

Współczesne wyzwania nauki i techniki – wybrane refleksje

Contemporary challenges of science and technology – selected reflections

Kazimierz Furtak

Cracow University of Technology, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, Poland

e-mail: k.furtak@pk.edu.pl

Streszczenie

Współczesnych wyzwań nauki i techniki nie można rozpatrywać w oderwaniu od przeszłości oraz zmian, które miały miejsce w ciągu wieków. Następowały one odmiennie w różnych okresach dziejów ludzkości i w różnych obszarach działalności człowieka, również w obszarze techniki. Zmiany dotyczyły także budownictwa i materiałów budowlanych. Wymienione zmiany są stymulowane między innymi przez naukę, ale także zmiany te determinują i stymulują rozwój nauki. Rezultatem lawinowego przyrostu wiedzy i postępu technicznego jest rosnąca świadomość społeczna narastających i nowych problemów, koniecznych do rozwiązania. Są to problemy nie tylko techniczne, ale także społeczne. Na obecnym etapie rozwoju cywilizacyjnego muszą być rozwiązywane łącznie. Uwzględniane też muszą być przy tym oddziaływania środowiskowe i energetyczne. Szczególną uwagę zwrócono na rozwój materiałów i wyrobów budowlanych, a także zagadnienia technologiczne, w tym wykorzystanie technologii 3D w budownictwie. Są one wpisane w szeroko pojmowany rozwój cywilizacyjny. W budownictwie jest miejsce na tradycyjne materiały i technologie oraz ich nowe odmiany, a przede wszystkim na nowe generacje materiałów. Podkreślono konieczność korzystania przy tym z osiągnięć spoza budownictwa.

Słowa kluczowe: budownictwo, materiały budowlane, postęp technologiczny, beton, środowisko

Summary

Modern challenges of science and technology should not be considered in isolation from the past and changes that have taken place over the centuries. They have occurred in different ways in various periods of human history and in various spheres of human activity, including technology. The changes also concern construction and construction materials. All changes have been stimulated by, inter alia, science and they, in turn, have determined and stimulated the development of science. The soaring growth in science and technological development result in a rising social awareness of increasing and new issues both technological and social that must be addressed. At the present stage of civilisation development, they cannot be solved separately. The environmental and energy impacts must also be included. Special attention was focused on construction materials and products, as well as technological aspects including the application of 3D printing technology in construction. They all belong to the development of civilisation in a broad sense. In construction, there is room for traditional materials and technologies and their new versions with the primacy, however, of new generation materials. The need to apply the achievements in disciplines other than construction has been emphasised.

Keywords: construction, construction materials, technological progress, concrete, environment

1. Wprowadzenie

Maksyma Heraklita z Efezu [VI/V wiek przed naszą erą] „Panta rhei” zachowuje swoją ważność i aktualność do dnia dzisiejszego. Ta prawda jest różnie postrzegana w zależności od przedmiotu obserwacji i kontekstu oraz czasu, do którego się odnosi. Zmiany następowały i następują odmiennie w różnych okresach dziejów ludzkości i w różnych obszarach działalności człowieka. Były

1. Introduction

The maxim of Heraclitus of Ephesus [6th/5th c. BC] “Panta rhei” has preserved its significance and topicality up to the present day. The perception of this truth differs depending on the subject under observation, as well as the context and time to which it refers. Changes have been taking place in a different manner in various periods of the human history and distinct areas of human

okresy zmian ewolucyjnych i rewolucyjnych, w większym lub mniejszym stopniu sterowane i przewidywane, obejmujące cały świat lub tylko jego część. Historia ludzkości zna wiele przełomowych okresów. Dotyczyły one spraw społecznych, gospodarczych, naukowych, technicznych, politycznych, militarnych i innych. Na ogół przełomy te były mniej lub bardziej rozciągnięte w czasie i przestrzeni, a po nich następowała względna stabilizacja i dalszy ewolucyjny rozwój. Na przykład mieliśmy pierwszą i drugą rewolucję przemysłową, które miały miejsce w konkretnym czasie i rozpoczynały się w konkretnych krajach. W początkowym okresie nie miały globalnego charakteru. Stopniowo obejmowały coraz to więcej krajów i regionów. W ostatnich dekadach obserwujemy inne zjawisko; jesteśmy świadkami, a nawet – często niezależnie od naszej woli – uczestnikami permanentnej rewolucji, obejmującej większą część cywilizowanego świata. To efekt globalizacji. Czegoś takiego jeszcze nie było.

Wymienione zmiany są stymulowane między innymi przez naukę, ale także zmiany te determinują i stymulują rozwój oraz zmiany w zakresie nauki. To sprzężenie zwrotne nakręca koniunkturę postępu i decyduje o szybkości zachodzących zmian. Szczególne przyspieszenie nastąpiło w ostatnich dziesięcioleciach i latach. Dotyczy to również budownictwa i materiałów budowlanych. Zaskakującym rezultatem lawinowego przyrostu wiedzy i postępu technicznego jest rosnąca świadomość społeczna narastających i nowych problemów koniecznych do rozwiązania. Zanikają jedne zawody, powstają nowe. Postęp generuje nowe kierunki rozwoju i podobnie – odkrycia generują potrzebę nowych odkryć, a tym samym nowe kierunki naukowych i technicznych poszukiwań. Istnieje tutaj pewna analogia do dramatu Syzyfa. Mityczny Syzyf toczył kamień pod tę samą górę i nigdy nie doszedł z nim do celu [rys. 1], jakim był jej szczyt, gdyż przed szczytem kamień zsuwał się na dół. Współcześnie jest inaczej; teraz szczyty [cele] osiągamy, ale po ich osiągnięciu pojawiają się [odkrywamy] nowe – coraz wyższe, coraz trudniejsze, które musimy zdobywać.

Współcześnie tworzymy wiedzę i dzieła inżynierskie, dokonujemy odkryć, ale nie w pełni panujemy nad ich skutkami i coraz trudniej je przewidujemy. Ekstrapolacja trendów była w przeszłości możliwa; przewidywania w dużej mierze się sprawdzały. Można było kreować przyszłość w sposób uporządkowany; w dużej mierze zgodnie z prawami przyrody i kulturą społeczności lokalnych oraz rozwojem myśli i świadomości społecznej. Obecnie już tak nie jest. Ostatni przełom wieków i tysiącleci charakteryzował się większą niż w przeszłości siłą oddziaływania i „agresją” człowieka, skutkującą między innymi ingerencją w środowisko naturalne. Mówi się o rozwoju zrównoważonym, ale zbyt mało się w tym zakresie robi. Jaki procent tych, którzy o takiej formie rozwoju mówią, rozumieją dogłębnie jego sens? Niezależnie od przyjmowanej definicji, musi obejmować między innymi ekologię i społeczeństwo – jeżeli nie, pozostanie tylko frazesem. Negatywnym następstwem ingerencji człowieka w środowisko naturalne jest to, że skutki dewastacji przyrody są widoczne dopiero po wielu latach, a zyski wynikające z eksploatacji złóż są natychmiastowe. Nie sprzyja to dbałości o środowisko naturalne. Problem jest poważny, gdyż od wielu lat rośnie dług ekologiczny ziemi. Od kilku lat jest on „obchodzony” na

activity. Changes have been evolutionary and revolutionary, controlled and predicted to a greater or lesser degree, occurred worldwide or locally. There have been many breakthrough periods in the history of mankind. They have affected social, economic, technological, political, military and other spheres. Generally, these breakthroughs were spread in time and space to a greater or lesser extent, and were followed by relative stabilisation and further evolutionary progress. For instance, the first and second industrial revolutions took place at a specific period of time and started in specific countries. Originally, they were of no global effect, but gradually spread over to more countries and regions. In the recent decades we have observed a different phenomenon; we have become witnesses, and even – often whether we wished it or not – participants of a permanent revolution that has covered a major part of the civilised world. It is an effect of globalization. Never before did such a thing happen.

