. 09. 01.] <<http://www.tabulas.hu/cedrus/index1.html>>

[26] Havas Péter (2009): A természettudományi kompetenciákról és a természettudományi oktatás kompetencia alapú fejlesztéséről, In: Demeter Kinga (Szerk.) *A kompetencia. Kihívások és értelmezések.* Budapest: Országos Közoktatási Intézet. Pp. 199–216.

[27] Schróth Ágnes: A természettudományi kulcskompetencia fejlesztésének lehetőségei a környezeti nevelés területén. In: *Körlánc* [elektronikus folyóirat] [2018. 07. 25.] <[http://www.korlanc.hu/kulcskompetenciak/termeszettudomany\\_schroth.pdf](http://www.korlanc.hu/kulcskompetenciak/termeszettudomany_schroth.pdf)>

nevelés során is alkalmazott módszerek. Ez a szemlélet összhangban van a NAT természettudományos kulcskompetencia leírásával.

„A természettudományos kompetencia kritikus és kíváncsi attitűdöt, az etikai kérdések iránti érdeklődést, valamint a biztonság és a fenntarthatóság tiszteletét egyaránt magában foglalja – különösen a tudományos és technológiai fejlődés saját magunkra, családjunkra, közösségünkre és az egész Földre gyakorolt hatásával kapcsolatban.” [25]

## Természettudományos tantárgyak népszerűsítése kompetenciaalapú oktatással

A természettudományi ismeretek népszerűsége a nyolcvanas évek végéig mind a társadalomban, mind a diákok között töretlen volt. Ezt az is megalapozta, hogy a hidegháborúk időszakában az ipar fejlesztése minden országban fontos. A kilencvenes évektől társadalmi szinten a természettudományok népszerűségét átvették a társadalom- és a gazdaságtudományok. [26]

Az oktatásban ez úgy jelent meg, hogy minden iskolatípusban lecsökkentek a természettudományos tantárgyak tanítására fordítható óraszámok, és valamelyest a tananyag is. Ez is szerepet játszott abban, hogy a természettudományos tantárgyak iránti érdeklődés nagyon alacsony lett, a szakképzettség, valamint a felsőfokú tanulmányok választása esetében is háttérbe szorultak a természettudományos területek. [27]

Mondhatjuk, hogy a századfordulóig a természettudományos tantárgyakat oktató, jól felkészült tanárokat az alábbi tulajdonságok jellemzik:

- alapos és rendszerezett ismeretekkel rendelkeznek;
- törekednek arra, hogy a hivatalos közoktatási dokumentumok szellemében tanítsanak;
- beépítik az érdekességeket az óráikba;
- a hétköznapi életben, a gyakorlatban hasznosítható tudást adnak át;
- változatos szemléltetési módokat alkalmaznak: poszterek, írásvetítő, videók, számítógép, modellek, tanári kísérletek bemutatása...

Mindaz egy főleg tanárközpontú oktatásban valósult meg. A kétezres évek elejére látható lett, hogy ez a tanítási módszer kevés ahhoz, hogy a diákok érdeklődését felkeltsük. A természettudományos szakképzés és felsőoktatás eljutott arra a szint-

re, hogy a képzésre jelentkezők száma nem éri el a társadalmilag és gazdaságilag szükséges értéket, így a természettudományos, vagy műszaki végzettséggel rendelkezők aránya kisebb a szükségesnél. Ez a jelenség világtendencia. A fentiek miatt egyértelmű, hogy a természettudományos oktatásban is változásra volt szükség. Véleményem szerint a változás egyik lehetséges útja az, ha a kompetenciaalapú oktatás általánossá válik.

A kompetenciaalapú oktatás megvalósítása olyan lehetőség, amelyben a diákok aktív szereplőként vesznek részt a tanulás folyamatában, és az alkalmazni képes tudásig jutnak el. Ez a folyamat motiválja tanítványainkat, bevonttá válnak a tanulás folyamatába, és ezzel érdeklődésük is a természettudományos tantárgyak felé fordul.

A jó tanárok ennek az oktatási módnak az elemeit korábban is alkalmazták, de fontos, hogy tudatossá és általánossá váljék ez a szemlélet. A természettudományos ismeretek tartalmából adódóan a természettudományos kompetenciákkal együtt a környezeti kompetenciákat is sok területen fejleszti.

