

Tartalom

Lakatos Gy. – Baracsy Zs.-né – Kosáros A. – Mészáros I.: State of the art of environmental teaching in Hungarian public education	3
Leskó G. – Katona I. – Kárász I. – Lakatos Gy.: A környezeti oktatócsomagok szerepe és hatékonysága a fenntarthatóságra oktatásban	19
Patak Ildikó Mária: Környezetünkkel kapcsolatos problémák a középiskolai matematika tanításában	31
Murányi Zoltán – Oldal Vince – Kaszabné Ócsai Klára: Tudatos táplálkozás a fiatalok körében (Az oktatás különböző szintjein végzett felmérés tanulságai)	45
Anna Dobos: Geomorphological Values on the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains	53
Misik Tamás – Jósmai Péter – Varga Katalin – Kárász Imre: A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjének fiziognómiai struktúra viszonyai 2002-ben	71
Kárász Imre – Kovács Mária: A Ligustrum vulgare L. gyökérrendszerének szerkezete a Síkfőkúti tölgyesben	81
Lékó László – Rácz László – B. Tóth Szabolcs: Changes of malic acid content in wines of Eger	99
Cs. Csutorás: Acid-catalyzed rearrangement of morphinans using microwave heating	105
Ujfaludi L.: A növények peszticid-felvételének matematikai modellezése . . .	111

**ACTA
ACADEMIAE PAEDAGOGICAE
AGRIENSIS**

NOVA SERIES TOM. XXXIV.

SECTIO PERICEMONOLOGICA

Tomus 2

REDIGIT
LÁSZLÓ UJFALUDI

EGER, 2007

Lektorálták:

Dr. Berényi Sándor
egyetemi docens

Dr. Fenyvessy József
egyetemi tanár

Dr. Kiss Attila
főiskolai tanár

Dr. Kiss Ferenc
főiskolai tanár

Dr. Szilágyi Zoltán
tudományos főmunkatárs

Dr. Tóthmérés Béla
egyetemi tanár

ISSN: 1789-0608

A kiadásért felelős
az Eszterházy Károly Főiskola rektora
Megjelent az EKF Líceum Kiadó gondozásában
Igazgató: Kis-Tóth Lajos
Felelős szerkesztő: Zimányi Árpád
Műszaki szerkesztő: Nagy Sándorné

Megjelent: 2008. szeptember Példányszám: 100
Készült: az Eszterházy Károly Főiskola nyomdájában, Egerben
Felelős vezető: Kérészy László



State of the art of environmental teaching in Hungarian public education

Lakatos Gy.¹ – Baracsy Zs.-né¹ – Kosáros A.¹ – Mészáros I.²

¹University of Debrecen, Deptment of Applied Ecology, Debrecen

²University of Debrecen, Department of Botany, Debrecen

Összefoglaló: A környezetvédelmi oktatás helyzete a Magyar közoktatásban. A 20. sz. ötvenes éveinek gazdasági növekedése sok országban krízist váltott ki a társadalomban élő ember és természeti környezete között. Ezt követte a modern környezetvédő mozgalmak fellendülése, amelyek kezdetben pesszimista írásokkal próbálták a társadalmat közönyéből felrázni és cselekvésre buzdítani. Addigra ugyanis nyilvánvalóvá vált, hogy az emberiség nem szakadhat el a természeti környezettől, nem szennyezheti és mérgezheti azt felelőtlenül, mert ezzel saját jövőjét teszi kétségessé. A környezet védelme csak akkor lehet sikeres, ha a környezettudományon alapszik, amely interdiszciplináris tudomány és multidiszciplináris elemeket is tartalmaz. Vannak ezen kívül transzdiszciplináris elemei is a környezettudománynak, amelyek lehetővé teszik a felelős emberi beavatkozást és cselekvést. A probléma túlzott leegyszerűsítését jelentené, ha a társadalmat két csoportra osztanánk: azokra az emberekre, akik szennyeznek a környezetet és bajt okoznak és a környezetvédőkre, akik elhárítják, vagy csökkentik a másik csoport által okozott problémákat. Jelen tanulmányban megvizsgáljuk, hogyan lehetne az általános- és középiskolákban az ember és környezete közötti kölcsönhatást a történelem tanításán keresztül bevezetni annak szem előtt tartásával, hogy a környezetvédelem tanítása megfeleljen a társadalom elvárásainak.

Introduction

Roots of environmental protection and environmental teaching

In several countries, the economic growth following the fifties of the last century induced and meant crisis between people who live in societies and their natural environment (Jócsik, 1976). Then came the intervention of modern environmentalists who published pessimistic writings at first, which perhaps suggested the senselessness of interference and protection. Rachel Carson published

a book, entitled „Silent Spring” in 1962, and ten years later, Commoner published a writing which was known as „The Closing Circle”.

In these works the authors also undertook to draft the way out, because by that time it had been realized that humans are not able to break away from their natural environment and they cannot burden, pollute or poison it irresponsibly, since through these acts they ruin their own future or become the death of themselves directly (Carson, 1962; Commoner, 1972).

Thanks to the realizing and conceding of the facts, which had been written by modern environmentalists, a global and conscious environmental attitude formed, which involves our share and our responsible activity as well. In the spirit of this, the matter of environmental protection became a global question and simultaneously, a local scene of action for everyone. In accordance with the previous facts, we consider environmental protection as a kind of anthropocentric activity, the task of which is to preserve the human’s environment; and this preservation is treated and conceded as an order of actions which keeps the conditions of a qualitative human life (Kerényi, 2003).

Environmental protection can be successful only when it bases on the science of environment which is an interdiscipline, and contains multidisciplinary elements as well. Moreover, it has a transdisciplinary effect, which makes conscious human activity and intervention possible (McKeown et al., 1999). We would be on the easy side if societies clearly consisted of people who pollute their environment and cause problems, and the opposing environmentalists who eliminate, stop or merely reduce the problems which are caused by the previous group.

However, people can’t be categorized as good or bad ones and the existence of this classification also have to be refused, because people of societies are in interaction with their natural environment and through their economic activities or their most essential consumptional acts they take up substances from their environment, but return wastes and substances which are worthless for them at that moment. Consequently, solution of this question is based on view on the one hand, but on the other hand, it includes concrete actions which are realized on societal level, rest on collective thinking and can be implemented by only those people who think responsibly, respect their natural environment and possess the required environmental knowledge (Lakatos et al., 2002).

The thought virtually presents itself that with the help of their sensible behaviour, people of societies have to be able to learn at their own expense and among their actions, prevention and avoidance of contamination need to be in the primary position. That is prevention have to be determinant in their thoughts just before they act. In these days, environmentally sound mentality and environment-friendly operation are frequently used concepts, but in many cases, manifestation of an individual and that of people who work in various economic fields of the society, are not harmonised. So duality forms a part of our personal-

ity since we often have other people do the elementary duties which should be done by ourselves.

There seem to be a true saying according to which environmental protection is not expensive, but contamination of the environment costs a lot. So behaving as sensible people, besides the preservation and the awakening to the consciousness of it, our main task is to establish the environmental-conscious mentality and activity, especially in case of the coming generation. It is environmental teaching which provides the required knowledge and affords a mine of solutions at the same time (Chapman and Reiss, 1972; Wickenberg et al., 2004).

Circumstances of environmental teaching in Hungary

Act II. of 1976. ordains protection of human's environment as follows: „It has to be ensured that through teaching, education, public education and inquiry, environmental tasks and requirements are recognized by citizens.

Adoption of the international conventions of the United Nations Conference on Environment and Development arranged in Rio in 1992, and enforcement of the World Congress on Sustainable Development arranged in Johannesburg in 2002, and that of programmes and agreements which were written in Plans of Execution, are significant milestones for Hungary (Faragó, 2002).

Act LIII. of 1995. on general rules of environmental protection, stipulates the governmental tasks of environmental teaching under section 54-55: „According to principles and requirements of common core curriculum, minister of environmental protection participates in professional preparations of curricular demands and educational appliances which are made for institutions of public education.”

Environmental teaching instructs in the establishment of environmental-conscious and environmental-harmonic lifestyle. It is a sort of education about the environment, in the environment and for the environment. Environmental teaching is holistic, educates for cooperation and lasts for life. It is the pedagogy of sustainability (Kovács Habi, 2003).

The preceding paragraphs need to be explained in greater detail: „The comprehensive task of environmental teaching is to encourage the establishment of pupil's environmental-conscious attitude and lifestyle in order to carry out the prevention of increasing environmental crisis by the coming generation with that survival of animate nature and sustainability of societies are encouraged as well. Pupils have to become impressionable to the state of their environment.

They have to be able to see and value on basic level the characteristics of environment and qualitative changes of that. Besides recognizing and preserving the natural and man-made environmental values, they have to be able to fulfil their civic obligations in connection with environment and exercise their rights. Encouraging and engaging future prospects must evolve in them which help to

strengthen their positive emotional attitude to the environment and develop the habits and conducts which are necessary for establishing the environmental harmony.

Environmentally sound attitude, which is based on environmental knowledge and personal responsibility, must be a moral principle which determines conducts of pupils both on individual and on communal level. In the course of environmental teaching, pupils need to know the present processes which cause environmental crisis on this Planet. Through concrete Hungarian examples, they also need to realize the positive and negative environmental results which are caused by social and economic modernisation.

Pupils have to take a part in the preservation and the increase of environmental values which are in their immediate surroundings. Respect of nature, responsibility and efforts on prevention of environmental damages must become determinant in their conducts. They have to get personal experience in cooperation and in common management and solving of environmental conflicts (Kárász et al., 2002)."

Environmental teaching is included in the „new NAT” (the new Hungarian core curriculum) as a curricular requirement. It indites tasks of schools in connection with environmental teaching as common claims, so it considers environmental teaching as an educational method which influences the whole school life.

In this presentation, our aim is to examine the possibilities of how the interaction between humans and their environment can be introduced in the course of teaching history in elementary and high schools, and to consider how integrated teaching of environmental protection (consequently not different subjects) come up to the social expectations.

Background and forms of environmental teaching

For these days, environmental teaching has become so widely distributed that it appears in all three forms of education i. e. in formal, informal and non-formal educational programmes and in systems of institutions as well. A part of the inorganic formation of consciousness is the informal education which is the most effective in adult education, but it is also widely used among children and young people.

Among other things, educational institutions, museums, botanical gardens and zoos, national parks and educational centres of environmental protection give good opportunities for extracurricular forms of environmental teaching. Today, in Hungary, aims of environmental teaching have appeared in the activity of those civil organisations, the purpose of which is not especially environmental protection. Cooperation with them is important in terms of making environmental teaching socialized.

Educators of environmental teaching have been learning and developing methods for a long time which improve the environmental responsiveness of adults. It can be observed all over the world that parents are educated by their children who are more conversant in the matter of environment. Children afford a chance to enhance their parents' environmental consciousness without quarrels in the family or in school.

In Hungary, responsibilities of environmental teaching are divided between authorities of environmental protection and those of cultural affairs. Most of the money which allotted for environmental teaching is derived from sources of the Ministry of Environment and Water. Making the regulational and curricular compasses of the educational system is the competence of Ministry of Education. In connection with environmental education, elaboration of main characteristics is primarily motivated and financed by the Ministry of Environment and Water.

Main types of environmental teaching

In public education, activities of environmental teaching are frequently integrated with several subjects. It must be emphasized how important the tasks of environmental teaching are in case of Biology lessons, especially when species descriptions, food webs and interactions between living organisms and their environment are taught. This lessons also afford possibilities for getting acquainted with ecological elements and for the application of them.

During Chemistry lessons, pupils do material tests and experiments. By the help of these tests they can get acquainted with air pollutants. In the course of teaching of Geography, awakening to the consciousness of environmental viewpoints can be effectuated through the subject-matter which deals with development of the Earth, changes in the earth's crust and the earth's surface, and natural vegetation of climatic zones.

In literary works, depiction of natural beauties and people's connection with their environment afford possibilities for environmental teaching. In the case of History, interactions of people and their environment or people's nature-forming effects are in the centre of the matter. It also makes possible to get acquainted with those values of cultural history which have been created by humans for thousand years.

People's connection with their environment

Development of social environment

Individuals of *Homo sapiens* L. possessed well-developed tools like blades or implements made of bone and they invented the boar-spear. They lived in harmony with their environment and in compliance with the changing seasons,

they sometimes gathered plants, sometimes harvested the crops and sometimes hunted animals.

Commencement of food production

Before these times, people had been just clever observers and users of nature but with the beginning of independent initiatives, their life became secure. Commencement of productive activity opened up new opportunities and led to sudden growth of the population.

Beginning of food production made the settled lifestyle necessary. Humans built permanent residences which were made of environmentally sound materials like wood or stones but these could be regarded as small points on global scale. They gathered these materials from the biotic or abiotic nature and consequently, this gathering didn't upset the dynamic balance of the environmental system.

The Ancient Orient

In oriental societies, clannish relations of the ancient society transformed within agriculture which was based on state-organized common properties. Social structure rested on ancient village communities. Communal works (watering, preservation) were organized by the state and needed centralization which led to the creation of self-supporting village communities. In these communities, a human individual played a minor role and formed a part of the community (Nánási, 1999).

Subsistence of the population was ensured by irrigation-based farming. Irrigation began with observation and utilization of the natural outflow of water. The next step was the maintenance of natural ditches and then, on the model of nature, water could be conducted to rainless places as well. Communities didn't need to migrate and villages could be free to develop for a while. They moved down to river valleys only when the area became small for them. But for that time, technology of canalization had been developed which made the protection against floods possible (Gyapay and Ritoók, 1999).

However, besides beneficial results of irrigation, several undesirable side effects emerged. One of the most important side effects was the secondary salinification which led to destruction of ancient civilizations in accordance with some hypothesis. Development of towns was a consequence of the sudden growth of populations. Ancient Orientals were the formers of town planning: Sumerians and Dravidians used bricks which were made from fired clay and Egyptians built mainly from clay as well.

These people rose huge buildings (pyramids, ziggurats) for religious or cultic purpose which have been relics of humanity's cultural history since that time, but mining of the necessary building materials formed the first „artificial scars” on the Earth's surface (Kerényi, 1998).

Among populations of the Middle East, Phoenicians didn't have rich river valleys. From their natural resources they used cedars and oaks to ensure their living. These natural resources were used for shipbuilding and it is not accidental, that clearance of original mediterranean forests occurred in that term. The purple cloth was a famous product of Phoenicians and its dyestuff was obtained from purpuras and murexes. About 4-5000 snails were needed to dye one kilogramme of wool (Horváth, 1997).

The appearance of oriental-type societies accelerated the transformation of nature because their inventions like urbanisation and navigation caused increase of population or demographic explosion. For that time environmental pollution had already appeared although just on local scale. Wastes of metal-working got into the soil and into surface waters, and the environment was also polluted by wastes of those populations which had concentrated during urbanisation (Lakatos and Nyizsnyánszky, 1999).

The Graeco-Roman Age

One of the main forces was behind the development of Greek Civilization that private ownership of lands became general which caused significant change in comparison with ancient oriental-type monarchical households. While individuals of the Ancient Orient were subjects and members of a community, those of Greek Civilization were independent owners (Gyapay és Ritoók, 1999). It contributed to the changing of economically and morally independent Greek people into autonomous personalities (Nánási, 1999). Independence and initiative had free scope and later citizens claimed these in public life as well. Spreading and development of the Greek Civilization were helped on a large scale by Greek colonization which had developing effects on industry and commerce of the home-country.

On culmination of the development of Greek city-states, a kind of social harmony formed between the individual and the community (Nánási, 1999). Greeks lived within nature and considered themselves as an integral part of it. They gave prime importance to the predominance of harmony, since ideal of harmony was the main worth in the ancient Greeks' scale of values. Harmony with the universe and harmony of body, spirit and intellect in humans, as Aristotle said: „Nature gives the key to understand the world”.

Plato, the master-philosopher of Aristotle put a great gulf between the unchanging, eternal and extrasensory world of ideas and the changing, imperfect and tangible nature, i.e. between spirit and material. This was the beginning of nature's undervaluing (Nánási, 1999). Greek culture respected the nature both in its view and in its scale of values. However, it didn't preclude the possibility to cause permanent damages in nature. Territorial demands of stock breeding and timber demand of commerce had permanent local results on that places as well. Only undemanding animals could be kept on the mountainous district which was

varied with limestones. Goats were the Greek's typical domestic animals which contributed to further denudation of limestone range (Nánási, 1999).

The centre of the Roman Empire, the last great empire of ancient times, was Rome, where the first water-system had been already built in the 14th century B.C. The water also made cleannes of streets possible. In the middle of cobbled streets, small ditches were used for draining of rainwater and wastewater. In the imperial period, numerous decrees were born which provided the cleannes of the town and fire-fighting. It was necessary, because in the ancient times, population of Rome reached about one million people.

Urbanisation spread on occupied areas as well. Towns which were built on the model of Rome with cobbled streets, churches and amphitheatres, spread on the whole area of the empire. Raw materials and industrial products of remote lands proceeded to Rome, serving luxury of the Roman élite. Working of mines became intensive, especially exploitation of precious metals, mining of basic materials for streets and buildings and also deforestation, because building of limes, military posts and huts needed huge amounts of wood.

The Middle Ages

At the beginning of the Middle Ages, integration of industry and agriculture was attained on latifundiums. Peasants learnt to apply the highly developed technological inventions e.g. water-mills (Walter, 1987). Utilization of water-power was a new step in economical and social development and became widespread in the 10th-14th century. We can consider its effects on the environment rather useful than harmful, because setting into operation of it didn't lead to damages in the environment (Kerényi, 1999).

It was in Southern Europe, on the large patches of roman latifundiums, where a new cultivational method, the two-course rotation developed. Northerly, with deforestation, forming of new culture areas began as well. Grazing-crop rotation spread at first, and from the 19th century, it was gradually followed by three-course rotation.

Invention of heavy plough was a significant stage of technological development, and by the help of this, lands with hard ground could be under crop. In consequence of this, crop results got better, population got larger and settlers' swarming to unpopulated areas became faster. These were accompanied with significant nature-forming activities: start of deforestations and drainage of marshes followed the settlers' work and further territories became under crop.

Further increase of the European population together with growth of crop lands was hindered by destroying epidemics or wars. The largest regression of the population happened in 1348-1350, in the time of plague epidemic. The population of Europe was 73 million in 1300, but it decreased to 45 million for the end of the century. With decreasing of the population, economic activity

declined as well. Consequently, natural vegetation and animal world gained ground again. Self-regulating mechanisms of nature still worked in that time.

Windmills became known in the time of holy wars and spread in Europe from the 12th century. Use of coal as a new source of energy spread firstly in the Ruhr-region from the 13th century. In the beginning, it was used for lime-burning and later for calefaction of wrought iron and for heating as well. New industrial branches developed from the 14th century. Building industry worked mainly in big cities and used plenty of natural building materials like stones or wood. Metallurgy was also developing and blast-furnaces were constructed for the end of the 15th century (Kerényi, 1999).

During the Middle Ages, people's everyday life was determined by the religious world concept which was represented by the Church. Ideas became generally accepted, which considered nature as if it was created for humans, and considered humans as if they were created to hold domination over nature. Humans' independence from nature became enormously important (Nánási, 1999).

In the time of holy wars, Europeans could be concerned in ancient heritage through cognition of Arabian medicine, mathematics, astronomy and philosophy, but they set these sciences on duty of scholasticism which was a philosophical school of the Church. Drawing a parallel between the ancient philosophy and the religious dogmas led to long-lasting subjection of science to theology.

Unlike the views of life in the Middle Ages, renaissance was an outlook upon life which had effects on the arts, on literature and on sciences as well. Appearance of it was connected with development of civic life in towns when individuals became independent and their interest swung to the human-environment relations instead of the relation between God and the Universe. Renaissance philosophers couldn't emphasize the humanist worth which supported respecting of nature, because these thoughts were suppressed by the Church.

The crisis of the religious world conception became really serious in the 16th century when laws of nature were established, which rested on observation of facts and controlled by experiments, such as Copernician heliocentric world concept or Newton's laws. (Walter, 1987). Discovering of laws of the Nature had a huge effect on French philosophers who thought it necessary to be feudal chaos replaced by regular, legality-directed society, the legalities of which refuse the chaotic feudal conditions. In contradiction to these chaotic conditions, law became significantly important (H. Varró, 1979).

Modern rationalism established the faith in absolute force of cognition. Mind became the highest forum, the criterion of real and precious character of all human acts. This rationalism identified rationality with scientific character of period mathematics and natural sciences (Nánási, 1999).

The Age of Industrial Revolution

Besides revolution of food production and that of town planning, industrial revolution caused the greatest change in the history of humanity. The beginning of the industrial revolution can be determined (it was about in 1780), in contrast with its end. The main point is that since its outbreak, production of material goods unceasingly increased at a continually accelerated pace. In certain countries phases of it come to end in various times.

In England, where civil properties had been formed before the revolution, capital moved to agriculture. Grazing lands were broken, wetlands were drained and three-course rotation was replaced by crop rotation. They cultivated fodder-plants for stocks and fertilized the fields. As a consequence of this, agriculture of England was able to provision the increasing populations of towns.

There were qualitative changes in the industry. Machines were means of production instead of hand tools therefore machine production became necessary. Steam became the main source of energy. Production of capital equipments and generation of energy needed huge amounts of iron, steel and coal. With revolution of vehicles, cheap and fast transport of finished products and manpower became possible. Railway buildings threw England into a fever.

Aspects of the landscape changed in England and later in other European countries as well. Factories, high smelteries, steam engines and railway systems were built and natural landscapes changed into industrial areas. As Tocqueville, a French politician wrote about Manchester, the offspring of industrial revolution: „The largest stream of human work poured out of this stink which makes the whole world fruitful. Pure gold flows in this drain. This is the place where mankind rose to the highest pitch and sank to the lowest inhumanity, and where civilization makes miracles happen and civilized man turns into savage.” (Závodszky, 1991).

The industrial revolution snatched hundreds of thousands of people from their original environment and lifestyle, and as a consequence of this, people became estranged from nature. In case of capitalism, one of the drastic forms of estrangement is that both workers and capitalists become subjectively estranged from nature, although in different ways. On the one side, the proprietary classes become estranged from nature through the special expectations of themselves. On the other side (in case of workers) requirements become simpler and rougher, and the demand of nature become weaker (H. Varró, 1979).

In towns, improvement of hygienic conditions (through drainage of towns and general use of drinking water-mains) led to sudden growth of the population. From the second half of the 19th century, industrial revolution was characterized by the appearance of new scientific discoveries and new industrial branches. The period can be called as second industrial revolution, when use of internal combustion engines, electrification and chemical technologies became general. Mining of raw materials continuously increased, heavy industry demanded huge

amounts of coal and iron ore, and the new industrial branches like chemical or petrochemical industry made exploitation of oil necessary.

During the industrial revolution, people's connection with nature could be figuratively characterized by exploitation, the point of which was the extravagant exploitation of several natural values in the interest of huge profit (H. Varró, 1979). Further colonizations became necessary because free competition and concentration of capital led to the formation of monopolies which demanded new markets and a lot of raw materials. Those countries, which lead in industrial revolution, were ahead in the race for colonies. For the end of the 19th century, only a few blank spots remained on the map of the Earth (Závodszki, 1991).

First of all, colonies were considered as sources and suppliers of raw materials and natural values were used irresponsibly, with lack of foresight. However, when monocapitalism formed, extravagant exploitation of natural resources was completed with employment of unskilled labour and with exploitation of human's natural power and through capital exports, the processing of these materials was accomplished by local and cheap manpower (H. Varró, 1979).

The 20th century

After partitioning of the world, the Great Powers, which lived under the spell of imperialism, wanted to continue their expansion to the detriment of each other. This struggle, which was started for repartition of the world, led to the outbreak of the First World War (Salamon, 1999).

In the 20th century, scientific and technical development opened up new possibilities in military engineering defence technology and transport. Battle gas and large numbers of automatic machine-guns and heavy artillery guns were used firstly in the World War I. As new vehicles, motorcars and aircrafts were also tested on the theatres of war.

Industry prospered in the USA, which was one of the victorious powers and got rich in the First World War. On this basis, they advertised capitalist rationalization in production: they increased intensity of work, decreased prime costs and initiated standardization and belt-system of production. This process of prosperity was stopped by the economic crisis, in 1929-1933 (Nánási, 1999). Crowds, which suffered privation owing to worldwide crisis, were susceptible to the reception of extreme policies. Two dictatorial version of them were the Marxist-Leninist and the National Socialist which spread across Europe in that century.

In the Second World War, besides armed force and technique of war, economic potential, industrial preparedness and intellectual forces of the states were also important among those elements which decided the victory. This superiority was supported by nuclear bomb which was made and tested in the USA in 1945.

While wars of the 19th century caused local damages in natural environment, World Wars destroyed huge areas. Considering the damages of the population, World War II. surpassed every war of all times: among its casualties were 35 million wounded, 2 million missing and it left 55 million dead.

In the 20th century, qualitative and quantitative changes occurred in the relation between humanity and the environment. Increase of population ran up, since in the first few years of the century the population amounted to 1.5 billion, but it increased to 6 billion for the end of the nineties. Besides numbers and average dimensions of towns, proportion of urban population increased as well. Concrete and reinforced concrete became the most important building materials in case of town architecture. Proportions of built-in spaces increased to such a great extent that surpassed the increase of all times.

As a result of scientific and technological development, new possibilities occurred in the industry, military engineering, defence technology and transport. Then came the appearance of nuclear energy, a new source of energy, the application of which needed increased caution. Role of plastics became larger among artificially produced materials. Capacity of transport was multiplied, compared to past historical periods. All of the aforementioned branches were energy intensive in large measure (Kerényi, 1998).

For the last decades of the 20th century, it became obvious for humanity that the Earth was not an inexhaustible „goldmine”. This was pointed out by L. Meadows and his team who published a final report, entitled as „The limits to growth” in 1972. In this report they called the public’s attention to those dangers which threatened the humanity. These dangers are: overpopulation, insufficient food-supply, rapid decrease of natural resources, and environmental pollution (Meadows and Meadows, 1972).

Summary

Recently in Europe, most of the programmes of environmental science were included in natural sciences and technical education, but new initiatives in continuously increasing number, „intruded” into the world of classical subjects and jurial or sociologic teaching as well. It is remarkable that how difficult task is to make and establish those programmes which span and shear through the bounds of several subjects and branches. Naturally, this phenomenon leads to general problems in Hungarian public education or higher education, and can be observed especially in case of environmental sciences (Lakatos, 2003).

In connection with cultural fields, a demand on integrated subjects instead of disciplinar subjects arose within school education. Disciplinar subjects were accomplished with the mapping of a certain science, while integrated subjects differ from the systemic classification of disciplines to larger or smaller extent, and they combine the knowledge which are taught in different subjects. Inte-

gration has several grades. Generally, just a loose link forms between the subjects but it doesn't mean that the subjects themselves are integrated.

Finally, by help of the integrational process, environmental teaching can become an independent subject, and its getting to the periphery as integrated parts of different subjects can be avoided. It is probable, that most of teachers will perceive the teaching of environment-conscious view as another burden and they will try to avoid or attempt to implement it with the smallest drive as long as integration of environmental problems into several subjects do not occurs and integrational process are not effective enough (Lakatos, 2002).

Even in these days, both environmental teaching and environmental protection has closer links with natural sciences, but in this presentation, we surveyed people's relation with their environment, relying on the history books of elementary and secondary schools.

We touched upon the commencement of food production and other economic activities, and their influence on society. Partiality can be established, because harmful environmental effects of the aforementioned events are not mentioned at all. Only positive effects are mentioned in these books. Through surveying of the Ancient Oriental history, we refer to framing of the first laws, development and determinant role of religion and the use of natural resources.

The appearance of oriental-type societies accelerated the transformation of nature because their inventions like urbanisation and navigation caused increase of population or demographic explosion. For that time environmental pollution had already appeared although just on local scale. Wastes of metal-working got into the soil and living waters, and the environment was also polluted by wastes of those populations which had concentrated during urbanisation.

Greeks lived within nature and considered themselves as an integral part of it. They gave prime importance to the predominance of harmony, since ideal of harmony was the main worth in the ancient Greeks' scale of values. Harmony with the universe and harmony of body, spirit and intellect in humans. As Aristotle said: „Nature gives the key to understand the world.” These afford good possibilities to historical establishment of environmental teaching.

In the Roman age, urbanisation spread on occupied areas as well. Towns which were built on the model of Rome with cobbled streets, churches and amphitheatres, spread on the whole area of the Empire, and material remains of them can be observed in some places even in these days. Raw materials and industrial products of remote lands proceeded to Rome, serving luxury of the Roman élite. Working of mines became lively, especially exploitation of precious metals, mining of basic materials for streets and buildings, and also deforestation, because building of limes, military posts and huts needed huge amounts of wood. These events had regional effects on the state of natural environment, but such notes are missing from history books. The role of teachers becomes

determinant in mentioning such evidences in terms of environmental protection during the teaching.

In the Middle Ages, people's relation with natural environment was determined by the religious world concept. Unfortunately, schoolbooks deal only with historic events, and there's no time to present the natural environment-forming effects of the several farming interventions. It is another task for teachers to touch upon these interventions as well, through dealing with this processes directly or giving of readings which deal with this matter. With this, they can ensure the historical background of environmental teaching.

There were qualitative changes in the industry in the age of industrial revolution. Machines were means of production instead of hand tools therefore machine production became necessary. Steam became the main source of energy. Production of capital equipments and generation of energy needed huge amounts of iron, steel and coal. During the industrial revolution, people's connection with nature could be figuratively characterized by exploitation, the point of which was the extravagant exploitation of several natural values in the interest of huge profit.

Further colonizations became necessary because free competition and concentration of capital led to the formation of monopolies which demanded new markets and a lot of raw materials. First of all, colonies were considered as sources and suppliers of raw materials, and natural values were used irresponsibly, with lack of foresight. However, when monocapitalism formed, extravagant exploitation of natural resources was completed with employment of unskilled labour and exploitation of human's natural power, and through capital exports, the processing of these materials was accomplished by local and cheap manpower.

For the last decades of the 20th century, it became obvious for humanity that the Earth was not an inexhaustible „goldmine”. We have to pay attention to the dangers which are threatening the humanity. These dangers are: overpopulation, insufficient food supply, rapid decrease of natural resources, and environmental pollution. We have to provide opportunities to deal with the circumstances of environmental protection in these days, and to introduce the concept of sustainable development.

History books discuss knowledge in a linear way, but they provide very few opportunities to evolve the environmental and conservational teaching and to increase the levels of knowledge. We can establish that actual integrated teaching (taught in every single subject) of environmental protection and environmental education are not satisfactory, and teaching of this very important field as a separate subject can not be replaced by them. In the interest of preservation of the Earth for generations of the future and laying the foundation of a more environmental-conscious civil mentality, knowledge dealing with the relationship

between humans and their environment or just simply with environmental protection, should become a part of general knowledge.

References

- Carson, R. (1962): *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston, 304p.
- Chapman, J.L. -Reiss, M.J. 1992. *Ecology. Principles and applications*. Cambridge University Press, Cambridge, 294p.
- Commoner, B. (1972): *The Closing Circle*. Pantheon Books, New York
- Faragó, T. (szerk.) (2003): *Világtalálkozó a fenntartható fejlődésről* (Summit about Sustainable Development). Fenntartható Fejlődés Bizottság, Budapest, 148 pp.
- Habiné Kovács M. (szerk.) (2003): Ajánlás a környezeti neveléshez (*Proposal to Environmental Education*). Selyemréti Általános és Magyar – Angol Két Tanítási Nyelvű Iskola és Városi Pedagógiai Intézet, Miskolc, 23pp.
- Gyapay G., – Ritoók Zs. (1999): Történelem I. (*History I.*) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- H. Varró R. (1979): Élvilág és társadalom (*Living world and Society*), Kossuth Könyvkiadó.
- Horváth P. (1997): Történelem 5. (*History 5.*) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Jócsik L. (1976): *Környezetünk védelmében. (Protection of our Environment)*, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 344p.
- Kárász I. – Kiss M. – Szabó J. 2000: *A környezeti nevelés szervezett iskolai és iskolán kívüli formái, közösségi és felnőtt nevelési programok*. (The forms of environmental education in school), KLTE, JATE, Kelet-magyarországi Regionális Távköztársasági Központ, Professzorok Háza-IUCN.
- Kerényi A. (1995): *Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások*. (General Environment Protection. Global problems and practicable solutions) Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 383p.
- Kerényi A. (1998): *Általános környezetvédelem*. (General Environment protection), Mozaik Oktatási Stúdió. Szeged, pp. 36-42.
- Kerényi A. (szerk.) (2003): *Környezettan. Természet és Társadalom – Globális szempontból*. (Environment. Nature and Society – from global point of view), Mezőgazda, Budapest.
- Lakatos, G. (2002): System evaluation in the education of sustainable development in Hungary. *Journal of Teacher Education and Training*, 1: 20-27.
- Lakatos Gy. (2003): *Környezettudomány oktatásának helyzete az európai felsőoktatásban*. (Evaluation of Environmental Education in European higher Education), p. 277-290. In: Környezetvédelmi mozaikok – Tiszteletkötet Kerényi Attila 60. születésnapjára. Csorba P. (szerk.), CIVIS Copy Kft, Debrecen.
- Lakatos Gy. – Nyizsnyánszky F. (1999): *A környezeti elemek és folyamatok természet- és társadalomtudományos vonatkozásai*. (Natural and social relations of Environmental Elements and Processes), Unit 1. EDE TEMPUS S-JEP 12428/97. Debrecen, p. 1-111.
- McKeown, R. – Hopkins, C.A. – Rizzi, R. (1999): *Education for Sustainable Development Toolkit*. Center for Geography and Environmental Education, University of Tennessee, Knoxville, Tn.

- Meadows, D.H. – Meadows, D.L. et al. (1972): *The limits to growth*. Universe Books, New York.
- Nánási I. (szerk.) (1999): Humánökológia, (*Human-ecology*), Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, pp. 25-48.
- Salamon K. (1999): Történelem IV. (*History IV*), Tankönyvkiadó, Budapest.
- Walter M. (1987): Történelem II. (*History II*), Tankönyvkiadó, Budapest.
- Wickenberg, P. – Axelsson, H. – Fritzén, L. – Helldén, G. – Öhman, J. (2004): *Learning to change our world? Swedish research on education and sustainable development*. Studentlitteratur, Sweden, 350 pp.
- Závodszy G. (1991): Történelem III. (*History III*), Tankönyvkiadó, Budapest.

A környezeti oktatócsomagok szerepe és hatékonysága a fenntarthatóságra oktatásban

Leskó G.¹ – Katona I.¹ – Kárász I.¹ – Lakatos Gy.²

¹ Eszterházy Károly Főiskola; ² Debreceni Egyetem

Abstract:

Role and efficiency of educational packages in the education for sustainability in Hungary. The aim of our survey is to assess how several educational packages are known in Hungary. Do they reach schools and do teachers take the opportunity to use these complete tasks and lesson plans in the course of teaching? We also studied the efficiency of the environmental educational packages in the education for sustainability. Twelve well known domestic educational packages were involved in our survey. We used a questionnaire method in two target groups. The first comprises to the primary and secondary school teachers of Heves county independently of the schools' environmental attitude, while the second target group refers to the teachers of some eco-schools where the environmental education is of great importance. In this presentation the authors analysed how efficient the educational packages were and in addition, they pointed out the results and reveal the problems arising from the schools' different attitude.

1. Bevezetés

1.1. Környezeti oktatócsomagok

Annak ellenére, hogy a magyarországi oktatási-nevelési piacon számos környezeti oktatócsomag van jelen nem készült olyan felmérés, amely elemezné ezek hatékonyságát és ennek tudatában javaslatokat tenne a legfontosabb hatékonyságnövelő változtatásokra. Valamennyi oktatócsomag a környezeti tudatformálásért tevékenykedő különböző egyesület, szervezet gondozásában jelent meg. Többségük igényes, jól összeállított csomag, amelyet a pedagógusnak, illetve az oktatási-nevelési vezető szakembernek csak „ki kell bontania”, és elérhetővé tennie a tanulók számára.