The aforementioned changes are stimulated, *inter alia*, by science, but they determine and stimulate progress and changes in science itself. This feedback fuels the development of progress and determines the pace of changes. Particular acceleration has been observed in the recent decades and years, which concerns also construction and construction materials. What is an astonishing result of the soaring growth of knowledge and technological development is the increasing social awareness of the intensifying and new problems that must be addressed. Some professions disappear, and new ones appear. Progress generates new development trends, and similarly discoveries generate the need for new discoveries, and, consequently, new trends in scientific and technological search. An analogy can be made here to the drama of Sisyphus. The mythical Sisyphus rolled a boulder up the same hill and never reached his target [Fig. 1], that is, the hill top, as the boulder rolled down every time it neared the top. It is different nowadays; today we reach the hill tops [the targets], but on reaching them there occur [we discover] new ones – ever higher, more demanding, which we have to achieve.



Rys. 1. Dramat Syzyfa (1)

Fig. 1. Drama of Sisyphus (1)

przełomie lipca i sierpnia. Oznacza to, że po siedmiu miesiącach eksploatacji zasobów naturalnych przekroczona jest możliwość naturalnego ich odtworzenia w ciągu całego roku.

2. Rys historyczny

Postęp techniczny następował wraz ze zmianami gospodarczymi i społecznymi. Charakterystyczne jest coraz większe tempo zachodzących zmian. Jako przykład z zakresu budownictwa i materiałów budowlanych – ale nie tylko – można podać, że pierwsze studnie pojawiły się około 8000 roku p.n.e. Dopiero 2000 lat później [około 6000 rok p.n.e.] pojawiły się pierwsze budowle z gliny, a po następnych 2500 latach [około 3500 rok p.n.e.] zaczęto wykorzystywać koło. Wymienione wynalazki są do dzisiaj udoskonalane i stosowane. Szczególnie ważne jest wykorzystywanie gliny oraz koła.

Z czasów nowożytnych warte odnotowania są takie wynalazki jak: zegarek [1790 r.], mikroskop [1590 r.], ołówek [1790 r.], silnik parowy [1763 r.], wiertarka [1863 r.], przemysłowa maszyna parowa [1712 r.], bateria elektryczna [1800 r.]. Patrząc na podane daty wynalazków widzimy wyraźne przyśpieszenie w stosunku do czasów starożytnych. Warto zauważyć, że wszystkie wymienione wynalazki są – po udoskonaleniu – wykorzystywane do dnia dzisiejszego. Wszystkie były ważne dla rozwoju cywilizacyjnego ludzkości, ale tylko pośrednio były i są wykorzystywane w budownictwie oraz produkcji wyrobów i materiałów budowlanych.

Bogatszy w odkrycia, mające większe znaczenie dla rozwoju, był wiek XIX. Wymienić tu można: mechaniczny warsztat do tkania [1804 r.], gazowe oświetlenie fabryk i ulic [1806 r. – rys. 2], kolej parową na szynach [1808 r. – rys. 3], pierwszy silnik elektryczny [1829 r.], żelbet [1848 r. – rys. 4], lampę naftową [Łukasiewicz; 1853 r. – rys. 5], telefon [1876 r. – rys. 6], żarówkę [1879 r.], samochód z silnikiem benzynowym [1885 r.]. Praktycznie wszystkie wymienione wynalazki – po udoskonaleniu – są wykorzystywane do dnia dzisiejszego w budownictwie bezpośrednio lub budownictwo wspierają.

Jako ciekawostkę z końca XIX wieku warto odnotować, że Urząd Patentowy w Nowym Jorku poprosił w 1899 roku o swoje zamknięcie ... „ponieważ wszystko co było do wynalezienia, zostało już wynalezione”Jak mylna to była diagnoza, łatwo zauważyć. Potwierdza to dodatkowo, że życie jest bogatsze od wyobraźni. Godne podkreślenia jest także założenie w Londynie – już na początku XX wieku [1818 r.] – pierwszego stowarzyszenia inżynierów. Od 1828 r. to stowarzyszenie rozpoczęło formalne przyznawanie potwierdzenia umiejętności inżynierskich. Z tego wypływa wniosek, że dzisiejsze uprawnienia i certyfikaty nie są wymysłem ostatnich lat, ale nowym sformalizowaniem tego, co było znane już prawie 200 lat temu. Wiek XX obfitował w kolejne wielkie i ważne odkrycia. Były to między innymi: radio, atom, radar, tworzywa sztuczne, telewizja, otwarcie kosmosu, komputer, Internet, elektronika, robotyka, elektrotechnika, biotechnologia, inżynieria genetyczna, inżynieria materiałowa. Wśród osiągnięć XX wieku warto zwrócić uwagę na loty kosmiczne. Lot okołoziemski J. Gagarina w 1961 roku oraz na księżyc N. Armstronga [rys. 7] w 1969 roku dały początek po-

Nowadays we create knowledge and engineering works, we make discoveries, but we do not have a complete control over their effects, and it is increasingly difficult to predict these effects. In the past, trends could be extrapolated, predictions largely proved true. The future could be created in an orderly manner; mostly compatibly with the laws of nature and cultural environments of local societies, as well as development of social thought and awareness. This is no longer the case. The impact of the last turn of centuries and millennia was more dramatic than in the past, and the man's 'aggression' resulting, among other things, in interference with the natural environment was more intense. Sustainable development is discussed, but too little is done about it. What percentage of those who discuss this kind of development do truly understand it? Irrespective of the adopted definition, it must include ecology and society – if it does not, it will remain a mere platitude. A damaging impact of man's interference in the natural environment is that the consequences of the destruction of nature become evident only after many years, while the profits resulting from the exploitation of natural deposits are immediate. The problem is acute – the ecological debt of the earth has been increasing for years. For several years now, it has been 'celebrated' at the turn of July and August. This means that after seven month exploitation of natural resources their natural recoverability in a single year is exceeded.

2. Historical background

The progress of technology is inherently linked with economic and social changes. The ever increasing pace of the changes that take place is characteristic. To draw from an example in the field of construction and construction materials: the first water wells appeared about 8000 BC. Only 2000 years later [about 6000 BC] the first clay building appeared, and after another 2500 years [about 3500 BC] people began to use the wheel. These inventions continue to be improved and are used up to now, with clay and wheel of particular significance.

From among the items invented in the modern era the following are particularly noteworthy: the watch [1790], the microscope [1590], the pencil [1790 r.], the steam engine [1763], the drill [1863], the industrial steam machine [1712], the electrical battery [1800]. The dates of the inventions clearly indicate definite acceleration compared with the ancient times. What should be emphasised is that the aforementioned inventions have been – after improvement – used until the present day. They all have been significant for the civilisation development of mankind, but they have been applied in construction and the manufacture of construction materials and products only indirectly.

The century richer with inventions of greater importance for development was the 19th century, with the mechanized weaving loom [1804], gas lighting in factories and streets [1806 – Fig. 2], the steam railway [1808 – Fig. 3], the first electrical engine [1829], reinforced concrete [1848 – Fig. 4], the kerosene lamp [Łukasiewicz; 1853 – Fig. 5], the telephone [1876 – Fig. 6], the electric light bulb [1879], the automobile powered by a petrol engine [1885]. Practi-



Rys. 2. Oświetlenie gazowe (2)

Fig. 2. Gas lighting (2)



Rys. 3. Lokomotywa parowa (3)

Fig. 3. Steam locomotive (3)



Rys. 4. Most żelbetowy (4)

Fig. 4. Ferro-concrete bridge (4)



Rys. 5. Lampa naftowa

Fig. 5. Kerosene lamp (5)



Rys. 6. Aparaty telefoniczne (6)

Fig. 6. Telephone sets (6)



Rys. 7. N. Armstrong (7)

Fig. 7. Neil Armstrong (7)

bytu Człowieka poza Ziemią. Z pozoru nie ma to nic wspólnego z materiałami budowlanymi i budownictwem. W rzeczywistości osiągnięcia niektórych obszarów technologii kosmicznych są wykorzystywane w kreowaniu nowoczesnych materiałów budowlanych i technologii budowlanych. Głównie to materiały kompozytowe o dużej wytrzymałości oraz materiały izolacyjne [izolacja termiczna], ale także automatyka, telekomunikacja, robotyka, inżynieria materiałowa; ważne dla budownictwa obszary techniki lub budownictwo wspierające. Jest to jednocześnie wskazówka, aby w budownictwie wykorzystywać osiągnięcia innych obszarów wiedzy oraz techniki i przystosowywać je umiejętnie do zastosowania w budownictwie.