Az Európai Tanács a századforduló környékén több megbízást adott az oktatás vizsgálatára, benne az élethosszig tartó tanulás jellemzőinek megállapítására. Ezen vizsgálatok keretében az Európai Közösségek Bizottsága meghatározta a kulcskompetenciákat, és azok jellemzőit.

Az Európai Közösségek Bizottsága által leírtakból néhány, fontos gondolatot emelek ki:

„A természettudományi kompetencia arra a képességre és hajlamra utal, hogy az alkalmazott tudást és módszertant a természeti világ megmagyarázására használjuk annak érdekében, hogy problémákat ismerjünk fel, és bizonyítékokra alapozott következtetéseket vonjunk le.”[28]

„A kompetencia magában foglalja a kritikus értékelés és kíváncsiság hozzáállását, az etikai kérdések iránti érdeklődést és a biztonság és fenntarthatóság iránti egyforma tiszteletet – különösen a tudományos és technológiai fejlődés tekintetében az önmagunkkal, családunkkal, közösségünkkel és a globális problémákkal kapcsolatban.”[28]

A nemzetközi folyamatokkal párhuzamosan Magyarországon is elfogadottá vált a kompetenciaalapú oktatás szükségessége az oktatáspolitikusok és kutatók körében. A pedagógus-társadalommal való elfogadtatás nehéz és összetett feladat, és napjainkban is tart. A megismerését és alkalmazását nagymértékben segítette, hogy a Nemzeti Alaptanterv 2007-ben kiadott változata – a 243/2003. (XII. 17.) Korm. rendelet a Nemzeti Alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról – meg-

[28] Európai Bizottság: Az Európai Parlament és a Tanács ajánlása az élethosszig tartó tanuláshoz szükséges kulcskompetenciákról, In: [Európai Bizottság, honlap] Brüsszel. 2005. [2018.07.26.] <[http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/key-rec\\_hu.pdf](http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/key-rec_hu.pdf) >

[29] Nemzeti alaptanterv 2007. 243/2003. (XII. 17.) Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról In: [Nemzeti Erőforrás Minisztérium honlap] [2018. 04. 26.] < [http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/nat\\_070926.pdf](http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/nat_070926.pdf)>

[30] Réti Mónika–Varga Attila (2008): Új tendenciák a fenntarthatóságra nevelésben, avagy miért kellene egy tininek megmentenie a Földet? In: *Új Pedagógiai Szemle*. LVII(10). P.17–43.

határozta a kulcskompetenciákat, és benne önálló kulcskompetenciaként nevezte meg a természettudományos kompetenciát. [29]

A természettudományos kompetencia készséget és képességet jelent arra, hogy ismeretek és módszerek sokaságának felhasználásával magyarázatokat és előrejelzéseket tegyünk a természetben. Valamint, az ember és a rajta kívüli természeti világ közt lezajló kölcsönhatásban lejátszódó folyamatokkal kapcsolatban magyarázatokat adjunk, hipotéziseket fogalmazzunk meg, s irányítsuk cselekvéseinket. Ennek a tudásnak az emberi vágyak és szükségletek kielégítése érdekében való alkalmazását nevezzük műszaki kompetenciának. E kompetencia magában foglalja az emberi tevékenység okozta változások megértését és az ezzel kapcsolatos, a fenntartható fejlődés formálásáért viselt egyéni és közösségi felelősséget. Megállapítható, hogy a hazai dokumentum tartalmában és megfogalmazásában hasonlít az Európa Tanács ajánlásához, azaz annak figyelembevételével készült. [29]

A természettudományos oktatásban a tanórák leginkább tanár által irányítottak. A feladatokat pontosan megkapják a gyerekek, és elvégzik. A természettudományos gondolkodás és problémamegoldás fejlesztéséhez azonban nélkülözhetetlenek tartjuk, hogy alkalmanként a diákok maguk tervezzenek meg kísérleteket, kísérlet-sorokat, jussanak el a bizonyításokhoz, a következtetések levonásához.