A környezeti oktatócsomagokat oktatási-nevelési segédanyagoknak nevezzük. Számos meghatározás létezik ugyan, az oktatócsomag kifejezésre (Tompá 1975, 1982, Falus 1979), de általánosan elfogadott, definíció nem található sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban. Jelen munkában Kárász (2006) definitív értelmezését fogadjuk el, mely szerint: „az oktatócsomag olyan oktatási segéd-eszköz, amely az oktatási folyamat résztvevői számára rendszerszerűen használható, komponensei és kombinatív oktatási módszertani igénye által hatékonyabba teszi a tanulást”.

A környezeti oktatócsomagok között, tartalmi diverzitásuk szerint megkülönböztetünk **tematikus oktatócsomagokat**, melyek egy adott problémakört járnak körül (pl. energia, hulladék, stb.), illetve **komplex oktatócsomagokat**, amelyek a környezet- és természetvédelem, valamint a fenntarthatóság több témájához biztosítanak feldolgozási lehetőséget.

Az oktatócsomagok nem csak témájuk, hanem eszköztáruk szempontjából is nagyon változatosak. A legtöbb oktatócsomag alapja egy tanári kézikönyv, melynek felépítése szintén különböző. A tanári kézikönyv anyaga többnyire – főleg az újabb oktatócsomagnál –, CD-ROM-on is megtalálható, amely kihasználva a multimédia adta lehetőségeket, Internet hálózatba kapcsolt számítógépen használva szinte határtalan lehetőségeket kínál a témával kapcsolatos böngészésre. A csomag tartalmazhat még dia- és videofilm anyagot, írásvetítő fóliákat, posztereket, egyedi feladatlapokat és számtalan speciális segéd- és gondolatébresztő anyagot (pl. játékok, értékelő eszközök, stb.).

1.2. Fenntarthatóságra nevelés

A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégítsék szükségleteiket (Persányi 1987).

Az emberiség és a bioszféra sorsa függ a ma döntéseitől és tetteitől. Ahhoz, hogy a fogyatkozó természeti és gazdasági erőforrások felhasználása és megújulása egyensúlyba kerüljön, a fenntarthatóságot előtérbe helyező szemléletváltást kíván a civil társadalomtól és a döntéshozóktól egyaránt.

A környezeti oktatócsomagok rendkívül jól használhatók a fenntarthatóságra nevelésben, hiszen mindegyikben megfigyelhetők a fenntartható fejlődés oktatásának – egyes vagy valamennyi – célkitűzései:

- a rendszerszemléletre való nevelés,
- az alternatív gondolkodás elsajátítása,
- a globális kérdések megértése, a létminőség választásához szükséges értékek megmutatása,
- a létminőséghez tartozó viselkedési normák és formák kialakítása,
- a természet, az élet, a biológiai sokféleség jelentőségének megértése,
- a kulturális örökség fontosságának megismertetése a fenntartható fejlődésben (Béres et al., 2001).

2. Vizsgálat

2.1. A vizsgálat célja

2006-ban kezdett kutatóprogramunkban választ keresünk arra, hogy a környezeti oktatócsomagok milyen hatékonysággal használhatóak a fenntarthatóságra oktatásban. Első lépésként megvizsgáltuk, hogy milyen a hazai környezeti oktatócsomagok mennyisége, változatossága és ismertsége (Leskó et al. 2007, Katona et al. 2007). A felmérés eredményeinek további értékeléseként jelen dolgozatban a használatuk megoszlásából arra próbálunk következtetni, hogy az oktatócsomagok a fenntarthatóság pedagógiáját mennyiben segítik, melyek az oktatócsomagok használatát akadályozó tényezők, továbbá javaslatokat fogalmazunk meg ezen tényezők megszüntetésére.

1. táblázat

A vizsgálatba bevont környezeti oktatócsomagok főbb adatai

Címe/neve	Készítő/Kiadó	Alkalmazhatósági terület
Alisma	Hegyvidéki Tavainkért Környezetvédelmi Egyesület (Miskolc)	Oktatócsomag a nedves élőhelyek megismerésére (tematikus)
Zöld útipakk	Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központ (Budapest) (www.rec.hu)	Multimédiás oktatócsomag a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés 22 témájáról (komplex)
Natura 2000	Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (Budapest) (www.mme.hu)	A Natura 2000 területek jelentőségének megismerése (tematikus)
Hulladék-suli	Templomdombi Általános Iskola (Szentendre)	Az iskolákban megvalósítható hulladékkezelésről az egyén és a közösség szintjén (tematikus)
Mi lesz a szeméttel?	Hulladék Munkaszövetség (Budapest) (www.humusz.hu)	Minden, ami a hulladékkal kapcsolatos (tematikus)
Hol az energia?	Energia Klub (Budapest) (www.energiaklub.hu ; www.fna.hu)	Az energia jelenléte életünkben, a takarékoskodási lehetőségek (tematikus)
Géntekológia	Egyetemes Létezés Természetvédelmi Egyesület (Budapest) (www.etk.hu)	Genetikailag módosított élőlények ökológiai, egészségügyi, társadalmi és gazdasági kockázatai (tematikus)
Egyetlen Földünk van	Európa Tanács Észak-Dél központja (Lisszabon) A nemzetközi anyagból adaptálta a Független Ökológiai Központ (Budapest) (www.foek.hu)	Az életmód, az adósság, az éhezés, a háború, az ember és a természet problémáinak megismerése a fenntartható fejlődés tükrében (komplex)
A fák világa	Erdei Iskola Alapítvány (Szentendre)	A tématervek középpontjában a fa áll (tematikus)

Gyere velünk, csodákra lelsz!	„Bölcs Bagoly” Természetvédelmi Oktatóközpont (Tiszavasvári)	Környezet- és természetvédelmi oktatócsomag (komplex)
Éghajlatváltozás	Energia Klub (Budapest) (www.energiaklub.hu)	Éghajlatváltozás okai, következményei, megoldási lehetőségei (tematikus)
Madarász ovi és madarász sulí	Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (Budapest) (www.mme.hu)	Természetvédelem – madarak (tematikus)

2.2. Módszerek

A felmérést kérdőíves módszerrel végeztük. Ebbe az általunk legismertebbnek ítélt oktatócsomagokat vontuk be. Legfontosabb adataikat az 1. táblázat tartalmazza. A kérdőívből a kutatásunkhoz szorosan kapcsolódó kérdéseket és az ezekre adott válaszokat emelnénk ki az összefoglaló ábrákon.

A vizsgálatba bevont oktatócsomagok legfőbb kritériuma az volt, hogy országos szinten terjesztettek legyenek. Ennek alapján 12 oktatócsomagot vontunk be, amelyek közül három komplex oktatócsomag (**Zöld útipakk, Egyetlen Földünk van, Gyere velünk, csodákra lelsz!**), többségük azonban tematikus oktatócsomag (**Alisma, Natura 2000, Hulladék-sulí, Mi lesz a szeméttel?, Hol az energia?, Géntechnológia, A fák világa, Éghajlatváltozás, Madarász ovi és madarász sulí**).

2.3. Vizsgálati minta

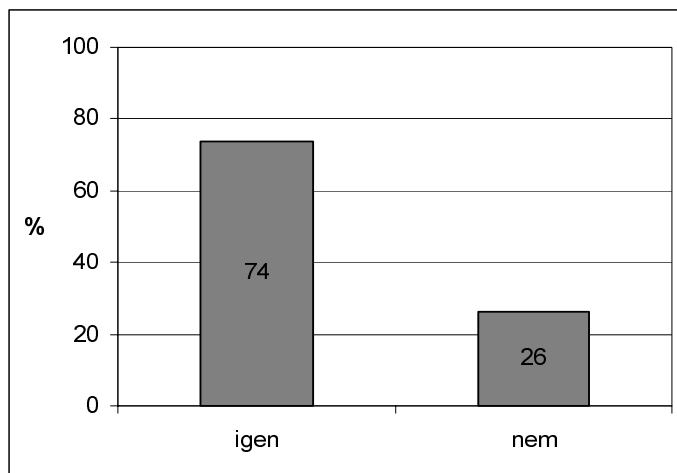
A felmérést a magyarországi ökoiskolák pedagógusai körében és Heves megye közoktatási intézményeiben végeztük el. Az értékelés során a két csoport válaszait együtt értékeltük, mivel Heves megyéből a külön értékeléshez nem érkezett vissza elegendő számú minta.

3. Eredmények

3.1. Az oktatócsomagok ismertsége

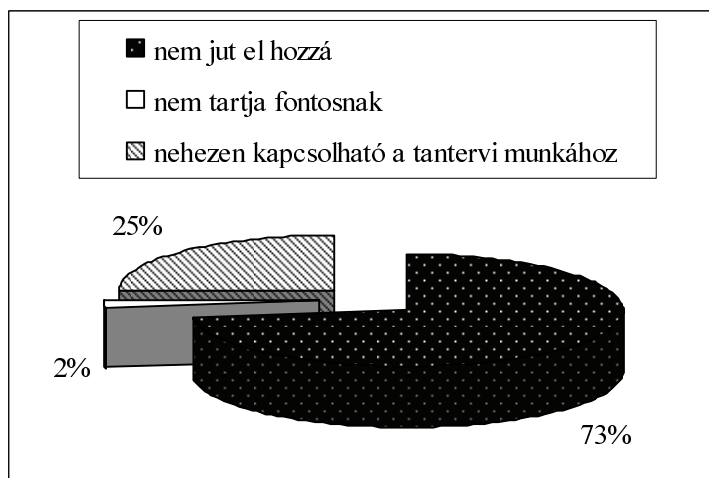
A beérkezett 144 db kitöltött kérdőív alapján, a válaszadók 74%-a használt már vagy jelenleg is használ valamilyen környezeti oktatócsomagot (1. ábra). Ez meglehetősen kedvező arány, de számolnunk kell azzal a ténnyel, hogy valószínűleg főleg azok a pedagógusok tartották fontosnak a kérdőívek visszajuttatását, akik használják is azokat, így ez nagymértékben torzíthatja az eredményt. Valószínűsíthető, hogy ha nagyobb lenne a minta szám, az oktatócsomagot nem

használók aránya lenne a több. Ezt a 4. ábra alapján merjük állítani, ahol a válaszadó pedagógusok a kollégáik motiváltságáról nagyon negatív képet festenek.



1. ábra: Használt-e már az oktatás bármely formájában környezeti oktatócsomagot?

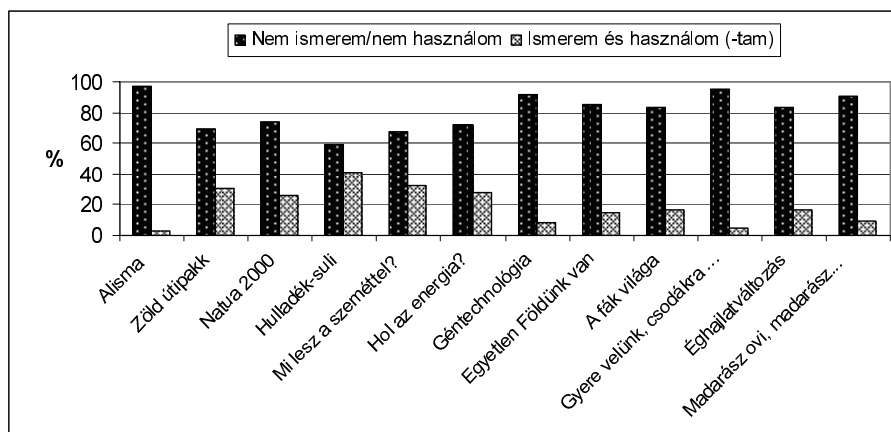
A választ adók nagy része (73%-a) azért nem használja a környezeti oktatócsomagokat, mert nem jutnak el hozzá (2. ábra). Ebből következtethetünk arra, hogy a csomagoknak nem megfelelő a disszeminációja, propagálása. Még a létezésükről sem tudnak sok esetben a pedagógusok.



2. ábra: Az oktatócsomagok mellőzésének okai

Figyelemreméltó a 4. ábra, amely azt tükrözi, hogy kollégáik szerint a pedagógusok több mint 90%-a nem, vagy alig motivált az oktatócsomagok használatában. A motiváltság hiánya is eredményezheti, hogy esetenként az iskolákban meglévő oktatócsomagok után sem érdeklődnek a pedagógusok, még ha könnyen elérhető is lenne számukra.

3.2. Az oktatócsomagok használata



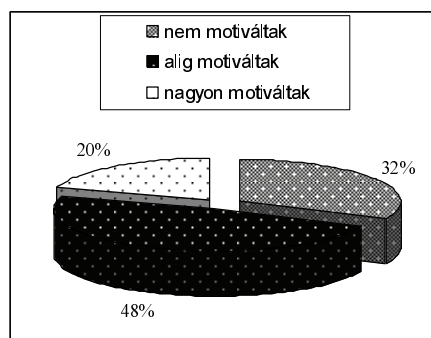
3. ábra: Az oktatócsomagok ismertsége/használata

Az oktatócsomagok ismertsége általánosan kicsi, kevés a jól ismert, illetve használt oktatócsomag (3. ábra). A legismertebb a **Hulladék-suli**, ezt követi a **Mi lesz a szeméttel?**, majd a **Zöld útipakk**, de a **Hol az energia?** és a **Natura 2000** is az ismertebbek közé sorolható. A legismertebbek és legtöbbet használtak a „hulladékos” oktatócsomagok, hiszen az iskolákban legkönnyebben és legeredményesebben megvalósítható a hulladékok környezettudatos kezelése.

A **Zöld útipakk** kiugróan ismert volta, azzal magyarázható, hogy a csomag megjelenésekor az ország több városában (Budapest, Eger, Miskolc, Debrecen, Székesfehérvár, Szentendre) ingyenes képzést szervezett a kiadó a csomag használatáról. Más oktatócsomagoknál ilyen nem volt. A pedagógusok hiányolják is ezt a fajta ismertetést, kipróbálási lehetőséget.

3.3. Igény és a motiváltság

A válaszadók 80%-a egyáltalán vagy alig látja motiváltnak a kollégáit az oktatócsomagok használatában (4. ábra), így azt is feltételezhetjük, hogy a fenntarthatóságra neveléshez is hasonlóan viszonyulnak.



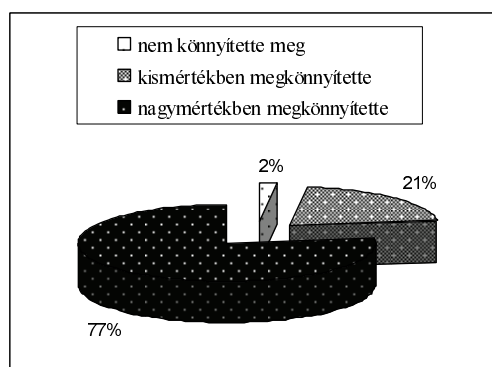
4. ábra: A pedagógusok szerint a kollégáik motiváltsága az oktatócsomagok használatában

Összefoglalva az előző négy ábra tartalmát kijelenthetjük, hogy az oktatócsomagok szerepe a fenntarthatóságra nevelésben kicsi, annak ellenére, hogy számos kiadvány áll a pedagógusok rendelkezésére és a felhasználók tábora rendkívül pozitív véleménnyel van róluk.

3.4. A felhasználók véleményei

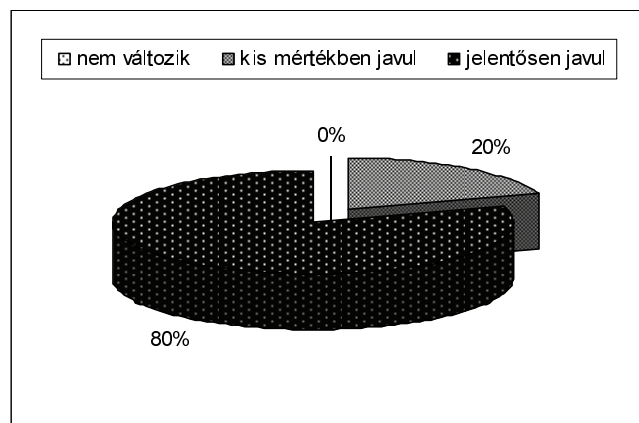
Azok a pedagógusok, akik használtak már oktatócsomagot, szinte valamennyien arról számoltak be, hogy valamilyen mértékben megkönnyítette a munkájukat az oktatócsomag használata. A válaszadók 98%-nak pozitív a véleménye, mindössze 2%-uk szerint nem jelent segítséget az oktatócsomag az oktató-nevelő munkában (5. ábra).

Véleményük rendkívül fontos, hiszen ez azt jelenti, hogy nagy az esélye annak, hogy legközelebb is előveszik a már bevált csomagot vagy esetleg egy újabbat próbálnak ki.



5. ábra: Az oktatócsomagok használatának tükröződése a tanári munka megkönnyítésében

A 6. ábra rávilágít az oktatócsomagok hatékonyságára, a tanárok 100%-a szerint az oktatócsomagok segítik a tananyag elsajátítását, megértését. Az oktatás hatékonysága az oktatócsomagok használatával nő. A döntő többség (80%) szerint jelentős mértékben, a többiek szerint kis mértékben (20%).



6. ábra: A pedagógusok véleménye a tananyag elsajátításának hatásfokáról oktatócsomag használata esetén

4. Javaslatok, észrevételek, megoldási lehetőségek

Sajnos csupán a válaszadók 20%-a élt azzal a lehetőséggel, hogy leírja javaslatait, észrevételeit. A legfontosabb javaslatok az alábbiak:

- szélesebb körű propagálás;
- továbbképzés az oktatócsomagok használatához;
- tanári segédlet;
- illeszkedjen a tanmenethez;
- az aktuális információk mellett mindennapi ismereteket is tartalmazzon;
- életkori sajátosságok figyelembe vétele;
- több multimédiás oktatócsomag.

Legtöbben a szélesebb körű propagálást, nagyobb hírverést és reklámot javasolták. Az oktatócsomagok marketingje, disszeminációja gyakorlatilag teljesen hiányzik vagy esetleges. Így az előállításuk – mivel tényleges használatuk igen kismértékű – drága és pazarlónak tekinthető. Feltétlenül szükséges a piaci bevezetés, terjesztés, megismertetés és rendszeres minőségbiztosítás megszervezése, ami állami szinten (Oktatási és Kulturális Minisztérium), vagy a civil szférában (Nemzeti Civil Alapprogram) is megvalósulhat.

Az oktatócsomagok megismertetése a felsőoktatásban folyó pedagógusképzésben sem általános. Ennek oka részben az előzőekben keresendő, másrészt az intézmények és a civil szféra kapcsolatának hiányában, esetlegességében. Célszerű lenne megkeresni azokat a találkozási pontokat (pl. Sulinova infó, OKM

honlap, szakmódszertani konferenciák), ahol a tanárképző intézmények illetékes szakemberei (szakmódszertan felelősök) megismerkedhetnek az oktatócsomagokkal és megkapnák azokat gyakorlati kipróbálásra és a leendő pedagógusokkal történő megismertetésre.

Mivel a környezeti oktatócsomagok módszertani szempontból sok újdonságot tartalmaznak, ezért sokszor elengedhetetlen, hogy a pedagógusokat továbbképzés formájában felkészítsék ezeknek a használatára. Fontosságát bizonyítja a pozitív példa, hiszen a Zöld útipakk továbbképzésén jelentős számú pedagógus vett részt és ez a használatban is tükröződik. Motivációként a résztvevők egy-egy példányt ingyenesen kaptak belőle.

Többen kifogásolták, hogy nehezen illeszthetők be az oktatócsomagok témái az órai munkába. Ezen lehetne változtatni az oktatócsomagok „tantárgyközpontúbbá” tételével, de csak olyan mértékben, hogy a fenntarthatóság pedagógiájának célkitűzéseivel ne ütközzenek. Továbbképzések keretében megtanulhatnak a pedagógusok a témák komplex megközelítését és a tanórába illesztés módszereit.

A tanártovábbképzések alkalmával nélkülözhetetlen lenne értékelési kompetenciák kialakítása a pedagógusokban (Tourtillott 1994), hiszen egyre több oktatócsomag és egyéb tanári segédlet kerül kiadásra, melyekből a tanároknak ki kell tudniuk választani a számukra legmegfelelőbbeket. Ezen kompetenciák birtokában minden pedagógus kialakíthatna egy saját értékelési rendszert, amelynek segítségével olyan értékes oktatási segédanyagokhoz juthatna, melyek nagymértékben megkönnyíthetik a munkáját, hozzájárulhatnak a fenntarthatóságra neveléshez, valamint a tanulóknak is segítenek a tananyag elsajátításában, a környezettudatos gondolkodás kialakulásában.

A fent említett problémák megoldásában hasznos lenne egy tanári általános kézikönyv az oktatócsomagok használatához.

Fontosnak tartják a pedagógusok azt is, hogy az aktuális információk mellett, a téma hétköznapi vonatkozásaival is megismerkedjenek. Szerepeljenek az oktatócsomagokban olyan ismeretek, feladatok, amelyek a gyerekek környezettudatos életvezetését szolgálják, mind az iskola falai között, mind családi környezetben.

Megfogalmaztak a pedagógusok olyan javaslatokat is, hogy az adott témákat a célzott korosztály igényeit figyelembe véve találják, hiszen akkor a leghatékonyabb az oktatás és a nevelés, ha az életkori sajátságokat figyelembe vesszük. Erre nagyon jó megoldás lenne, ha oktatócsomagokat célzottan egy-egy korosztály számára készítenék.

Napjainkban a multimédia életünk részévé vált. Ma már minden iskolában van számítógép, Internet hozzáférés. Ezért célszerű lenne a jövőben multimédiás oktatócsomagok összeállítása, hiszen így anyagot és energiát takaríthatunk meg. A diákok saját tempójukban, érdeklődési körüknek megfelelően használhatnák és tanulhatnak a segítségükkel. Ebben az esetben a tanár, mint a háttérbe kerü-

lő segítség (mentor, tutor) lenne jelen. Ezt a formát talán tanórán kívüli szintén lehetne a leginkább megvalósítani a informatikai technikai felszereltség hiányos volta miatt.

5. Összegzés

Az oktatócsomagok használatával kapcsolatos felmérés legfontosabb tapasztalatait és eredményeit abban látjuk, hogy az oktatócsomagok ismertsége kicsi, kevés a jól ismert és használt oktatócsomag. Ebben nagy szerepe van a hiányos disszeminációnak és marketingnek, de nem csak erre vezethető vissza a használatuk hiánya.

Fontos lenne az oktatócsomagok készítői számára, a pedagógusok igényeinek feltárása, egyrészt a már meglévő oktatócsomagok javítása, másrészt újabbak összeállítása esetén. Hiszen a felhasználók véleménye nélkül nem tudnak olyan csomagokat összeállítani, amelyet szívesen és könnyen használnak a pedagógusok.

Az igények feltárása mellett a már kiadott vagy ezután megjelenő oktatócsomagok megismertetéséhez továbbképzést kell szervezni módszertani szakértők bevonásával, ugyanis ezzel érhető el a hatékonyabban felhasználás.

Irodalom:

- Béres Cs., Csobod É., Lakatos Gy. (2001): A fenntartható fejlődés oktatása, Környezet és társadalom, 8. modul, KLTE, JATE, Professzorok Háza, Budapest
- Falus, I. (1979): Mi az oktatócsomag? In: Falus, I. – Hunyady, Gy. – Takács, E. – Tompa, K.: Az oktatócsomag, Tankönyvkiadó, Budapest
- Falus I. (szerk.) (2004): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe, Pedagógus könyvek, Műszaki Kiadó, Budapest
- Katona I., Leskó G., Kárász I., (2007): Education Packs in Hungary, Acta Pericemonologica, Debrecen Tomus 2: 268–271.
- Kárász I. (2006): A környezeti nevelés aktuális kérdései: az oktatócsomagok, XI. Főiskolai Környezetvédelmi Napok, Eger, 2006. ápr. 21–26. (mscr)
- Lehoczky J. (1999): Iskola a természetben avagy A környezeti nevelés gyakorlata, Raabe Klett Kiadó, Budapest
- Leskó G., Katona I., Kárász I., Lakatos Gy. (2007): The role and the efficiency of the environmental educational packages in the education for sustainability, Acta Pericemonologica, Debrecen Tomus 2: 236–149.
- Mortensen L. L. (2001): A fenntarthatóságra nevelés erőforrása. In: Wheeler K. A.-Bijur A. P. (szerk.) (2001): A fenntarthatóság pedagógiája, Körlánc Egyesület, Budapest
- Persányi M. (szerk.) (1987): Közös Jövőnk, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Schróth Á. (szerk.) (2004): Környezeti nevelés a középiskolában, Trefort Kiadó, Budapest
- Tompa, K. (1975): Oktatócsomag, Köznevelés, XXXI. Évf. 35. sz. 12–13. p.
- Tompa, K. (1982): Az oktatócsomagok típusai, Pedagógiai technológia, 3. sz. 10–16. p.
- Tourtillott, Lean-Britt, Peggy (ed.) (1994) : Evaluating Environmental Education Materials, Regents of the University of Michigan

Vásárhelyi T. – Victor A. (szerk.) (2003): Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest

www.rec.org – Regional Environmental Center (Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központ)

www.foek.hu – Független Ökológiai Központ Alapítvány

www.fna.hu – Föld Napja Alapítvány

www.energiaklub.hu – Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület

www.oki.hu – Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet

www.humus.hu – Hulladék Munkaszövetség

www.mme.hu – Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület

www.etk.hu – Egyetemes Létezés Természetvédelmi Egyesület

Környezetünkkel kapcsolatos problémák a középiskolai matematika tanításában

*„Ezt a világot nem őseinktől örököltük,
hanem utódainktól kaptuk kölcsön.”
(Indián mondás)*

Patak Ildikó Mária

Karcag, Gábor Áron Gimnázium

Abstract

Significance of the environmental education is emphasized in this paper. The objective of my study is to build up a connection between environmental education and mathematics. The problems and exercises presented here comprise from global environmental items to less critical, every day problems. They are applicable in primary and secondary schools as well. The mathematical content of the problems is mostly simple. There is a more sophisticated problem dealing with transport and adsorption of pesticides. Text of the problems is interesting, having a motivating effect on students. Solving them improves their capability of analysis and finding relationships between different areas.

Bevezetés

Ezzel a mottóval és címmel egy olyan cikk írására vállalkozom, mely egyszerre foglalkozik a környezeti neveléssel és a matematika tanításával. Láthatóvá teszem, hogy ez a két terület nem áll távol egymástól. Az első részben a környezeti nevelés fogalmával, jellemzőivel, a fejlesztendő képességekkel, módszerekkel foglalkozom. A második részben következik a matematika feladatok bemutatása.

I. Környezeti nevelés

Az ember, a társadalom, és a környezet közötti hatás három fő területre a társadalmi, a természeti és a technikai környezetre összpontosul. Én a természeti környezettel kapcsolatos neveléssel kívánok foglalkozni ebben a cikkben.

A *környezeti* szó jelentésében kifejezi a természet értékei mellett az ember által létrehozott, kialakított környezet is. De a környezeti nevelés magába foglalja a természetvédelmi nevelést is. Hasonlóképpen pedagógiai fogalmakkal: nemcsak oktatást jelent ez a folyamat, hanem elsősorban nevelést. A környezetről szóló nevelésben a környezeti értékekről és a problémákról beszélünk. A környezetben való nevelésnél a környezet a tanulás eszköze, a kutatáson, a megfigyeléseken, az információgyűjtésen van a hangsúly. A környezetért való nevelés a környezetért való gondoskodás, egyéni felelősség kérdését állítja a középpontba.

1. *A környezeti nevelés néhány jellemzője Joy Palmer és Philip Neal szerint:*

- multi- és interdiszciplinális (sok tudományágat magába foglaló, több szakterületet közösen érintő);
- rendszerszemléletre nevelő hatású;
- az alternatív gondolkodásra nevelő hatású;
- analitikus, szerteágazó;
- lokális, globális (helyi és általános érvényű);
- értelmi és érzelmi nevelő hatású;
- folyamatos és élethosszig tartó;
- egyszerre aktuális és jövőbe tekintő;
- a létminőség kiválasztására és a megfelelő viselkedési normák elsajátítására nevelő.

2. Olyan módszerek kellenek, amelyek a tanulókat képessé teszik arra, hogy felnőttként olyan döntéseket hozzanak, melyek a környezettel összhangban vannak. A környezeti témájú feladatokkal több olyan fejlesztendő képesség kerül előtérbe, ami egy hagyományos matematika órán nem feltétlenül valósul meg. Ilyen például a konfliktuskezelési, a kommunikációs és az előadói készségek.

3. *A Nemzeti Alaptanterv (NAT) és Magyarország második Nemzeti Környezetvédelmi Programjában megfogalmazott fejlesztendő készségek:*

- Problémamegoldó
- Elemző
- Megfigyelő
- Együttműködési
- Önálló ismeretszerzési
- Kommunikációs
- Vita
- Konfliktuskezelési
- Előadói

A tevékenységek sorát bővítheti egy sor olyan cselekvési forma, mely a hagyományosnak nevezett matematikaoktatásban elképzelhetetlen volt.

4. Tevékenységek, módszertani ajánlások

- önálló mérések, változatos munkaformák, tanítási stratégiák
- vizsgálatok, kísérletek,
- környezetvédelmi tevékenységek,
- drámajátékok.

Új módszerek a környezeti nevelésre: projekt-módszer, story line módszer, spirál téma módszer, kreativitást igénylő játékok, hangulatkeltő játékok, versenyek.

A környezeti nevelés tantervének négy elemre kell kitérnie, ez az a fontos tudásanyag, melynek megismerésével személyiség fejlődik, és közben sok gyakorlati készséget sajátít el a tanuló, és jelentősen javul a környezethez való viszonya, kialakul a környezethez kapcsolódó helyes viselkedése.

Matematikai feladatok, módszertani megjegyzések

A környezeti nevelési program a matematika tantárgyra vonatkozó néhány célját a NAT hangsúlyosan tartalmazza, a teljesség igénye nélkül csak néhányat említenék:

- Fejlődjön a tanulók logikus gondolkodása, szintetizáló, analizáló, lényegkiemelő és becslési képessége!
- Alakuljon ki a tanulóban a rendszerben való gondolkodás és a környezeti rendszerek megismeréséhez szükséges számolási készség!
- A tanuló váljon képessé arra, hogy más tárgyakban tanított környezeti összefüggéseket matematikai módszerekkel bemutasson, jellemezzen!
- Váljon képessé egy adott témához megfelelő adatok kiválogatására, gyűjtésére és feldolgozására!
- Legyen képes a környezeti mérések eredményeinek értelmezésére, statisztikai módszerekkel történő elemzésére!
- Tudjon adatokat táblázatba rendezni, grafikonokat készíteni és elemezni!
- A tanuló legyen képes arra, hogy megfigyelje az őt körülvevő környezet mennyiségi és térbeli viszonyait!
- Ismerjen valós életből vett példákat, legyen képes ezeket elemezni és megfelelő következtetéseket levonni!

Ilyen új lehetőségek lehetnek például: a helyi vízminőségének paramétereinek változásai, annak értékelése számítógép segítségével; vagy a levegő CO₂ tartalmának emelkedésével kapcsolatos problémákra vonatkozó számítási feladatok, vagy különböző statisztikák készítése a környezetvédelemmel kapcsolatos tanulói, szabad időben végzett tevékenységekről, de az iskola környékén mért környezeti értékek feldolgozásának lehetőségei is ilyen terület.

Az általam itt közölt feladatok a Reader's Digest válogatás: *Hogy is van ez?* című könyve alapján jöttek létre. Ez a kiadvány szolgált alapjául, azoknak a környezeti, gazdasági problémáknak, melyek megfogalmazódnak a következő feladatokban.

II. Feladatok

1. feladat: Az Antarktisz jegének térfogata 28 millió km^3 . Területe 13,449 millió km^2 . Hány km az átlagos vastagsága a jégnek?
2. feladat: A Föld felszíne 510 millió km^2 . Ennek 71%-a víz, ez 1310 millió km^3 vizet jelent. Mennyi a vizek átlagos mélysége?
3. feladat: Az Antarktisz az utóbbi 100 évben nem csökkent a jég tömege, hanem éppen ellenkezőleg, jelenleg évente 50-60 mm-rel növekszik a csapadék, ezáltal évenként 1000 km^3 víz kötődik meg jég formájában. Hány km^2 az Antarktisz területe?
4. feladat: A tudósok becslése szerint 2025-re megnövekszik a vízhiányos életet vagy szűkös víztartalékú országban élő emberek száma, mely ma 505 millió főre tehető. Hány milliárd embert jelent ez, ha legalább 475,24%-ra és legfeljebb 673,26%-ra becslik a növekedést?

A fenti négy feladat szövegében a vízzel kapcsolatos problémák találhatók. Például: az Antarktisz jegének olvadása, vastagodása, a Föld vízkészletének helyzet, ezekről a tanulóknak sok információja van, érdemes a feladat megoldása előtt megbeszélni ezt a témát velük. Az első feladat egy fordított szövegezésű térfogatszámítási feladat, a második feladat hasonlóan ugyanaz, csak még egy százalékszámítással is össze van kötve. A harmadik, térfogatszámítási feladat megoldásához a mértékegység átváltása is szükséges. A negyedik feladat kettős százalékszámítást jelent, melyet a legalább és legfeljebb fogalma nehezít. Ezek a feladatok a tantárgyi követelményekben nem haladják meg az általános iskolai szintet.

5. feladat: Minden évben a trópusi erdők területe 142 000 km^2 -rel csökken! Hányszorosa ez Magyarország területének? Keresd ki, melyik afrikai ország területével egyezik ez meg?
6. feladat: Az elmúlt 100 évben a Föld erdeinek 20-50% -a elveszett. Egy év alatt 146 000 km^2 erdő tűnik el napjainkban is átlagosan. 100 év alatt mennyi km^2 erdő tűnik el átlagosan? Ha most 3,8 - 4,1 millió hektár erdő van, mennyi lehetett 100 évvel ezelőtt?

Az ötödik feladat egy olyan készséget vizsgál, mely a kompetenciamérésekből már jól ismert. A földrajz tantárggyal való koncentráció gyűjtőmunkára készíti a tanulókat, mert utána kell nézniük a hazai értékeknek, valamint az afrikai országok területeinek adathalmazából kell keresni és az adatokat összehasonlítani a megadott értékkel. Az így kialakult nagysági relációk alapján döntést kell hozni, hogy melyik országról van szó. A keresés minden iskolában megoldható, hiszen kereshetnek a tankönyvükben, a könyvtárban, interneten, attól függően, hogy milyen lehetőség áll rendelkezésükre.

7. feladat: Egy modern gyártósoron 30 villanykörtét készítenek 4 perc alatt. Hány villanykörtét készítenek 1 óra alatt? Ha a villanykörte kb.: 1000 órán át képes világítani, akkor az előbbi villanykörtek összesen hány óráig világítanak? (Számold össze, hogy otthon ti összesen hány villanykörtét használtok egyszerre? Ha mind egyszerre elromlana és lecserélnétek, akkor hány óráig tudnátok világítani az összessel, ha egymás után használnánk őket?)

A hetedik feladat bevezetésénél beszéljünk a villamos energia haszna mellett arról is, hogy a megnövekedett igény miatt folyamatos probléma az elegendő elektromos áram előállítása. Megemlíthetjük, milyen különböző lehetőségek vannak ma villamos energia termelésére, (atomerőmű, vízerőmű, szélenergia) és ezek építése és fenntartása mennyire környezetromboló hatású. A feladat megoldása egy mértékegység-átváltással kapcsolt egyszerű következtetés, ezt a feladatot az általános iskolában is alkalmazhatjuk.