Nową jakościowo filozofię życia i działalności człowieka wprowadziły komputery [rys. 8]. Niewiele ponad pół wieku temu ich praktycznie nie było. Obecnie trudno bez nich funkcjonować. Są wykorzystywane w wieloraki sposób; między innymi do obliczeń, symulacji reakcji chemicznych, komunikowania się, ale także do sterowania produkcją w fabryce, naprowadzającą statki kosmiczne oraz rakiety [rys. 9]. Bez nich nie mogłaby działać telefonia komórkowa [rys. 10]. Rozwój komputeryzacji i telefonii komórkowej jest elementem rozwoju cybernetyki, która jest już wszechobecna [rys. 11].

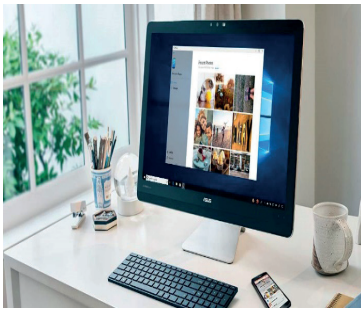
3. Uwarunkowania środowiskowe

Życie jest pełne sprzeczności; coraz większych i trudniejszych do rozwiązania. Na przykład rozwój techniki stwarza nam nowe możliwości i wymierne korzyści, ale także niewymierne [i wymierne] zagrożenia. Problem polega również na tym, że korzyści mamy

cally all these inventions, after modernisation, have been used up until now in construction directly or as its support.

A curious fact from the late 19th century is worth quoting. In 1899 the Patent Office in New York placed an application for it being closed down “..... because everything that can be invented has already been invented”. How incorrect this diagnosis was is easily seen. It also demonstrates how much richer life is than imagination. Another fact worth emphasising is the founding in London of the first association of engineers as early as the early 19th c. [1818]. In 1828 the association began to issue official certification of engineering qualifications. From which we can conclude that the current licenses and certificates are not an idea of the recent years, but a new formalized way of what was known nearly two hundred years ago. The 20th century was abundant with further brilliant and significant developments. These included the radio, the atom, radar, plastics, the television, the beginning of the conquest of the outer space, the computer, the Internet, electronics, robotics, electrotechnical engineering, biotechnology, genetic engineering, materials engineering.

Among the 20th c. achievements spaceflights are most conspicuous. Yuri Gagarin's space flight around the Earth in 1961 and Neil Armstrong's landing on the moon [Fig. 7] in 1969 were the beginning of Man's stay outside the Earth. Seemingly not connected with construction materials and construction itself in any way, the achievements of some areas of space technologies are actually applied in the creation of cutting-edge construction materials and construction technologies. This mainly concerns high strength composite materials and insulation materials [ther-



Rys. 8. Komputer osobisty (8)

Fig. 8. Personal computer (8)



Rys. 9. Zakres zastosowania komputerów – wybrane przykłady

Fig. 9. Range of computer applications – selected examples



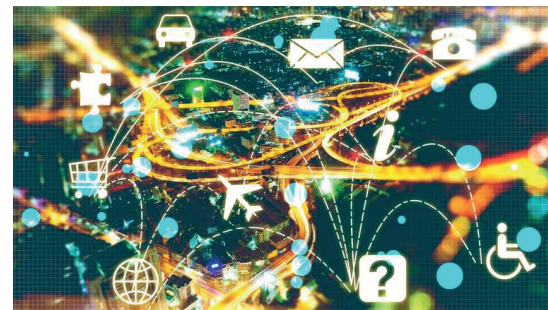
Rys. 10. Zakres terytorialny korzystania z telefonii komórkowej

Fig. 10. Territorial coverage of mobile telecommunications

niemalże natychmiast, a skutki zagrożenia środowiskowego są przesunięte w czasie. Dlatego pierwsze przemawiają mocniej, a drugie są lekceważone. To jeden z podstawowych problemów przyszłości; przyszłych pokoleń, którym również taki „spadek” pozostawimy. Zwiększenie produkcji wiąże się ze zwiększeniem zużycia energii. Jednak ekolodzy i klimatolodzy biją na alarm i przedstawiają katastroficzne wizje degradacji naszej planety. Są także tacy, którzy się zastanawiają, czy to tylko przesadne „straszenie na wyrost”, czy rzeczywiście aż tak duże jest zagrożenie? Ciągły rozwój urządzeń codziennego użytku powoduje ich wykorzystanie w coraz to mniejszym stopniu w stosunku do ich potencjału. Z ilu funkcji korzystamy przy posługiwaniu się na co dzień komputerem czy nawet nowoczesnym telefonem komórkowym?

Problem następnym to środowisko, a ściślej – degradacja środowiska. Pogarszający się stan w wielu obszarach i coraz większy gwałt zadawany przyrodzie wynika między innymi z chęci osiągnięcia wzrostu gospodarczego [zysku] za wielką cenę w warunkach globalnej rywalizacji. Na szczęście pokazane na rysunku 12 „dymiące kominy” nie są już utożsamiane z potęgą gospodarczą. Podobnie nie są synonimem bogactwa hałdy węgla [por. rys. 13].

Z wymienionymi problemami – a raczej grupami problemów – związana jest energetyka i energia. Chodzi tu zarówno o produkcję energii i jej zużycie [także w budownictwie i produkcji materiałów budowlanych], ale także o eksploatację bogactw naturalnych z energią związanych [np. ropa, węgiel, gaz]. Wykorzystanie źródeł energii odnawialnej [por. rys. 14] wciąż jest drogie i dlatego jeszcze w skali światowej mało rozpowszechnione. Elektrownie atomowe w wielu krajach budzą negatywne emocje i sprzeciw. Systematyczne zanieczyszczanie powietrza, wody i gleby działa niekorzystnie na całą ludzką [i nie tylko] populację. Nie znamy jeszcze odłożonych w czasie skutków spożywania substancji chemicznych, znajdujących się w produktach spożywczych. W gospodarce występuje wiele prawidłowości. Jedną z nich jest wzrost zużycia energii w przybliżeniu proporcjonalny do wzrostu zamożności społeczeństwa, a zwiększone zużycie energii pociąga za sobą większą emisję gazów cieplarnianych; zwłaszcza dwutlenku węgla. Te proste zależności wykazują, że wzrost dobrobytu – w obecnym wydaniu – przekłada się bezpośrednio na szkodliwe oddziaływanie na przyrodę. Do tego dochodzą odpady [por. rys. 15] jako efekt



Rys. 11. Połączenia internetowe [cybernetyczne] (9)

Fig. 11. Internet [cybernetic] connections (9)

mal insulation], not to mention automation, telecommunications, robotics, materials engineering; technology areas important for construction or supporting it. It is also an indication that in the field of construction developments taking place in other spheres of knowledge and technology should be employed and skillfully adapted for the application in construction. Computers introduced a qualitatively new philosophy of human life and activity [Fig. 8]. About half a century ago, they were practically nonexistent. Today it is difficult to function normally without them. Their applications are multifarious; for calculations, for the simulation of chemical reactions, for communication, but also for the control of industrial processes in a factory, guidance of spacecraft and rockets [Fig. 9]. Mobile telephony would not operate without them [Fig. 10]. The advancement of computerisation and mobile telephony is an element of the advancement of cybernetics, which is already ubiquitous [Fig. 11].