A tanítás kutatásalapú megvalósítása a tanulók által létrehozott tudásra összpontosít, és nem a tanár közvetítette ismeretanyagra épít. Ez a szemlélet összhangban van a fenntarthatóság pedagógiája alapvetően pozitív, optimista kisugárzásával: „A problémák hangsúlyozása helyett pedagógusoknak és diákoknak együtt kell keresniük a megoldásokat.” [30]

## A fenntartható fejlődés

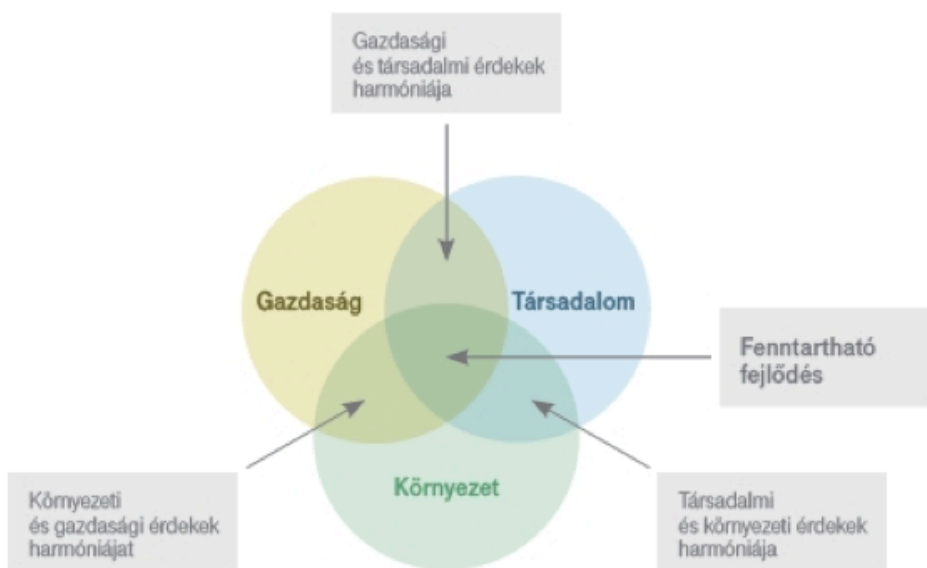
A fenntartható fejlődés egyre közismertebb kifejezés. Nincs azonban olyan, egységesen elfogadott meghatározása, amely azonosan értelmezi a kifejezést, és a világ minden pontján ugyanazt jelenti. A jelentésbeli különbözőség abból adódik, hogy a Föld legszegényebb és leggazdagabb, húsz-húsz százalékanak jövedelme között több mint hetvenszeres a különbség. Tehát a célok és az elvárások sem egyeztethetők össze, ennek ellenére sokan körül írták már a fenntartható fejlődés fogalmát.

A fenntartható fejlődés több mint a természeti környezet megóvása. Ez a koncepció az emberi „fejlődés” mindennemű hatását figyelembe veszi, és kijelöli a hosszú-

távon is tartható irányokat gazdasági, környezeti és társadalmi szempontból egyaránt. A fenntartható fejlődésnek tehát három alappillére van: *ökológiai, társadalmi és gazdasági* pillérek. Az emberi tevékenység célja tehát alapvetően a társadalmi jólét elérése, amelynek csupán eszköze a gazdaság és a lehetőségeket és korlátokat pedig a természeti környezet szabja. Ez a korlát pedig a környezet eltartó képessége.[31]

A 2. számú ábra, a fenntartható fejlődés diagramját mutatja.

2. ábra. A fenntartható fejlődés diagramja.



A fenntarthatóság fogalma a nyolcvanas évek elején került be a köztudatba, megfogalmazása L. Brown nevéhez fűződik. Az elmúlt negyed század során a fenntarthatóságnak számos megfogalmazása született.