8. feladat: Nagy-Britannia lakosságából 7 millió lakos 160 liter vizet használ el fejenként naponta. Ennek egyharmadát WC-k öblítésére, egy másik harmadát mosakodásra, zuhanyozásra és fürdésre fordítják. A fennmaradó kb. 50 litert mosásra, mosogatásra, ivásra, főzésre, autómosásra valamint – az évszaktól függően – kerti locsolásra használják fel. Konkrétan mennyi vizet és mire használnak el összesen?

9. feladat: A Temze-környék vezetékes vizét is majdnem teljesen folyókból, főleg a Temzéből nyerik, míg a hiányzó mennyiséget fúrt kutakon keresztül földalatti rétegvizekből és vízfolyásokból. 1996-ra a brit főváros vízszükségletének felét egy 80 km hosszú, 2,5 m átmérőjű földalatti fővezeték fogja fedezni. Mennyi m^3 víz fér a fővezetékbe? Mennyi m^3 vizet használ London?

A Föld ivóvízkészletei is végesek, a megnövekedett fogyasztás ezen a területen is aggasztó. A szakemberek folyamatosan gondolkodnak a megfelelő minőségű ivóvíz pótlásáról. Külön gondot jelent, hogy vannak olyan országok, ahol nincs megfelelő minőségű- és mennyiségű ivóvíz. A 8. feladat egyszerű szöveges feladat, míg a 9. feladat a henger térfogatát kérdezi.

10. feladat: Vannak olyan műanyagok, melyek olyan kémiai anyagokat tartalmaznak, melyek fény hatására lebomlanak. Egy $50m \times 10m$ -es kiskertben hány 1m széles szalagsíkkal takarják le a talajt, hogy a hő visszatartásával siettessék a gabona érését, ha 5 cm-t mindkét oldalon rá kell számolni a szélekre! A fóliák 1-3 évig használhatók, mielőtt felszívódnának a talajban

A mezőgazdaságban is kezdik felfedezni a környezetbarát termesztési eljárásokat, gyakran hallunk a biotermelésről és termékekről. Ez lehet a bevezetése a következő feladatnak. A 10. feladatban egy egyenlettel megoldható szöveges feladatról van szó, mellyel a tanulók 9. osztályban találkozhatnak.

11. feladat: Egy átlagos amerikai háztartásból nagyjából 24 kg szilárd hulladék kerül ki hetente. Franciaországban ez az érték 17 kg, Angliában 16 kg.

- a) Mennyi hulladék kerül ki évente Amerikában, Franciaországban és Angliában egy átlagos családból?*
- b) Egy átlagos New-Yorki polgár testsúlya nyolcszorosának megfelelő mennyiségű szilárd szemetet hajít ki évente. Mennyi ez, ha 70 kg a polgár?*
- c) 1 tonna hulladék elégetése 180 dollár. A szeméttelen való elhelyezése harmadannyi. Mennyibe kerül 120 tonna hulladék szeméttelen való elhelyezése?*

12. feladat: Minden egyes tonna szemből 40 m³ metángáz keletkezhet. Ezzel a gázzal, egy olcsó eljárással hőt vagy elektromosságot lehet gerjeszteni. Hány m³ gáz keletkezik 150 t szemből? Hány m³ gáz keletkezik, akkor, ha 75%-os hatásfokkal számolunk?

Ezek az egyszerű következtetési feladatok, akár az általános iskolai tanórákon is elhangozhatnak.

13. feladat: Peszticidek transzportja

A növények szennyezőanyag (peszticid) felvételének matematikai leírására sokféle modellt alkottak. Az Eszterházy Károly Főiskolán működő EGERFOOD Regionális Tudásközpont kutatói sokféle szempontból vizsgálták, hogy milyen változások zajlanak a növényeknél, ha különféle típusú és mennyiségű szennyezőanyag éri őket. A kutatócsoport a peszticidek transzport- és átalakulási folyamatait vizsgálta. A szennyezőanyagok a folyókban és talajvizekben áramlás útján terjednek. A sebesség és az áramlási tér egyenetlensége miatt azonban létrejön egy keveredés, és így a szennyezőanyag koncentrációja csökken, és a szennyezett térfogat viszont nő. Az áramlás gyorsaságát még sok tényező befolyásolja. Egy másik bonyolító tényező, hogy egyes szennyezők a transzportfolyamat során lebomlanak, így a koncentrációjuk az eltelt időnek megfelelően csökken. Egy másik fontos tényező, hogy a talajvizekben az egyes szennyezők megkötődnek (adszorbeálódnak) a talajszemcséken vagy a talajban lévő szerves anyagokon. A

szennyezőanyag koncentrációjának időbeli változását az áramlást, a bomlást és az adszorpciót figyelembe véve a következő egyenlet írja le:

$$C = C_0 \frac{V}{An\sqrt{4\pi \frac{D_L}{R}}} \exp \left[-\frac{\left(x - U \frac{t}{R}\right)^2}{4D_L \frac{t}{R}} - \lambda t \right]$$

Tekintsük az Atrazin nevű növényvédőszert, arra vagyunk kíváncsiak, hogyan viselkedik a talajba jutva. Az exponenciális tényező elhagyása után megmaradt kifejezés az áramló szennyezőanyag csúsc koncentrációját adja t időpontban:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{V}{A \cdot n \cdot \sqrt{4\pi \cdot t \cdot \frac{D_L}{R}}}$$

A jelölések jelentése:

- C a szennyezőanyag csúsc koncentrációja t időpontban
- C_0 a szennyezőanyag kezdeti koncentrációja, amely a $t=0$ időpontban, mely az $x=0$ helyen bebocsátott szennyeződéshez tartozik
- V a szennyezőanyag teljes térfogata
- A az áramlási keresztmetszet
- n a talaj hézagtérfogata, porozitása
- DL a hosszirányú diszperziós (elkeveredési) tényező
- t a szennyezőanyag bebocsátásától eltelt idő
- U az áramlás középsebessége
- R a késleltetés mértékét (az adszorpció hatását) kifejező retardációs tényező

Figyelj oda rá, hogy az eltelt időt másodpercben kell megadnod!

Munkádat segíti, ha normál alakkal számolsz!

Atrazin bomlás és adszorpció figyelembevételével durva homokra

Itt láthatók az atrazinra vonatkozó kigyűjtött adatok:

$$U = 5 \cdot 10^{-5} \frac{m}{s} \quad D_L = 5 \cdot 10^{-5} \frac{m^2}{s} \quad n = 0,35 \quad R = 18,5$$

$$\frac{V}{A} = 10^{-4} m = 0,1 \frac{l}{m^2}$$

A térfogat és a felszín hányadosa a $\frac{m^3}{m^2}$ egyszerűsítése miatt csak méter lesz. Fontos még, hogy a felületegységre juttatott peszticid térfogat $\frac{V}{A}$ értékét megfelelő mértékegységben, $\frac{l}{m^2}$ helyett m-ben adjuk meg.

$$X = \frac{U \cdot t}{R}$$

A X az a távolság, amelyre a t idő alatt a szennyezőanyag csúcskoncentrációja előrehalad.

A továbbiakban mind a távolságot, mind a csúcskoncentrációt kiszámolták a tanulók az első félnaptól kezdve négy és fél napig:

$$X = \frac{U \cdot t}{R} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 4,32 \cdot 10^4}{18,5} = 1,167 \cdot 10^{-1} = 0,1167m = 11,67cm$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{V}{A \cdot n \cdot \sqrt{4\pi \cdot t \cdot \frac{D_L}{R}}}$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{V}{A \cdot n \cdot \sqrt{4\pi \cdot t \cdot \frac{D_L}{R}}} = \frac{10^{-4}}{0,35 \cdot \sqrt{4 \cdot 3,14 \cdot 4,32 \cdot 10^4 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-5}}{18,5}}} = \frac{10^{-4}}{0,35 \cdot \sqrt{14,66 \cdot 10^{-1}}} = \frac{10^{-4}}{0,42} = 0,0002359$$

A végeredmény: $2,35 \cdot 10^{-4}$

Egy másik példa a számolásra:

$$X = \frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 8,64 \cdot 10^4}{18,5} = 2,33 \cdot 10^{-1} = 0,233m = 23,3cm$$

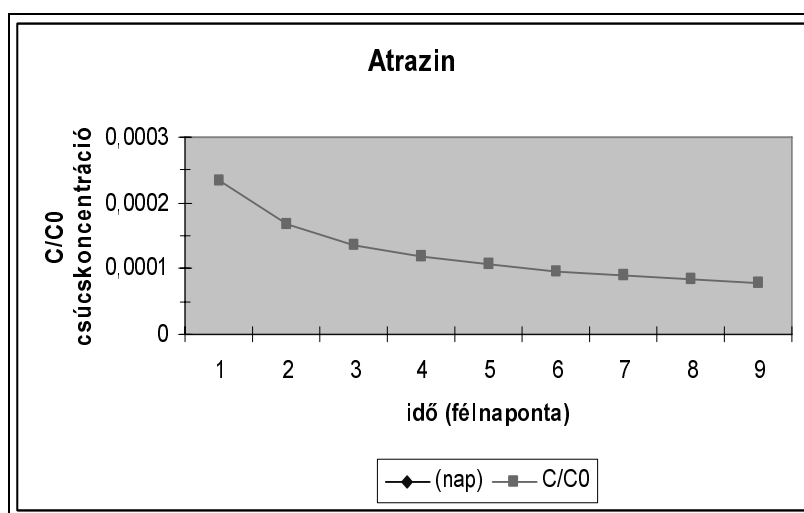
$$\frac{C}{C_0} = \frac{10^{-4}}{0,35 \cdot \sqrt{4 \cdot 3,14 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-5}}{18,5}}} = \frac{10^{-4}}{0,35 \cdot \sqrt{29,329 \cdot 10^{-1}}} = 0,0001668 = 1,668 \cdot 10^{-4}$$

A továbbiakban a fentiekhez hasonlóan számolunk! A tanulók táblázatba rendezték a kiszámolt adatokat.

$\frac{X}{\text{(cm)}}$	23,3	35,02	46,702	58,37
$\frac{C}{C_0}$	$1,668 \cdot 10^{-4}$	$1,362 \cdot 10^{-4}$	$1,179 \cdot 10^{-4}$	$1,055 \cdot 10^{-4}$

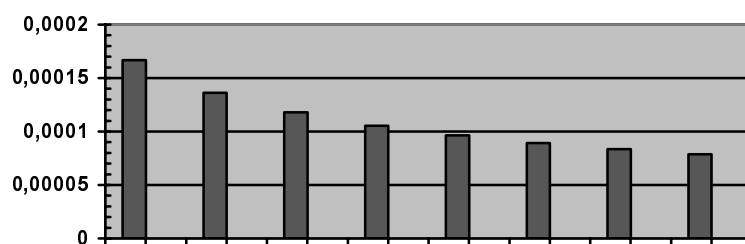
$\frac{X}{\text{(cm)}}$	70,05	81,72	93,405	105,08
$\frac{C}{C_0}$	$9,63 \cdot 10^{-5}$	$8,91 \cdot 10^{-5}$	$8,34 \cdot 10^{-5}$	$7,86 \cdot 10^{-5}$

Ábrázold a fenti csúcskoncentráció értékeit az idő függvényében!

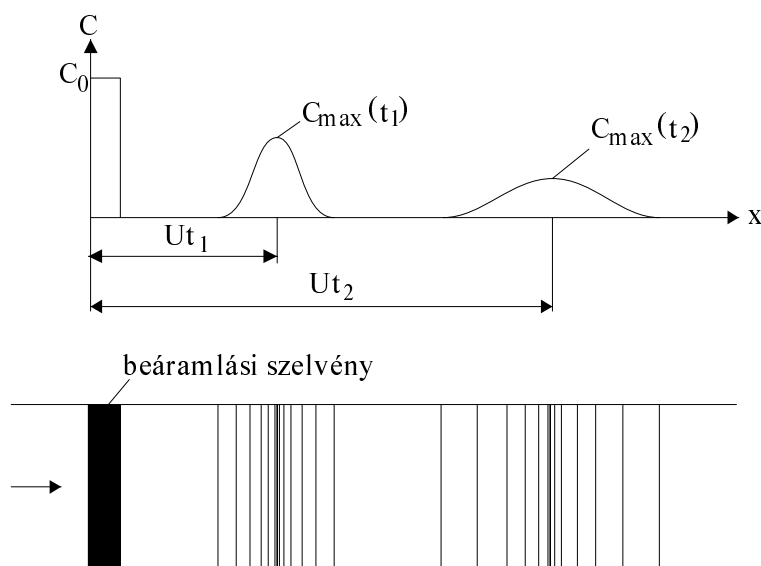


A kis négyzetek a csúcskoncentráció $\frac{C}{C_0}$ értékét mutatják az idő függvényében, ez egy monoton csökkenő függvény. A függvényt a tanulók jellemezhetik. (Például: értelmezési tartomány, értékkészlet, szélsőérték hely, zérus hely, folytonosság, menete, paritás, periodicitás, korlátosság, konvexitás szempontjából.)

Egy másik feladat lehet, ha oszlopdiagramon ábrázolják a $\frac{C}{C_0}$ értéket.



Sőt akár be is mutathatjuk a jobb képességű tanulóinknak, hogy az időben ellapuló Gauss-görbék csúspontjai pontosan olyan magasan vannak, mint a téglalapokkal szemléltetett magasságok. A két grafikon az atrazin csúskoncentrációját ábrázolja, a vízszintes tengelyen az időt jelöltük, a függőleges tengelyen a $\frac{C}{C_0}$ értékét.



Lehetőség van egy AQUACONT nevű program kipróbálására is, melyet az EKF-en fejlesztettek ki. Ennek egydimenziós változata képes az adatokat bekérve a Gauss görbét ábrázolni, a csúskoncentráció értékét kiszámítani és a távolság növekedésével a koncentrációt kiszámolni konzervatív szennyezés esetében vagy akár a bomlás, az adszorpció figyelembevételével.

Például:

Kezdeti koncentráció: 100

Szennyezőanyag mennyisége: 100m^3

Beáramlási felület: 1000000m^2

Hézagtérfogat: 0.35

Áramlási sebesség: $5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Diszperziós tényező: $5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

Idő: $4,32 \cdot 10^4 \text{ s}$

Radioaktív anyag felezési ideje: 6134400 s

A megrajzolt Gauss-görbe a $[-5,54; 9,86]$ intervallumban halad, a csúcs-koncentrációt a program feltünteti: $0,01 \frac{n}{l}$ ($x=2,2 \text{ m}$)

X (méter)	C koncentráció
0,1167	0,00337
0,233	0,00355
0,3502	0,00374
0,46702	0,00392
0,5837	0,00409
0,7005	0,00426
0,8172	0,00443
0,93405	0,00459
0,10508	0,00335

A feladatok kipróbálásáról

A fenti feladatokkal, a karcagi Gábor Áron Gimnázium, Egészségügyi Szakközépiskola és Kollégium egy délutáni szakköri csoportjában foglalkoztam. Ebbe a szakkörbe 10 fő tizedik osztályos tanuló jár, heti egy óra rendszerességgel. Összesen három foglalkozást vett igénybe a feladatsor megoldása. Az első

foglalkozáson két csoportban, versenyben oldották meg a feladatokat. Szabadon dönthették el, milyen munkamegosztást alkalmaznak, hogy hogyan oldják meg a feladatokat. Az óra végén a csoportok beszámoltak a munkájukról.

Az 1. foglalkozás feladatai: 7, 9, 11, 12,

A 2. foglalkozás feladatai: 8, 10,

A 3. foglalkozás feladatai: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

A 7. feladatnál a szöveget kiegészítettem az ő javaslatukra, hogy a villanykörték világítását egymás után kell néznünk. Ez valóban nem volt egyértelmű, pontosításra szorult. Eredetileg ez szerepelt:

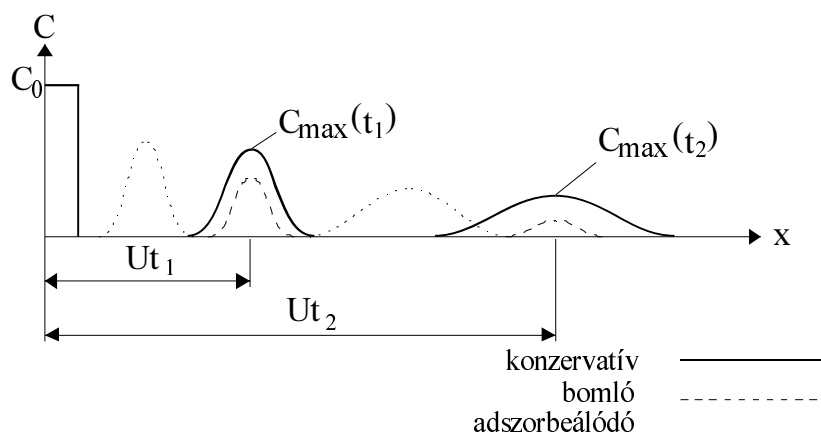
Ha a villanykörte kb.: 1000 órán át képes világítani, akkor az előbbi villanykörte összesen hány óráig világítanak?

A 9. feladat semmilyen nehézséget nem jelentett, mindkét csoport gyorsan és jól oldotta meg.

A 10. feladatnál az egyik csoport azt az érdekes kérdést tette fel, hogy melyik a hossza a kiskertnek. A kérdést furcsálltam, de e mögött az a probléma húzódott meg, hogy az 1 méteres fóliacsíkokat melyik irányból kezdjük el felrakni. Ezt úgy előzhetjük meg, ha lerögzítjük, hogy a fóliacsíkok maximum 10 méteresek vagy előre megmondjuk, hogy a csíkok a kert melyik oldalával legyenek párhuzamosak. Én az előbbit választottam. A 9. és a 11. feladat egyszerű számításait gyorsan elvégezték.

A harmadik foglalkozásos megint csoportokban dolgoztak. Előre megbeszéltük, hogy melyik csoport melyik értékkel fog számolni a kettős értékeknel, például: 50–60 mm, 20-50%, legalább 475,24%-ra és legfeljebb 673,26%-ra. A 2. feladatnál nem csodálkoztak az átlagos mélységen, sőt ennek a világon legnagyobb és magyarországi legnagyobb vonatkozásait is tudták. A 4. feladat egy egyszerűnek mondható százalékszámítási feladat. Bonyodalmakra a 6. feladatnál számítottam, de az egyik tanuló jól fedezte fel a kapcsolatot a második és harmadik mondat információi között. Ő hangosan jól indokolta meg a feladatot. Itt azt is észre kell venni, hogy az első és negyedik mondat tartozik szorosan össze. A megértett szituációk azután nagyon egyszerű műveleteket szükségeltetnek.

Az utolsó feladat megbeszélése csak középiskolában javallott, ott is jobb képességű tanulók körében. A differenciálegyenletnek megfeleltethető egy időben ellapuló Gauss-görbe, (Gauss-féle valószínűségi sűrűségfüggvény), az emelt szintű érettségi vizsgára készülő tanulónak megemlíthető. Az exponenciális kifejezés a harang alakú görbe két leszálló ágát, az előtte lévő törtes kifejezés a mindenkor csúskoncentrációt adja meg. Az adszorpció miatt a szennyezőanyag itt R-szer lassabban halad.



A feladatok környezetvédelmi vonatkozásairól való beszélgetés csak irányítással való ösztönzésre történt. A tanulók nehezen nyilatkoztak meg, bár a környezetvédelmi vonatkozásokat jól ismerték. Sokszor éles ellenállásba kerültem velük, mert nem akartak még röviden sem beszélgetni a témáról.

Összegzés

A környezeti nevelés megvalósítása a ma iskolájában a törvények, és tantervek által előírt módon az egész emberiség érdekét szolgálja. A környezeti nevelés nem csak a földrajztanárok feladata, hanem minden tanáré. Még mindig kevés azoknak a pedagógusoknak a száma, akik kötelességüknek érzik, hogy foglalkozzanak ezzel a fontos területtel. Az igazsághoz azonban hozzátartozik, hogy kevés feladatgyűjtemény áll jelenleg a tanárok rendelkezésére. Egyre több olyan segédanyagot kellene készíteni, mely segíti a gyakorló tanárok munkáját. Legyen ez a néhány feladat figyelemfelhívó jellegű.

Ausztriában, Svájcban nagy hangsúlyt fektetnek a környezetvédelemre. Vannak olyan általános iskolák, melyek környezetvédelmi program szerint oktatnak szinte minden tantárgyat, még a matematikát is. Ennek következtében sokkal fejlettebb a tanulók környezetkultúrája.

A környezeti nevelés és a matematika összekapcsolása egyáltalán nem szokványos, mégsem nehéz. A környezetünkben mindent adatokkal jellemzünk, így a lehetőség adott, hogy feladatokat kitaláljunk ki. Persze nagyon fontos, hogy a feladatok igazi adatokat tartalmazzanak, valós helyzetből kiindulva, reális következtetésekre vezessenek. Próbáljunk utánagondolni, mert becsaphat bennünket a matematikailag kiszámolt eredmény, ha nem vettünk minden, az életben fellépő folyamatot figyelembe.

A matematika számos területével és módszerével széleskörű lehetőséget biztosít a környezeti nevelés megvalósítására. De nem elég a szövegében „kör-

nyezeties” példákat kitalálni, mindenképpen rá kell hangolni, és le is kell zárni néhány mondattal a feladatot. Fel kell hívni a tanulók figyelmét, hogy milyen pozitívumok történnek manapság és nem szabad engedni, hogy indulatos környezetvédőkké váljanak.

Ha ezeket figyelembe vesszük, sokkal élet-közelibb matematikát varázsolunk az óránkra, felhívva a figyelmet a környezeti problémákra.

Hivatkozások

1. A Föld vízburka, internet címe: www.muszakikiado.hu/images/kiegeszito/095-103.pdf
2. Reader's Digest válogatás: Hogy is van ez? Reader's Digest Kft., Budapest, 1995.
3. Éves jelentés a Környezeti Nevelési és Kommunikációs Programiroda 2000–2002. www.prof.iif.hu/iucn/bemut.htm
4. Gulyás Pálné – Havas Péter: Értékek és alapelvek a környezeti nevelésre, internet címe: www.korlanc.hu/download/cikk9.htm
5. Dr. Havas Péter: A környezetvédelmi tudatformálás színterei és módszerei, internet címe: www.korlanc.uw.hu/download/kornyezet.doc
6. Joy Palmer – Philip Neal: A környezeti nevelés kézikönyve, Körtánc Könyvek, InfoGroup, Budapest, 1998.
7. Koppány György: XXI. századi félelmek drámai éghajlatváltozásoktól, internet címe: www.enternet.hu/aa194545/kornyezet/eghajlatvaltozas.htm
8. Környezetstatisztikai évkönyv 2004, Központi statisztikai Hivatal, Budapest, 2005.
9. Kőnczei Réka – Nagy Andrea: Zöldköznapi Kalauz, Föld Napja Alapítvány, Budapest, 1983.
10. Pádár Tibor: Fenntartható fejlődés, környezeti nevelés, környezetvédelem, Térségünkért Egyesület Környezetvédelmi Műhelye, Karcag, 2005.
11. Szeredi Éva: Környezeti nevelés matematika órán internet címe: www.oki.hu
12. Ujfaludi László: A növények peszticid-felvételének matematikai modellezése. Acta Pericemonologica, Eger, 2007.

Tudatos táplálkozás a fiatalok körében (Az oktatás különböző szintjein végzett felmérés tanulságai)

Murányi Zoltán – Oldal Vince – Kaszabné Ócsai Klára

Abstract

Proper nutrition and young people. Education of health-keeping to our predecessors is a task of strategic importance to our society. School, a scene of socialisation beside family background, offers numerous alternatives for foundation and exercise of a healthy life style. A key item of health is the proper way of nutrition and the school has the task to build its bases. In our study the present state of the art and the possible measures are analysed.

MOTTÓ: „A levegő tisztasága, nedvességtartalma és hőmérséklete, a zaj, az izgalom, a fizikai munka mennyisége, stb., mind igen fontosak. De a környezetünkkel való kapcsolatunkban az egyik legalapvetőbb tényező az étel, mivel környezetünk ételek formájában hatol be szervezetünkbe a legközvetlenebbül.” (Szent-Györgyi Albert)

1. Bevezetés

A XXI. században bolygónk helyzete, globális környezeti gondjaink és az egyes emberek életét érintő értékrend-változások egyértelműen indokolják, hogy a környezeti neveléssel és az egészséges életmódra való neveléssel minden pedagógiai erőnek kiemelten foglalkoznia kell. A mindenkori felnővekvő nemzedék egészség- megtartásának formálása, a jövő egészséges felnőtt társadalmának nevelése stratégiai fontosságú feladat. Az egészséges életmód és magatartásformák kialakítását az oktatás valamennyi szintjén érvényesíteni kell. Bizonyított tény, hogy minél korábban találkoznak a diákok az egészséges életmód alapjaival, annál egészségesebben kerülhetnek ki az iskolapadból. Az iskola, a családi környezet mellett a szocializációnak azt a színterét jelenti, amelyben mód nyílik az egészségesebb életvitel képességeinek, magatartásmintáinak kialakítására és begyakorlására. Az ezzel kapcsolatos feladatokat egészségnevelési programjaik határozzák meg.

Az egészséges életmód egyik kulcskérdése a helyes táplálkozás. A helyes táplálkozás a családban kezdődik, és az alapok oktatása az általános kortól a felsőfokú képzés végéig tart. Az iskolai étkeztetések az egész napos nevelés szerves részét képezik. A diákok szinte az egész napot az iskolában töltik, így a napi tápanyagszükséglet jelentős részét az iskolai étkeztetés biztosítja számukra. Az iskolának tehát módjában áll – és alapvető feladata kell, hogy legyen – megalapozni a helyes táplálkozási szokásokat, amelyek felnőttkorban lassan és fokozatosan bővülnek és módosulnak.

E folyamat részét képezi a mindennapok példáján, az egészséges életmód tekintetében jelentős kompetenciák fejlesztésén túl a szaktárgyak „hozzájárulása” például az energiatartalom, tápérték értelmezése, az élelmiszerek legfontosabb anyagainak megismertetése, a táplálkozás, emésztés folyamatának megismerése, vagy népek és kultúrák ételeinek, étkezési szokásainak, illetve a hazai folklórnak a bemutatása. Ennek megvalósítása megfelelő összehangolást és együttműködést igényel.

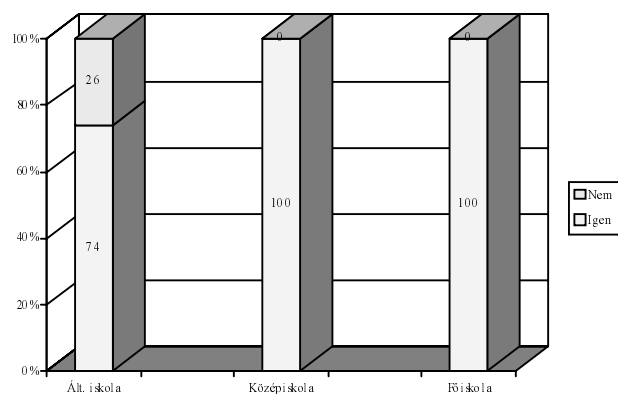
Fentieknél az 2003. évi LXI. Törvény biztosítja a megfelelő hátteret: „A helyi tantervnek biztosítania kell, hogy a tanulók életkorához, az egyes tantárgyak sajátosságaihoz igazodva a tanulók elsajátíthassák az egészségfejlesztéssel, a fogyasztóvédelemmel, a környezetvédelemmel, a közlekedésre neveléssel, a társadalmi bűnmegelőzéssel, az áldozattá válással, az erőszakmentes konfliktuskezelő technikákkal összefüggő ismereteket, felkészüljenek azok gyakorlati alkalmazására az infokommunikációs technológiák alkalmazásával. A helyi tantervnek biztosítania kell továbbá, hogy a tanulók megismerjék és elsajátítsák a korszerű, a XXI. századnak megfelelő természettudományos ismereteket.”

Hogy hol tartunk ma? A válasz korán sem egyszerű, megfelelően valószínűleg csak az ilyen szellemben nevelt gyerekek felnőtté válása után adható meg. Ebben a munkában arra vállalkozunk, hogy egy a 12-22 éves korcsoportba tartozó fiatalok által megválaszolt kérdőív tapasztalatainak ismertetésével járuljunk hozzá a válasz kialakításához.

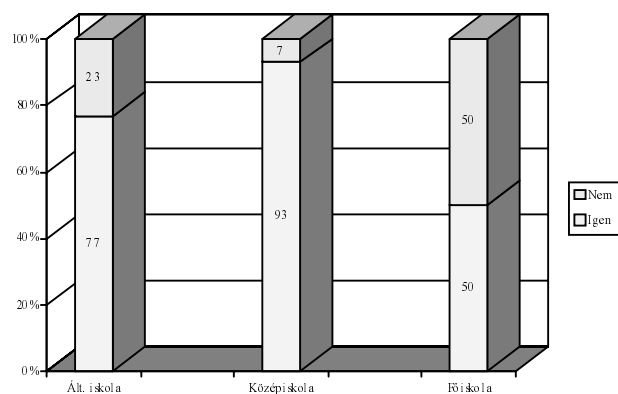
2. A felmérés eredményei, tanulságai

A kérdőív 22 kérdésből áll, melyek – a válaszadó adataira vonatkozókon túl – 1-5 skálán értékelendő, igen/nem feleletválasztós és szövegesen megválaszolható típusokba sorolhatók. A kérdőíveket – a megjelölt intervallumon belül – három különböző korcsoportba tartozó fiatalok töltötték ki: 7-8. osztályos általános iskolai tanulók (n=124), 9-10. osztályos középiskolások (n=47) és III-IV. évfolyamos főiskolai hallgatók (egy mindenki által választható kurzusra beiratkozott, különféle szakos hallgatókból álló csoport, n=41)

A továbbiakban bemutatjuk néhány fontos kérdésre adott válasz korcsoport szerinti megoszlását.

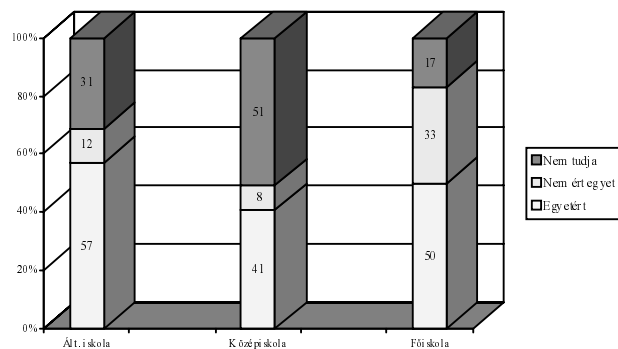
Szoktál reggelizni? (1. ábra)*1. ábra*

Az igen válaszok aránya rendkívül nagy az idősebb korcsoportoknál, ugyanakkor figyelemre méltó, hogy az általános iskolások negyede nem reggelizik. Ennél a csoportnál még jelentős részben a szülők (nevelők) felelősége a megfelelő táplálkozási szokások kialakítása „betartatása”.

Viszel magaddal tizórait? (2. ábra)*2. ábra*

Ismét az igen válaszok nagy aránya érdemel említést, különösen a középiskolás korcsoportnál. A főiskolások esetében az 50-50% – véleményünk szerint – a vártnál magasabb.

A margarin egészségesebb, mint a vaj. (3. ábra)

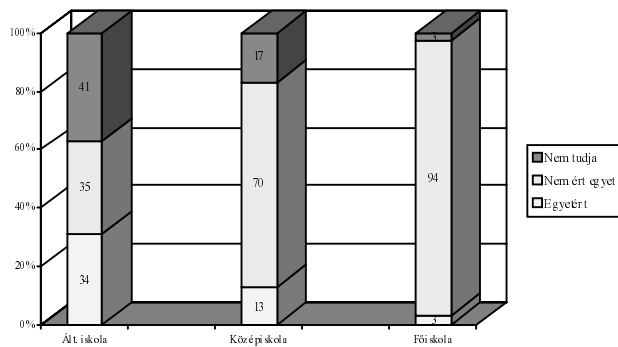


3. ábra

Arra voltunk kíváncsiak, hogy az ilyen frissnek mondható információ milyen gyorsan jelenik meg a fiatalok táplálkozási ismereteiben, illetve a reklámok és a divat hatása mennyire erős.

Megállapíthatjuk, hogy a válaszadók sajnálatosan nagy százaléka ért egyet a kijelentéssel, illetve azt, hogy a „nem ért egyet” aránya nagyon alacsony, különösen a fiatalabbak körében. A diagram alapján feltételezhető, hogy csak a főiskolások értesültek nagyobb számban a vaj és margarin megítélésének változásáról.

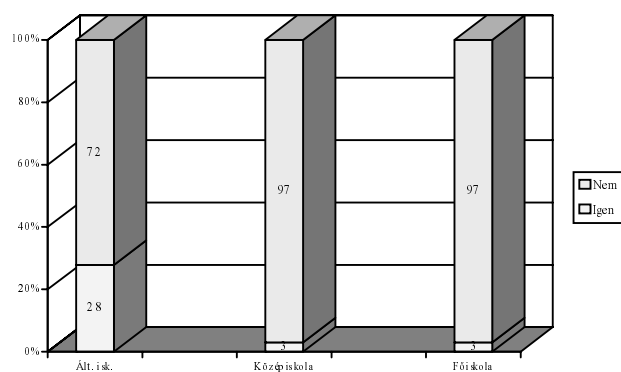
Az ember napi folyadékszükséglete kb. 2 liter. Egyetértesz-e azzal, hogy ez cola vagy más üdítőital is lehet? (4. ábra)



4. ábra

Ismét a „nem ért egyet” a „helyes válasz”, és jól látható, hogy az ilyen értelmű válaszok aránya igen jelentősen nő a több tudással, tapasztalattal rendelkezők irányában. Az általános iskolások ilyen irányú információi láthatóan nem elégségesek ahhoz, hogy meggyőződésből tartózkodjanak ezen italok nagyobb mennyiségű fogyasztásától.

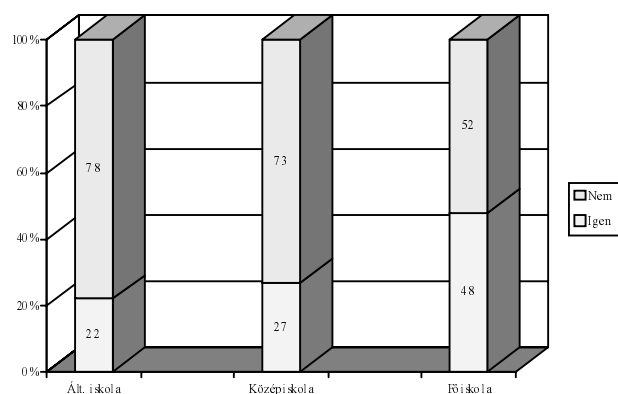
Szerinted egészségesen táplálkozik az, aki vegetáriánus? (5. ábra)



5. ábra

Meglepő a válasz egyöntetű volta, megállapítható továbbá, hogy az általános iskolások szemlélete mutat ismét nagyobb eltérést a másik két korcsoportéhoz képest.