3. Environmental concerns

Life is full of contradictions that are becoming increasingly difficult to solve. For instance, the technical development provides us with new possibilities and tangible benefits, but also intangible [and tangible] hazards. The problem also lies in the fact that we have the benefits almost instantly, while the impacts of environmental hazards are shifted in time. This is why the former ones have a stronger appeal, while the latter ones tend to be disregarded. This is one of the essential problems of the future; future generations to whom we also bequeath such “inheritance”. Production growth



Rys. 12. Lotne zanieczyszczenia powietrza (10)

Fig. 12. Volatile air contamination (10)

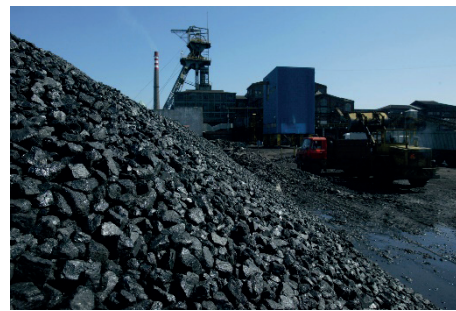
zużytych produktów [lub nie nadających się już do użycia – przeterminowanych]. Szacuje się, że około 90% tego co wydobywamy i produkujemy oraz przetwarzamy staje się odpadami już po pół roku. Zanieczyszczenie środowiska to nie tylko gazy cieplarniane. Poważnym problemem stają się odpady. Na niższym poziomie rozwoju gospodarczego było ich wielokrotnie mniej. Co ważne; w dużej mierze były to odpady ulegające szybkiemu rozkładowi. Nawet jeżeli były to odpady trwałe, to najczęściej nieszkodliwe dla środowiska. Dziś w dużej części wyrzucamy produkty wytwarzane chemicznie, których czas rozkładu liczy się setkami lat, a do tego są one często szkodliwe. Tymczasem recykling jest w dalszym ciągu nieopłacalny i w związku z tym zbyt rzadko stosowany. Tworzą się nowe śmietniska, mniej lub bardziej uporządkowane. Do tego dochodzi jeszcze problem odprowadzania ścieków [rys. 16]. W świetle podanych informacji rodzą się pytania: Jak w działania w obszarze gospodarki i środowiska wpisują się ludzie techniki? Czy są przygotowani do spełnienia oczekiwań?

Na koniec rozważań w tym punkcie warto przypomnieć Dyrektywę 2008/98/WE, według której w roku 2020: recycling miał wynosić 70 % odpadów budowlanych i rozbiórkowych. Ten cel nie został osiągnięty. Odpady przemysłowe mogą być wykorzystane między innymi do produkcji spoiw mineralnych. Są to między innymi: popiół lotny, żużel wielkopieczowy, pył krzemionkowy, popiół z biopaliw, popioły ze spalania osadów pościekowych i odpadów komunalnych.

4. Skutki społeczne rozwoju

Jesteśmy świadkami i uczestnikami wielkiego postępu techniki. Powstaje jednak pytanie; jak to jest, że mamy coraz mniej czasu dla siebie i bliskich, że ciągle się spieszymy i nie mamy czasu. Mieli go przecież pod dostatkiem starożytni Grecy i Rzymianie. Mieli czas dla siebie i innych, na obcowanie z przyrodą. Kultywowali naturalny styl życia. W symbiozie żył duch i materia – oczywiście, na tamtym poziomie rozwoju cywilizacyjnego. Może właśnie dlatego, że nie mieli telefonów komórkowych i komputerów oraz samochodów i samolotów, nie mieli radia i telewizji.... żyli spokojniej i bogaciej w sferze duchowej.

Pomimo tak dużych osiągnięć cywilizacyjnych nie umiemy sobie radzić z patologiami społecznymi, takimi jak: alkoholizm, narkomania, przestępczość, bezrobocie, rozpad więzi społecznych



Rys. 13. Hałda węgla (11)

Fig. 13. Coal refuse heap (11)

demands increased energy consumption. However, ecologists and climatologists are sounding the alarm and presenting catastrophic visions of the degradation of our planet. There are also some who are wondering whether it is not merely exaggerated “scare mongering” or whether the threat is really so grave. The ongoing development of everyday appliances results in us using them to a lesser extent than their potential offers. How many functions of a computer or an advanced cell phone do we use in our everyday life? Another problem is the environment, and to be more precise – the degradation of the environment. The deteriorating condition in many areas and the increasingly great violence we inflict on nature result from, *inter alia*, the determination to achieve an economic growth [profit] at any cost in the conditions of global competition. Fortunately, the smoking stacks shown in Fig. 12 are no longer identified with economic power. Neither are the coal refuse heaps a synonym for wealth [cf. Fig. 13].

The aforementioned issues, or groups of issues, to be more precise, all involve the power industry and energy. What is meant here are both power generation and its consumption [also in construction and construction materials manufacture], as well as the natural resources exploration [e.g. oil, coal, gas]. The use of renewable energy sources [cf. Fig. 14] is still costly and, consequently, not commonly used worldwide. In many countries nuclear power stations arouse negative emotions and provoke protests. Systematic contamination of air, water and soil has a detrimental impact on the human [and not only human] population at large. We do not know yet the long term effects of the consumption of chemical substances in food products. The many regularities of economy include the energy consumption growth approximately proportional to the growth of the affluence of society, and an increased energy consumption results in higher emissions of greenhouse gases, carbon dioxide in particular. These simple relationships indicate that affluence growth – as it is now – directly translates into an adverse impact on nature. In addition there is waste [cf. Fig. 15] as an effect of used products [or those unfit for use – whose use-by date has been exceeded]. It is estimated that about 90% of what we mine and produce and process turns into waste after half a year. The environment is not contaminated only by greenhouse gases. Waste is becoming a serious problem. At a lower level of economic development there was much less of it. What is important, it was mostly fast degradable. Even solid waste was most frequently environmentally safe. Today, the products we



Rys. 14. Źródła czystej energii (12)

Fig. 14. Sources of clean energy (12)

[wspólnotowych]. Część tych problemów społecznych jest spowodowana zagubieniem się człowieka, wynikającym z nieradzenia sobie w świecie nowoczesnej techniki. Stąd wypływa wniosek, że nasze problemy, które rozumiemy jako sprawy techniczne i ekonomiczne, są – w istocie rzeczy – także ważnymi problemami społecznymi. Coraz wyraźniej widać jak trafne jest powiedzenie Einsteina – z przed prawie stu lat, że „wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy”. Wiek XX był okresem niebywałych osiągnięć ludzkich. Trwa nadal okres szczególnego, niezwykle szybkiego rozwoju – coraz szybszego – między innymi elektroniki, informatyki, biotechnologii, inżynierii genetycznej, inżynierii materiałowej i innych dziedzin, które służą człowiekowi i gospodarce. Ostatnie stulecie było okresem burzliwego rozwoju nauki i techniki, ale również czasem narastania – coraz bardziej uzasadnionych – obaw o społeczne i przyrodnicze konsekwencje tych i innych spektakularnych osiągnięć. Ten okres rozwoju nie tylko trwa, ale wyraźnie przyspiesza. Przeciętny obywatel nie rozumie wszystkich nawet podstawowych nowych pojęć. Nie jest w stanie wiedzieć – a nawet słyszeć – o wszystkich, nowych odkryciach; nawet w kraju zamieszkania. Czy to nie powód do frustracji, poczucia zagubienia i odrzucenia, własnej słabości i małości? Wyniki analiz socjologów i psychologów wskazują na konieczność zachowania równowagi w wyborze celów, gdyż prymat jakichkolwiek celów zagraża możliwości zaspokojenia innych potrzeb związanych ze środowiskiem życia człowieka. Wyniki badań w zakresie jakości środowiska zamieszkania wykazują, że za najważniejsze czynniki są uważane: poczucie bezpieczeństwa, intymność i spokój, widok z okna na zieleń, obecność w pobliżu terenów rekreacyjnych. Jak widać nie jest to już dostępność do dóbr podstawowych czy ponadpodstawowych, lecz wyrażona w ten sposób jak gdyby tęsknota wynika z tak zwanego rozwoju cywilizacyjnego (15).

5. Materiały i wyroby

5.1. Uwagi ogólne

Wraz z ogólnym rozwojem cywilizacyjnym następował również rozwój w dziedzinie materiałów i wyrobów budowlanych (16). W sposób zintegrowany pokazano to na rysunku 17 – materiały stosowane w budownictwie od zarania dziejów aż do dnia dzisiejszego, a nawet prognozę na najbliższe lata i dziesięciolecia.



Rys. 15. Odpady stałe (13)

Fig. 15. Solid waste (13)



Rys. 16. Ścieki [odpady płynne] (14)

Fig. 16. Waste water (14)

discard are to a large extent manufactured chemically, and they take hundreds years to decompose, and, what is more, they are often detrimental. Meanwhile, recycling is still uneconomical and, consequently, is employed too infrequently. New dumping grounds are arranged in a more or less orderly manner. Another problem is that of sewage disposal [Fig. 16]. In view of the above some questions arise: how do technology people position themselves in the activities in the field of economy and environment? Are they prepared to fulfil the expectations?