[31] Szigeti Cecília: A környezeti nevelés és a versenyképesség kapcsolata elméleti és gyakorlati segédanyag. In: [OFI, honlap] [2018. 05. 27.] <[www.ofi.hu/download.php?docID=764](http://www.ofi.hu/download.php?docID=764)>

[32] A környezeti nevelési gyakorlat és fejlesztési tendenciák külföldön, különös tekintettel az Európai Közösség tagországaira. In: *Korlanc.hu* [elektronikus folyóirat] [2018. 08. 22.] <[www.korlanc.hu/.../konyv\\_nev\\_gyak\\_fejlesztesi%20\\_tendenciak.doc](http://www.korlanc.hu/.../konyv_nev_gyak_fejlesztesi%20_tendenciak.doc)>

[33] Szent-Györgyi Albert (1989): *Az örült majom*. Budapest: Magvető.

Néhány megfogalmazás, a közismertebb meghatározások közül:

1. A fenntartható fejlődés olyan növekedés, amely úgy elégíti ki a mai generációk szükségleteit, hogy közben nem veszélyezteti az utánunk jövő nemzedékek igényeit, elvárásait.
2. Ha törődünk azzal, amit soha nem fogunk meglátni, tehát a világ ötven, hetven, száz évvel későbbi életminőségével, egy majdani valósággal, akkor biztos, hogy a fenntartható fejlődés eszméje irányítja gondolkodásunkat.
3. Nem szabad becsapni gyermekeinket, unokáinkat, mert lehet, hogy ők kapják meg a világ szédítő fejlődésének és mennyiségi gyarapodásának mostanában kiállított számláját.
4. Olyan fejlődés, amely az ember környezeti, gazdasági és szociális igényeit képes harmonizálni a jövő nemzedékek érdekében. [32]

Számos üzenet rejlik ezekben a meghatározásokban, az egyik legfontosabb talán az, hogy mindannyian itt és most tartsuk tiszteletben a természeti értékeket, mindannyian itt és most legyünk takarékosabbak bolygónk nyersanyagaival. Ezért, itt és most kell tennünk valamit. A fenntartható fejlődés meghatározásával kapcsolatban előfordul, hogy alapvetően hibás nézetet is közvetítenek, mint például az 1. számmal jelzett. A fenti meghatározás nagy hibája az, hogy azonosítja a fejlődést és a növekedést. Ez azért tekinthető alapvető hibának, mert a növekedés mennyiségi, míg a fejlődés minőségi változás. A fejlődésen minőségi változást kell, hogy értsünk, azaz azt, hogy jobbá és tökéletesebbé válik valami, vagy valaki, nem pedig többé, vagy nagyobbá.

„A végső kérdés nyilván az, hogy képes lesz-e túlélni az emberiség a ma élő emberek mesterkedéseit, akik – úgy látszik – gyakran inkább örült majomként, mint épeszű emberként cselekszenek.” [33]

A Szent-Györgyi Albert által 1970-ben az *Örült majom* című írásában megfogalmazott aggodalmat sajnos ma már könnyű megértenünk. A környezetpusztítást és az emberi kultúra hanyatlását nap, mint nap tapasztaljuk. A mindennapok emberének már nem szükséges tényekkel, tudományosan megalapozott mérésekkel bizonyítani környezetünk elszennyeződését. Elég, ha körülnézünk közvetlen környezetünkben, vagy a rádiót, televíziót nézve megerősödik bennünk, hogy a baj világméretű.

Az elmúlt években a magyar környezeti nevelés fogalomrendszerébe is bekerült a fogalom, mint a „fenntarthatóság pedagógiája”. Ennek köszönhetően a környezeti nevelés célja a környezettudatos magatartás, a környezetért felelős életvitel elősegítése.



## A fenntarthatóságra nevelés

A fenntartható fejlődés elvének lényege, hogy úgy kell élnünk, hogy ne korlátozzuk az eljövendő generációk létfeltételeit. Ne vonjuk meg tőlük azt a lehetőséget, hogy ők is legalább olyan minőségű életet élhessenek, vagy talán még jobbat, mint mi. Ehhez a maitól eltérő módon kell élni a mindennapjainkat, és alapvetően át kell gondolnunk, meg kell változtatnunk az ember és környezete közötti kapcsolatot.