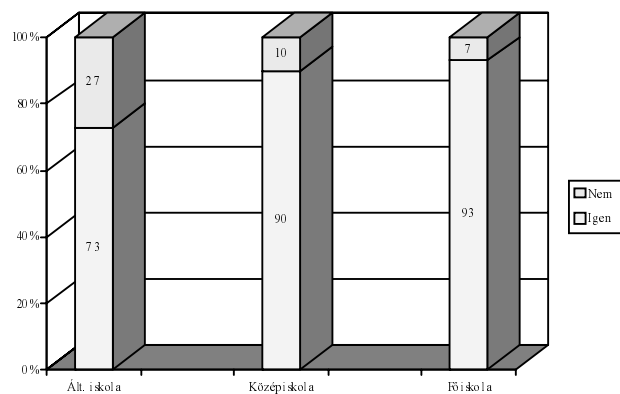
Tudod-e mi a testtömeg index? (6. ábra)



6. ábra

A megkérdezettek viszonylag kis hányada gondolja úgy, hogy tudja mi a testtömeg index. Valós ismeretei még kisebb százaléknak vannak a témában. Kérdés, hogy a képzés hiánya, vagy a fiatalabbak téma iránti kisebb „érzékenysége” áll az eredmény háttérében.

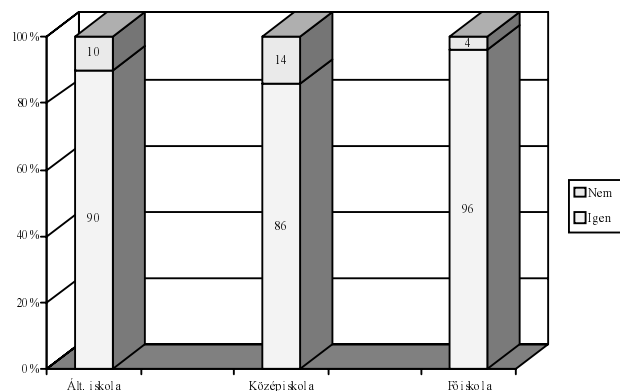
Szerinted (tudod-e) mitől „bio” egy élelmiszer? (7. ábra)



7. ábra

A megkérdezettek nagy arányban hallottak már a bio élelmiszerekről, ez azonban nem jelenti azt, hogy kellő ismeretekkel rendelkeznek. Még a szöveges választ adók közül is csak kb. minden negyedik adott elfogadható „definíciót”. Az azonban közös, hogy a bio jelzöt pozitívnak tekintik.

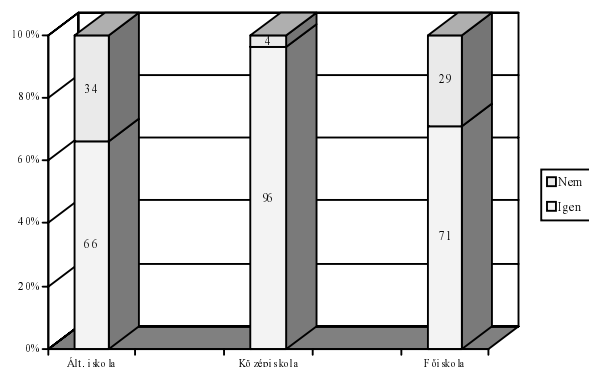
Hallottál már a „bifidus essensis”-ről? (8. ábra)



8. ábra

A reklám hatása jól tetten érhető, nem nagyon tudjuk miről van szó, pláne nem, hogy mire való, de naponta halljuk, olvassuk, így ismerős. A pedagógusok feladata a besulykolt formalizmusok megtöltése a megfelelő tartalommal.

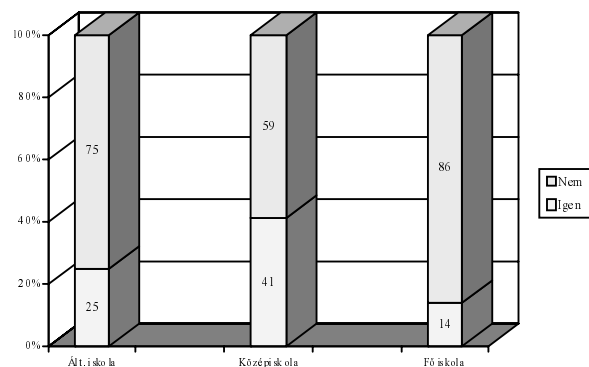
A családot szokott-e olyan élelmiszereket vásárolni, amelyeket a televízióban vagy plakátokon reklámoznak? (9. ábra)



9. ábra

A válaszok megoszlásából jól látható a fentebb említett hatás. Viszonylag nagyra mondható az eltérés a középiskolások és a másik két csoport válasza között, aminek lehetséges magyarázata a „megfelelni akarás” a kérdező feltételezett elvárásának.

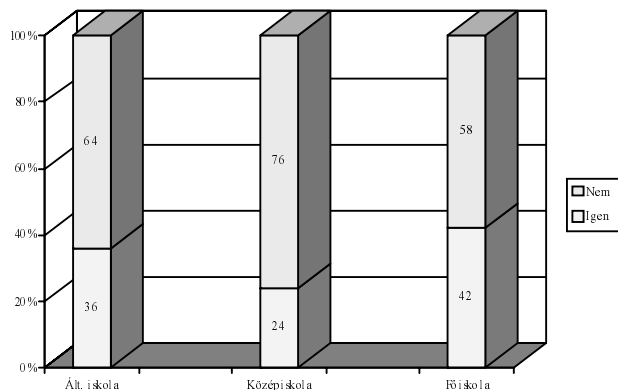
Igaz-e, hogy az „E” betűvel jelölt adalékanyagok mindegyike káros az ember egészségére? (10. ábra)



10. ábra

Az ilyen kérdésfelvetés esetén még a 14 % igen is nagyon magas, nem beszélve a középiskolásoknál mutatkozó nagyon magas értékről, amire nem tudunk magyarázatot adni.

A vásárlásnál figyelembe veszed-e az „E” adalékanyagokat? (11. ábra)



11. ábra

Itt viszont a nemleges válaszok aránya túl magas, különösen a középiskolásoknál. Ebben a válaszadó csoportban többen nem veszik figyelembe az „E” adalékanyagokat annak ellenére, hogy mindegyiküket károsnak gondolják... Ez a hozzáállás a legkevésbé sem azonosítható a tudatos vásárlóéval!

3. Összefoglalás

Összegzésképpen elmondható, hogy a kérdőívre adott válaszok értékelésével hasznos információkhoz jutottunk, mely segítség lehet a tananyagok fejlesztésénél, illetve célirányos segédanyagok készítésénél. Másfelől lényegesen nagyobb mintaszám lenne szükséges a mélyebb (pl. nemek, lakhely, iskolatípus stb. szerinti) elemzéshez. A további vizsgálatoknál a mostani tapasztalatainkat felhasználva módosított kérdőívet szándékozunk használni.

Felhasznált irodalom

1. Fehérné Mérey I.: Mozgás és egészség. Útmutató Kiadó, Budapest, 1996
2. Hajó Gy., Zajkás G.: A táplálkozás egészségkönyve. Kossuth Kiadó, Budapest, 2000
3. Köznevelési törvény
4. http://efriral.antsz.hu/portal/page?_pageid=240,94142&_dad=portal&_schema=PORTAL
5. <http://tudatosvasarlo.hu/>

GEOMORPHOLOGICAL VALUES ON THE SOUTHERN FOOTHILL AREA OF THE BÜKK MOUNTAINS

Anna Dobos^{*}

Összefoglaló

Az Egri-Bükkalja geomorfológiai értékei. Kutatásunk során az Egri-Bükkalja geomorfológiai értékeinek felmérését, azon belül legjelentősebb érték-típusainak bemutatását tűztük ki célul. A kutatási terület a Bükk hegység déli előterében, az északnyugat és délkeleti csapású eróziós völgyekkel tagolt hegy-lábfelszín nyugati részén fekszik, melynek területe 480 km². A Bükk hegység nagytájának 4,37%-át, míg a Bükkalja középtájának 26,7%-át fedi le. A vizsgált területen (Heves és Borsod-Abaúj-Zemplén megye) az alábbi 17 település helyezkedik el: Andornaktálya, Bogács, Bükkzsérc, Cserépfalu, Cserépváralfa, Demjén, Eger, Egerbakta, Egerszalók, Egerszólát, Felnémet, Nagytálya, Noszvaj, Novaj, Ostoros, Szomolya és Tard.

Felszínalaktani értékek megjelölésével az Egri-Bükkalján hivatalosan védett formákat nem találtunk, ezek vagy földtani értékkategóriaként, vagy kultúrtörténeti kategóriaként védettek! A vizsgált terület geomorfológiai térképezése azt bizonyítja, hogy számos, még a helyi önkormányzatok és a lakosság által sem ismert érdekes morfológiai formák találhatók itt. Szinte minden település esetében 10-15 olyan mezo-, vagy mikroformát tudunk kijelölni, amelyek a táj sajátos és jellegzetes képviselői, s hűen tükrözik a Bükkalja kialakulási fázisait, eltérő éghajlati és felszínfejlődési időszakait. E felszínalaktani formák védelme, valamint a településfejlesztési, idegenforgalmi és turisztikai vagy tájrendezési tervekbe való beépítése mindenképpen ajánlott. Jelen tanulmányunkban a kutatási terület főbb geomorfológiai értékkategóriáit mutatjuk be: (1) *idősebb hegy-lábfelszín maradványok (aszimmetrikus kúesták)*; (2) *fiatalabb hegy-lábfelszín maradványok*; (3) *eróziós fő völgyek negyedidőszaki teraszmaradványokkal (pleisztocén II. a. és II. b. sz. terasz, illetve holocén I. sz. terasz)*; (4) *szurdokok*; (5) *deráziós völgyek, delle sorozatok*; (6) *tömegmozgásos jelenségek (csuszam-*

^{*} Eszterházy Károly College, Department of Environmental Sciences, 3300 Eger Leányka u. 6.
This article was supported by the János Bolyai Research Scholarship (Academy of Hungarian Sciences)

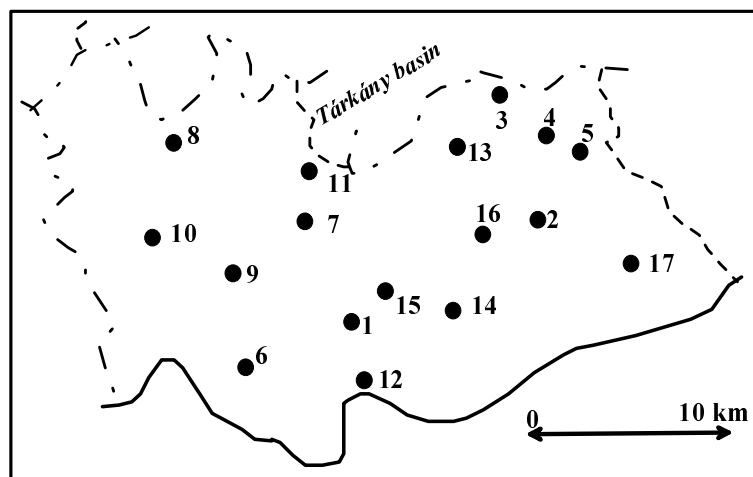
lás, omlás, geliszoliflukciós jelenségek stb.); (7) krioplanációs és periglaciális formák; (8) mésztufa kiválások mikro- és makroformái; (9) vizes élőhelyek, lápok, alluviumok; (10) antropogén morfológiai elemek; és a (11) kaptárkövek.

Az Egri-Bükkalja geomorfológiai értékeit részletes terepi bejárásokkal és térképezésekkel mértük fel. A kiszállások során a legjelentősebb felszíni formákról fotódokumentációt készítettünk. A formák kialakulási körülményeit, éghajlati adottságait, korát, valamint mai állapotát is felmértük. A kiemelkedő felszínalaktani értékekkel rendelkező települések esetében vizsgáltuk a védett, nem ismert és védelemre javasolt értékek kvantitatív arányait is.

Az említett kategóriákon belül a Bükkalja egyes karakteres formáit mindenképpen védelemre javasoljuk és azok megfelelő bemutatását szorgalmazzuk helyi, önkormányzati szinten is. Az ismeretlen felszínalaktani értékek kataszterezését, bemutathatóvá tételét és fejlesztési tervbe való beépítését szintén kezdeményeztük. Erre az utóbbi időben szép példaként hozható fel Cserépfalu, Cserépváralja, Noszvaj, Egerszalók és Felsőtárkány terület- és tájrendezése, valamint tanösvényeinek útvonal kijelölései. A kiemelkedő értékkel bíró és a táj megjelenését meghatározó felszínalaktani formák egy-egy példáját tanösvényekbe beépítetten javasoljuk bemutatni, hiszen így védelmük és későbbi kezelésük is nagyobb óvatosságra inti a helyi lakosságot és a hivatalos közigazgatási, gazdasági szerveket. A kihelyezett bemutató táblákat ez esetben is állandóan pótolni kell.

Introduction

The Southern Foothill Area of the Bükk Mountains is situated in the Northern Hungarian Mountains and is dissected by erosion valleys direction to the northwest and southeast. This is a pediment surface of the Bükk Mountains and its territory is 480 km². This area is 4,37% of the macroregion of the Bükk Mountains and 26,7% of the mesoregion of the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains. We can find the following settlements in this study area (Heves and Borsod-Abaúj-Zemplén County): Andornaktálya, Bogács, Bükkzsérc, Cserépfalu, Cserépváralja, Demjén, Eger, Egerbakta, Egerszalók, Egerszólát, Felnémet, Nagytálya, Noszvaj, Novaj, Ostoros, Szomolya and Tard (Marosi S. – Somogyi S. 1990).



Settlements: 1 – Andornaktálya, 2 – Bogács, 3 – Bükkzsérc, 4 – Cserépfalu, 5 – Cserépváralja, 6 – Demjén, 7 and 11 – Eger (Felnémet), 8 – Egerbakta, 9 – Egerszalók, 10 – Egerszólát, 12 – Nagytálya, 13 – Noszvaj, 14 – Novaj, 15 – Ostoros, 16 – Szomolya, 17 – Tard.

Fig. 1. The topographical map of the study area (Somogyi S. – Marosi S., 1990).

We could not find *landscape forms, which were categorized as protected geomorphological values* in this study area (Fig. 1.). Some landscape forms could be protected only as geological or cultural values here. We have mapped this territory in detail and we have found many interesting and beautiful geomorphological forms, which are unknown by the local inhabitants and local governments. 10 or 15 meso or macro landforms could be indicated, which are special and characteristic landform types in the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains in case of each local settlement territory. These landforms provide a lot of information about the development of the pediment surface or its climatic conditions. According to our research work, we could supply that these unprotected and various geomorphological forms can be integrated into the local settlement, tourism and landscape development plans. In this article, the most important and characteristic categories of the geomorphological values will be presented.

Geomorphological values' categories in the Southern Foothill Area in the Bükk Mountains

1. The most important values' categories in the study area:

1. remnants of the older pediment surfaces (asymmetric questas);
2. remnants of the younger pediment surfaces;

3. *erosional main valleys with Quaternary fluvial terraces (Pleistocene No. II. a. and No. II. b. fluvial terraces, and Holocene No. I. fluvial terraces);*
4. *canyons;*
5. *derasional valleys and dells;*
6. *mass movements (breakage, landslides, gelisolifluctional movements, etc.);*
7. *cryoplanational and periglacial forms;*
8. *micro and macroforms of the travertines;*
9. *wetlands, alluviums;*
10. *antropogenic forms,*
11. *„Hive stones”.*

2. Research methods:

The geomorphological values of the foothill area had been mapped by detailed field work. The most important values' categories had been registered and photographed. The climatic conditions, the age of landforms and their development conditions had been investigated too. In some case of settlements, we had investigated the quantitative rate of the protected, unprotected geomorphological values and landscape forms supplied for the protection.

Presentation of the geomorphological values' categories

1. Remnants of the older and younger pediments

The most interesting macro landforms in the study area are remnants of the older and younger pediments. There was a large surface plannation (pedimentation) in the southern rim of the Bükk Mountains during the Miocene and Pliocene/Pleistocene (Pinczés 1968, 1970, 1980; Hevesi 1978, 1986, 1990; Pinczés-Martonné Erdős-Dobos 1993; Martonné Erdős 2000; Dobos 2001). The pedimentation was appeared in warm and dry climatic conditions, when sudden shower caused expressive areal erosion: (1) Miocene *Ottnangien-Carpathien-Badenien* period (20-14 Ma); (2) Miocene *Sümegium and Béraltavárium* period (8-5,5 Ma), and (3) at the boundary of Pliocene and Pleistocene in the *Villanyium* period (2-1,8 Ma). According to the orogenic phases and valley deepening activities these pediments could be appeared as destroyed summits or remnants (Fig. 2-5.).



Fig. 2. Asymmetric older pediments (Karud and Mangó Hill) with younger, larger pediments



Fig. 3. Cserépfalu: cryopediments and cryoglacis in front of the Kút Hill and Perpác



Fig. 4. The Southern part of Nagy-Eged



Fig. 5. Eger: Tihamér – younger pediment with Pleistocene fluvial terraces

The remnants of the older plannated surface (*Sümegium-Bérbaltavárium*, 8-5,5 Ma) can be found in 300-360 m above the sea level. In some cases these landforms are situated at the boundary between Southern Bükk Mts. and the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains. Asymmetric questas can be seen in the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains:

- Kút Hill (350 m), Perpác (341,2 m)
- Summits northwest of Bükkszécs (330,8 m), Southern part of Nagy-Galya (330 m)
- Ravaszlyuk Hill (358,4 m)
- Nyomó Hill (340,2 m), Kecet Hill (350,2 m), Major-house (333,5 m), Nagy-Dobrák Hill (349,9 m)
- Mész Hill (367,8 – 353 m), Kőköthő Hill (318-309 m), Karud (371,2 m), Mangó Hill (305 m)
- Nyírjes (332,7 m), Barát peak (336,3 m)
- Dobogó peak (327 m).

The younger pediment surface is wider and more uniform. It was developed under the remnants of older pediments at 200-250 m above the sea level (Fig 5.). This surface has been developed under semiarid climatic conditions and after that it was planned, lowered and broken up by the periglacial pedimentation under cooler climatic circumstances. The most characteristic peaks of this area are the following:

- Almagyar Hill (269,5 m)
- Pünkösdi Hill (266,9 m), Kolompdugó peak (254,4 m)

- Kerek Hill (270,5 m), Hidegkút valley (250-270 m), Ortvány (285,6 m)
- Aranybika peak (265,8 m)
- Vilasmár (270 m), Égés peak (280 m)
- Őr Hill (271,8 m), Gyűr Hill (293,3 m)
- Berezd peak (273,9 m), Cseres wood (240-270 m), Sugaró Hill (222,6 m).

2. Erosional main valleys with Quaternary fluvial terraces (Pleistocene No. II. a. and II. b., or Holocene No. I. fluvial terrace)

The second typical landforms are main valleys trended from northwest to southeast in the Southern Foothill Areas of the Bükk Mountains: valleys of Szólát stream, Laskó stream, Eger stream, Ostoros stream, Kánya stream, Hór stream and Lator stream. The ancient and periodic water races appeared here and took part in the planation processes of pediments. In the Pleistocene, these water races became larger streams and began to deep and cut their watersteads into the surface during different climatic and tectonic phases. Their valley slopes are steep and they have got 50-100-200 m wide alluviums developed by linear erosion processes in the Quaternary period (Fig. 6-7.). The slopes were cut by lots of narrow and new water cuts during the warmer and rainy weather in the Holocene period. Because of the alternating valley deepening processes Pleistocene fluvial terraces No. II. b. and II. a. and Holocene fluvial terraces No. I. had been appeared along valley slopes (Fig. 6-7.).



Fig. 6. Erosional main valley with water cuts at the southern boundary of Bogács



Fig. 7. Erosional valley head in Szomolya



Fig. 8. Erosional watershed in the southern part of Szomolya

3. Canyons

In the studied settlements, *deep and narrow canyons* can be found at the boundary between the Southern Bükk Mts. and the Southern Foothill Area of the Bükk Mountains. These fluvial forms were developed under special geological conditions, because Triassic limestone, Jurassic shale series and Oligocene Kiscell Clays meet with Miocene rhyolite and dacite tuff layers along the Hór valley, Stone valley in Cserépváralja, and Upper valley in Cserépváralja. Similar

linear erosional canyons and parts of canyons can be seen along Miocene ignimbrites and non-welded rhyolite tuff layers in this foothill area for example in Cserépváralja valley south of Nyúl valley mouth and upper part of the Novaj stream. These valleys, canyons are generally epigenetic valleys. These areas were covered by different sediment layers where valley downcutting began and this water races, streams appeared first. Water races began to deep their waterstead into the surface and because of different tectonic and climatic phases these waterstead were transmitted into the hard stones and rock masses lying under the cover sediments. The welded rhyolite tuff layers, ignimbrites and limestones had come in sight and had begun to destroy. Karst landforms, karst springs, microkarst forms had been developed on the limestone layers and rock walls. *Cryoplanation towers, walls, debris or smaller tributary valleys* based on the rhyolite and dacite tuff layers or ignimbrites had been appeared along the deeper canyons and valley's slopes.

4. Derasional valleys and dells

The wide or narrow tributary valleys, which look like a dish form are derasional valleys and dells in the hilly regions in Hungary. They were formed under the cooler periglacial climatic conditions in the Pleistocene. The deeper soil and sediment layers were frozen and the upper parts of the soils and sediments (active layer) could freeze and thaw per day. The mass movements, gelisolifluction processes and areal erosion were taken part in forming this special landforms. Pleistocene slope clays covered the deeper valley slopes and summits, that is why the *mass movements, landslides, solifluction processes and soil degradation* were typical here. These forms can be seen along the larger erosional valleys' slopes everywhere in the foothill area (Fig. 9-10.).



Fig. 9. Bogács: Derasional valley



Fig. 10. Derasional valleys and dells in the western part of Eger

5. Mass movements (landslides, falls of ground, solifluction processes, etc.)

Interesting and various landforms are the different types of mass movements in the study area. We can find stepped, slided sediment layers along slopes, which were moved downwards by *landslides*, *solifluctional processes* or *gelisolifluction* (Fig. 10-12.). Talus cones and angular shaped debris can be seen in front of the rock walls, cryoplanation steps and towers. They were developed by *fall of ground*. Mass movements were appeared on special geological fundamentals here. Pleistocene slope clays, Oligocene clays and sands or weathered Miocene rhyolite and dacite tuffs cover the slopes. These surface layers can absorb the water easily during the warmer, wet climatic period and slide on the dry and harder sediment layers, which were deposited in the deeper soil and sediment layers. These processes can produce quick landslides (Fig. 11.) or slower movements (some cm movements per year). The special type of the mass movements is the *gelisolifluction*. It was developed under the cooler, periglacial climatic conditions in the Pleistocene. The soil was frozen in the deeper sediment layers (0,5-1-2 m deep layers), but the upper layers (active layers) can receive the water because these layers thawed per a day. That is why the sediments in the upper parts could slide here and created new, various microlandforms on the slopes (Székely 1992). Some territory characterized by mass movement activities are under the agricultural production nowadays. The loosening of the soil, soil milling and spade-work can cause intensive soil degradation and soil devastation here (Fig. 12.).



Fig 11. Water-basin and landslides in Egerszólát



Fig. 12. Landslides in Bogács

6. Cryoplanation and periglacial landforms

Cryoplanational debris and talus cones could be mapped in front of the *cryoplanation walls, towers and cryoplanation steps* at the edge of plannated surfaces and valley slopes (Nyomó Hill, Kőköttő Hill, Karud, Pipis, Szaduszka peak, Felső valley, Cseres peak, Szomolya Király-széke /King's chair/, etc.). These landforms had been developed by frost activity. The shape of the debris is angular, poligonal and its size is about 10-20 cm in diameter depending on geological conditions. Larger, gentle sloped landforms are *cryoplanation pediments and glacis* at the boundary of the Southern Bükk Mts. and The Southern Foothill Area of Bükk Mts. (Cserépfalu, Nagy-Eged, Egerszólát és Egerszalók, Fig. 13.).

These forms are formed by *intensive frost weathering, cryoturbation and cryopedimentation* during the Pleistocene period.



Fig. 12. Cryoplanational debris in the Nagy-Eged



Fig. 13. Cryopediment and glacis in front of the Kút Hill and Perpác

7. Travertine mound, micro and macro landforms in the travertine concretion

We can see smaller travertine mounds in some places in the study area. The travertine had got separated from the meteoric water on the surface of debris or different geological outcrops. They could conserve some places of ancient springs. Larger and well-known forms are in Eger (the western side of tower of the Castle) and in Egerszalók. Petroleum drill (No. De-42.) was deepened into the lower part of the Maklányi valley in 1961, where 8 000 000 m³ water flow to the surface and about 1000 m³ limestone was deposited in Egerszalók. The territory of this mound is 2500 m². The temperature of the water is 67 °C, the com-

position of this karst water is sodium, sulphur and $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Vasi et al. 2002). We can investigate small, some cm sized stepped, microkarst landforms, meanders and travertine terraces here (Fig. 14.). Beautiful white rock layers can be seen where the continuous water cover has been guaranteed. In some places, the surface of the travertine layers are grey. These layers have begun to erode by insolation weathering, deflation, areal watersheds, frost activity and anthropogenic processes. The surrounding area of this travertine mound was rebuilt in the last few years because of the building operations of wellness and tourist centrum. The sight planning is the most important building activity here now, that is why the wider and new travertine mounds and slopes will be created. The area of the original travertine mound is under the environmental protection.



Fig. 14a. Egerszalók: travertine mound, protected landform



Fig. 14b. Egerszalók: Travertine's microforms

8. Wetlands, swampy area, alluviums

The alluvium of main erosional valleys are generally under the agricultural activity. We can find valuable alluviums, wetlands and swampy areas in some places only in the Southern Foothill Area of the Bükk Mountain. These areas consist of the protected territory called NATURA 2000. Interesting, romantic and valuable swampy areas are along the Rét valley (Ostoros stream), in the southern part of Noszvaj (south of Hosszú-Szél field, Fig. 15.-16.); and in front of the Szék valley. Fine fluvial sediments (sand, silt, clay) were deposited here in the Holocene period. These layers can keep the water for a long time, because the clay is a permeable rock type. We can find smaller opened water surface in some place among valuable and rich swampy vegetation.



Fig. 15. Noszvaj Holocene moor



Fig. 16. Noszvaj Holocene alluvium

9. Antropogenic forms (mines)

Our research area is built up with Miocene volcanic rocks, welded and non welded tuff series as Gyulakeszi Rhyolite Tuffs, Tar Dacite Tuffs, and Felnémet Rhyolite Tuffs. Pleistocene slope clays, loess, and loess like sediments cover the surface of these rhyolite and dacite tuffs. Because of the fluvial erosion, alluviums is built up with Holocene fluvial sediments (clay, silt, sands, gravel) (Pelikán 2002). New rock outcrops have appeared along the valley's slopes and *the extraction by mining* explore these rock layers. Numerous open mines are inactive in the foothill area today. We need to solve the recultivation programmes of mines and their environmental management (Berva valley, Mész valley, Demjén, Egerszalók, Noszvaj, Cserépfalu, Cserépváralja, Egerszólát, etc.). More outcrop mines were taken place under the environmental protection, or new geological trails were created along the cross sections and mining district in the last few years.

10. "Hive stones"

"Hive stones" are known as cultural landscape elements in the foothill area, which are under the local protection. Their natural development fundamentals had been investigated by Martonné Katalin Erdős (1972, 2000), Balázs Borsos (1991) and Csaba Baráz (2005). These tower shaped "hive stones" could be created by *complex natural processes* in the Quaternary period. They have got *a lot's of various meso and micro landforms* (Fig. 17–20.). In the Pleistocene and Holocene period, main erosional valleys cut their waterstead into the surface and the deeper sediment layers were raised into the surface. *The frost weathering, mass movements, areal slope wash and linear erosional activities* formed these sediment layers under the different climatic effects. We can observe the influence of the retrogressive erosion of the tributary valleys in case of forming rhyolite tuff cone and tuff comb. The *bioerosional activities* are intensive today on the rock surface.



Fig 17. Cserépfalu: Hive stone



Fig. 18. Cserépfalu: Erosional valleys and meanders in the Hive stone



Fig. 19. Cserépfalu: Devil Tower



Fig 20. Cserépváralja: Furgál valley

Summary

We can advise the most characteristic landforms inside the presented geomorphological values' categories for the protection in the Southern Foothill Areas of the Bükk Mountain. We suggest these values to present in the field too. Some settlements had begun to integrate these mapped geomorphological values into the development plans of the local authority and created new tourism centres, trails and wellness complexum for example in Cserépfalu, Cserépváralja, Noszvaj, Egerszalók and Felsőtárkány. We suggest geomorphological values, which are possessed prominent interests to integrate into the geological or geomorphological trails because their protection and management can be control better for the future.

References

- Baráz Cs. (2005): A bükkaljai kaptárkövek felszínalaktani vizsgálata és a kaptárfülkék korának meghatározása, in: Dobos A. – Ilyés Z. (szerk.): Földtani és felszínalaktani értékek védelme, EKF Földrajz Tanszék – EKF Környezettudományi Tanszék, Eger, pp. 203–215.
- Dobos A. (2001): Az átmeneti (puffer) zóna geológiai értékvédelemben játszott szerepének bemutatása egy bükkaljai mintaterület alapján. („A földrajz eredményei az új

- évezred küszöbén”, A magyar Földrajzi Konferencia tudományos eredményei), SZTE TTK Természeti Földrajzi tanszék, Szeged, pp. 1–17.
- Hevesi A. (1978): A Bükk szerkezet és felszínfejlődésének vázlata. Földrajzi Értesítő XXVII. pp. 169–198.
- Hevesi A. (1986): A Bükk hegység felszínfejlődése és karsztja. Kandidátusi Értekezés, Budapest.
- Hevesi A. (1990): A Bükk szerkezet- és felszínfejlődése, különös tekintettel a karsztosodásra. MFT 43. Vándorgyűlése, Miskolc, pp. 1–67.
- Marosi S. – Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere II. – Bükkvidék, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 837–868.
- Martonné Erdős K. (1972): Az Alsó-Bükk kaptárkövei Studium III. A KLTE Tudományos Diákköre kiadványai, Debrecen, pp. 109–126.
- Martonné Erdős K. (2000): A Bükkvidék, Kézirat, DE, Debrecen.
- Pelikán P. (szerk.) (2002): A Bükk hegység földtani térképe (1: 100 000), MÁFI, Budapest.
- Pinczés Z. (1968): A Bükk hegység tönk és pediment felszínei. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Természetföldrajzi Dokumentáció, 7. pp. 32–39.
- Pinczés Z. – Martonné Erdős K. – Dobos A. (1993): Eltérek és hasonlóságok a hegyláb felszínek plisztocén felszínfejlődésében, Földrajzi Közlemények CXVII. (XLI) 3. pp. 149–162.
- Pinczés Z. (1970): Planated surfaces and pediments of the Bükk Mountains, Studies in Hungarian Geography 8. Problems of Relief Planation, Budapest, pp. 55–63.
- Pinczés Z. (1980): Production of planation surfaces and their types as illustrated on the examples of a Tertiary volcanic and of a Mesozoic mountain. Acta Geographica Debrecina 1975-1976. XIV-XV. pp. 5–29.
- Székely A. (1992): A periglaciális felszínformálás, in: Borsy Z. (szerk.): Általános természeti földrajz, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 356–420.
- Vasi I. et al. (2002): Az egerszalóki termálkutak hasznosítása. Előzetes Környezeti Hatástanulmány, PRO TERRA Urbanisztikai Ügynökség, Budapest, 89. p.

A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő cserjeszintjének fiziognómiai struktúra viszonyai 2002-ben

Misik Tamás – Jósmai Péter – Varga Katalin – Kárász Imre

Abstract

(The physiognomical structure of shrub layer in the Síkfőkút oak-forest, Hungary in 2002) The structure of an *Quercetum petraeae-cerris* oak forest ecosystem within the Síkfőkút research area („Síkfőkút Project”) have been studied 30 years by Authors. We registered the most important structural parameters of the forest’s shrub layer in the „A” quadrat (48x48 m). The perdition of dominant *Quercus petraea* tree individuals was heavy so the meso- and thermofil shrub species could be able to gain strength.

The main results are the following:

- Sixteen species were registered in the sample area. That all species could be find in the high shrub layer, but the *Tilia cordata* and the *Rhamnus catharticus* didn’t live in the low shrub layer;
- The number of shrubs individuals was 23874 per hectare, more then 16,5% lived in the high shrub layer;
- The substantive foliage cover was 67,5% and the total foliage cover was 106,5%;
- The *Euonymus verrucosus* dominated in the low shrub layer with 57,7%. The *Acer campestre* and the *Euonymus verrucosus* came out at 50,6% in the high shrub layer;

I. Bevezetés, célkitűzés

A biológiaiailag releváns léptékekhez való alkalmazkodás igénye hívta életre a hosszú távú ökológiai kutatásokat (KOVÁCS–LÁNG–FEKETE, 1995). A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő (*Quercetum petraeae-cerris*) fiziognómiai struktúráját, illetve annak változásait az IBP és a MAB kutatási programok keretén belül 1972 óta követjük nyomon (JAKUCS–HORVÁTH–KÁRÁSZ, 1975).

A Síkfőkút Project a hosszú távú ökológiai kutatások, nemzetközileg elfogadott rövidítéssel LTER (Long-Term Ecological Research) sorába illeszkedik, ami nem egyszerűen hosszú időn át végzett ökológiai vizsgálatokat jelent, ha-

nem egy kutatási módszertant, meghatározott követelményekkel és feltételekkel (KOVÁCS-LÁNG-FEKETE, 1995).

A 24 hektáros kutatási terület negyedhektáros „A” négyzetében 4-5 éves terminusokban (1972, 1978, 1982, 1988, 1993, 1997) a cserjeszint teljes felmérését elvégezzük, amelynek során megvizsgáljuk a fajösszetételt, az egyedszámot, a sűrűséget, a diverzitást, a méreteket, a magas-cserjék lombvetületét és erről lombvetületi térképet készítünk. Az 1972-1997 közötti eredményeket Kárász (2006) foglalta össze.

2002-ben hetedik alkalommal került sor a felmérésre, amelynek eredményeit jelen dolgozatban foglaltuk össze.

II. A vizsgálati terület jellemzése

A mintaterület Egertől 6 km távolságban a Szöllöske nevű területen fekszik. Az erdőt a zonális klímaviszonyok érvényesülése, reliefhiány, mély talaj és 300 m tengerszint feletti magasság jellemzi. Ilyen adottságok mellett klímazonális, homogén cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*) jött létre. A terület növényföldrajzi besorolását és florisztikai vizsgálatait megtalálhatjuk PAPP – JAKUCS 1976-os cikkében. A vizsgált folt 100 év körüli sarjeredetű állomány, amelyben az elmúlt fél évszázadban semmiféle erdőművelés nem folyt. Cönológiai összetétele megfelel az észak-magyarországi cseres-tölgyesek átlagának (JAKUCS 1967, PAPP – JAKUCS, 1976). A lombkorona szintet alkotó fajok a konstansan előforduló *Quercus petraea* és *Q. cerris*. Az 1997/98-as struktúra felméréskor a területen hektáronként 183 darab egészséges fa élt (TÓTHMÉRÉS, 2001). A cserjeszintet 16, főleg fény- és melegkedvelő faj alkotja.

III. Módszerek

A felmérést a kutatási terület struktúravizsgálatokra kijelölt negyedhektáros „A” négyzetében végeztük az 1972-ben kialakított módszerrel (JAKUCS et al., 1975). A legpontosabb eredmények elérése érdekében a cserjeszintet két alszintre, alacsony és magas cserjeszintre bontva vizsgáltuk. Az alacsony cserjeszintbe az 1 m-nél alacsonyabb, 1,2 cm-es törzsátmérőt és 0,5 m²-es lombvetületet meg nem haladó méretű egyedeket (talaj feletti hajtásokat) soroltuk, bármely paraméter esetén nagyobb méretekkel rendelkezőket pedig a magas cserjeszintbe (KÁRÁSZ – SZABÓ – KORCSOG, 1987). Fának a legtöbb kutató véleménye alapján azokat az egyedeket tekinthetjük, amelyek törzsátmérője 1,30 m magasságban elérte vagy meghaladta a 10 cm-t, magassága pedig meghaladja az 5 métert (KÁRÁSZ, 2001; KOTROCZÓ et al., 2005).