At the end of this part, it is worthwhile to quote Directive 2008/98/EC which stipulates that in the year 2020 70% of construction and demolition waste should be recycled. This target has not been reached. Industrial waste can be used, *inter alia*, in the manufacture of mineral binding agents including: fly ash, blast furnace slag, silica fume, biofuel combustion fly ash, ashes from incinerated sewage sludge and municipal solid waste.

4. Social effects of development

We are witnesses and participants of a great development of technology. However, a question arises; how come? we have less and less time for ourselves and our dear ones, we are always in a hurry and never have time? The ancient Greeks and Romans had plenty of it. They had time for themselves and for others, to enjoy contact with nature. They cultivated a natural lifestyle. The spirit and matter lived in symbiosis – at that level of civilisation development, obviously. Maybe because they had no cell phones and computers or cars and airplanes, they had no radio or television, their lives were quieter and richer in the spiritual sphere.

Dom jest dla człowieka równie ważny jak pożywienie, woda, powietrze. Dom chroni przed zimnem i gorącem, wiatrem, deszczem, śniegiem i słońcem (18). Ważne jest przy tym środowisko zamieszkania, ale również klimat wewnętrzny, na który wpływ mają zastosowane materiały. Ale z produkcją materiałów i wyrobów związane jest między innymi zanieczyszczenie środowiska wynikające z zapotrzebowania na energię. Poniżej podano w encyklopedycznym skrócie informacje na temat wybranych materiałów i wyrobów.

5.2. Szkło

Szkło ma różnorodne zastosowanie; w tym również w budownictwie. Jeżeli jako kryterium podziału przyjąć przeznaczenie, to wyroby ze szkła budowlanego można podzielić między innymi na następujące grupy.

- szkło do wykonywania przegród budowlanych,
- szklane wyroby okładzinowe,
- dachówki szklane,
- szkło do izolacji termicznej,
- inne produkty szklane.

To są wiadomości ogólnie znane.

Na świecie [i w Polsce] znane są już realizacje belek nośnych ze szklanymi środknikami. Wpisują się one w ideę zrównoważonego rozwoju [recykling oraz neutralność środowiskowa materiałów] pozwalają wierzyć, że belki drewniano-szklane są alternatywą dla tradycyjnych elementów konstrukcyjnych tam, gdzie nie jest wymagana duża nośność. Idea hybrydowych belek drewniano-szklanych [rys. 18, rys. 19] polega na kombinacji szkła z drewnem w taki sposób, aby połączenie ich własności stworzyło synergiczną i bezpieczną hybrydę. Atutem takiego rozwiązania, w przeciwieństwie do standardowych realizacji, jest wykorzystanie pojedynczej tafli szkła float, co znacznie ogranicza cenę finalnego produktu.

Elementy omawianego typu dają wyraźny sygnał o przeciążeniu na długo przed całkowitym zniszczeniem, co daje czas na przedsięwzięcie środków zaradczych i zapewnienie bezpieczeństwa użytkowników. Stosunek siły, przy której dochodzi do całkowitego zniszczenia belek, do siły powodującej pierwszą rysę wynosi od 1,5 do 2,5. Inny przykład zastosowania szkła to most w Pingshan – najdłuższy na świecie most wiszący, którego pomost i zarazem nawierzchnia wykonana jest z przezroczystego szkła [rys. 20]. Obiekt jest atrakcją turystyczną dla pieszych. Ma 488 m długości, 4 m szerokości, a wzniesiony jest około 220 m nad przepaścią. W Chinach znajdują się jeszcze dwa podobne takie mosty.

5.3. Ceramika budowlana

Ceramika budowlana jest w dalszym ciągu stosowana i rozwijana; we wszystkich trzech grupach:

- konstrukcyjnej – cegły, pustaki, dachówki, rury, kształtki kanalizacyjne itp.,
- wykończeniowej i dekoracyjnej [płytki ścienne i posadzkowe],
- sanitarnej [m.in. umywalki, miski ustępowe, pisuary].

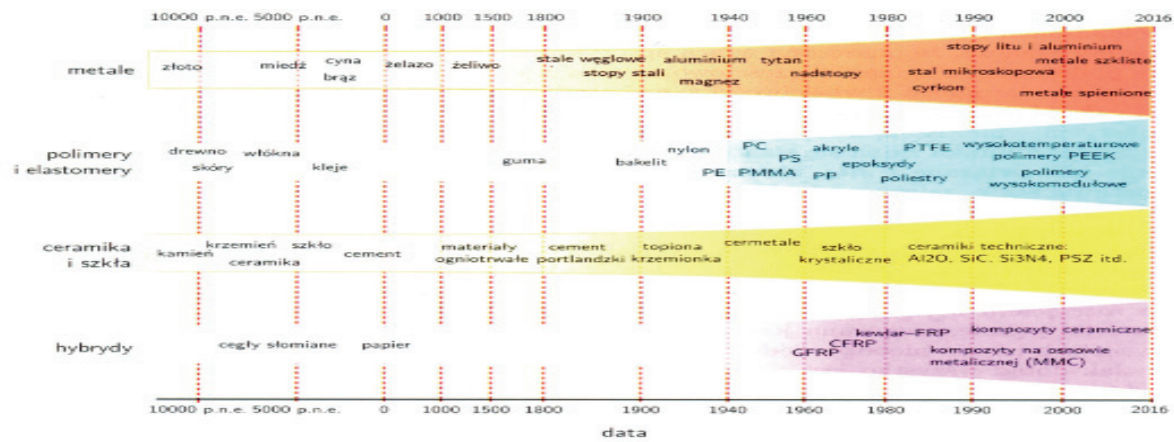
Despite such tremendous civilisation achievements we do not know how to cope with social pathologies such as alcoholism, drug abuse, unemployment, social disintegration [community ties]. Some of these social problems are caused by humans feeling lost and confused, which results from the inability to cope in the world of modern technology. Hence, a conclusion can be drawn that our problems which we understand as technical and economic issues, are indeed also important social problems. It is increasingly evident how relevant is Einstein's saying nearly a hundred years ago that "imagination is more important than knowledge". The 20th century was a period of extraordinary achievements of the human mind. The period of particular, extremely rapid development – ever increasing – of electronics, computer science, biotechnology, genetic engineering, materials engineering and other disciplines that serve people and economy. Apart from being a period of dynamic development of science and technology, the last century was also a period of increasing concerns – increasingly justified – about social and environmental impacts of these and other spectacular achievements. This period of development not only continues, but also clearly accelerates. An average citizen does not understand all even the basic new concepts. He does not have the capacity to find out – or even hear – about all new inventions and discoveries, even in his/her own home country. Is it not a reason to feel frustrated, lost and rejected, to realise one's own weakness and insignificance? The results of analyses performed by sociologists and psychologists indicate the necessity to preserve a balance in the selection of goals because the primacy of any goals over others, may jeopardize meeting other needs related to the environment of human life. The results of studies on the quality of living space indicate the following to be of highest importance: sense of security, intimacy and quiet, windows overlooking greenery, recreational areas nearby. As the above indicates, it is not the accessibility to the necessity or luxury goods; instead it is a kind of thus expressed nostalgia born from the so-called civilisation development (15).

5. Materials and products

5.1. General

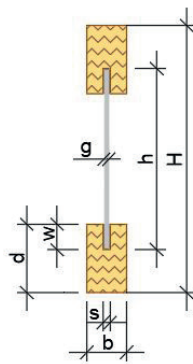
Along with the general civilisation development also development in construction materials and products took place (16). Fig. 17 illustrates in an integrated manner the history of the materials used in construction from the dawn of history up till today, together with a prediction for the coming years and decades.

For a human being the house is as important as food, water, air. The house protects us against cold and heat, wind, rain, snow and sun (18). Both the residential environment and the interior climate, which is affected by the materials used, are important. However, materials and products manufacture involves, inter alia, environment pollution due to energy demand. Selected materials and products are very briefly discussed below.