Havas Péter írásából a lényegét két szóval is ki lehet emelni: „törődni” azzal, hogy mi lesz cselekedeteink következménye embertársainkra, a környezetre, az eljövendő generációkra vonatkozóan; a másik szó pedig „megosztani” amit tudunk, ne pedig felhalmozzunk, és aztán eldobjuk, ami nem szükséges. [34]

Ma ez a két szó elveszítette igazi jelentését, nem törődünk kellően sem magunkkal, sem embertársainkkal, sem a környezetünkkel és nem megosztunk, hanem minél többet próbálunk megszerezni, bár ez leginkább az anyagi javakra vonatkozik. Változtatni kell az életstílusunkon, életfelfogásunkon. Sajnos be kell látnunk, hogy a megrögzült szokásokon nagyon nehéz változtatni. A megoldás az egyénben, a családban, a kiscsoportokban van, akik felelősséget éreznek egymás, és a környezetünk iránt.

Csakis akkor lehet megoldani a környezeti problémákat, ha az attitűdjeink megváltoznak. A környezeti nevelést inkább folyamatnak kell tekintenünk, és nem csupán valamilyen tudásnak, amit el kell sajátítani. Nem csupán az ismereteket és a jártasságokat kell gyarapítani, hanem a környezeti tudatosságot, az értékítéletet, a felelősségtudatot, a viselkedési formákat és az érzékenységet is fejleszteni kell.

A fenntarthatóság pedagógiája a részvételt és az egyenjogúságot a tanulási és nevelési folyamatban a társadalom egészére terjeszti ki. A fenntarthatóság elveinek elsajátítása nem csak az iskolai rendszerben résztvevők, azaz tanulók feladata. A kölcsönösség megléte fontos része a nevelőmunkának és a tervezésnek. Abból adódóan, hogy a fenntarthatóság egy rendszerszemléletű megközelítést követel (környezet, gazdaság, társadalom), egy új pedagógiai irányzat jött létre. Ahhoz, hogy ezen rendszerek között a mai kor és a jövő számára elfogadható és működőképes kapcsolat alakuljon ki a tantárgyi felparcellázottságot és konzervatív didaktikai módszereket fel kell váltani hatékonyabbakkal. [35]

[34] Havas Péter: A környezetvédelmi tudatformálás színterei és módszerei: In: *Körlánc* [elektronikus folyóirat] [2018. 01. 29.] < [www.korlanc.hu/download/kornyezet.doc](http://www.korlanc.hu/download/kornyezet.doc). >

[35] Juhász, L.–Radóc, L. (2000): *Oktatás a fenntartható fejlődésért*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás. P. 45.

## Ökoiskolai rendszer Magyarországon

Az "öko" szócska előtagként egyre több szóban szerepel. Ezekben a szószösszetételekben az "öko" szócska mindig arra utal, hogy az adott tevékenység során – a lehető legnagyobb mértékig – megpróbálják tiszteltetben tartani az élővilág érdekeit. Megpróbálnak minél kisebb károsodást okozni az ökoszisztémának.

Az ökoiskolák tehát olyan iskolák, melyek a fent leírt elvek alapján igyekeznek működni. Az ökoiskolák filozófiája szerint az ökológiai és ökonómiai érdekek összeegyeztethetők. Az ökoiskola: az ökológia és az ökonómia harmóniáján alapszik. A jövő generációk nevelése során a környezettudatosan cselekvő állampolgár eszményképét tartják szem előtt.

Egy ökoiskola abban különbözik egy átlagos iskolától, hogy nem csak a tanításban érvényesülnek a környezeti nevelés, a fenntarthatóság pedagógiájának elvei, hanem az iskolai élet minden területén; az iskola működtetése terén éppúgy, mint a gyerekek étkeztetése, vagy a táborok szervezése során.

Az iskolai munkához több szálon kapcsolódik a helyi közösség. A helyi környezeti értékek és gondok részét képezik az iskola pedagógiai munkájának, a helyi pedagógiai programba beágyazottan.

Az iskolai környezeti nevelés egyik legösszetettebb és leghatékonyabb formája és módszeregyüttese az ökoiskolák világában alakult ki. Az első ökoiskolákat a nyolcvanas évek elején hozták létre Nyugat-Európában és Ausztráliában, azóta sajátos kontinentális és globális ökoiskola-hálózatok jöttek létre.

Az ökoiskola fejlesztések célja az, hogy az intézmény pedagógiai programjában, tantervében és tanulási helyzeteiben kiemelten jelenik meg a fenntarthatóságra nevelés pedagógiája.