A 48×48 m-es alapterületű magterületet 144 darab 4×4 m-es (16 m²-es) kisnégyzetre osztottuk fel zsinórozással a munka megkönnyítése és a hatékonyabb adatfeldolgozás végett. A gyökérvizsgálatok (KÁRÁSZ 1984a, 1984b) igazol-

ták, hogy az általunk vizsgált erdőben a cserjék egy része polikormont képez, így a talaj feletti hajtások száma nem azonos az egyedszámmal. Felmérésünkkor a hajtásokat mértük és számoltuk (KÁRÁSZ et al., 1987).

Minden kis négyzetben megállapítottuk a cserje fajszaát, majd megszámláltuk az adott cserjéhez tartozó hajtásszámaát, megmértük minden hajtás (egyed) magasságát 3 m-es osztott farúd segítségével, és végül megmértük a törzsátmérőjét (talajszint felett 5 cm-nél) tolómérővel.

A magas cserjéknek az egyes kiségyzetekben meghatároztuk az eredési helyüket. Ezeket a pontokat felvittük milliméter-papírra. Ezt követően a magas cserjéről lombvetületi kartogramot készítettünk úgy, hogy a törzshöz tartozó lombszél függőleges vetületének talajfelszíni metszéspontját 10-12, nagyobb méretű cserjéknél 18-20 jellegzetes helyen megjelöltük. Az adatokat milliméter-papíron rögzítettük, és itt rajzoltuk be az eredési pontok által megadott lombvetületi képet is. Az elkészült kartogram az eredeti felvételezési méretarányban (2 cm = 1 m) készült (JAKUCS et al., 1975).

IV. Eredmények

1. Egyed-hajtásszám

A síkfőkúti erdőben 16 cserjefaj él. Mindegyik előfordult a magas cserjeszintben, de alacsony cserjeszintből hiányzott a *Rhamnus catharticus* és a *Tilia cordata*, melyek a magas-cserjeszintben is csak egy-egy egyeddel voltak jelen. Az „A” negyedhektárban összesen 5502 hajtást számoltunk. Az összes cserje 53,5%-át az *Euonymus verrucosus* adta. A részletes adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

Az összes magas cserje mintegy felét együttesen az *Euonymus verrucosus* (291 db) és az *Acer campestre* (168 db) teszi ki. Harmadik leggyakoribb magas cserje a területen a *Cornus mas* 118 hajtással. A többi faj előfordulási gyakorisága egy nagyságrenddel alacsonyabb volt.

Az alacsony cserjeszintben az *Euonymus verrucosus* dominált 57,7%-al, őt követte a *Ligustrum vulgare* (14,9%) és a *Quercus petraea* (7%) előfordulási gyakorisággal.

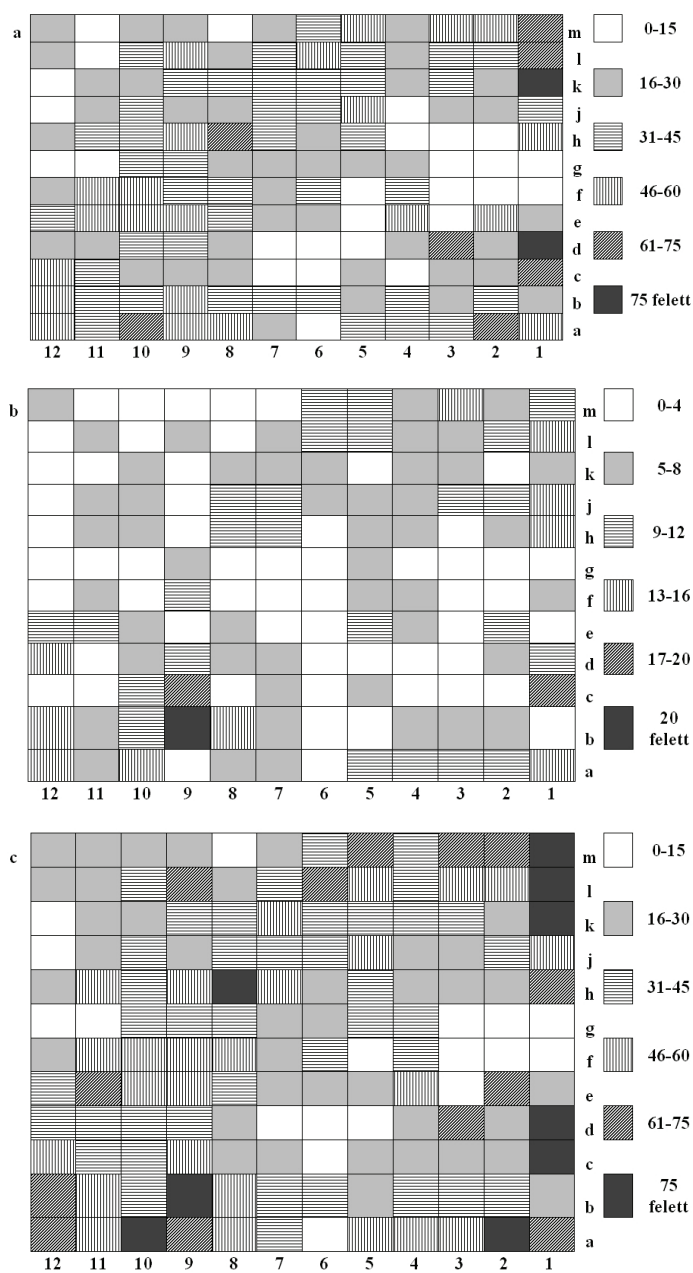
A cserjeszintet hektáronként 23874 egyed (hajtás) alkotta, ennek 83,5%-a az alacsony cserjeszintben élt, és 16,5%-a nőtt 1 méter fölé és alkotta így a magas cserjeszintet. A *Quercus* magoncok (*Q. petraea* és *Q. cerris*) aránya igen kicsi volt, hektárra vonatkoztatva az összes cserjének 7,8%-át tették ki.

1. táblázat. A cserjék hajtásszáma alszintenként és összesítve 2002-ben (a= alacsony cserjeszint, m= magas cserjeszint)

Fajnév	db/"A" négyzet			db/ha			%		
	a	m	össz.	a	m	össz.	a	m	össz.
Acer campestre	172	168	340	746	729	1475	3,74	18,52	6,18
Acer tataricum	297	45	342	1289	195	1484	6,46	4,96	6,22
Cerasus avium	1	2	3	4	9	13	0,02	0,23	0,05
Cornus mas	122	118	240	529	512	1041	2,65	13,01	4,36
Cornus sanguinea	151	40	191	655	174	829	3,29	4,42	3,47
Crataegus monogyna	135	66	201	586	286	872	2,94	7,27	3,65
Euonymus europaeus	24	18	42	104	78	182	0,52	1,98	0,76
Euonymus verrucosus	2651	291	2942	11505	1263	12768	57,7	32,1	53,48
Juglans regia	1	1	2	4	4	8	0,02	0,1	0,04
Ligustrum vulgare	685	67	752	2973	291	3264	14,92	7,4	13,67
Lonicera xylosteum	3	7	10	13	30	43	0,07	0,76	0,18
Quercus cerris	30	11	41	130	48	178	0,65	1,22	0,74
Quercus petraea	322	66	388	1397	286	1683	7	7,27	7,05
Rhamnus catharticus	-	1	1	-	4	4	-	0,1	0,02
Rosa canina	1	5	6	4	22	26	0,02	0,56	0,11
Tilia cordata	-	1	1	-	4	4	-	0,1	0,02
összesen: 16	4595	907	5502	19939	3935	23874	100	100	100

2. Sűrűség

A cserjeszint sűrűségét szemlélteti alszintenként és összesítve az 1. ábra. Az elmúlt 30 évben a tölgymagoncok száma jelentős ingadozásokat mutatott évről-évre, ezért a sűrűségi térképen azokat nem vettük figyelembe. A legtöbb alacsony cserje 2002-ben a „d1” és a „k1” kiségyzetben fejlődött. Egyetlenegy 4×4 m-es négyzetben („f2”) nem fejlődött alacsony cserje. A magas cserjeszám a „b9”-ben volt a legmagasabb 26 hajtással. Olyan kiségyzetet egyáltalán nem találtunk, ahol nem nőtt magas cserje. Az összes cserjeszám a „c1” és „d1” kiségyzetben volt a legnagyobb 89-89 hajtással.

a: alacsony, **b:** magas, **c:** összes cserje**db/kisnégyzet****1. ábra:** A cserjék hajtásszáma négyzetenként 2002-ben az „A” negyedhektárban

Azt mindenképpen meg kell említeni, hogy JAKUCS (1985) megfigyelései alapján az „A” parcella cserjesűrűség viszonyai nem jellemzik egyértelműen az erdőállomány egészét (KÁRÁSZ et al., 1987).

3. A cserjék habitusa, méretei

A cserjék fiziognómiájára vonatkozóan a szakirodalomban nagyon adat áll rendelkezésünkre, azok is szinte kizárólag a magasságra vonatkoznak. Ezért is fontos teendő volt a project életében az erdőben élő cserjék jellemzésére megfelelő paraméterek megállapítása.

Az erdő cserjei (különösen a magas cserjék) leggyakrabban a fákhoz hasonlóan törzsre, lombkoronára és gyökérzetre tagolhatók. A közvetlen talaj feletti elágazás nem jellemző. A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő magas cserjeinek becslésünk szerint csupán 10%-a bokorszerű (KÁRÁSZ et al., 1987). Ezért jellemzésükhöz a fáknál használatos egyes paramétereket használjuk. Véleményünk szerint a magasság, a talaj szintje felett 5 cm-nél mért törzsátmérő és a lombvetület adataival a legtöbb cserje megbízhatóan leírható. A cserjék törzse közvetlenül a talajnál (gyökérnyak) nem henger alakú és lényegesen vastagabb, ezért van szükség az 5 cm magasságnál történő mérésre. Egyes cserjék törzse még itt is szabálytalan alakú. Ilyen esetekben két egymásra merőleges mérést célszerű végezni és a két mérés átlaga fogadható el átmérő adatnak. A mérés tolmérő segítségével könnyen elvégezhető.

A magas cserjeszintben a *Quercus*ok kivételével minden fajnál elvégeztük a magasság, törzsátmérő és a lombvetület méréseket. A mérések eredményeiből meghatároztuk a magas cserjeszintben fajonként a cserjék átlagos méreteit, törzsátmérőt, magasságot és a lombborítást.

Az 1979–85 között lezajlott erőteljes tölgypusztulást követően tapasztalták a kutatók, hogy a cserjék egyre nagyobb méreteket érnek el és fokozatosan nő a magas cserjék aránya is. A fapusztulás eredményeképpen lékek jöttek létre és ezek benövésének folyamata tapasztalható az elmúlt években. A lékek keletkezése és megszűnése a természetes erdődinamika része. Jelenleg az alaphektárban több kis ill. közepes méretű lék fordul elő, közülük a nagyobbak az „A” és a „D” negyed hektárokból találhatók (KOTROCZÓ et al., 2005).

2002-ben a magas cserjék magassága 1 és 17 m között változott. A legtermetesebb egyed egy *Acer campestre* volt. Az 5 méternél magasabb cserjék valójában már a második lombkoronaszintet alkotó fáknak tekinthetők.

Az átlagos méreteket a 2. táblázat tartalmazza. A magas cserjék közül legnagyobb átlagmagasságot az *Acer campestre* (5,88 m) egyedei érték el, őket követték a *Cerasus avium* (5,1 m) és a *Cornus mas* (4,66 m) egyedei. Az *A. campestre* esetében mért átlagérték már meg is haladja a mérések kezdete során a magas cserjékre előzetesen megállapított 1-5 m közötti magasság határokat. Az „A” negyedhektáros mintaterület legnagyobb törzsátmérőjét is egy *Acer*

campestre esetében mértük 31,0 cm-rel. Legnagyobb átlagos törzsátmérőt ugyancsak az *A. campestre* (8,61 cm) egyedeinél regisztráltunk, őket a *Cornus mas* (6,43 cm), majd az *Acer tataricum* (5,36 cm) egyedei követték.

A cserjék méreteit jellemző paraméterek összevetése alapján kijelenthető, hogy a magas-cserjeszintben a legnagyobb méretű cserjefajok 2002-ben az *Acer campestre* és a *Cornus mas* voltak. Két fafaj (*Tilia cordata* és *Cerasus avium*), amelyek a vizsgálatok kezdetekor csak kisméretű egyed(ek)kel voltak jelen, mára 5 méter fölé magasodva kinőttek a cserjeszintből.

2. táblázat: Átlagos cserje méretek a magas-cserjeszintben 2002-ben

Fajnév	magasság (m)	törzsátmérő (cm)	lombvetület (m ²)	megjegyzés
	m	m	m	
<i>Acer campestre</i>	5,88	8,61	6,22	
<i>Acer tataricum</i>	4,22	5,36	5,58	
<i>Cerasus avium</i>	5,10	4,45	0,24	
<i>Cornus mas</i>	4,66	6,43	7,18	
<i>Cornus sanguinea</i>	2,48	2,09	1,27	
<i>Crataegus monogyna</i>	2,54	3,04	1,69	
<i>Euonymus europaeus</i>	2,28	2,01	0,51	
<i>Euonymus verrucosus</i>	1,71	1,68	0,61	
<i>Juglans regia</i>	3,10	2,93	2,43	egy hajtás alapján
<i>Ligustrum vulgare</i>	1,59	1,40	0,53	
<i>Lonicera xylosteum</i>	1,51	1,20	0,37	
<i>Quercus cerris</i>	1,97	6,02	1,28	egy hajtás alapján
<i>Rhamnus catharticus</i>	2,10	1,32	0,69	egy hajtás alapján
<i>Rosa canina</i>	2,17	1,41	1,44	
<i>Tilia cordata</i>	6,54	5,16	3,73	egy hajtás alapján
átlag	3,03	3,23	2,15	

4. Lombborítás

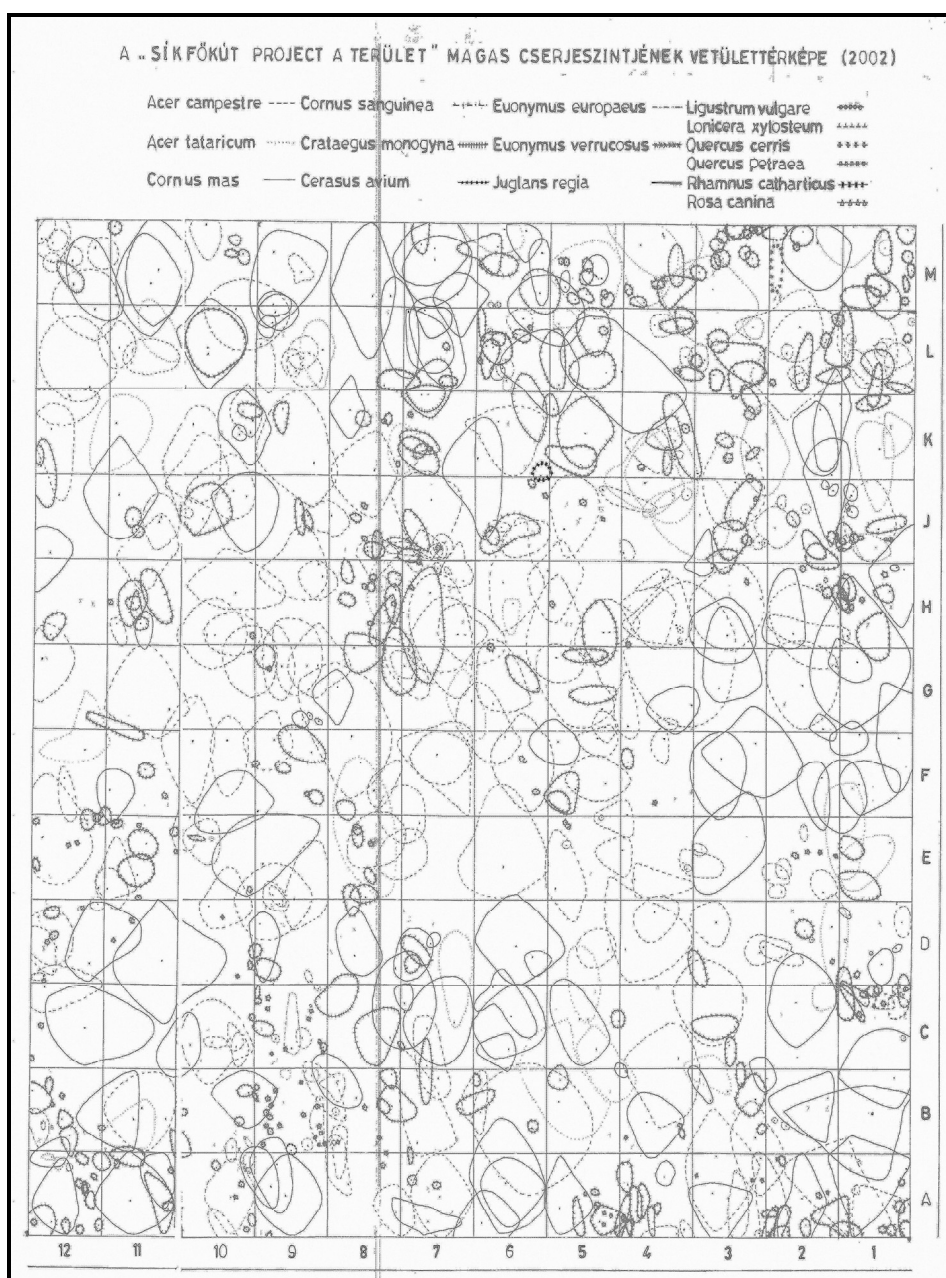
A síkfőkúti erdő cserjeszintjének borítási viszonyait 2002-ben csak a magas cserjeszintre vizsgáltuk meg. Az alacsony cserjékre vonatkozó borítási értékek az 1972-es első felmérés óta jelentős eltéréseket nem mutattak, így az 1998-as utolsó felméréshez nagy valószínűséggel hasonló értékeket kaptunk volna 2002-ben is. A magas cserjéről lombvetületi kartogramot készítettünk (2. ábra). A legnagyobb átlagos lombvetületet a *Cornus mas* (7,18 m²) egyedeinél mértük, ezt követte az *Acer campestre* és az *A. tataricum*. Legkisebb átlagos lombmérettel az *Euonymus* fajok és a *Ligustrum vulgare* rendelkeztek. Ténylegesen a legkisebb átlagos lombvetületet a *Cerasus avium*-nál és a *Lonicera xylosteum*-nál mértük, de a csekély hajtásszámuk miatt (1, illetve 6 hajtás) ezeket az adatokat nem tekinthetjük mérvadóknak. A mintaterületen egy *Acer campestre* egyednél mértük a legnagyobb lombborítást (33,92 m²).

2002-ben az „A” négyzet 48×48 m-es (2304 m²) területén 67,5%-os volt a tényleges borítás, az a terület, amit felülről nézve lomb fedett. A mintaterületen élő összes cserje egyedre kiszámított lombborítás által alkotott szimplifikált borítás 106,5%-nak adódott. A cserjefajokra vonatkoztatott további lombborítási adatok kiértékelése jelenleg is tart.

5. Diverzitás

Faj-talaj feletti hajtásszám, illetve faj-borítás diverzitást számoltunk a Shannon és Weaver (1948) formula ($H' = \sum \{ p_i \ln p_i \}$) alapján. Megadtuk az ekvitabilitást is mind a faj-talaj feletti hajtásszám, mind a faj-borítás esetében. Mivel az eddigi mérések során a *Quercus* magoncok száma jelentős ingadozásokat mutatott, ezért számításainkat kétféleképpen végeztük (KÁRÁSZ et al., 1987). Egyik esetben az alacsony cserjeszintre meghatározott diverzitási értékeknél megadott hajtásszámok magukban foglalják a *Quercus* magoncok is, a másikban nem. A faj-talaj feletti hajtásszám diverzitást külön a magas cserjékre vonatkoztatva is kiértékeljük. A faj-borítás diverzitást csak a magas cserjeszintre végeztük el, így itt a magoncok természetesen nem befolyásolták az eredményeket.

A faj-talaj feletti hajtás diverzitás 2002-ben *Quercus* magoncokkal 1,4674, magoncok nélkül 1,2484, míg a magas cserjeszintben 2,0367 volt. A faj-talaj feletti hajtás ekvitabilitás 2002-ben *Quercus* magoncokkal 0,5560, magoncok nélkül 0,5024, míg a magas cserjeszintben 0,7346-nak adódott. A faj-borítás diverzitás 1,4843 volt a magas cserjeszintben, míg az ekvitabilitás 0,5624.



2. ábra: A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő „A” négyzet magas cserjeszintjének vetülettérképe.

V. Irodalomjegyzék:

1. JAKUCS P. (1967): *Quercetum petraeae-cerris*. In: Guide der Exkursionen d. Int. Geobot. Symp., Ungarn, Tab. XV–XVII: 40–42.
2. JAKUCS P. (1978): Environmental-biological research of an oak forest ecosystem in Hungary, „Síkfőkút Project”. – *Acta Biol. Debrecina*, 15: 23–31
3. JAKUCS P. (ed.) (1985): Ecology of an oak forest in Hungary. Results of „Síkfőkút Project” I. Akadémia Kiadó, Budapest.
4. JAKUCS P. – HORVÁTH E. – KÁRÁSZ I. (1975): Contributions to the above-ground stand structure of an oak forest ecosystem (*Quercetum petraeae-cerris*) within the Síkfőkút research area. *Acta Biol. Debrecina*, 12: 149–153
5. KÁRÁSZ I. (1984a): Adatok a *Cornus sanguinea* L. gyökérrendszerének fiziognómiai struktúrájához. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XVII*: 739–753
6. KÁRÁSZ I. (1984b): Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. Kandidátusi értekezés, Eger, 110
7. KÁRÁSZ I. – SZABÓ E. – KORCSOG R. (1987): A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének strukturális változásai 1972 és 1983 között. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XVIII/2*: 51–80
8. KÁRÁSZ I. (2001): A síkfőkúti erdő cserjeszintjének strukturális változásai. In: Borhidi A. és Botta-Dukát Z. (Szerk.): *Ökológia az ezredfordulón I.: Magyar Tudományos Akadémia, Budapest*, 213–221
9. KÁRÁSZ I. (2006): A cserjeszint fiziognómiai struktúrájának változása a síkfőkúti tölgyesben 1972 és 1997 között. *Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XXXIII*: 71–78
10. KOTROCZÓ ZS. – KRAKOMPERGER ZS. – KONCZ G. – PAPP M. – BOWDEN R. – TÓTH J. (2005): Egy cseres tölgyes erdő struktúrájának változása 31 év alatt. III. MTBK, Eger, p. 142
11. KOVÁCS – LÁNG E. – FEKETE G. (1995): Miért kellenek hosszútávú ökológiai kutatások? *Magyar Tudomány* 40: 377–392
12. PAPP M. – JAKUCS P. (1976): Phytozoölogische Charakterisierung des *Quercetum petraeae-cerris*-Waldes des Forschungsgebiete „Síkfőkút Project” und seiner Umgebung. *Acta Biol. Debrecina* 13: 109–119
13. TÓTHMÉRÉSZ B. (2001): A síkfőkúti erdő fapusztulási dinamikájának monitoringja. In: Borhidi A. és Botta-Dukát Z. (Szerk.): *Ökológia az ezredfordulón I. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest*, 211–212

A *Ligustrum vulgare* L. gyökérrendszerének szerkezete a Síkfőkúti tölgyesben

Kárász Imre – Kovács Mária

Eszterházy Károly Főiskola Környezettudományi Tanszék

Abstract

Structure of root system of *Ligustrum vulgare* in Síkfőkút oak forest, Hungary. The author studied the roots of *Ligustrum vulgare* species in the oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*, at Síkfőkút, northern Hungary). The soil of the forest at Síkfőkút is a significantly acidified version (pH=5,3-5,9) of the clay-containing brown wood soil. In the past few years the pH value has been reduced to some extent. Throughout the investigations the root structure of 12 *Ligustrum* of different ages (6-15 year-old) has been revealed by means of gradual grubbing method. When revealing horizontal and vertical rhizogram has been taken of the roots, on which each root-item of over 1 mm diameter has been indicated, he observed its root-system is not typically a tap-root system. The *Ligustrum vulgare* might be classified into the plants with finger-like tap-root capable of secondary thickening in the system of Krasilnikov (1968) (group 1., subgroup 2., type 2.).

Bevezetés

A cserjék gyökérrendszerének szisztematikus kutatása hazánkban a „Síkfőkút Project” komplex környezetbiológiai kutatóprogram részeként 1979-ben kezdődött. Az azt megelőző időkből csupán Faragó (1961) tanulmánya foglalkozik néhány faj gyökérzetének elemzésével (Kárász, 1986). A síkfőkúti tölgyes domináns cserjefajairól már számos tanulmány megjelent (Kárász–Juhar 1982, Kárász 1984, 1984a, 1984b, 1988, 1991, 2006). Jelen közleményben az erdő cserjeszintjében egyik leggyakoribb fajnak, a közönséges fagyalnak (*Ligustrum vulgare*) gyökérrendszerére vonatkozó eredményeket foglaltuk össze.

Anyag és módszer

A *Ligustrum vulgare* európai mediterrán-szubatlanti jellegű flóraelem. Síksági-dombvidéki részben örökzöld cserje. Tölgyes-bükkös (*Quercus-Fagetea*) elem-

ként gyakorlatilag valamennyi hegy- és dombvidéki erdőtársulásban él, helyenként tömegesen. Meglehetősen társulásközömbös cserjefaj, így valamennyi alföldi erdőtársulásunkban is jelen van a sziki tölgyesektől a homoki erdőkig és a folyóparti ligeterdőkig. Ökológiai toleranciájának szélét a nyírláp (*Salici cinerea* – *Betuletum pubescentis*) jelzi.

Fényigényes, de különösen fiatalon jó árnytűrő, melegkedvelő faj, az időszakos szárazságot is jól bírja. Inkább mészkedvelő, de savanyú talajon sem ritka. A talaj tápanyagtartalmával szemben igényes, jelenléte az alföldi erdőkben az erdőtenyészet optimumát jelzi. Gyorsan nő és jól sarjadzik. Erdőgazdaságilag mint talajvédő és elgyomosodott területek visszaerdősítésének pionirja játszik szerepet (Csapody et al. 1966). Ökológiai értékszámai a következők: T5a, W4, R3, természetvédelmi érték besorolása szerint társulásalkotó faj (Simon 1992).

A síkfőkúti cseres-tölgyesben a gyökérvizsgálatok idején (Kovács 1983) a leggyakoribb faj volt, hektáronként több mint 15 ezer talaj feletti hajtásával (Kárász et al. 1987). Elsősorban vegetatív módon szaporodik.

A síkfőkúti erdő talaja Stefanovits (1985) vizsgálatai szerint az anyagbemosódásos barna erdőtalaj jelentősen savanyú (pH 5,3 – 5-9). A vizsgálatok során 12 cserje egyed gyökérzetét tártuk fel fokozatos kiásás módszerrel. Közülük 6 db átlagos méretűnek tekinthető, a másik 6 db pedig különböző korú és méretű és különböző lombborítású helyen élő egyed volt. A feltárás során a gyökérzetről horizontális és vertikális rizogramot készítettünk. A mintacserjék adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

A Ligustrum vulgare mintacserjék törzsátmérő, magassági és lombvetület adatai

Minta száma	Törzsátmérő mm	Magasság cm	Lombvetület m ²	Vegetatív hajtások száma	Kor
I.	12,0	110,0	0,75	4	12
II.	12,8	155,0	1,02	-	13
III.	12,4	153,0	1,30	16	12
IV.	12,1	212,0	0,25	8	12
V.	12,5	120,0	0,55	15	12
VI.	12,3	130,0	0,24	24	12
VII.	15,0	142,0	1,48	7	15
VIII.	10,0	118,0	0,80	1	10
IX.	7,5	168,0	0,40	11	7
X.	8,0	40,0	0,50	29	8
XI.	6,5	154,0	0,96	21	6
XII.	8,5	114,0	0,31	30	8
Átlag:	10,8	143,0	0,71	14	

Eredmények

A fagyal talajbani részeinek tömegét tekintve jelentős hányadot tesznek ki az avarszintben, a talaj felületén futó száreredetű sztólók (1. fénykép). Színük különböző árnyalatú szürke vagy szürkésbarna. Kérgükön finom, hosszanti lefutású bordázat és 2-5 mm-enként kb. 1 mm átmérőjű világosabb színű paraszemölcsök láthatók. A járulékos és valódi gyökerek egyaránt barnásszürke színűek.

A feltárt mintacserjék gyökerekkel kapcsolatos mérési eredményeket a 2-3. táblázatok tartalmazzák. A gyökérrendszer fiziognómiai szerkezetét a 1-24. ábrák szemléltetik.

A *Ligustrum vulgare* gyökérrendszere kevés valódi gyökérből és sok a talajjal érintkező sztólókból fejlődő járulékos gyökérből áll. A sztólók rácsszerűen behálózják a talaj felszínét és belőlük sok hajtás fejlődik, így egy-egy gyökérrendszerhez esetenként 25-30 különböző korú hajtásból álló, szabálytalan alakú polikormon tartozik. A sztólók többsége 3-6 mm átmérőjű és a főágai kb. derékszögben ágaznak el. Egyenes, iránytartó lefutásúak. Egyes részeik az avarszint fölé emelkednek ezeken járulékos gyökér nem fejlődik (1. fénykép). Továbbfutva ismét érintkeznek a talajjal és gyökereket fejlesztenek. A járulékos gyökerek általában 1 mm-nél vékonyabbak, rendkívül gazdagon elágaznak.

A gyökérrendszer horizontális kiterjedése a lombkorona vetülethez viszonyítva igen nagy, átlagosan annak hatszorosa. Karógyökere nincs. A gyökérzet vertikális kiterjedése kicsi, a gyökerek többsége az avarszintben és a talaj felső 5 cm-es rétegében helyezkedik el. Az anyanövény egy-egy valódi gyökere esetenként a mélyebb talajrétegekbe nyúlik, ilyenkor 40-60 cm-es mélységbe is behatol. (pl. I., II., IV. és VI. sz. minta). Hasonló megfigyelésekről számol be Faragó (1961), aki egy 8 éves 1 m magas egyedet tárt fel homoktalajon. Megállapítása szerint a *Ligustrum vulgare* gyökerei sekélyen futottak a laza humuszos talajban, karógyökér nem volt.

Kraszilnyikov (1968) osztályozása szerint a *Ligustrum vulgare* a „másodlagos vastagodásra képes, járulékos gyökérrendszerű” növények közé sorolható (1. csoport 2. alcsoport, 2. típus).

A *Ligustrum* e sajátos avar-talaj átmeneti rétegben való elhelyezkedése és intenzív járulékos gyökérképző képessége lehetővé teszi az avar és a legfelső talajréteg vízkészletének együttes felhasználását, beleértve a napi hőingás következtében lecsapódó harmatot is. Rendkívüli sarjadó képessége pedig maximalizálja a gyors térfoglalást és forrás kihasználást. Mindezek hozzájárulnak a faj széles ökológiai toleranciájához.