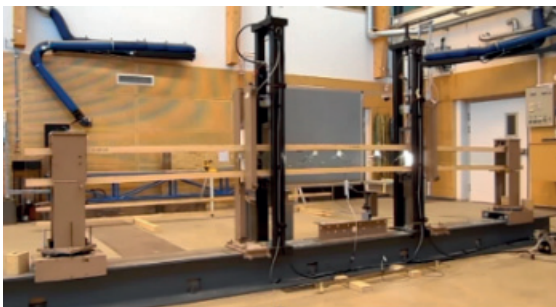
Rys. 17. Rozwój materiałów na przestrzeni wieków (17)

Fig. 17. Development in the field of materials over the ages (17)



Rys. 18. Przekrój poprzeczny hybrydowej belki drewniano-szklanej

Fig. 18. Cross section of a hybrid timber-glass beam



Rys. 19. Belka drewniano-szklana na stanowisku badawczym w laboratorium (19)

Fig. 19. A timber-glass beam on a laboratory test stand (19)



Rys. 20. Most w Pingshan (20)

Fig. 20. Bridge in Pingshan (20)

5.2. Glass

Glass has a wide range of applications, including construction projects. On the basis of the criterion of destination, the products made from construction glass can be divided into:

- glass for the manufacture of construction partitions,
- glass cladding products,
- glass roof tiles,
- glass for thermal insulation,
- other glass products.

This is common knowledge.

The design of load bearing beams with glass webs is known in the world [and in Poland]. They belong to the idea of sustainable development [recycling and environmental neutrality of materials] and on this basis we can believe that timber-and-glass beams are an alternative to traditional structural members, where high load bearing capacity is not required.

In hybrid timber-and-glass beams [Figs. 18, 19] the two materials are combined so that the combination of their properties makes up a synergic and safe hybrid. An advantage of this solution, as different in standard design, is the use of a single sheet of float glass, which significantly reduces the price of the final product.

The elements of this type clearly signal an overload long before a complete damage, which leaves time to undertake remedial measures and guarantee users' security. The ratio between the force under which the beams are completely damaged and the force causing the first crack, is in the range of 1.5 to 2.5. Another example of the application of glass is the bridge in Pingshan – the suspension bridge the longest in the world, whose deck, which is also the flooring, is made from transparent glass [Fig. 20]. The structure is a tourist attraction for pedestrians. Its length is 488 m, width 4 m, and is erected ca. 220 m above the precipice. In China there are two other similar bridges.

5.3. Construction ceramics

Construction ceramics continues to be applied and developed in three groups:

Decydują o tym między innymi:

- dobra izolacyjność cieplna,
- izolacyjność akustyczna,
- ekonomiczność,
- ekologiczność

Ze względu na rodzaj tworzywa ceramikę budowlaną można podzielić na:

- ceramika budowlana czerwona,
- ceramika ogniotrwała,
- klinkier,
- kamionka,
- gres porcelanowy [kamionka porcelanowa],
- fajans,
- porcelit.

Są to wyroby powszechnie znane i stosowane, dlatego nie wymagają szczegółowego omówienia. Warto przypomnieć, że materiały ceramiczne są następstwem wyrobów z gliny sprzed tysięcy lat.

5.4. Beton komórkowy

Polska jest potentatem w produkcji wyrobów z betonu komórkowego. Notuje się ciągle rozwój wyrobów z betonu komórkowego, gdyż mają one szerokie zastosowanie. Decydują o tym jego zalety [mały ciężar właściwy; duża izolacyjność termiczna; duża wytrzymałość na ściskanie], a także bogaty asortyment w wielu wyrobach. Duże zróżnicowanie wytrzymałości, duże zróżnicowanie kształtów i wymiarów zachęcają dodatkowo do stosowania wyrobów z betonu komórkowego.

Ale beton komórkowy ma też swoje wady. Najważniejsze z nich to duża nasiąkliwość, która pogarsza izolacyjność termiczną oraz mała izolacyjność akustyczna. To obszary, które mogą być przedmiotem dalszych badań. Niemniej jednak trzeba mieć na uwadze, że czym większy ciężar właściwy, tym lepsza izolacyjność akustyczna, ale gorsza izolacyjność cieplna. Problem polega na tym, że jak jedne właściwości poprawiamy, to automatycznie inne pogarszamy. Szczegółowe informacje na temat betonu komórkowego można znaleźć w pracach (21, 22).

5.5. Silikaty

Silikat jest mieszanką wykonaną z naturalnych składników; piasek, wapno oraz woda, a dzięki temu – podobnie jak w przypadku ceramiki budowlanej – jest to materiał korzystny ze względów środowiskowych. Po eksploatacji silikatu nie ma żadnych przeciwwskazań, by znów go zmielić, a następnie zastosować przy produkcji nowych wyrobów. Do głównych cech silikatu zalicza się: mrozoodporność, izolacyjność akustyczną, ognioodporność, większą wytrzymałość niż betonu komórkowego, znacznie większą masę objętościową niż beton komórkowy, ekologiczność wyrobu, odporność na korozję biologiczną, ale także – niestety – niską izolacyjność cieplną.

- structural – brick, hollow tiles, roof tiles, pipes, plumbing fittings, etc.,
- finishing and decorative [wall and floor tiles],
- sanitary ware [e.g. washing basins, toilet bowls, urinals].

They are used in these applications owing to their:

- favourable thermal insulating capacity,
- acoustic insulating capacity,
- cost effectiveness,
- environmental performance.

Based on the type of material construction ceramics can be divided into:

- construction red ceramics,
- fireclay,
- clinker,
- stoneware,
- porcelain stoneware,
- earthenware,
- porcelite.

Since these products are commonly known, no detailed discussion is required. What is worth remembering is that ceramic materials are successors of products made of clay thousands years ago.

5.4. Cellular concrete

Poland is a leader in the manufacture of products from cellular concrete. Cellular concrete products are constantly developed, owing to their wide range of applications. What makes cellular concrete so popular is its advantages – low specific weight, high thermal insulating capacity, a wide range of compressive strength and a wide assortment of products including.

However, cellular concrete has its drawbacks. The most serious one is its absorbability, which reduces its thermal insulating capacity, and low acoustic capacity. These areas need further studies. On the other hand, the higher the specific weight the better acoustic insulating capacity and poorer thermal insulating capacity. The problem is that while improving some properties, we compromise other ones. For in-depth information on cellular concrete please see (21, 22).

5.5. Silicates

Silicate is a mixture made from natural components: sand, lime and water, owing to which – as in the case of construction ceramics – it is an environmentally safe material. After a silicate product has been used, it can be milled again to be used in the manufacture of new products.

The main properties of silicates include freeze resistance, fire resistance, higher strength than that of cellular concrete, much higher weight by volume compared with cellular concrete, favo-