Az ökoiskola nemcsak tanítja, hanem képviseli is a környezeti- és egészségtudatosságot, a fenntarthatóságot. Ezekben az iskolákban szelektív hulladékkezelés, komposztálás, energiatakarékosági programok, az alternatív energiák használata, az ivóvízzel való ésszerű takarékoság, és sok-sok egyéb ökoprogram zajlik folyamatosan és megtervezett módon.

Az ökoiskolák szoros együttműködést építenek ki saját helyi társadalmi környezetükkel, a helyi közösséggel és önkormányzattal, a civil szervezetekkel és intézményekkel. Az ökoiskolákban az állampolgári nevelés, a környezeti polgár szerepének előkészítése nagyon intenzív.

Az iskolai környezeti nevelés fontos és elengedhetetlen része az egészségnevelés. Ez a pedagógiai folyamat is kétrétegű.

Egyrészt: az iskolák tantervében, tanítási gyakorlatában megjelennek az egészség megőrzésére vonatkozó ismeretek, fogalmak, adatok és összefüggések. Másrészt: az iskolai élet mindennapos gyakorlatában kell gondoskodni a dolgozók és tanulók egészségéről.

Az ökoiskolák innovativitása három szinten mutatkozik meg:

- Pedagógiai szinten.
- A társas kapcsolatok szintjén.
- Technikai, gazdasági szinten.

Pedagógiai szinten az ökoiskolák:

- A komplex, valós élethez közel álló szituációkat előnybe részesítik az előre megtervezett, irányított, tanulási formákkal szemben.
- Az egyes tantárgyak felől a tantárgyközi kérdéskörök felé fordulnak.
- A passzív szabály és tudáselsajátítás helyett az aktív, a helyi környezetet felhasználó, a helyi környezetért való cselekvés közben történő tudásszerzésre helyezik a hangsúlyt.
- A kizárólag felülről lefele irányuló, (tanártól diákig áramló).

A társas kapcsolatok szintjén az ökoiskolák törekednek arra:

- hogy az iskolába ne magányos tanárok tanítsanak magányos gyerekeket, hanem az egész iskolára jellemző legyen a csapatmunka.
- hogy a társas élet szabályai ne előre meghatározottak legyenek, hanem a diákok felelős részvételével kialakítottak.
- hogy az iskola külső kapcsolatai a kölcsönösség elve alapján alakuljanak, az iskola ne csak befogadója, hanem aktív alakítója, kezdeményezője is legyen ilyen jellegű kapcsolatoknak.

A technikai/gazdasági szinten az ökoiskolák igyekeznek:

- takarékosan bánni az energiaforrásokkal,
- csökkenteni a hulladékok mennyiségét,
- az iskola külső belső környezetét esztétikusan alakítani,
- megteremteni az egészséges élet alapjait. [36]

A fenntarthatóság elveinek, a környezettudatosság valamint a fenntartható fogyasztás és fejlődés oktatási intézményekben történő minél hatékonyabb megjelenése érdekében, az Emberi Erőforrások Minisztériuma és a Földművelésügyi Minisztérium – a hazai és a nemzetközi tapasztalatok alapján – fontosnak tartja, hogy az iskolás korosztály sajátos, korcsoportjának megfelelő élményekre és tapasztalatokra, azaz tevékenységorientált környezeti- és fenntarthatóságra nevelésben részesüljön. Az oktatásért és a környezetvédelemért felelős tárcák ennek kapcsán 2005-ben közösen létrehozták az *Ökoiskola* címet, melyet azóta minden évben pályázat útján nyerhetnek el a nevelési-oktatási intézmények.