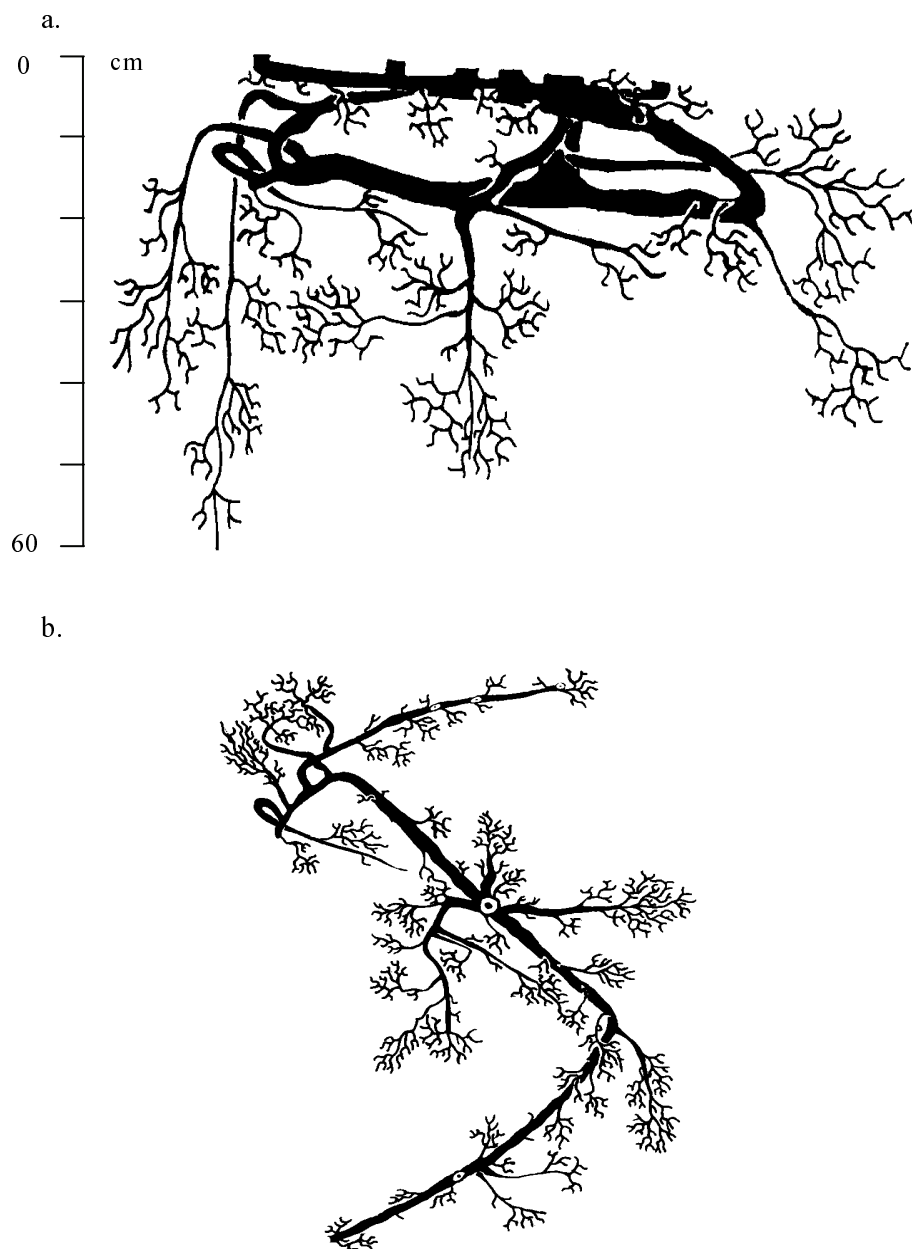


1. kép: A fagyal szőlőival és járulékos gyökereivel rácsszerűen behálózta a talaj avarral érintkező felszíni rétegét

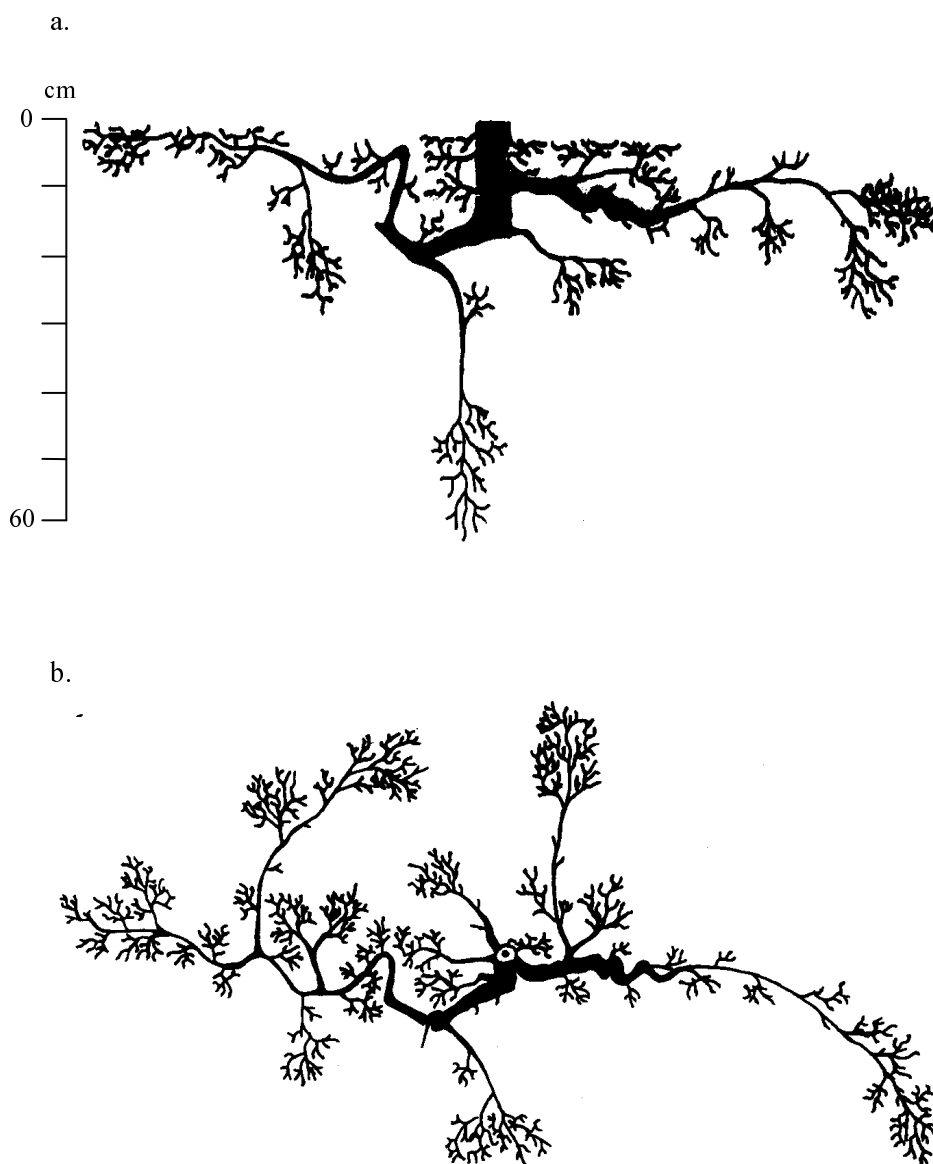
2. táblázat

A *Ligustrum vulgare* egyedek gyökérzetének horizontális és vertikális kiterjedése

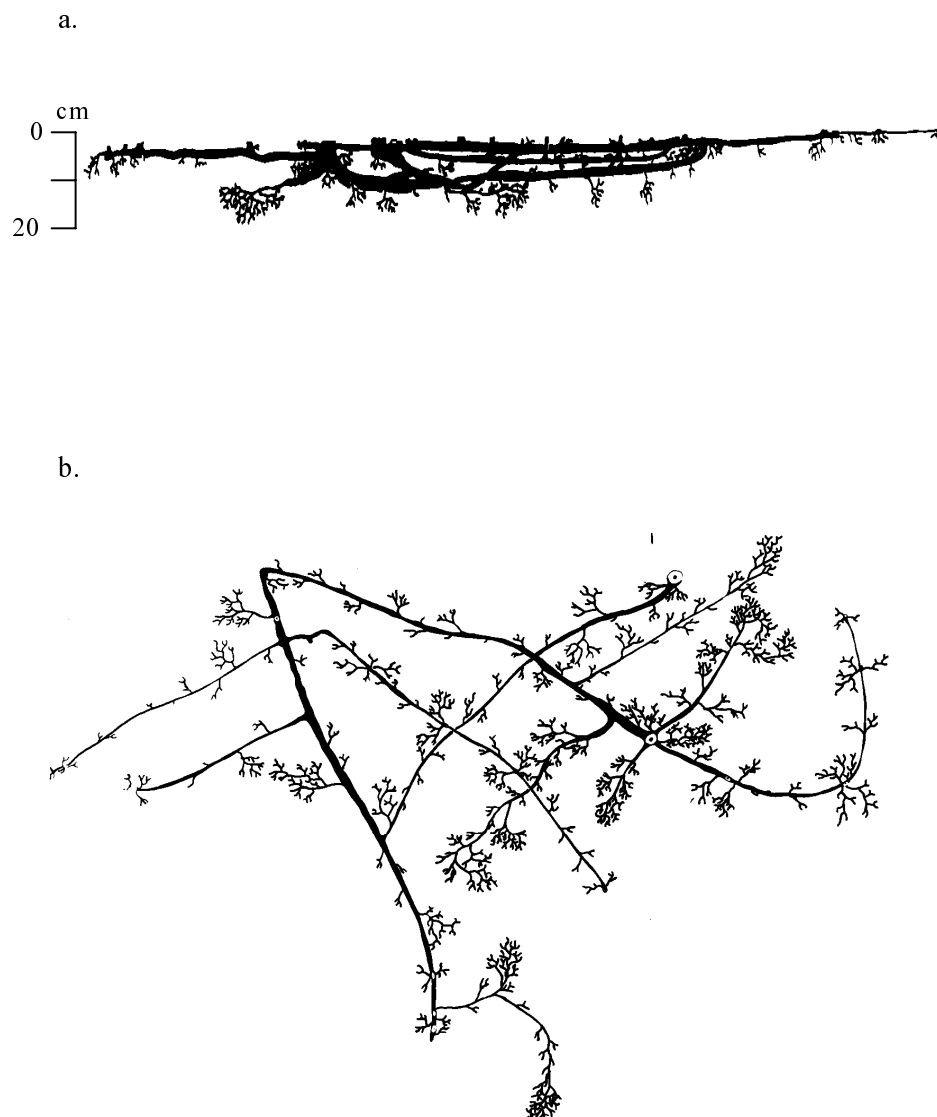
Minta száma	Max. szétterjedés cm	Max. behatolás cm
I.	152	60
II.	176	56
III.	164	20
IV.	168	44
V.	196	40
VI.	240	64
Átlag:	182,6	47,3
VII.	172	34
VIII.	83	9
IX.	255	12
X.	320	16
XI.	200	28
XII.	196	16
Átlag:	199,3	19,2
Összes átlag:	190,95	33,25



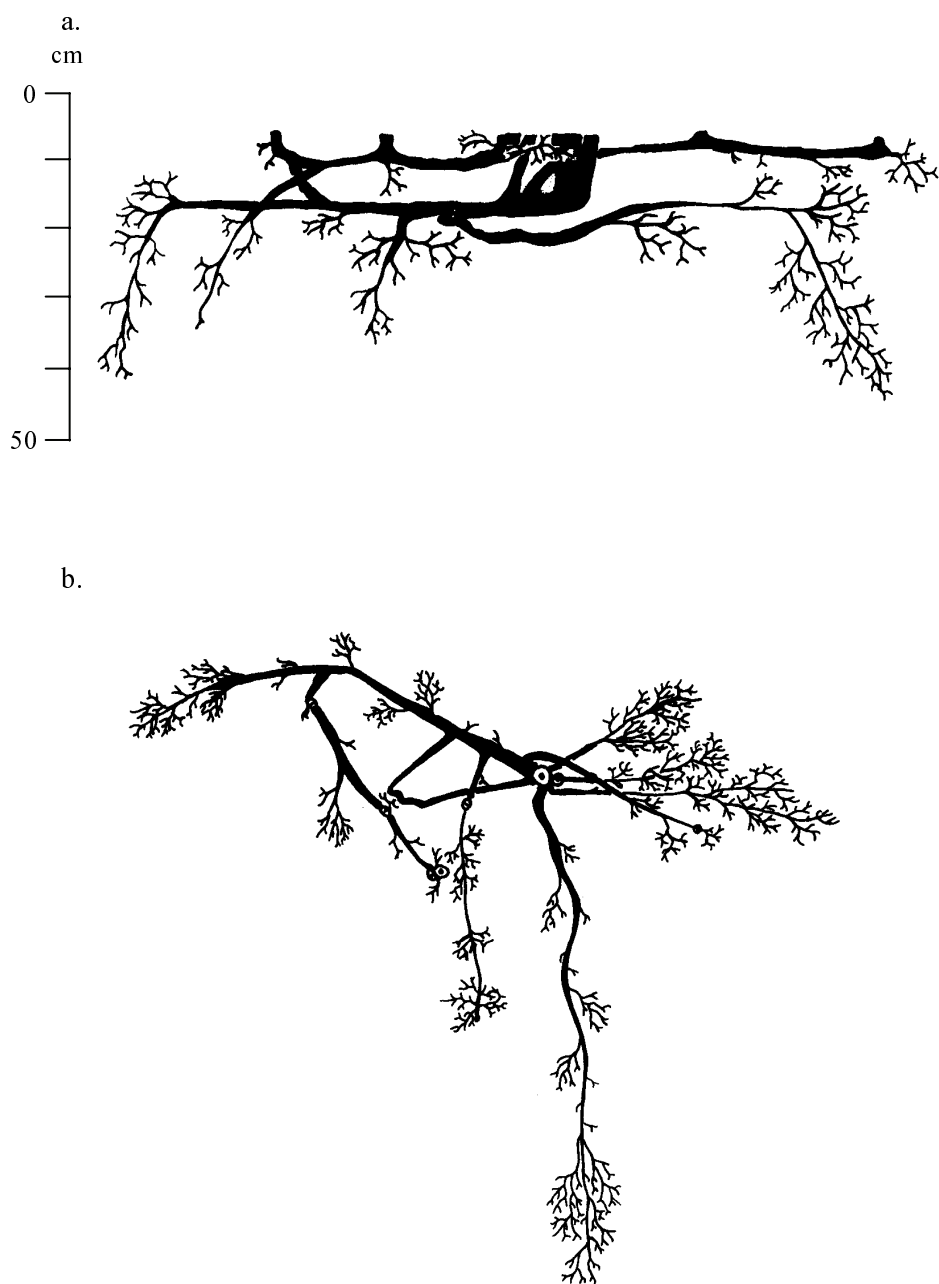
1. ábra Az I. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



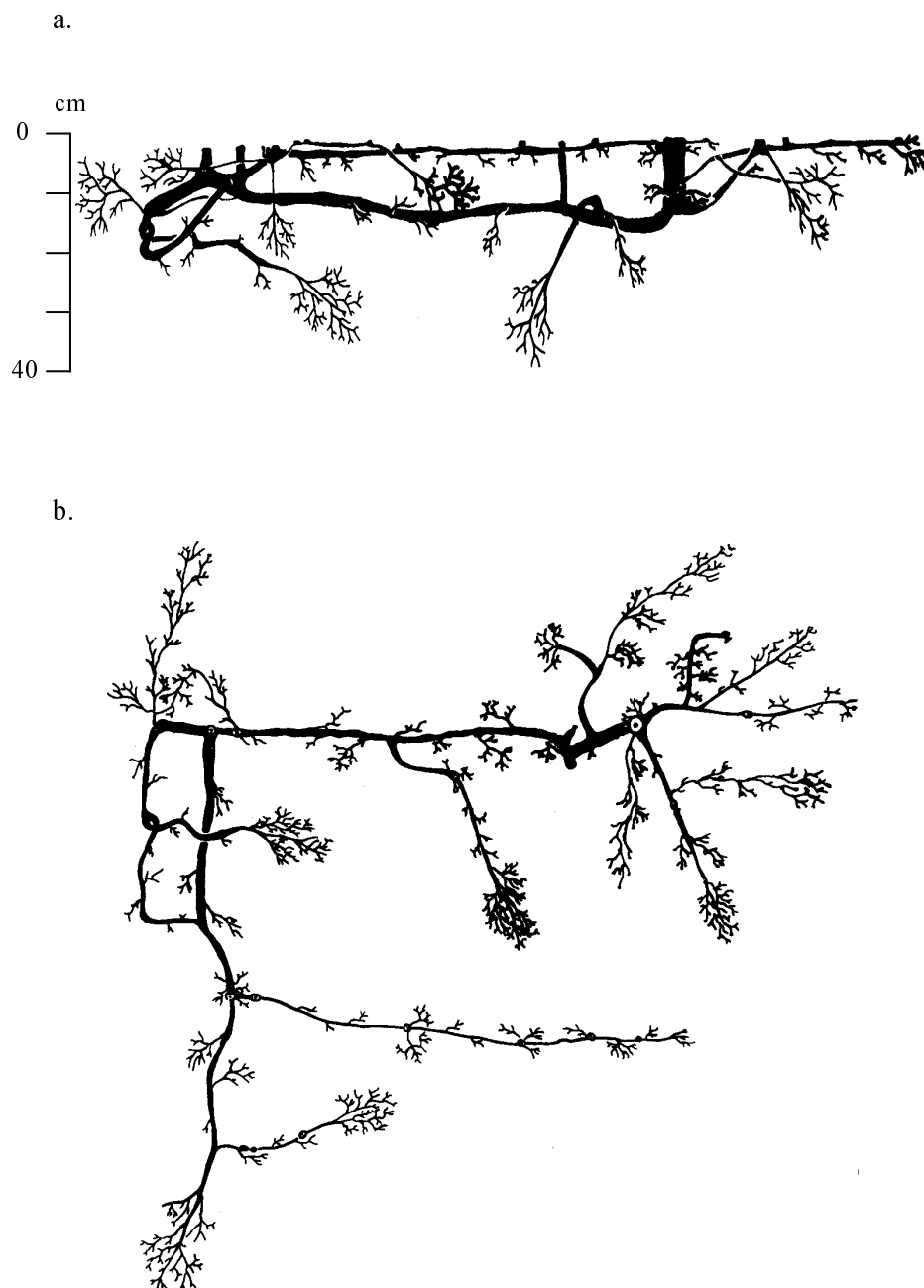
2. ábra A II. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



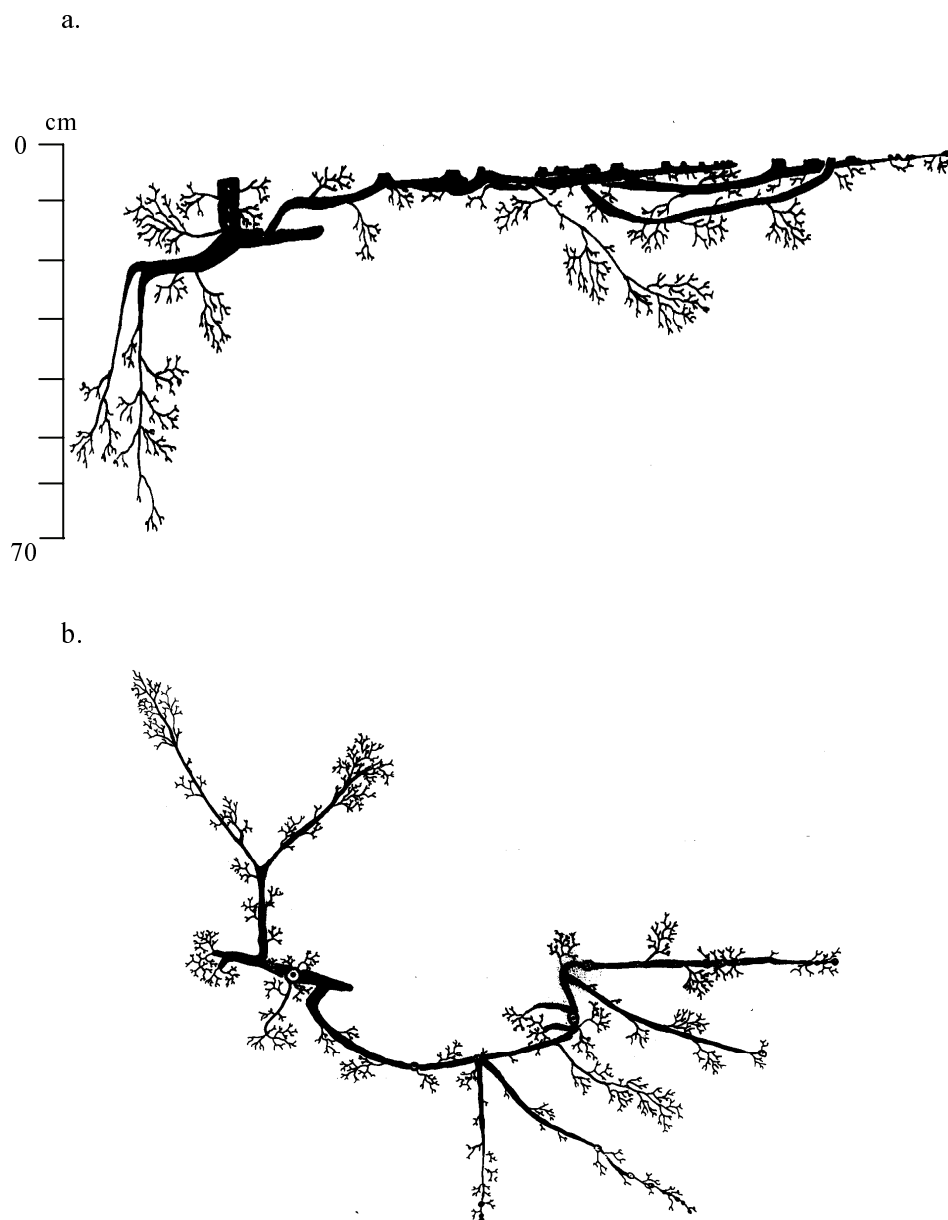
3. ábra A III. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



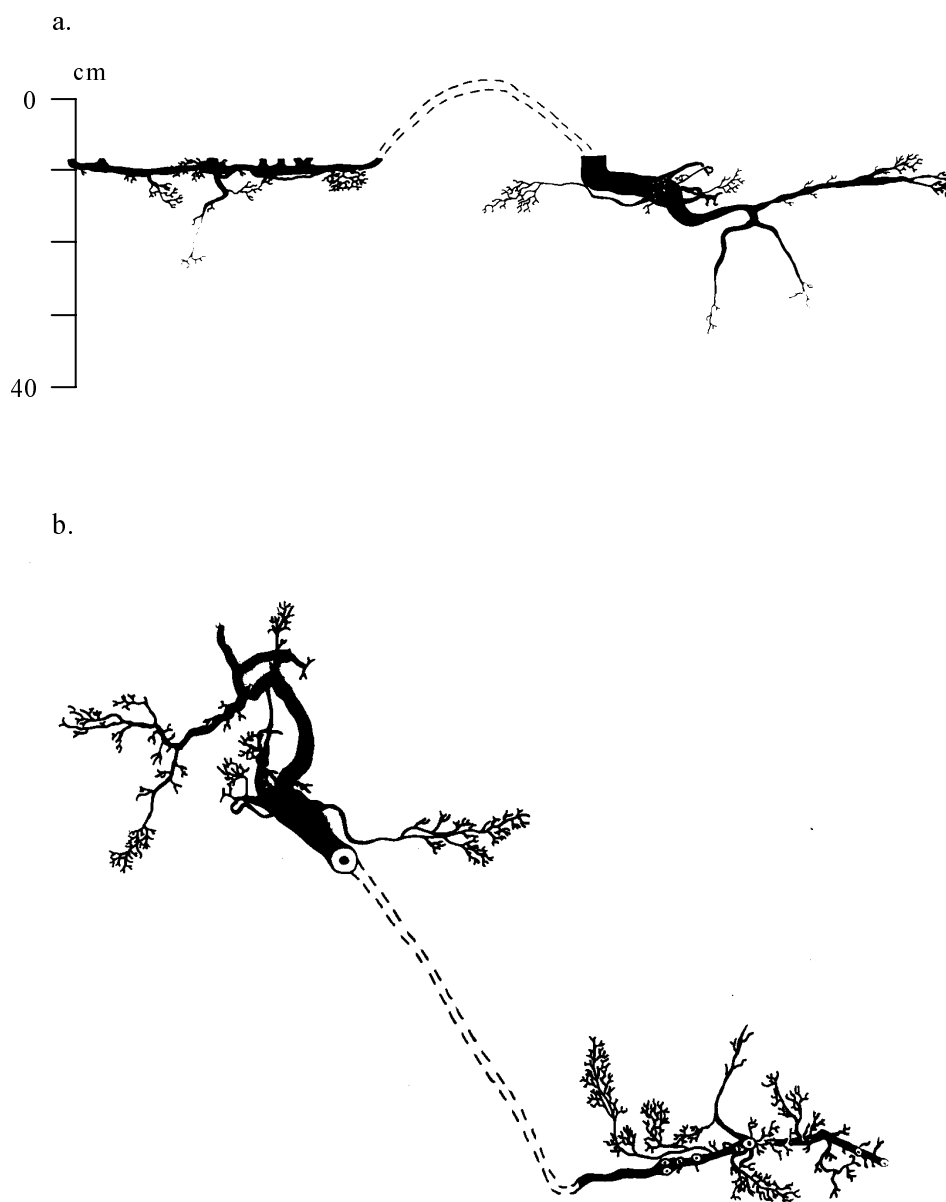
4. ábra A IV. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



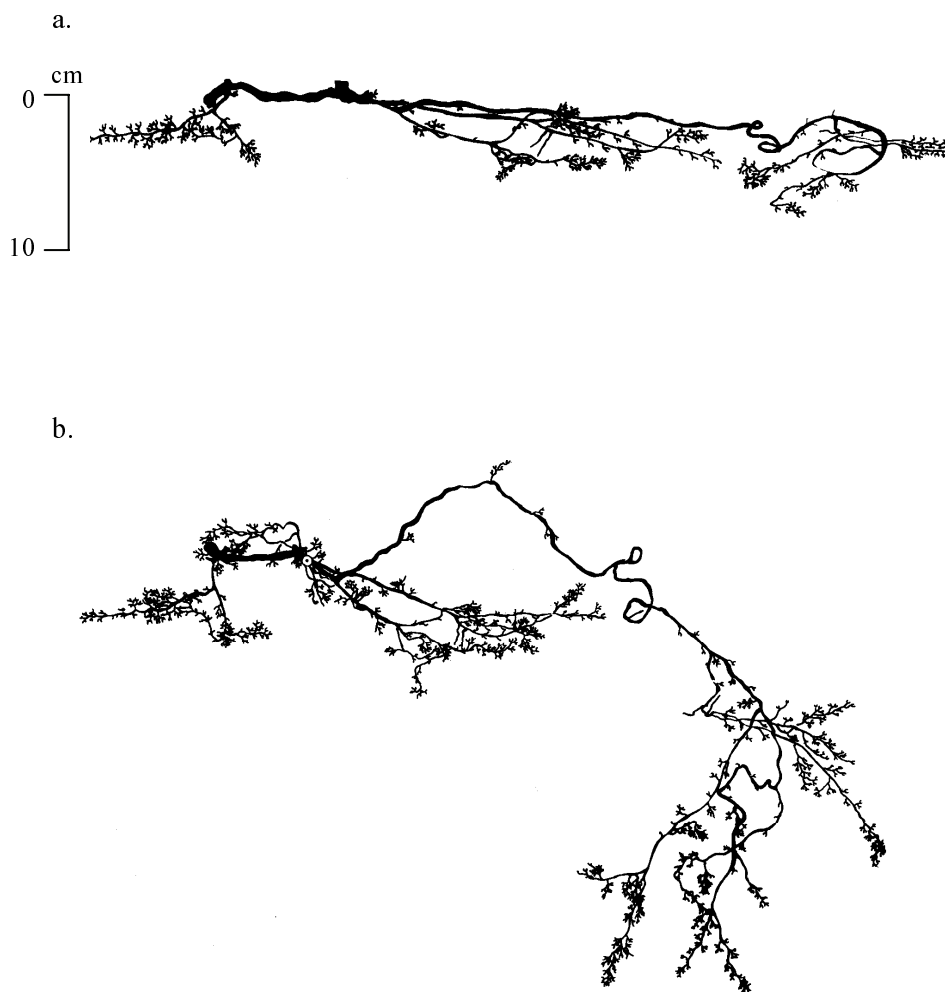
5. ábra Az V. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



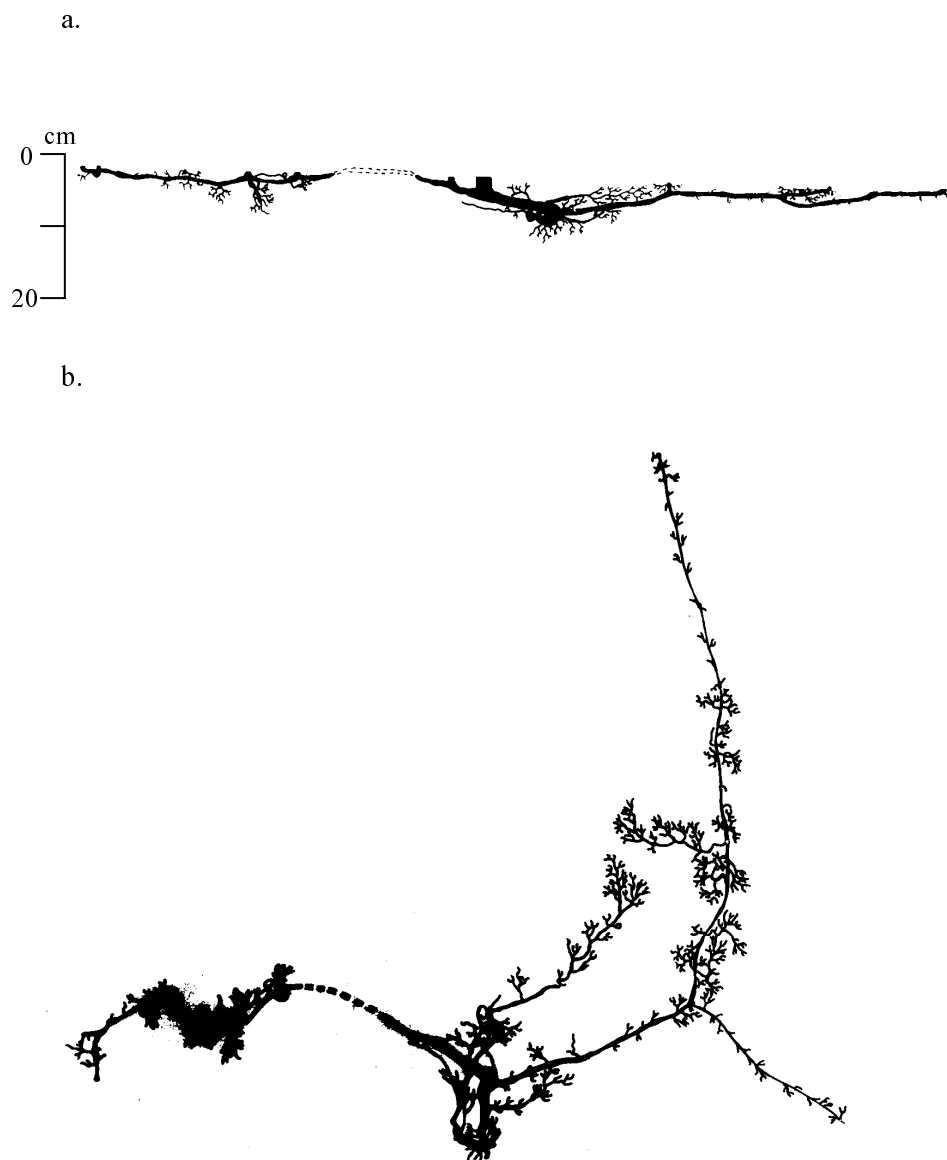
6. ábra A VI. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



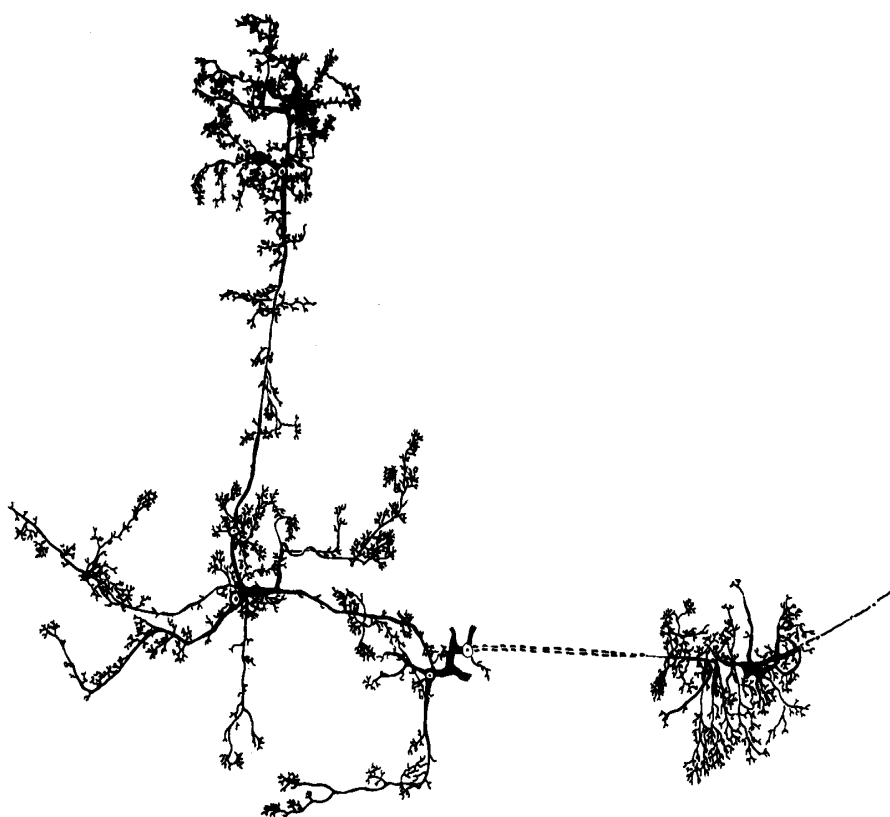
7. ábra A VII. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



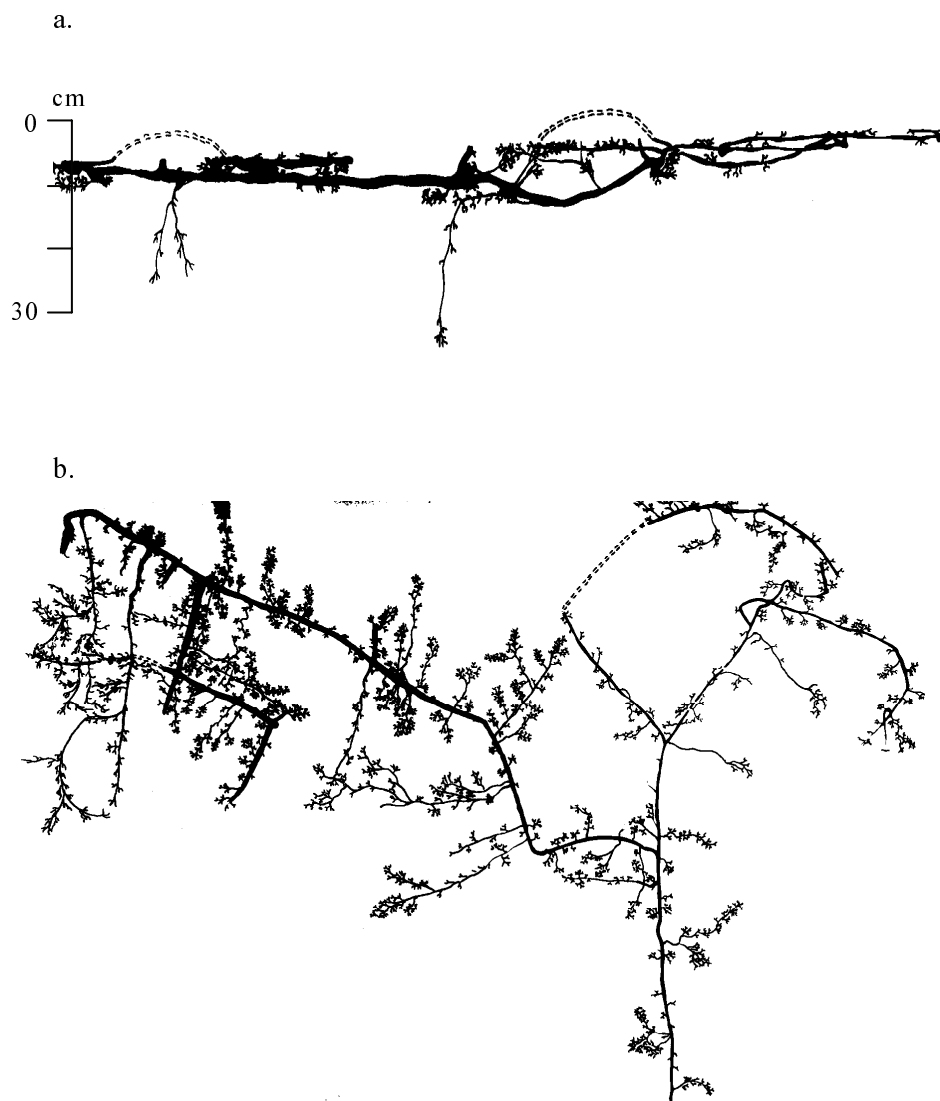
8. ábra A VIII. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



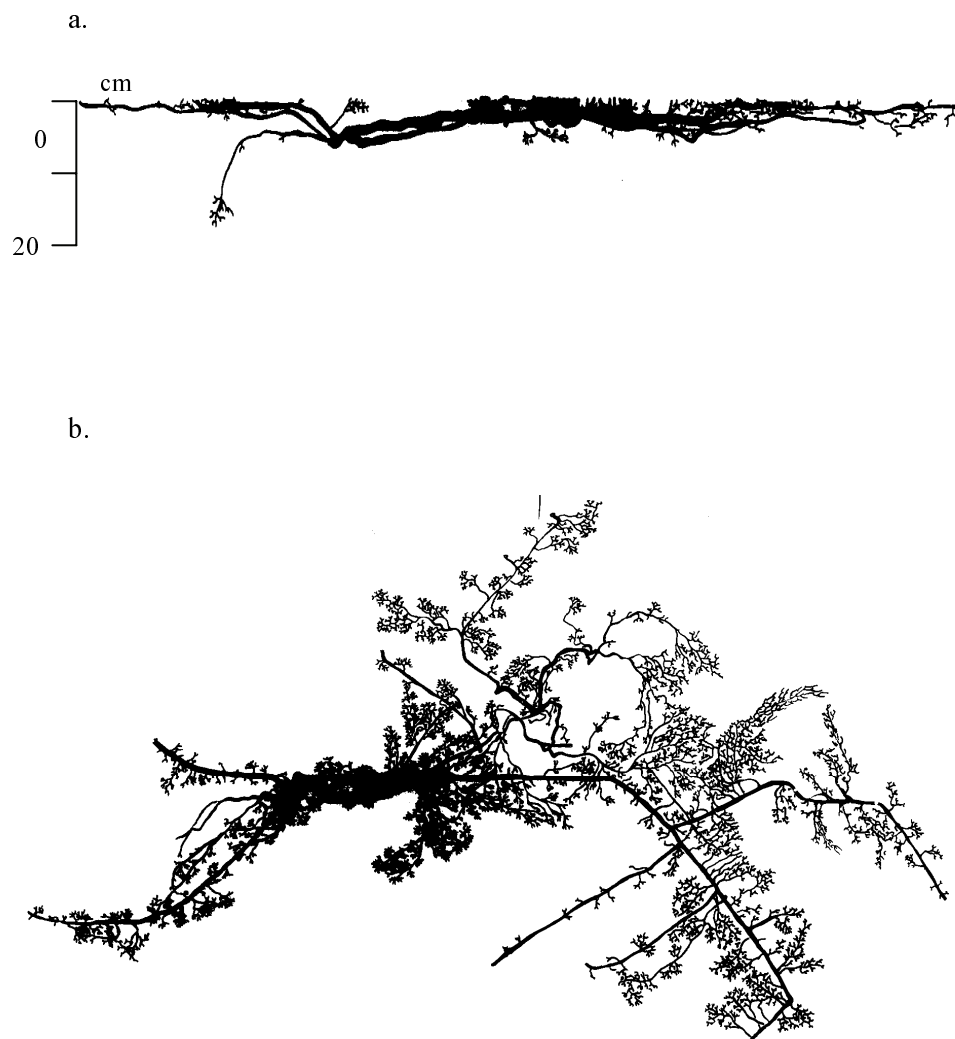
9. ábra A IX. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



10. ábra A X. számú *Ligustrum vulgare* horizontális rizogramja.