5.6. Materiały izolacyjne

Budując wymarzony dom, chcemy się w nim czuć w pełni komfortowo i bezpiecznie. Z punktu widzenia komfortu zamieszkania ważne są izolacja termiczna i akustyczna, a ze względu na trwałość przeciwwodna. Tradycyjnie do najczęściej stosowanych zalicza się wełnę mineralną oraz styropian. Oprócz właściwości izolacyjnych, zaletą wełny mineralnej jest to, że jest produktem naturalnym. Dodatkowo sprawdza się jako dobry materiał o świetnych właściwościach akustycznych. Ma jednak małą wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie. Styropian jest produkowany w różnych asortymentach wymiarowych i wytrzymałościowych. Ma zdecydowanie większą wytrzymałość niż wełna mineralna. Jest także dobrym izolatorem akustycznym. Twarde odmiany styropianu są z powodzeniem stosowane nawet w nasypach drogowych i kolejowych za przyczółkami mostów zintegrowanych. Izolacje transparentne to płyty poliwęglanowe, wypełnione powietrzem lub gazem szlachetnym [np. argonem] i pokryte przezroczystym tynkiem szklanym. Światło przechodząc przez płyty jest pochłaniane przez ściany znajdujące się pod izolacją. Najnowocześniejszą grupę materiałów termoizolacyjnych stanowią aerożele; wiedza zaczerpnięta z technologii kosmicznych. Są to sztywne pianki o wyjątkowo małej gęstości. Na masę aerożelu składa się w 90 ÷ 99,8% powietrze; resztę stanowi porowaty materiał tworzący jego strukturę. Aerożele powstają w procesie nanotechnologicznym. Wykazują szerokie zastosowania zwłaszcza tam, gdzie potrzebna jest bardzo dobra, a przy tym wyjątkowo cienka izolacja o najlepszych parametrach. Aerożel daje oszczędności czasu, powierzchni i pieniędzy oraz zapewnienie najwyższej jakości na miarę XXI wieku. Tradycyjne materiały izolacyjne są wypierane także przez styropian modyfikowany cząstkami grafitu, który doskonale zatrzymuje ciepło wewnątrz budynku. Wykazuje lepsze właściwości izolacyjne niż materiały tradycyjne. Jest to możliwe ze względu na znajdujące się w jego składzie cząsteczki grafitu. Styropian z grafitem występuje w handlu w formie bloków albo płyt, które można zamontować na elewacji budynku. Termoizolacyjne materiały próżniowe to płyty z porowatego materiału z krzemionki lub włókien szklanych z mikroporami o rozmiarach 0,0001mm [aż trudno sobie wyobrazić tak mały wymiar, umieszczone w szczelnym „opakowaniu” z nieprzepuszczalnej dla powietrza i pary wodnej wielowarstwowej folii. Pozwalają zredukować grubość izolacji do warstwy kilku centymetrów, mają kilkakrotnie lepsze niż styropian właściwości izolacyjne uzyskiwane dzięki wykorzystaniu próżni, która jest złym przewodnikiem energii cieplnej. Warto wspomnieć o dotychczasowych zastosowaniach termoizolacyjnych materiałów próżniowych. Przykładami są: pałac pod Poznaniem [rys. 21], tarasy na gdańskiej starówce (22) – modernizacja zabytkowych domów, izolacja instalacji ogrzewania w kotłowni Ministerstwa Finansów [rys. 23] – w tym przypadku wszystkie prace wykonywano na pracującej instalacji, renowacja jednego z najstarszych kościołów w Polsce; rektoralnego w Lublinie [rys. 24] – izolacja kopuł sklepienia, ekskluzywne apartamentowce Quattro Towers [cztery 16-kondygnacyjne wieżowce] w gdańskiej dzielnicy Wrzeszcz [rys. 25].

urable environment performance, resistance to biocorrosion and, unfortunately, low thermal insulation capacity.

5.6. Insulating materials

Building the house of our dreams we need to feel perfectly comfortable and safe in it. To secure comfort, thermal and acoustic insulation is important; to make it durable, it must be resistant to water. Traditionally, mineral wool and foamed polystyrene are most commonly used. Apart from insulation capacity, an advantage of mineral wool is that it is a natural product. In addition, it has been shown to have excellent acoustic features. However, it has low compressive and tensile strengths. Foamed polystyrene is produced in a variety of dimensions and strength characteristics. Its strength is much higher than that of mineral wool. It is also a good acoustic insulator. Hard foamed polystyrene is successfully used even in road fills and railway embankments, behind integrated bridges abutments. Transparent insulation is produced from polycarbonate panels, filled with air or a noble gas [e.g. argon] and coated with transparent glass plaster work. Travelling through the panels, light is absorbed by the walls below the insulation layer. The cutting-edge group of thermal insulation materials is made up of aerogels [knowledge drawn from space technologies]. These are rigid foams of exceptional low density. An aerogel mass is made up of 90 ÷ 99.8% air, the rest is a porous material constituting its structure. Aerogels are nano-manufactured. They are widely used particularly in contexts where very good and extremely thin insulation of the highest parameters is required. Aerogel saves time, area and money as well as ensures the highest quality appropriate for the 21st century. Traditional insulation materials are replaced also by foamed polystyrene with embedded graphite particles, which excellently keeps the heat within a building. Owing to the graphite particles in its composition it has better insulation quality than the traditional materials. Graphite-bearing foamed polystyrene is available in the form of blocks or panels easily mounted on a building's façade. Vacuum thermal insulation panels are made from porous silica or glass fibres with 0.0001 mm micropores [it is really hard to image a dimension so tiny] in a tight "envelope" from air- and steam-tight multilayer foil. They reduce the insulation thickness to a layer of a few centimetres, their insulation efficiency is several times higher than that of foamed polystyrene owing to the vacuum, which is a poor heat energy conductor. Let me give some examples of the application of vacuum insulation materials executed successfully. A palace near the city of Poznań [Fig. 21], terraces in the Gdańsk old city [Fig. 22] – modernisation of historical houses, insulation of the heating system insulation in the boiler and pumps room in the Polish Ministry of Finance [Fig. 23] – all the works were executed on the operating system, renovation of the rector church in Lublin, one of the oldest churches in Poland [Fig. 24] – insulation of the vault dome, luxurious apartment buildings Quattro Towers [four sixteen-floor skyscrapers] in the Gdańsk district of Wrzeszcz [Fig. 25].



Rys. 21. Izolacja tarasu w pałacu pod Poznaniem (23)

Fig. 21. Insulation of the terrace in the palace near Poznań (23)



Rys. 22. Modernizowane zabytkowe domy gdańskiej starówki (23)

Fig. 22. Modernised historical buildings of the Gdańsk old city (23)



Rys. 23. Budynek Ministerstwa Finansów (23)

Fig. 23. Ministry of Finance (23)



Rys. 24. Kościół rektoralny w Lublinie (23)

Fig. 24. Rector church in Lublin (23)

5.7. Beton – podstawowy materiał stosowany w budownictwie

Rozwój technologii betonu w ostatnich latach, ma miejsce między innymi dzięki rozwojowi chemii cementu [bardzo cenne prace Prof. W. Kurdowskiego, w tym (24)] oraz dodatków i domieszek. Coraz częściej stosowany jest beton wysokowartościowy i ultrawysokowartościowy, który bez problemów jest wytwarzany również w warunkach budowy. Charakteryzuje je między innymi większą wytrzymałość [mniejsze przekroje elementów – estetyka] i trwałość. Oprócz tego są stosowane betony inne niż tradycyjne, mające specjalne właściwości. Będzie na te betony coraz większe zapotrzebowanie. Współczesne budownictwo charakteryzuje się między innymi swobodnym kształtowaniem formy poszczególnych elementów. Skutkiem tego jest projektowanie elementów o skomplikowanym kształcie oraz odchylonych od pionu i poziomu. W takich elementach trudno jest zagęścić mieszankę betonową tradycyjnymi wibratorami. Problem ten rozwiązują betony samoza-gęszczane. W działaniach praktycznych wykonuje się wiele napraw elementów betonowych. W miejscach trudnodostępnych do oceny stanu technicznego oraz uzupełniania ubytków można wykorzystywać drony [rys. 26]. Są one wówczas wyposażone w kamery oraz sprzęt potrzebny do wykonywania określonych prac [roboty – rys. 27], który jest sterowany z poziomu terenu lub pomieszczenia. Do takich napraw konieczne jest zastosowanie zmodyfikowanych [w stosunku do istniejących, tradycyjnych] materiałów.

Jeżeli wymagane jest zwiększenie odporności betonu na powstanie rys i pęknięć, zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej i na udarność oraz w mniejszym stopniu na ściskanie i rozciąganie, to można stosować beton ze zbrojeniem strukturalnym [fibrobeton].