[36] Varga Attila:  
Ökoiskolák hálózata In: [OFI, honlap] [2018. 09. 09.] <<http://www.ofi.hu/okoiskola/okoiskolak-halozata>>

Ez a cím, azok a nevelési-oktatási intézmények a tevékenységének elismerésére irányul, amelyek intézményi keretek között átgondoltan és rendszerszerűen foglalkoznak a környezettudatosság, a fenntartható fogyasztás és fejlődés pedagógiájának gyakorlati megvalósításával, a környezeti és egészségneveléssel. A cím adományozása kapcsolódik az ENSZ „A fenntarthatóságra oktatás 2005–2014” évtizedének programjához, valamint az ENSZ „Fenntartható Fejlődési Célok 2016–2030” című, hosszútávú stratégiai célkitűzéseihez, az UNESCO Globális fenntarthatóságra nevelési akcióprogramjához, a fenntarthatóságra nevelés egész-intézményes megközelítését általánossá tevő kormányzati vállaláshoz és a globális felelősségvállalásra nevelésről szóló magyar koncepcióhoz. A Cím pályázati rendszerének kimunkálása az Iskolai Környezeti Kezdeményezések nemzetközi hálózat több évtizedes tapasztalatai alapján történt.

A nemzetközi kritériumokkal összhangban kialakított magyar *Ökoiskola* cím az oktatási- nevelési intézmények megkülönböztető minőségjelzője, mely vonzóvá teszi az intézményt a szülők számára, és pozitív külső visszajelzést nyújt az intézmény munkájáról a fenntartó számára. Az állami kezdeményezésre létrejövő hálózat intézményei nagyobb eséllyel vesznek részt a környezeti nevelési, illetve a fenntarthatóság pedagógiájával kapcsolatos pályázatokon.

A cím elnyerője az Ökoiskolák Hálózatának tagja lesz, hazai és nemzetközi kapcsolatrendszere bővül, a hálózat programjai segítik szakmai fejlődését.

## Összegzés

A környezeti oktatás és nevelés átfogó célja, hogy elősegítse minden korosztály környezettudatos szemléletének, magatartásának, életvitelének kialakulását. Ezzel érhető el, hogy az új nemzedék képes legyen majd tevékenységében, döntéseiben alkalmazni, érvényesíteni ezt a szemléletet és ismeretanyagot.

A környezeti nevelés alapja a természetismeret, amely a közvetlen élményszerzésen keresztül alakítja ki a helyes cselekvésre készítetű, pozitív viszonyulást a természeti értékekhez, azok védelme érdekében. Az élményszerzés fontos színterei a nemzeti parkok és a védett természeti területek, illetve azok látogató- és bemutatóhelyei.

A környezeti oktatás és nevelés feladatai csak úgy teljesíthetők eredményesen, ha azok szerves részét képezik a fenntartható fejlődéssel, a fenntarthatósággal kapcsolatos ismeretek átadásának. A fenntarthatóság pedagógiai gyakorlata feltételezi az egész életen át tartó tanulást, amelynek segítségével olyan tájékozott és tevékeny állampolgárok nőnek fel, akik kreatív, problémamegoldó gondolkodásmóddal rendelkeznek, eligazodnak a természet és a környezet, a társadalom, a jog és a gazdaság ügyeiben, és vállalják a felelősséget egyéni és közös tetteikért.

A fenti célkitűzések eléréséhez alapvető feladat a környezeti – és átfogóbban a fenntarthatóságra való – nevelés, oktatás, szakképzés és a pedagógusok továbbképzésének erőteljesebb támogatása és fejlesztése. Ez egyaránt vonatkozik a hagyományos – az óvoda- és iskolarendszeren belüli és kívüli oktatásra és képzésre –, valamint a médián keresztül történő és egyéb eszközökkel megvalósuló nevelésre is.

Az emberiség jövője nagy részben azon múlik, hogy mennyire értjük meg a körülöttünk levő világot és hogy tudunk-e olyan módon viselkedni, élni, hogy az utánunk következő generációk is emberhez méltó környezetben tudják leélni életüket.

„A természet hatalmas, az ember parányi. Ezért aztán az ember léte attól függ, milyen kapcsolatot tud teremteni a természettel, mennyire érti meg, és hogyan használja fel erőit saját hasznára.”[37]

[37] Szent-Györgyi Albert idézet, In: *Wikidézet*. [internetes honlap] [2018. 09. 12.] < [http://hu.wikiquote.org/wiki/Szent-Gy%C3%B6rgyi\\_Albert](http://hu.wikiquote.org/wiki/Szent-Gy%C3%B6rgyi_Albert) >

# Galéria

Sóti István fotói



