11. ábra A XI. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.



12. ábra A XII. számú *Ligustrum vulgare* vertikális (a) és horizontális (b) rizogramja.

3. táblázat

A Ligustrum vulgare föld alatti részek hosszúsága átmérőosztályonként cm-ben

Minta száma	Átmérő osztályok					Hosszúság össz. m
	1-3 mm	3-6 mm	6-10 mm	10-15 mm	15-20 mm	
I.	764,1	243,7	86,6	35,6	-	11,29
II.	435,2	60,0	16,03	15,2	-	5,27
III.	1.521,0	852,1	147,8	36,4	-	25,57
IV.	1.398,4	360,1	49,6	24,0	-	18,32
V.	1.078,3	371,6	268,9	31,5	-	17,50
VI.	1.018,0	307,5	115,9	20,7	-	14,62
Átlag	1.035,8	365,8	114,1	27,2	-	15,43
VII.	621,7	102,3	40,9	-	17,5	7,82
VIII.	401,8	58,7	33,1	-	-	4,94
IX.	650,2	114,9	42,2	-	-	8,07
X.	2.805,4	539,5	116,7	7,0	-	34,69
XI.	1.314,3	463,4	16,5	-	-	17,94
XII.	1.568,9	419,5	115,2	17,3	-	21,21
Átlaghossz	1.131,44	324,44	87,42	23,46	17,5	15,60
Átlagos szárazsúly g-ban	13,44	30,01	21,30	11,58	22,90	74,62

Irodalom

- Csapody I. – Csapody V. – Rott F. (1966): Erdei fák és cserjék. (Forest-trees and shrubs), OEE, Budapest, 152–153.
- Faragó S. (1961): A homoki cserjék gyökérfeltárása. (Revealing of the roots of shrubs growing in sandy-soil). Erd. Kut. 1–3. 341–360.
- Kárász I. (1984): Az *Acer campestre* L. gyökérrendszerének szerkezete a síkfőkúti cseres-tölgyesben. (Structure of root-system of *Acer campestre* L. in the turkey oak-oak forest at Sikkfőkút). Bot. Közlem. 71: 79–100.
- Kárász I. (1984 a): Adatok a *Cornus sanguinea* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrájához. (Data regarding physiognomical structure of the roots of *Cornus sanguinea* L.) Acta Acad. Paed. Agriensis. NS. XVII. 739–753.
- Kárász I. (1984 b): Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. (The root-system of the shrubs species in an oak forest). Kandidátusi értekezés, Eger.
- Kárász I. (1986): Gyökérvizsgálatok Magyarországon (Root studies in Hungary). Bot. Közlem., 73: 19–24.
- Kárász I. – Szabó E. – Korcsog R. (1987): A síkfőkúti tölgyes strukturális változásai 1972 és 1983 között I. Acta Acad. Paed. Agr. NS. XVII. 51–80.
- Kárász I. (1988): Adatok az *Acer tataricum* L. gyökérzetéről. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 1986/2. sz., 43–53.
- Kárász I. (1991): Tölgyes cserjefajok gyökér-hajtás aránya. (Root-shoot proportion of shrub species in oak forest). Acta Acad. Paed. Agriensis NS. XX.: 132–138.

- Kárász I. (2006): Root-system of *Crataegus monogyna* L. in oak forest of Síkfőkút. *Acta Acad. Paed. Agriensis, Sectio Pericemonologica* XXXIII. 79–84.
- Kárász I. – Juhar E. (1982): A *Cornus mas* L. gyökérzetének fiziognómiai struktúrája a síkfőkúti tölgyesben. (Physiognomical structure of the roots of *Cornus mas* L. in the oak forest at Síkfőkút). *Bot. Közlem.* 69: 105–130.
- Kovács M. (1983): A *Ligustrum vulgare* gyökérrendszerének fiziognómiai struktúrája a síkfőkúti tölgyesben. Szakdolgozat, Eger (mscr.)
- Krasilnikov, P. K. (1968): On the classification of the root system of trees and shrubs. In: N. S. Ghilarov (ed.): *Methods of productivity studies in root system and rhizosphere organisms.* Nauka, Leningrad. 106–114.
- Simon T. (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok, virágos növények. (Identificating book of vascular flora of Hungary). Tankönyvkiadó, Budapest.
- Stefanovits P. (1985): Soil conditions of the forest. In: Jakucs P. (ed.): *Ecology of an oak forest in Hungary. Results of Síkfőkút Project I.* Akadémiai Kiadó, Budapest.

Changes of malic acid content in wines of Eger

Lékó László – Rácz László – B. Tóth Szabolcs

Eszterházy Károly College, Department of Chemistry, H-3300, Leányka str 7.

Összefoglaló

Egri borok almasav-tartalmának változásai. A borok savtartalma és a bor minősége között szoros kapcsolat van. A savra, mint alapízre vagy „gerinc-re” épülnek rá a zamatok, sőt egyes illatok is, amelyek együttesen megszabják a bor individuális tulajdonságait. A borok savtartalma igen változatos, amelyek: borkősav, citromsav, almasav, borostyánkősav, ecetsav, fumársav stb. formákban, $\approx 0\text{--}10$ g/l koncentrációtartományban találhatók. Az **almasav** a legmarkánsabb ízű, ugyanakkor pedig biokémiai szempontból a legkönnyebben átalakuló és a leginstabilabb sav. A szőlőben keletkezik, így koncentrációja nagymértékben függ a szőlő érettségi állapotától. Lényeges, hogy a borban lehetőleg ne legyen számottevő mennyiségben, különösen a vörösborokban célszerű értéket minimalizálni kell. A borban lévő almasav **fizikai-kémiai**, ill. **mikrobiológiai** eljárással távolítható el vagy csökkenthető. A fizikai-kémiai eljárás az ún. kettős sós savtompítás CaCO_3 segítségével történik. A mikrobiológiai technológia **a) élesztőtörzsek** segítségével, – az erjedés során a jelenlévő almasavat alkohollá képesek alakítani tejsavon keresztül. **b) a tejsavbaktériumok** alkalmazásával 1) természetes eljárással, ami nem más, mint a seprőn tartás és annak gyakori felkeverése. 2) tejsavas erjedést biztosító baktériumok adagolásával. Az Egri Borvidéken egyre többen ismerik fel az almasav a minőséget befolyásoló hatását. Az almasav lebontását az egri vörösborokban egyre többen a **baktériumtörzsek felhasználásával** végzik.

„It is almost impossible to express experience given by the flavour of wine by words” (Hugh Johnson: History of Wine)

What is it, that the flavour of wine comes from? It is the usual question often asked. Flavour of wine is assured by its chemical components. The very first one is acid content, acid components, so acid content and quality of wine are in closely related to each other. Flavour, bouquet are based on acid as basic taste giving inner, special characteristic features to wine. In this respect acid can stay in the background this is when we speak about harmonic flavour. It can also be harsh, dominant providing disharmony. This approach is rather subjective, the

limit of harmony and disharmony cannot be measured by either subjective or objective methods.

Acid content of wine is varied: tartaric acid, citric acid, malic acid, succinic acid, acetic acid, fumaric acid, etc. They are the ones that give complexity and cannot be distinguished individually, subjectively. Exemptions are malic and acetic acid. Acetic acid-content is maximised by various regulations (standards) since they irreversibly influence harmony of bouquet and flavour of the given wine.

Situation of malic acid is different. It has the most characteristic taste yet it is the most instable, transmutes the earliest, so it determines the storability of the wine. Its concentration largely depends on the maturity, that is on outside conditions – climatic changes depending on year –. Thus it is important not to have it in large quantity in wine, mostly in red wine so that the wine get stabil and velvety flavoured.

Malic acid in wine can be extracted or decreased by physico-chemical or microbiological process.

Physico-chemical method is the so called dual salty acid weakening with finely ground CaCO_3 when Ca tartarat-malate is formed. (figure 1.)

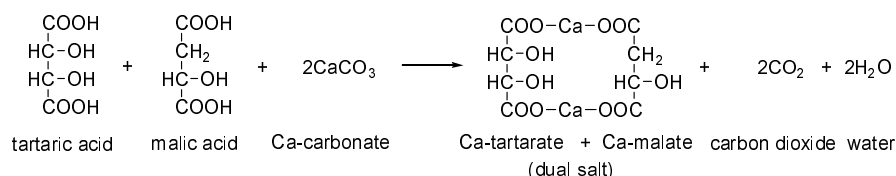


Figure 1. Dual salty acid weakening

The method means that pH must be higher than 4,5 when the dual salt is formed, so all the CaCO_3 is given to 10% of the wine, when it is not dissolved completely and 50% of the rest of wine is mixed to it. The salt extracted during the chemical reaction is removed by filtering, then the wine is mixed with the 40% rest.

The microbiological process can be of 2 types:

Certain yeast stocks can transform malic acid into alcohol through pyruvate (malo alcoholic fermentation) (figure 2)

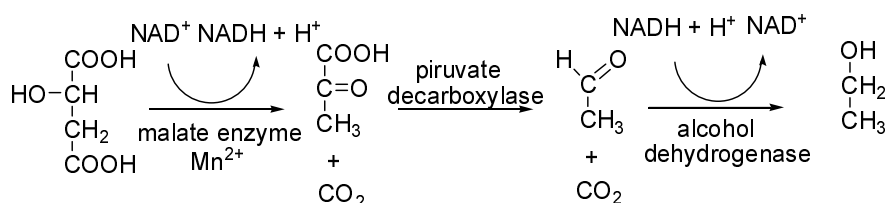


Figure 2. Biochemical mechanism of maloalcoholic fermentation

The most common yeast stock used when fermenting wine is *Saccharomyces cerevisiae*, malic acid dissolving ability of which is little, malic acid content is 10-20%. It is much bigger in case of *Zygosaccharomyces bailii* and *Schizosaccharomyces*, certain stocks of which can dissolve malic acid in 100%

Malic acid dissolution is different because malic acid intake of different yeast cells is of different mechanism:

Sach. cerevisiae: simple diffusion

Sch. pombe: active transport

Zyg. Bailii: passive transport through carrier

Experiments are going on and there is even practical use of *Schizosaccharomyces pombe*. Its advantage is its good acid and sulfuric acid resistance. The regulation has been advantageous since there has been possibility to use so called registering technology (immobilized methods). It is important because quality of wine made with these yeast stocks is below *Saccharomyces* stocks.

It is important to have a little sugar in the wine for the yeast. There are experiments with gene technology to create *Sach. cerevisiae* in which genes of *Sch. pombe* were planted to achieve decrease of malic acid by the most fermenting yeast stock.

The wine produced this way can have unfavourable flavour though. It becomes „empty” because of the missing lactic acid.

b) Use of lactic acid bacteria has been the most common recently, which can be of natural and artificial process. The natural process means to keep the liquid on wine lees and mix it frequently (Old wine makers of Eger used to put their wine into barrels only at Christmas). Artificial method means giving bacteria in right conditions. It is good if the process is connected to so called directed fermentation.

Considering these it is understandable why awareness of malic acid concentration is important in grape and wine analysis and in certain phases of the technology. Yet there are different conditions of practical realization of malic acidification in spite of the fact that lactic acid bacteria are the ones best adapted to wine after yeast fungus.

Their energy providing metabolism is anaerobic; they ferment sugar - also the ones with five carbons - to become lactic acid completely or partly. This way they can be homo-fermentative and hetero-fermentative ones. They are usually acid resistant, pH optimum of most stocks is between 5 and 6, but the lowest limit of their reproduction is 3-4 pH, which is just that of the pH value of wine.

Hetero-fermentative stocks produce several dangerous side products, e.g. mannitol by reduction of fructose. This is the so called mannitol fermentation. Favourable condition for decomposition of malic acid is when wine has just a little source of carbohydrate for bacteria, thus they get energy for reproduction through decomposition of malic acid. This must be taken into consideration when making wine. From stereo-chemical aspect it is interesting that lactic acid

coming from sugar contains all three optical isomers (D,L and DL) while lactic acid bacteria transform malic acid into just L-lactic acid.

So when analysing the configuration we can depict the unfavourable fermentation conditions from large proportion of D-lactic acid, while in opposite case bacterial decomposition of malic acid and directed fermentation.

From morphological aspect there are coccus shape (homo-fermentative, e.g. *Pediococcus* stock) and also rod shape (hetero-fermentative, e.g. *Lactobacillus*) stocks as well.

Bacteria take in malic acid with the help of a specific enzyme, permease and dissolution is done by malic acid decarboxylase or malolactic enzyme. The enzyme contains Mn^{2+} ion and NAD^+ coenzyme, yet no $NADH+H^+$. L lactic acid is produced (figure.3).

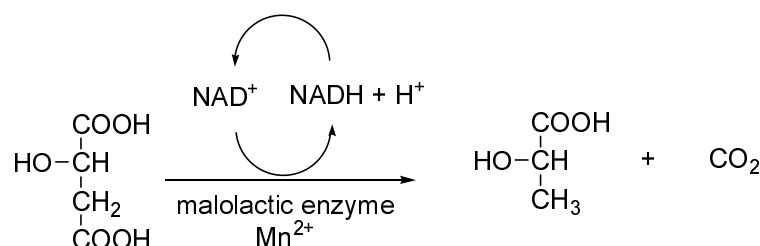


Figure 3. Biochemical mechanism of malolactic fermentation

In case piropic acid is produced as intermediate product, then any configuration can appear just like when sugar is dissolved.

It would be optimal if only lactic acid was produced during dissolution of malic acid but it does not work in practice. This can mostly be achieved by use of *Leuconostoc oenos* stock. So in practice use of this stock is the most common.

The effect of the importance of degradation of malic acid on quality is more and more realised in Eger Wine Region. More and more wine makers prefer use of bacteria stocks from applicable technologies.

Analytical research methods to determine malic acid are also very different. Preference when choosing them is speed, precision and cost.

The following methods are used:

- thin layer chromatography (TLC)
- reflexion photometry
- enzyme researches
- HPLC method.

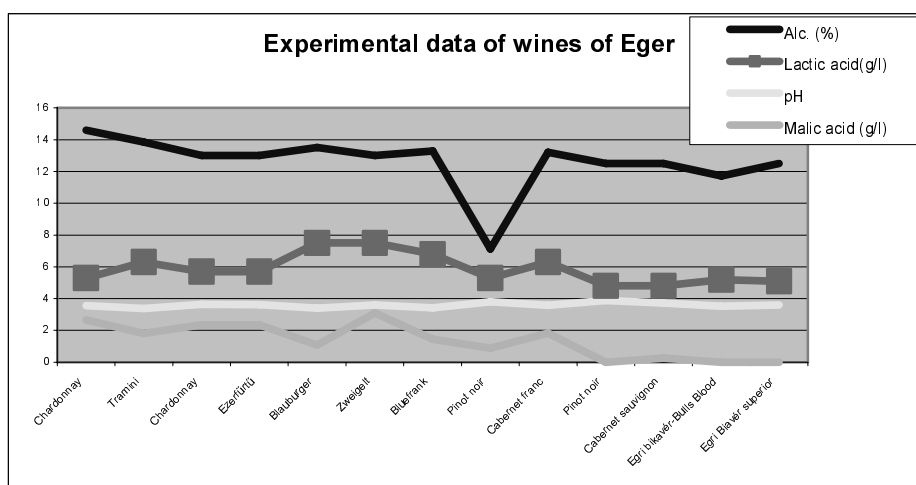
Precision and cost increases from TLC to HPLC, but not proportionally. Our research covered 13 wine samples. Four white and red wines made from nine blue grapes.

Experimental data of wines of Eger

No	Sort	Year	Alc. (%)	Lactic acid(g/l)	pH	Malic acid (g/l)
1.	White	Chardonnay	2006	14,6	5,3	3,56
2.		Tramini	2006	13,85	6,3	3,37
3.		Chardonnay Ezerfűrtű	2006		5,7	3,64
4.	Red	Blauburger	2006	13,5	7,5	3,39
		Zweigelt	2006	13,0		3,6
5.		Bluefrank	2006	13,29	6,8	3,42
6.		Pinot noir	2006	12,7	5,3	3,8
7.		Cabernet franc	2006	13,2	6,3	3,58
8.		Pinot noir	2005	12,5	4,8	3,89
9.		Cabernet sauvignon	2005	12,5	4,8	3,72
10.		Egri bikavér-Bulls Blood	2005	11,72	5,2	3,52
13.		Egri Biavér superior	2003	12,5	5,1	3,6

Wines of 2005 are considered to be ready. Wines of 2006 need technological action. pH values can be the clue, e.g. at No. 2 and 4. it is advisable to combine acid weakening with bacteria treatment.

Analytical data of examined wines very well show degradation of malic acid in time and also formation of lactic acid.



Bibliography

- Agouridis, N., Bekatorou, A., Nigam, P., Kanellaki, M., 2005. Malolactic fermentation in wine with *Lactobacillus casei* cells immobilized on delignified cellulosic material. *J. Agr. Food Chem.* 53, 2546–2551.
- Argiriou, T., Kaliafas, A., Psarianos, K., Kanellaki, M., Voliotis, S., Koutinas, A.A., 1996. Psychrotolerant *Saccharomyces cerevisiae* strains after an adaptation treatment for low temperature wine making. *Process Biochem.* 31, 639–643.
- Colagrande, O., Silva, A., Fumi, M.D., 1994. Recent applications of biotechnology in wine production. *Review. Biotechnol. Progr.* 10, 2–18.
- Crapisi, A., Spetolli, P., Nuti, M.P., Zamorani, A., 1987. Comparative traits of *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fructivorans* and *Leuconostoc oenos* immobilized cells for the control of malolactic fermentation in wine. *J. Appl. Bacteriol.* 63, 513–521.
- Kosseva, M., Beschkov, V., Kennedy, J.F., Lloyd, L.L., 1998. Malolactic fermentation in chardonnay wine by immobilized *Lactobacillus casei* cells. *Process Biochem.* 33, 793–797.
- Lonvaud-Funel, A., 1999. Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine. *Antonie Van Leeuwenhoek Int. J. Gen. Mol. Microbiol.* 76, 317–331.
- Maicas, S., Gil, J.V., Pardo, I., Ferrer, S., 1999. Improvement of volatile composition of wines by controlled addition of malolactic bacteria. *Food Res. Int.* 32, 491–496.
- Maicas, S., Pardo, I., Ferrer, S., 2001. The potential of positively-charged cellulose sponge for malolactic fermentation of wine, using *Oenococcus oeni*. *Enzyme Microb. Tech.* 28, 415–419.
- Bioconversion of L-malic into L-lactic acid using a high compacting multiphasic reactor (HCMR). *J. Chem. Technol. Biot.* 51, 81–95.
- Rossi, J., Clementi, F., 1984. L-malic acid catabolism by polyacrylamide gel entrapped *Leuconostoc oenos*. *Am. J. Enol. Viticult.* 35, 100–102.
- Spetolli, P., Nuti, M.P., Crapisi, A., Zamorani, A., 1987. Technological improvement of malolactic fermentation in wine by immobilized cells in a continuous flow reactor. *Annals NY Acad. Sci.* 501, 386–389.
- Zoecklein, W.B., Fugelsang, C.K., Gump, H.B., Nury, S.F., 1995. In *Wine Analysis and Production*. Chapman & Hall, NY (pp. 399–402, 192, 240, 101, 221–222).

Acid-catalyzed rearrangement of morphinans using microwave heating

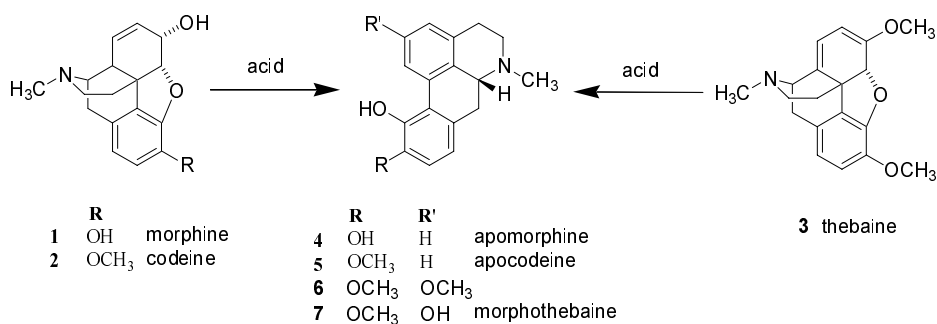
Cs. Csutorás

Department of Chemistry, Eszterházy Károly College,
H-3300 Leányka Str. 6, Eger, Hungary

Összefoglaló

Morfinszármazékok savkatalizált átrendeződése mikrohullámú aktiválással. A morfin, kodein és tebain savkatalizált átrendeződési reakcióját vizsgáltuk mikrohullámú aktiválással. A hagyományos melegítési technikákkal összehasonlítva minden esetben sikerült az átrendeződés hozamán jelentősen javítani. A gyógyászati szempontból is jelentős, dopamin agonista hatású R(-)-apomorfin szintézisét 75%-os hozammal sikerült megvalósítanunk morfinból kiindulva.

A key step in the synthesis of many aporphines is the acid-catalyzed rearrangement of the corresponding morphinan. It is well known, that morphine (**1**) and its congeners rearrange with concentrated acids to aporphines¹⁻⁴ (Scheme 1.). However the yields of the conversion of morphine (**1**) to apomorphine (**4**)^{1,2} and codeine (**2**) to apocodeine (**5**)³ are low, using a variety of acids. Granchelli et al.⁴ investigated the acid-catalyzed rearrangement of thebaine (**3**) with methanesulfonic acid, resulting in the formation of 2,10-dimethoxy-11-hydroxy-aporphine (**6**) in 60% yield. The yield of this rearrangement can be improved⁵ by carrying out the rearrangement with methanesulfonic acid, in the presence of methanol. Recently we reported the investigation of the acid catalyzed rearrangement of a series of morphinans⁶ using conventional thermal techniques. The results of our study on the microwave-assisted acid-catalyzed rearrangement of a series of morphinans are reported here.



Scheme 1.

Automated and focused microwave flash heating has recently proven to be very effective in accelerating organic transformations and has been widely applied in parallel syntheses and in drug discovery processes. Numerous successful reactions with great efficiency and dramatically enhanced reaction rates have been described^{7, 8, 9}.

The conditions of the microwave-promoted rearrangements with methanesulfonic acid and hydrochloric acid were optimized in the case of the morphine (**1**) to apomorphine (**4**) rearrangement (Table 1.).

Table 1.
Optimization of the microwave-assisted rearrangement reaction of morphine (**1**)

Acid	Time (min)	T (°C)	Yield (%) ^a
99% CH ₃ SO ₂ OH	5	60	50
99% CH ₃ SO ₂ OH	10	60	52
99% CH ₃ SO ₂ OH	5	90	75
99% CH ₃ SO ₂ OH	2	150	64
37% HCl	5	150	70
37% HCl	10	150	60
^a Isolated yield			

The change in temperature and microwave power did not affect the yield of the microwave assisted rearrangement. The optimal conditions were found to be in the case of the rearrangement with methanesulfonic acid at 90°C, with 5 min stirring. In the case of the rearrangement with hydrochloric acid at 150°C, with 5 min stirring, under pressure. Methanesulfonic acid was shown to be an excellent solvent to mediate microwave energy, thus lower microwave power was sufficient to achieve full conversion.

In the course of our study we found a significant improvement in the yields in the acid-catalyzed rearrangements of morphinans using microwave heating, compared to the conventional heating techniques (Table 2.). Another advantage

to the use of microwave heating was, the shorter reaction time required, thus the products obtained did not need any further purification.

Table 2. Microwave-assisted rearrangement of morphinans

Acid	Yield (%) ^{Ref}	Conditions
Morphine (1) → apomorphine (4)		
37% HCl	34 ¹	Thermal/150°C, 30min, pressure
99% CH ₃ SO ₂ OH	23 ¹⁰	Thermal/90°C, 30min
99% CH ₃ SO ₂ OH	45 ⁶	Thermal/60°C, 30min
37% HCl	70	Microwave/150°C, 5min, pressure
99% CH ₃ SO ₂ OH	75	Microwave/90°C, 5min
Codeine (2) → apocodeine (5)		
99% CH ₃ SO ₂ OH	32 ⁴	Thermal/90°C, 30min
99% CH ₃ SO ₂ OH	65 ⁶	Thermal/60°C, 30min
99% CH ₃ SO ₂ OH	78	Microwave/90°C, 5min
Thebaine (3) → 2,10-dimethoxy-11-hydroxyaporphine (6)		
99% CH ₃ SO ₂ OH	60 ⁴ (sideproduct: 7)	Thermal/90°C, 30min
99% CH ₃ SO ₂ OH	70 (sideproduct: 7)	Microwave/90°C, 5min
CH ₃ SO ₂ OH / 16% CH ₃ OH	95 ⁵	Thermal/90°C, 30min
CH ₃ SO ₂ OH / 16% CH ₃ OH	95	Microwave/90°C, 5min

The morphine (1) to apomorphine (4) rearrangement (Scheme 1.) was carried out with methanesulfonic acid in 75% yield using microwave-assisted heating at 90 °C, for 5 min. This rearrangement was also attempted in concentrated hydrochloric acid using microwave-assisted heating at 150 °C, for 5 min, under pressure. This reaction resulted in apomorphine (4) in 70% yield, a considerable improvement compared to the classical method using traditional heating techniques¹. In the case of codeine (2) and thebaine (3) the optimized conditions were applied for the microwave-promoted rearrangement with methanesulfonic acid. After heating at 90 °C, for 5 min in a microwave reactor with methanesulfonic acid, codeine (2) afforded apocodeine (5) in 78% yield. 2,10-dimethoxy-11-hydroxyaporphine (6) was obtained from thebaine (3) with methanesulfonic acid in 70% yield using similar conditions. Morphothebaine (7) was also isolated, whose formation is the result of the water content of the methanesulfonic acid⁵. 95% yield was achieved by carrying out the microwave-assisted rearrangement of thebaine (3) with methanesulfonic acid, in the presence of 16% methanol. Under these conditions morphothebaine (7) was not isolated.

In conclusion, the microwave-promoted synthesis was successfully applied for the acid-catalyzed rearrangement of morphinans. R(-)-apomorphine (4) was

synthesized from morphine (**1**) with methanesulfonic acid in 75% isolated yield using microwave heating.

Experimental: Microwave irradiation was carried out with a CEM Discover microwave instrument. Melting points were measured with a Thomas Hoover Capillary Melting Point Apparatus, and are uncorrected. ^1H NMR spectra were obtained on Varian 300 spectrometer, chemical shifts are reported in ppm (δ) from internal TMS and coupling constants (J) are measured in Hz. Thin layer chromatography was performed on precoated Merck 5554 Silica gel 40 F₂₅₄ foils, the spots were visualized with Dragendorff's reagent.

General procedure for the microwave-assisted rearrangement of morphinans

The morphinan (0.3mmol) was dissolved in the appropriate acid (1.5mL) in a 10mL glass tube, under nitrogen, with ice-cooling. The vessel was sealed with a septum and placed into the microwave cavity. The reaction mixture was stirred for 5 min, at 90°C in microwave reactor, then after cooling to room temperature the reaction mixture was added to ice-water (20mL). The pH was adjusted to 9 by adding ammonia, with ice-cooling. The mixture was extracted with ethyl acetate (3x10mL), the organic layer was washed with brine (20mL), dried with sodium sulfate, filtered and evaporated in vacuo to afford the appropriate aporphines.

R(-)-apomorphine hydrochloride (4): a) Starting from morphine hydrate (**1**) using methanesulfonic acid the extraction was carried out with chloroform (5x10mL) and after drying with sodium sulfate to the filtered extract HCl-ether was added to afford the hydrochloride salt. After evaporation the solid pure HCl-salt was filtered from anhydrous ether (68mg, 75%), mp: 210°C>dec. (Lit. (Merck Index 12th Edition) mp: 195 °C (dec.)), ^1H -NMR (CD₃OD) δ 2.75 (1H, t, C-H), 2.93-3.06 (1H, m, C-H), 3.09 (3H, s, NCH₃), 3.32-3.55 (3H, m, C-H), 3.64-3.76 (1H, m, C-H), 4.18 (1H, m, C-H), 6.73 (2H, dd, J=8Hz, H-8, H-9), 7.15 (1H, d, J=8Hz, H-3), 7.35 (1H, t, H-2), 8.42 (1H, d, J=8Hz, H-1).

b) Starting from morphine hydrate (**1**), using concentrated hydrochloric acid, the rearrangement was carried out in microwave reactor for 5 min, at 150 °C, under pressure in a sealed vial. The work up was identical to the previously mentioned method. Yield: 63mg (70%), mp: 210°C>dec. (Lit. (Merck Index 12th Edition) mp: 195 °C (dec.)), the ^1H NMR spectrum was identical to the above spectrum.

R(-)-apocodeine hydrochloride (5): Starting from codeine (**3**) using methanesulfonic acid, the product was converted to the hydrochloride salt with HCl-ether to yield a white solid (75mg, 78%), mp: 269-270°C (dec.) (Lit.² mp: 260-263°C (dec.)), ^1H -NMR (CD₃OD) δ 2.8 (1H, t, C-H), 2.96-3.18 (1H, m, C-H), 3.2 (3H, s, NCH₃), 3.33-3.6 (3H, m, C-H), 3.77-3.86 (1H, m, C-H), 3.91

(3H, s, OCH₃), 4.33 (1H, m, C-H), 6.89 (2H, dd, J=8.5Hz, H-8, H-9), 7.19 (1H, d, J=8Hz, H-3), 7.38 (1H, t, H-2), 8.44 (1H, d, J=8Hz, H-1).

2,10-dimethoxy-11-hydroxyaporphine hydrochloride (6): a) Starting from thebaine (**3**) using methanesulfonic acid, the two component product was separated by column chromatography (Silicagel 60, chloroform:methanol=19:1).

The first eluted compound was converted into the hydrochloride with HCl-ether to give white solid crystals of **6** (73mg, 70%), mp: 87-90°C (Lit.⁶ mp: 87-90°C). ¹H-NMR (CD₃OD) δ 2.5 (1H, m, C-H), 2.8 (1H, t, C-H), 3.1 (1H, m, C-H), 3.2 (3H, s, NCH₃), 3.3-3.6 (2H, m, C-H), 3.8 (1H, m, C-H), 3.81 (3H, s, OCH₃), 3.86 (3H, s, OCH₃), 4.23 (1H, m, C-H), 6.76 (1H, d, J=1.5Hz, H-3), 6.88 (2H, dd, J=8Hz, H-8, H-9), 8.1 (1H, d, J=1.5Hz, H-1).

The second eluted compound was converted into the hydrochloride with HCl-ether to give white solid crystals of **7** (15mg, 15%), mp: 258-260 °C (Lit. (Merck Index 12th Edition) mp: 256-260 °C). ¹H-NMR (DMSO) δ 2.9-3.6 (5H, m, C-H), 3.46 (3H, s, NCH₃), 4.09 (1H, m, C-H), 4.27 (3H, s, OCH₃), 4.62 (1H, m, C-H), 6.98 (1H, s, H-3), 7.22 (1H, d, J=8Hz, H-8), 7.35 (1H, d, J=8Hz, H-9), 8.24 (1H, s, H-1).

b) Starting from thebaine (**3**) using methanesulfonic acid in the presence of 16% methanol, the pure oily product was converted into the hydrochloride with HCl-ether to give white solid crystals of **6** (99mg, 95%), mp: 87-90°C (Lit.⁶ mp: 87-90°C). The ¹H NMR spectrum was identical with the above mentioned data.

Acknowledgement: The author thanks the Hungarian National Science Foundation (OTKA F061607) and the Branfman Family Foundation for financial support of this work. The author also thanks the CEM Corporation for the microwave equipment provided for evaluation. The alkaloids were generously supplied by Mallinckrodt Inc.

References:

1. Matthiessen, A.; Wright, C. R. A.: *Ann. Supl.* 7, 117, **1870**.
2. Folkers, K.: *J. Am. Chem. Soc.* 58, 1814, **1936**.
3. Small, L.; Faris, B. F.; Mallonee, J. E.: *J. Org. Chem.* 5, 334, **1940**.
4. Granchelli, F. E.; Filer, C. N.; Soloway, A. H.; Neumeyer, J. L.: *J. Org. Chem.* 45(12), 2275, **1980**.
5. Berényi, S.; Czirják, M.; Makleit, S.: *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I* 2137, **1993**.
6. Csutorás, Cs.; Berényi, S. and Neumeyer, J. L.: *Lett. Org. Chem.* 4(6), 409, **2007**.
7. Zhang, A. and Neumeyer, J. L.: *Org. Lett.* 5(2), 201, **2003**.
8. Lidström, P.; Tierney, J.; Wathey, B.; Westman, J.: *Tetrahedron* 57, 9225, **2001**.
9. Larhed, M.; Moberg, C.; Hallberg, A.: *Acc. Chem. Res.* 35, 717, **2002**.
10. Atkinson, E. R.; Bullock, F. J.; Granchelli, F. E.; Archer, S.; Rosenberg, F. J.; Teiger, D. G.; Nachod, F. C.: *J. Med. Chem.* 18, 1000, **1975**.

A növények peszticid-felvételének matematikai modellezése

Ujfaludi L.

Eszterházy Károly Főiskola

Abstract

Mathematical modelling of plants' pesticide uptake. The outlines of a new research programme are described in this article. Two basic types of pesticide uptake models exist: analytical and numerical models. The analytical models offer exact mathematical solutions, their use is simple and they claim a modest hardware background, but many simplifications in the flow conditions, and pesticide parameters are necessary in their use. Numerical models, on the other hand, offer a complex solution for problems with sophisticated boundary and initial conditions, varying pesticide parameters etc. Their use demands an advanced hardware background and a careful and tedious preliminary work in data arrangement. Joining the long term research programme of the Egerfood Research Centre, it seems more practical to use simple analytical models to examine the pesticide uptake of plants. An existing computer programme, developed earlier for environmental student practical trainings, can be the basis of this model. Another problem is the assessment of risk in terms of pesticide properties such as half life and adsorption parameters. Similar methods exist for aquifer risk assessment but they can not be transformed directly to the plants' pesticide uptake.

A modellezés irodalma

A peszticidek transzportjának és átalakulásainak becslésére számos matematikai modellt fejlesztettek ki az utóbbi évtizedekben. Módszertani szempontból a modellek két csoportba oszthatók: *analitikus- és numerikus modellekre*. Az *analitikus modellek* egzakt matematikai megoldásokon alapulnak, jellemzőjük, hogy kevés input-adatot igényelnek, számítástechnikai háttér-igényük kicsi és kezelésük viszonylag könnyű. Használatuk során azonban a kezdeti- és határfeltételek, az áramlási tér jellemzése és a peszticidek tulajdonságai tekintetében számos egyszerűsítő feltevés szükséges. (Ezért az analitikus modelleket sok

esetben előzetes becslésekre, közelítő, összehasonlító vizsgálatokra használják.) Ezzel szemben a *numerikus modellekkel* lehetőség nyílik a probléma komplex módon történő kezelésére: tetszőleges kezdeti- és határfeltételek, inhomogén áramlási terek, időben változó áramlási feltételek és peszticid-tulajdonságok figyelembevételére. A numerikus modellek kiterjedt számítástechnikai ismereteket, jelentős hardver-háttérrel igényelnek, a modell-paraméterek becslése hosszadalmas és körültekintő előkészítő munkát kíván. Kifejlesztettek ún. *hibrid modelleket* is, ahol az analitikus modellel előzetes becsléseket végeznek egyszerűsített feltételek figyelembevételével, majd a részletesebb vizsgálatokra a numerikus modellt használják.

Az analitikus modellek tipikus példája Hantush és Marino modellje (*Hantush and Marino, 1996*), amelyet a peszticidek talajvíz-szennyezésének becslésére fejlesztettek ki. Ide sorolható az EKF Fizika Tanszékén 1992-ben kidolgozott oktatási célú AQUACONT számítógépi program is (*Ujfaludi & Vida, 1994*), amelyet 15 éve folyamatosan használnak a környezettan szakos hallgatók gyakorlati képzésében.

A numerikus modellek számos változata hozzáférhető különböző (pl. internetes) forrásokon. Közülük azok, amelyek az USA-EPA (Environmental Protection Agency) támogatásával készültek, díjmentesen letölthetők a webről. Rendszerint igen nagy az input-adatigényük és jelentős számítástechnikai háttérrel feltételeznek. Jelenleg az irodalomban fellelhető modellek közül – megítélésünk szerint – legnagyobb teljesítőképességű az Egyesült Államok több egyetemén kooperációban kifejlesztett IPM-CS (Integrated Pesticide Transport Modeling System) modell (*Chu and Marino, 2007*). A modellel 3 fázisú (adszorbeált, oldott és gőzfázisú) peszticid-transzportot lehet szimulálni a gyökér és a növényi lomb zónájában. A modell adat-előkészítő, számítási és utóértékelő blokkból áll, Windows-bázisú kiegészítő egységekkel: közvetlenül kapcsolódik egy Excel-bázisú táblázatkezelő és grafikus feldolgozó egységhez; a bemeneti adat-egységről közvetlenül behívhatók az ismertebb peszticid adatbázisok, tehát a modell rendkívül felhasználó-barát. Az ismertetés szerint a peszticidek transzportfolyamatait a modell igen átfogóan, komplex módon szimulálja. A beszívás transzport folyamatait – az általános gyakorlattól eltérően – a telítetlen talajvízmozgás Richards-egyenletével számolja, ami a folyamatok pontosabb nyomon követését teszi lehetővé. Ugyanakkor ez az újítás jelentősen megnöveli az input-adat- és a számítástechnikai háttér-igényt.

Az EGERFOOD vizsgálatait

Az EKF-en működő EGERFOOD Regionális Tudásközpont kutatási programjában kiterjedten vizsgálják a peszticidek transzport- és átalakulási folyamatait. A fotodegradációs vizsgálatok során négy, egymástól szerkezetileg jelentősen eltérő növényvédőszer UV-sugárzás hatására bekövetkező bomlásának me-

chanizmusát vizsgálták (Virág, D., 2006). Az eredmények szerint a négy peszticid (karbendazim, acetoklór, simazin, klórpifosz) fotodegradációjának reakciókinetikája jelentős eltéréseket mutatott. A peszticidek és bomlástermékek biológiai hatását tesztorganizmusokon vizsgálták. Megállapították, hogy a bomlástermékek jelentősen módosíthatják a talaj mikrobiota összetételét.

A vizsgálatok másik célkitűzése a növények számára biológiailag hozzáférhető peszticid mennyiségek becslése. Ennek előzetes vizsgálatain során kiterjedten vizsgálták különböző szerkezetű peszticidek talajszemcséken történő adszorpciós folyamatait. Az egyik vizsgálat során négy peszticid adszorpciós karakterét vizsgálták homok- és barna erdőtalajon (az előbbieken vizsgált peszticidek közül három itt is szerepelt, a karbendazim helyett azonban itt diuront vizsgáltak). A peszticiddel kezelt talajmintákból öt különböző extraháló szerrel távolították el a szermaradványokat (kloroformot, metanolt, acetát-puffert, kalcium-klorid- és humuszsav-oldatot használtak extraháló szerként). A K_d megoszlási tényezőre kapott értékek a talajtól és az extraháló szertől függően széles tartományban változtak (Virág, D. – Kiss, A., 2007). Egy másik vizsgálat célja annak kiderítése volt, hogy a peszticidek poláros jellege hogyan befolyásolja az adszorpciós tulajdonságokat (Csutorás, Cs. – Kiss, A., 2006). A vizsgálatok itt is homok- és barna erdőtalajra és öt peszticidre (atrazin, simazin, terbutrin, prometrin, diuron) terjedtek ki. Megállapították, hogy a poláros, vagy apoláros jelleg meghatározó szerepet játszik a talaj-pesticid kölcsönhatásnál és a növekvő poláros jelleggel együtt nő az adszorpció kötésének erőssége. Az említett „*in vitro*” vizsgálatokon kívül „*in vivo*” vizsgálatokra is sor került; ennek során közvetlen mérésekkel vizsgálták egyes növények peszticid-felvételét (Szováti, K. és mások, 2007).

A szennyezések transzportjának elméleti alapjai

A szennyezőanyagok a folyókban és a talajvizekben elsősorban áramlás révén terjednek. Ha az áramláson kívül más tényezők nem hatnának, akkor egy adott helyen bebocsátott szennyezőanyag változatlan koncentrációval haladna az áramlás fő irányában, az áramlás átlagsebességével. (A továbbiakban impulzusjelleggel történő szennyezőanyag-bebocsátásokat vizsgálunk). A sebesség és az áramlási tér egyenetlensége miatt azonban minden esetben létrejön egy elkeveredés, amelynek eredményeképp áramlás közben az impulzusszerűen bebocsátott szennyezőanyag koncentrációja folyamatosan csökken, a szennyezett térfogat viszont állandóan nő.

Talajban történő transzport esetén a szennyezőanyag részecskéi az áramló vízzel a pórusokban haladnak, és elkeveredésüket három különböző folyamat is elősegíti; ezek a következők: (1) az egyes pórusokban az áramlási sebesség a keresztmetszeten belül változik, (2) a nagyobb átmérőjű pórusokban az áramlás átlagsebessége nagyobb (ez a két hatás a Poiseuille-törvényből következik), (3) a

szemcsék jelenléte elterelő hatást gyakorol a vízre és a szennyezőanyagra egyaránt. Az említett három hatás eredője az ún. *hidrodinamikai diszperzió*, amely egy viszonylag homogén talajrétegen belül is jelentős elkeveredést okoz (Bear, 1972). Nagy kiterjedésű, inhomogén szerkezetű (rétegzett, vagy anizotróp) talajformációkban ehhez járul még a különböző áteresztőképességű rétegekben a különböző áramlási sebességek miatt létrejött elkeveredés. Az előbbi jelenséget mikroszkópikus, az utóbbit makroszkópikus, vagy regionális diszperzióknak nevezik. („Elkeveredés”, vagy „diszperzió” alatt azt a folyamatot értjük, amelynek során a szennyezőanyag részecskéi szétszóródnak – diszpergálódnak – azaz egyre nagyobb térfogatban oszlanak el, tehát a koncentrációjuk csökken.) A diszperzió mindkét esetben jóval nagyobb az áramlás főirányában, mint az arra merőleges irányokban. Az áramlás irányában ható elkeveredést a hosszirányú (longitudinális) diszperziós tényezővel (D_L), az áramlásra merőleges elkeveredést a keresztirányú (transzverzális) diszperziós tényezővel (D_T) jellemezzük. Az irodalomban használatos még az ún. diszperziós hossz (α), amelynek szintén van longitudinális (α_L) és transzverzális (α_T) értéke; ezek kapcsolata a megfelelő diszperziós tényezőkkel:

$$D_L = \alpha_L U \quad \text{és} \quad D_T = \alpha_T U \quad (1)$$

ahol U az áramlás középsebessége.

Szennyezőanyag transzportja párhuzamos áramlásban

A következő szakaszban a szennyezések transzportjának néhány egyszerű, idealizált esetét mutatjuk be. Az egyszerűsítés egyik tipikus esete az, amikor a transzportfolyamatokat párhuzamos áramlásban vizsgáljuk, és az áramlási tér minden pontjában a sebesség ugyanakkora. Ilyen áramlások a valóságban csak igen ritkán fordulnak elő, de ezek matematikai leírása viszonylag egyszerű és a kapott összefüggések közelítő becslésekre alkalmasak olyan esetekben is, amikor az áramlási tér nem ideális.

A peszticidek transzportja a csapadékvíz függőleges beszivárgása útján történik, ilyenkor *egydimenziós (függőleges) transzportról* beszélhetünk. A szennyezőanyag ilyenkor csak az áramlás irányában képes elkeveredni, vagyis csak longitudinális diszperzióval kell számolni. Ideális szennyezőanyag esetére a transzportegyenlet a következő formában írható (Clark, 1996):

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2)$$

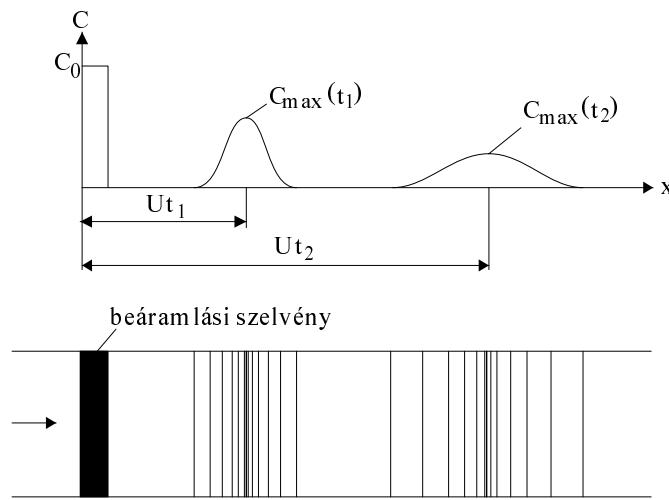
ahol C szennyezőanyag koncentrációja, x a helykoordináta az áramlás irányában, t az idő. (Az olyan szennyezőanyagot, amelynek transzportját csak az áramlás és

a diszperzió befolyásolja, *ideális*-, vagy *konzervatív szennyezőanyagnak* nevezük.)

Impulzus-jellegű szennyezés esetén a koncentrációt az áramlási hossz és az idő függvényében az (1) egyenlet egzakt megoldása adja:

$$C = C_0 \frac{V}{An\sqrt{4\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-Ut)^2}{4D_L t}} \quad (3)$$

ahol C a koncentráció tetszőleges időpontban, C_0 a kezdeti koncentráció, amely $t = 0$ időpontban az $x = 0$ helyen bebocsátott szennyezéshez tartozik, V a szennyezőanyag teljes térfogata, A az áramlási keresztmetszet, n a talaj hézagtérfogata (porozitása), D_L a hosszirányú diszperziós tényező, t a bebocsátástól eltelt idő, U az áramlás középsebessége.



1. ábra: A koncentráció csökkenése konzervatív szennyező esetén

A (2) egyenlet egy időben egyre inkább ellapuló haranggörbe (Gauss-görbe – tkp. az ún. Gauss-féle valószínűségi sűrűségfüggvény) egyenlete (1. ábra). Az exponenciális kifejezés a haranggörbe két leszálló ágát, az előtte lévő törtes kifejezés a mindenkor csúskonzentrációt adja meg; a haranggörbe csúcsa az áramlás U középsebességével halad. A csúskonzentráció az idő elteltével egyre csökken, miközben a szennyezett zóna hossza egyre nő; jellemző paraméter a szórásnégyzet:

$$\sigma_L^2 = 2D_L t \quad (4)$$

fizikai jelentése: annak a sávnak a hossza, ahol a szennyezőanyag molekuláinak 95%-a található: $1,96 \sigma_L$. Mivel a konzervatív szennyezőanyag mennyisége időben nem változik, a haranggörbe alatti terület időben állandó.

Bomlás

Egyes szennyezők a transzportfolyamat közben lebomlanak (pl. radioaktív izotópok, szerves anyagok, peszticidek, mikroorganizmusok) ezek koncentrációja az idő függvényében az alábbi összefüggés szerint csökken (Bear, 1972):

$$C = C_0 e^{-\lambda t} \quad (5)$$

ahol C a t -időpontbeli, C_0 a kezdeti koncentráció, λ a bomlási állandó. A bomlási állandó és a T felezési idő között a

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (6)$$

összefüggés érvényes.

Adszorpció

Talajvizekben történő áramláskor egyes szennyezőanyagok megkötődnek (adszorbeálódnak) a talajszemcsék felületén, vagy a talajban lévő szerves anyagokon. Az adszorpció mértékét a megoszlási tényezővel (K_d) szokás jellemezni; ez az adszorbeálódott és az oldatban maradt anyagmennyiség hányadosa (De Smedt, 1992.):

$$K_d = \frac{M_a}{M_o} \quad (7)$$

Az adszorpció révén megkötött szennyezőanyag nem halad tovább az áramlásban, ami a bebocsátástól távoli helyeken a szennyezés késleltetett megjelenését eredményezi. A késleltetés mértékét az ún. retardációs tényező (R) fejezi ki:

$$R = \frac{U}{U_a} \quad (8)$$

ahol U az ideális szennyezőanyag, U_a az adszorbeálódó szennyezőanyag áramlási sebessége (az ideális szennyezőanyag az áramlás közepsebességével halad). A retardációs és a megoszlási tényező kapcsolata az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$R = 1 + \frac{1 - n_e}{n_e} \rho_t K_d \quad (9)$$

ahol n_e a talaj effektív hézagterfogata, ρ_t a talajszemcsék sűrűsége. A hézagterfogat a talajban lévő pórusok V_p térfogatának és a talaj teljes V_t térfogatának hányadosa:

$$n = \frac{V_p}{V_t} \quad (10)$$

míg az effektív hézagterfogat a hézagterfogatnak az a hányada, amelyben áramlás van. Ez általában kisebb a hézagterfogatnál; a tapasztalat szerint:

$$n_e = 0,2 \dots 0,8 n \quad (11)$$

Szerves anyagot tartalmazó talajoknál a megoszlási tényező az alábbi egyenlettel számítható (De Smedt, 1992):

$$K_d = K_{od} \frac{m_o}{m_t} \quad (12)$$

ahol m_o a talajban lévő szerves anyag tömege, m_t a talaj teljes tömege, K_{od} a szerves anyagra vonatkozó ún. particionálási tényező.

A koncentráció időbeli változását leíró differenciálegyenlet a legáltalánosabb esetet – bomló és adszorbeálódó szennyezőanyagot – feltételezve (Clark, 1996):

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda C \quad (13)$$

Ennek matematikai megoldása talajvízáramlás esetére:

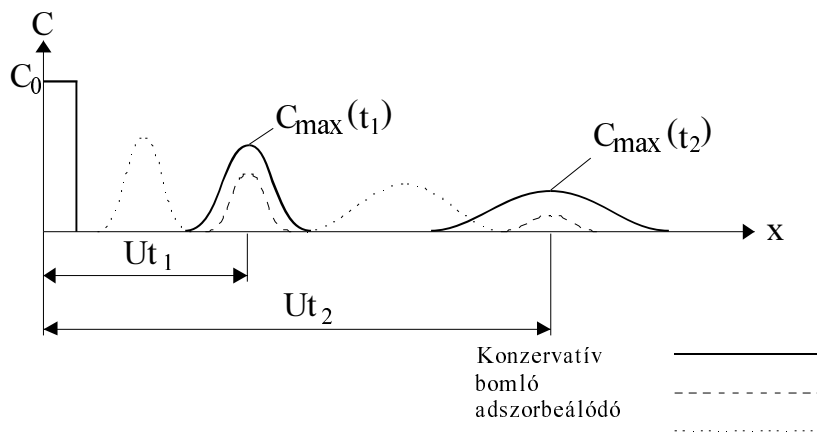
$$C = C_0 \frac{V}{An\sqrt{4\pi D_L / R}} \exp \left[-\frac{\left(x - U \frac{t}{R}\right)^2}{4D_L \frac{t}{R}} - \lambda t \right] \quad (14)$$

ahol a jelölések megegyeznek a korábbiakkal. A megoldás alakilag hasonló az ideális szennyezőanyagra kapott Gauss-féle valószínűségi eloszlás sűrűségfüggvényével (2. egyenlet); az idő függvényében itt is egyre inkább ellapuló haranggörbét kapunk. Az adszorpció miatt azonban a szennyezőanyag itt R -szer lassabban halad, mint az áramlási sebesség, a bomlás következtében pedig a szennyező mennyisége egyre csökken, vagyis az idő függvényében csökken a Gauss-görbe alatti terület (2. ábra).

A modell paraméterei

A továbbiakban a peszticidek függőleges beszívargásának vizsgálatára szorítkozva, négy paraméter van, amely alapvetően meghatározza a koncentráció alakulását, ezek: az U áramlási sebesség, a D_L hosszirányú (longitudinális) diszperziós tényező, az R retardációs tényező és a λ bomlási állandó.

Az áramlási sebesség estünkben a függőleges beszívargási sebesség; a (3) és a (14) egyenlet szerinti egzakt matematikai megoldásokban U értékét állandónak feltételezték (ezért viszonylag „egyszerű” a megoldások alakja). A beszívargási sebesség valójában időben változik, a változás leírására számos félempirikus és empirikus összefüggés létezik (Rajkai, 2004), (Ujfaludi, 1986). Változó sebesség számításba vételére a (3) és a (14) egyenlet csak úgy használható, ha a beszívargást szakaszokra bontjuk és egy-egy szakaszon belül a sebességet állandónak tekintjük. (Az irodalomban ezt az eljárást a probléma *szemidiszkrét* megoldásának nevezik – szembeállítva a *folytonos* megoldásokkal, amit a tisztán analitikus megoldások nyújtanak.) A szakaszokra bontás a pontos leírás érdekében szükséges, viszont jelentősen megnehezíti a számítást.



2. ábra: Koncentráció-eloszlások a bomlás és az adszorpció figyelembevételével

A hosszirányú diszperziós tényező (D_L) a sebességgel az (1) egyenlet szerint szoros kapcsolatban van. Az 1970-es és a 80-as években számos törekvés történt arra, hogy meghatározzák D_L és egyes talajfizikai jellemzők (szemcseméret, vízáteresztési tényező, stb.) kapcsolatát (Jackson, 1980). Saját korábbi vizsgálataink során (Ujfaludi, 1986) természetes talajmintákkal végzett laboratóriumi vizsgálatok alapján a talaj szemcsemérete és az α_L diszperziós hossz között a következő empirikus összefüggést határoztuk meg:

$$\alpha_L = 48 (d_{50})^{1.5} \quad (15)$$

ahol d_{50} a talaj közepes szemcsemérete, amely az egyenletbe m-ben helyettesítendő és akkor α_L -et is m-ben kapjuk.

Az R retardációs (késleltetési) tényező, mint a (9) egyenlet mutatja, egyenesen arányos a K_d megoszlási tényezővel, a talajjellemzők a kapcsolati függvény meredekségét befolyásolják.

A (12) egyenlet a szerves anyag adszorpcióban játszott szerepét mutatja; újabb vizsgálatok szerint számos egyéb tényező is befolyásolja a K_d megoszlási tényező értékét. Weber és mások (2003) irodalmi adatokra épülő részletes elemzése szerint K_d értékét a szerves anyag tartalom kívül az agyagtartalom és a pH-érték is befolyásolja. Több mint 50 peszticidre kiterjedő vizsgálatuk során empirikus összefüggéseket állapítottak meg a fenti tényezők hatásának figyelembevételére. Példaképpen idézzük a simazinra és a diuronra megadott egyenleteiket:

simazin:

$$K_d = 5.3 + 0.2(OM) + 0.02(Cl) - 0.73(pH) + /-0.7 \quad (16)$$

diuron:

$$K_d = -1.4 + 3.26(OM) - 0.1(OM)^2 + /-1.1 \quad (17)$$

ahol OM a szerves anyag (organic matter) részaránya, Cl az agyagtartalom (clay) részaránya. Az idézett szerzők minden egyes peszticidre megadták a fellelhető irodalmi K_d -értékek átlagértékét is, amelyeket esetleg közelítő becslésekre lehet használni. Felhívják azonban a figyelmet arra, hogy az átlagérték használata jelentős hibát okozhat, mivel az értékek szórása igen nagy.

A mérgező anyagok tulajdonságainak egyik frekvenciált információforrása az EXTOTOXNET weboldal. Itt az EGERFOOD-ban használt egyes peszticidek jellemző paramétereire az 1. táblázatban közölt értékek találhatók. A felezési, ill. lebomlási idő (hol így, hol úgy nevezik) tekintetében igen nagy a szórás; nyilvánvalóan ez a paraméter is függ – a megoszlási tényezőhöz hasonlóan – a talajjellemzőktől. A megoszlási tényezőt minden esetben egyetlen számértékkel adják meg, ami igen pontatlan értékelésekhez vezethet.

1. táblázat

Peszticid	Felezési/lebomlási idő (nap)	Particionálási tényező (K_{od})	Megoszlási tényező (K_d)
Diuron	30...365	480	nincs adat
Acetoklór	56...84	nincs adat	3,03
Simazin	28...149	130	1,96
Klórpirifosz	60...120	6070	4,699
EPTC	6...32	200	3,204

A 2. táblázatban 3 peszticidre megadjuk az EGERFOOD-ban két különböző talajmintán mért (*Virág, D. – Kiss, A., 2007*), és ugyanezekre a talajokra két becslési eljárás alapján (*de Smedt, 1992 és Weber és mások, 2003*) számolt K_d -értékeket; az eltérések láthatóan igen jelentősek.

2. táblázat

Peszticid	Talajtípus	K_d (mért) $\text{CaCl}_2^{(1)}$	K_d (mért) humuszsav $^{(2)}$	K_d (becsült) de Smedt	K_d (becsült) Weber
Simazin	Homok	0,385	0,411	7,83	1,90
	Barna erdei	0,292	0,234	6,71	1,12
Diuron	Homok	0,344	0,097	23,5	3,50
	Barna erdei	0,412	0,330	20,1	5,62
EPTC	Homok	158	195	15,7	nincs adat
	Barna erdei	122	275	13,43	nincs adat

¹ – extrahálószer: 0,01 mólos CaCl_2 -oldat

² – extrahálószer: SERA-humuszsav 0,5 ml/l

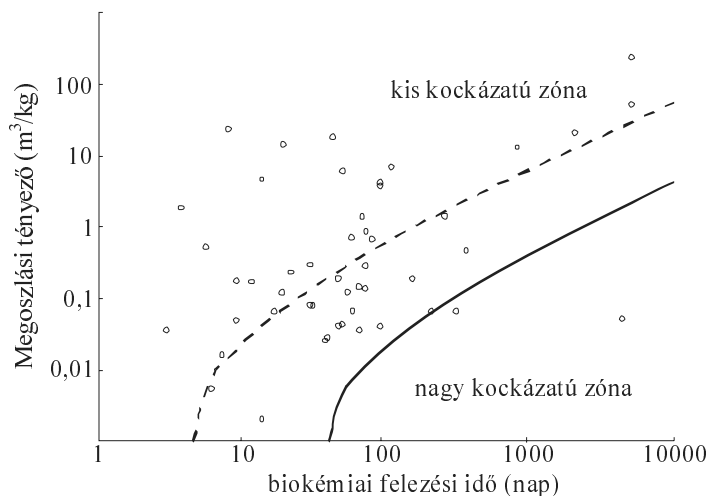
Kockázatelemzés

Az adszorpció, a bomlás és az áramlás körülményeinek együttes figyelembevételével meghatározható a szennyezés kockázata különböző típusú szennyezésekre. A kockázati tényező definíciója de Smedt (1992) szerint:

$$K = \frac{UT}{LR} \quad (18)$$

ahol U az áramlás sebessége, T a felezési idő, L az áramlási úthossz és R a retardációs tényező. A fenti kockázati tényezőt a felszínről beszivárgó szennyezés talajvízre gyakorolt hatásának jellemzésére definiálták. Nyilvánvaló, hogy a talajvizekre nézve azok a szennyezőanyagok jelentenek kis kockázatot, amelyek gyorsan bomlanak, és/vagy erősen adszorbeálódnak. Fordítva: nagy kockázatot

jelentenek a lassan bomló, nem adszorbeálódó szennyezőanyagok (3. ábra). Egy másik szempont: a szennyező transzport sebessége és az áramlási hossz. Azok a szennyezők jelentenek nagy kockázatot a talajvizekre, amelyek nagy sebességgel áramlanak és rövid úton eléri a víztartó réteget.



3. ábra: Talajvízszennyezések kockázati tényezője a bomlás és az adszorpció figyelembevételével

Nyilvánvaló, hogy a fenti kockázati tényezőt nem lehet változatlan formában alkalmazni a növények peszticid-felvételi kockázatára. Könnyen belátható pl., hogy K nem lehet egyenesen arányos az U beszivárgási sebességgel, hiszen a növényi felvétel szempontjából éppen a lassan beszivárgó anyagok jelentenek nagyobb kockázatot. Szükséges ezért egy új kockázati tényező definiálása, amely kifejezi a peszticid-talaj-növény kölcsönhatás valóságos kockázati viszonyait.

Következtetések

Az újabb szakirodalom áttekintése alapján megállapítható, hogy a numerikus modellekkel ma már a peszticidek transzportja a legbonyolultabb kezdeti- és határfeltételek esetén is nyomon követhető. A koncentráció várható értékeire hely- és idő függvényében becslések adhatók az összes kísérő jelenség (diszperzió, adszorpció, bomlás stb.) figyelembevételével. Az irodalmi közlésekből kiderül, hogy a nagyobb teljesítőképességű modellek, pl. a bevezetőben említett IPM-CS létrehozása jelentős méretű kutatócsoport több éves munkájának eredménye. A már kidolgozott modell terepi adatokkal történő tesztelése szintén több éves előkészítő munka után, jelentős pénzügyi támogatás igénybevételével vált lehetővé. A numerikus modellek egy része (köztük az IPM-CS modell is) térí-

tésmentesen használható és rendkívül felhasználóbarát, nem látszik tehát célszerűnek egy újabb numerikus modell fejlesztésébe kezdeni.

Az ilyen modellek használatának legkritikusabb pontja a működtetéshez szükséges input-adatok előállítása. A peszticidek adszorpció- és bomlási jellemzőinek bizonytalanságát a fenti rövid áttekintéssel megkíséreltük érzékelteni. További, hasonló nagyságrendű probléma a talajfizikai jellemzők bizonytalansága. A vízátereszőképességi együttható, a hézagterefogat, a diszperziós tényező meghatározása még vízzel telített talajokra, laboratóriumi körülmények között is csak jelentős hibával határozható meg. Részleges víztelítettség esetén a probléma jóval bonyolultabb, terepi alkalmazásoknál ilyen esetben a fenti paraméterek megbízható becslése a lehetetlennel határos. A legnagyobb teljesítőképességű modellek a beszivárgó víz mennyiségét csapadék-idősorok alapján számolják, a pontos számításához azonban párolgási-, hőmérsékleti-, szél-, stb. adatok szükségesek, tehát teljes meteorológiai idősorokat kell a modellezésbe bevonni.

Az IPM-CS modell tesztelésénél minden lehetséges eszközt, adatszerzési és adatfeldolgozási stratégiát bevetettek és végül részletes összehasonlítást végeztek a modellel számított és a terepi méréssel kapott peszticid-koncentrációk között, 3 különböző mélységű talajrétegben. A statisztikai összehasonlításoknál használatos ún. korrelációs tényezők értékére végül 0,45 és 0,74 közötti értékeket kaptak, ami (különösen az alsó határérték) igen gyenge adategyezésnek felel meg. A gyenge korreláció oka nyilvánvalóan a bemeneti adathalmaz egyes elemeinek említett bizonytalansága, amit a legnagyobb módszertani alapossággal felépített modell-rendszer sem tud ellensúlyozni.

Figyelembe véve az EGERFOOD Regionális Tudásközpont ez irányú kutatási tevékenységét, az időbeli és a pénzügyi korlátokat, valamint a közvetlen gyakorlati igényeket, a peszticidek transzportjának nyomon követése (a biológiaiilag hozzáférhető mennyiségek becslése, mint végső cél) és a kockázatok megbízható becslése érdekében az alábbi K+F tevékenységeket javasoljuk.

1. Gyors, egyszerű analitikus becslési eljárás kidolgozását az EGERFOOD által korábban rendszeresen vizsgált peszticidek transzportjának, adszorpciójának és növények általi felvételének meghatározására; olyan módszer kidolgozását, amelynek kevés az input-adatigénye. A beszivárgás számítására a legegyszerűbb dugattyú-modell (piston-flow model) alkalmazása lenne célszerű, amely azonban a beszivárgási front időben lassuló előrehaladását szakaszokra bontással (a fent már említett *szemidiszkrét* eljáráshoz hasonlóan) közelíti. A becslési eljárást a már meglévő, fentebb említett AQUACONT oktatóprogram javított és korszerűsített változatára lehetne alapozni. (Az AQUACONT-programot röviden ismertetjük a FÜGGELÉK-ben.)

2. A becslési eljárás ellenőrzésére néhány laboratóriumi kísérlet elvégzését a korábban már vizsgált talajok, növények és peszticidok felhasználásával. A vizsgálatoknak ki kell terjedni:
 - a talajfizikai jellemzők (vízáteresztő képesség, hézagterefogat, szemcseméret-eloszlás, talajösszetétel) mérésére,
 - a peszticid koncentrációjának térbeli és időbeli nyomon követésére klímakamrában nevelt növényben és annak talajkörnyezetében.
3. Olyan kockázatbecslési eljárás kidolgozását, amely a talaj minősége, az alkalmazott peszticid és a növényfésülés figyelembevételével jellemző mérőszámot ad a kockázat mértékére és alternatívákat ad az alkalmazónak kisebb kockázattal járó növény-védőszer(ek) kiválasztására.

Hivatkozások

- Bear, J.: Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier, New York, 1972.
- Chu, X. and Marino, M.: IPM-CS: A windows-based integrated pesticide transport model for a canopy-soil system. Environmental Modelling & Software, Vol.22, pp.1316–1327., 2007.
- Clark, M.M.:Transport modeling for environmental engineers and scientists. Wiley Interscience Publication, New York, 1996.
- Csutorás, Cs. and Kiss, A.: Investigation of the interaction of pesticides with different soil samples. Eszterházy Károly Főiskola tudományos közleményei; tanulmányok a környezettudományok köréből. Líceum Kiadó, Eger, 2006.
- de Smedt, F.: Groundwater pollution. Laboratory of Hydrology, Free University of Brussels, 1992.
- Hantush, M.M. and Marino, M.A.: An analitical model for the assessment of pesticide exposure levels in soils and groundwater. Environ. Model. Assess. 1996/4.
- Jackson, R. E. (ed.): Aquifer contamination and protection. UNESCO, Paris, 1980.
- Rajkai, K.: A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest, 2004.
- Szováti, K., Kiss, A., Murányi, Z., B.Tóth, Sz., Virág, D.,: Comparative examination on model systems of pesticides' biological uptake. Transactions of XIII. Symposium on Pesticide Chemistry, Piacenza, Italy, 2007.
- Ujfaludi, L.: Longitudinal dispersion tests in non-uniform porous media. Hydrological Sciences Journal, 1986. No.12.
- Ujfaludi, L.: Terepkísérletek a Szigetköz szivárgási viszonyainak feltárása céljából. Kutatási zárójelentés, VITUKI, Budapest, 1986.
- Ujfaludi, L., Vida, J.: AQUACONT – A computer program of pollution transport in waters. Proceedings of a workshop on „Harmonisation of east-west radioactive pollutant measurement, standardisation of techniques.” Budapest, 1994.
- Virág, D.: Peszticidok fotodegradációs mechanizmusának elemzése és lehetséges biológiai hatásának modellezése. XXVII. OTDK díjazott hallgatóinak dolgozatai, EKF Líceum Kiadó, Eger, 2006.
- Virág, D., Kiss, A.: Comparative studies to model bioavailability of pesticides in distinctive soil types. Acta Agraria Debreceniensis, 2007 (in press)

Weber, J. B., Wilkerson, G. G., Reinhardt, C. F.: Calculating pesticide sorption coefficients (K_d) using selected soil properties. *Cemosphere* 55 (2004) pp. 157-166.
<http://extoxnet.orst.edu.htm>

FÜGGELEK

(Az AQUACONT program rövid ismertetése)

Az EKF-en 1992-ben indult a környezettani képzés az ugyanebben az évben megalapított Környezettudományi Tanszék irányításával. Nem sokkal ezután került sor az AQUACONT oktatóprogram kidolgozására, amely a környezettani képzés gyakorlati foglalkozásainak anyaga lett és máig folyamatosan használatban van (*Ujfaludi & Vida, 1994*). A program vízben oldható szennyezőanyagok transzportjának számítására alkalmas, impulzus-jellegű szennyező-beáramlás esetén. Használatakor figyelembe vehető az áramlás, a szennyezőanyag hidrodinamikai diszperziója, adszorpciója és bomlása. A program a DOS operációs rendszerben futtatható (a korszerű számítógépeken is működőképes, de használata a mai, modern operációs rendszerekhez képest nehézkes). Az AQUACONT egy- és kétdimenziós transzport kezelésére egyaránt alkalmas, de itt csak az egydimenziós esettel foglalkozunk, mivel a peszticidok függőleges beszivárgása egydimenziós problémaként kezelhető.

A program operatív része DEMO és SZÁMÍTÁS nevű blokkokat tartalmaz; mindkettő magában foglalja a **Konzervatív szennyezés**, a **Bomlás** és az **Adszorpció** nevű opciókat. A DEMO ezek bármelyikére felrajzolja a szennyezőanyag koncentráció-eloszlását három egymást követő időpontban (az 1. és a 2. ábrához hasonlóan). A SZÁMÍTÁS nevű blokk a begépelt input adatok alapján tetszőleges időpontban kiszámolja a koncentráció-értékeket, majd felrajzolja az aktuális eloszlási görbét. Tovább lépéskor 25 tetszőlegesen választott helykoordinátához megadja a koncentráció-értékeket, amelyeket táblázatos formába rendez. A szükséges input-adatok a következők.

1. Konzervatív szennyezés esetén:

- Kezdeti koncentráció
- Szennyezőanyag mennyisége
- Beáramlási felület
- Talaj hézagterfoglata
- Áramlási sebesség
- Diszperziós tényező
- Idő

2. **Bomló szennyezés** esetén:
 - ua., mint 1-nél, továbbá
 - a bomló anyag felezési ideje
3. **Adszorbeálódó szennyezés** esetén
 - ua., mint 1-nél, továbbá
 - az adszorbeálódó anyag retardációs tényezője

A program a (3) és a (14) egyenletekkel megadott egzakt matematikai megoldások alapján számol; jelenlegi formájában az adszorpciót és a bomlást együttesen nem, csak alternatív módon tudja kezelni.

A kötet szerzőinek e-mail címe:

B. Tóth Szabolcs	szabib@ektf.hu
Csutorás Csaba	csuti@ektf.hu
Dobos Anna	dobosa@ektf.hu
Kárász Imre	karasz@ektf.hu
Katona Ildikó	katona.i@freemail.hu
Lékó László	lekodr@ektf.hu
Lakatos Gyula	lakgyu@delfin.unideb.hu
Leskó Gabriella	leskogabi@ektf.hu
Misik Tamás	misikt@ektf.hu
Murányi Zoltán	mzperx@ektf.hu
Oldal Vince	ovieger@ektf.hu
Patak Ildikó	i.patak@freemail.hu
Rácz László	rleger@ektf.hu
Ujfaludi László	physics@ektf.hu