Rys. 25. Wieżowce w Gdańsku-Wrzeszczu (23)

Fig. 25. Skyscrapers in Gdańsk-Wrzeszcz (23)

5.7. Concrete – basic construction material

The development of concrete technology in recent years has taken place owing mainly to the development of the chemistry of cement [very valuable studies by Prof. W. Kurdowski, including (24)] as well as additives and admixtures. High-performance concrete and ultra-high performance concrete, which can be easily produced on a building site, are increasingly commonly applied. Their characteristics include, *inter alia*, higher strength, which results in smaller sections of members [aesthetics] and durability. Apart from traditional concretes other concretes of special properties are also used. And they will be in a growing demand. In today's construction there is a trend to freely shape the forms of individual elements. As a result, elements of complex shapes and inclined at an angle to the horizontal and vertical are designed. In such elements it is difficult to compact the concrete mix with traditional vibrators. The problem is solved by self-compacting concretes. In



Rys. 26. Dron (25)

Fig. 26. A drone (25)



Rys. 27. Robot (26)

Fig. 27. A robot (26)



Rys. 28. Kładka Sunyonu w Seulu [łuk 130 m, 2002 r.] z betonu samozagęszczonego,

„Ductal” [beton o wytrzymałość na ściskanie – 260 MPa] (27)

Fig. 28. Sunyonu bridge in Seoul [arch 130 m, 2002] from self-compacting concrete, “Ductal” [concrete of compressive strength of 260 MPa] (27)

Zastosowanie mają różne włókna. Stosowane są włókna: stalowe, węglowe, szklane, aramidowe, bazaltowe, z tworzyw sztucznych. Włókna mogą być stosowane jako zbrojenie lub sprężenie, albo jako zbrojenie rozproszone. Na przykład zastosowanie Ductalu w betonie samozagęszczonym przyczyniło się do pobicia światowego rekordu rozpiętości mostów łukowych betonowych [bez klasycznego zbrojenia] – kładka Sunyonu w Seulu [rys. 28].

Przyszłość ma beton lekki kruszywowy, wysokowartościowy. Stosowanie LBK daje oszczędności dzięki mniejszym przekrojom elementów przęseł, mniejszemu ciężarowi własnemu. Mniejsze są wymiary i ciężar nie tylko przęseł, ale także podpór i ich fundamentów. Przykładem jest most Stolma w Norwegii, gdzie uzyskano rozpiętość przęsła belkowego 301 m, wobec rekordowej rozpiętości przęsła mostu stalowego 300 m [rys. 29]. Jest to historyczna wydarzenie, gdyż „beton pokonał stal” w kategorii mostów belkowych. Most Stolma ma długość 467m. Przęsła mają rozpiętość 94 + 301 + 72m. Do budowy przęseł wykorzystano beton C60, przy czym w przęśle środkowym na długości 182m beton LC60. Dzięki temu otrzymano mniejsze wartości momentów zginających nad podporami i w przęśle środkowym, a także mniejsze wartości sił poprzecznych przy podporach.

Trwają prace związane z technologią betonów samonaprawialnych. Realizacja idei samonaprawialności polega na umieszczeniu materiału naprawczego wewnątrz kompozytu już na etapie wytwarzania, czyli zanim doszło do uszkodzenia. Dzięki temu środek naprawczy dostępny jest w miejscu i czasie, kiedy staje się niezbędne odtworzenie struktury kompozytu betonowego. Wykorzystanie nanotechnologii w materiałach budowlanych to nie tylko izolacje, ale także betony samoczyszczące zawierające aktywne nanocząsteczki TiO_2 . Ze względu na swoje właściwości tlenki tytanu katalizują procesy rozpadu zanieczyszczeń z powierzchni betonu. Współczesne obiekty to nie tylko funkcjonalność, nośność i trwałość, ale także wygląd. Szansę taką daje stosowanie betonów architektonicznych. Wymienić tu można – oprócz stosowania specjalnego przygotowania powierzchni – fotobeton oraz beton transparentny. Materiałem przyszłości są betony z pamięcią kształtu. Można je uzyskać stosując różne domieszki, które

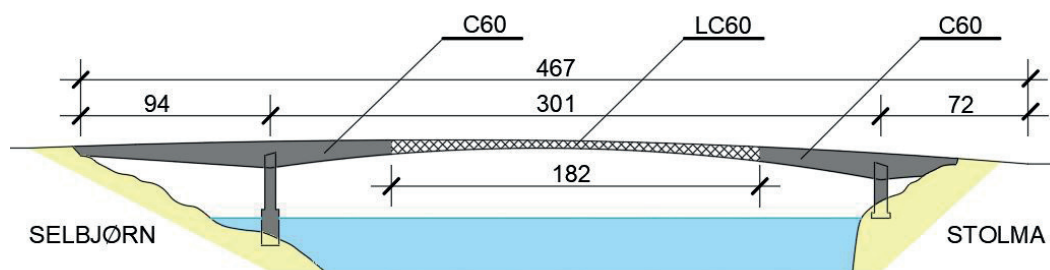
practical activities many remedial operations on concrete elements are performed. In areas difficult to access the technical state of an object can be assessed and defects can be repaired by means of drones [Fig. 26]. They are equipped with cameras and appliances necessary to perform specific tasks [robots – Fig. 27], controlled from the ground or a control quarter. Such repair works require the use of modified materials.

If it is necessary to increase concrete crack resistance, increase fatigue and impact strengths and to a lesser extent, compressive and tensile strength, fibre concrete can be applied. A variety of fibres are used: steel, carbon, glass, aramid, basalt, polymer fibres. Fibres can be applied as reinforcement or prestressing, or as dispersed reinforcement. For instance, the application of Ductal in self-compacting concrete contributed to beat the world record in the span of concrete arch bridges [with no classical reinforcement] – the Sunyonu bridge in Seoul [Fig. 28].

There is a future for lightweight aggregate concrete. The application of LWAC is economical owing to smaller sections of span members, lower specific weight. Not only are the spans dimensions and weight smaller, but also those of supports and their foundations. The Stolma bridge in Norway is an example, with the beam span length of is 301 m compared with the steel bridge record span length of 300 m [Fig. 29]. It is a historic event because “concrete beat steel” in the category of beam bridges.

The Stolma bridge is 467m in length. The spans lengths are 94 + 301 + 72m. For the construction of spans C60 concrete was used, for the midspan at the length of 182m it was LC60 concrete. As a result the values of bending moments above the supports and in midspan were lower, and those of lateral forces at the supports were also lower.

Research is being conducted on the technology of self-healing [self-repairing] concrete. The idea lies in dispensing a healing substance into the composite at the stage of its manufacture, that is before a failure occurs. This healing/ repairing medium is readily available on the spot and at the time when it is necessary to reconstruct the concrete composite composition.



Rys. 29. Most Stolma w Norwegii; przekrój podłużny

Fig. 29. Stolma bridge in Norway; Longitudinal cross-section

charakteryzują się taką pamięcią. Jednak wszystkie wymienione betony „specjalne” są na początkowej drodze rozwoju i dają duże pole do działania naukowego i praktycznego.

5.8. Druk 3D

Druk 3D to bez wątpliwości przyszłość; ale nie tylko w dzisiejszym, lecz przede wszystkim w ulepszonym wydaniu. To kolejne pole do działalności w zakresie materiałów budowlanych. Wymaga zastosowania pełnej automatyzacji; od projektowania architektonicznego i konstrukcyjnego oraz instalacyjnego do elementów wyposażenia i prac wykończeniowych. Zaletą technologii 3D jest łatwe kreowanie różnych wariantów, udział w projektowaniu przyszłego użytkownika oraz określanie kosztów [w całym okresie życia obiektu].

Technologia druku przestrzennego [3D] została opracowana w USA pod koniec XX wieku. Na przestrzeni lat metoda ta stała się zdecydowanie tańsza i znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Jest szczególnie korzystna w przypadku wyrobów i konstrukcji indywidualnych; na przykład protezy [rys. 30]. Omawiana technologia coraz mocniej dobija się także do budownictwa. Przy wykorzystaniu druku 3D w budownictwie potrzebna jest współpraca wielu branż, w tym między innymi:

- inżynierii materiałowej,
- drukarek do podawania materiału,
- metod komputerowych,
- automatyki i robotyki

Częste stosowanie spowoduje zmniejszenie kosztów wykorzystania tej technologii również w budownictwie. Ważnym elementem w technologii druku 3D są drukarki. Mogą one przyjmować różne formy geometryczne i konstrukcyjne; w zależności od potrzeb technologicznych i konstrukcji drukowanego elementu. Mogą być zindywidualizowane lub uniwersalne. Jeden z przykładów pokazano na rysunku 31. Umożliwiają budowę elementów jednolitych [rys. 31] lub z wolną przestrzenią między warstwą zewnętrzną i wewnętrzną [por. rys. 32]. Tę przestrzeń można wypełnić warstwą izolacyjną [por. rys. 33].

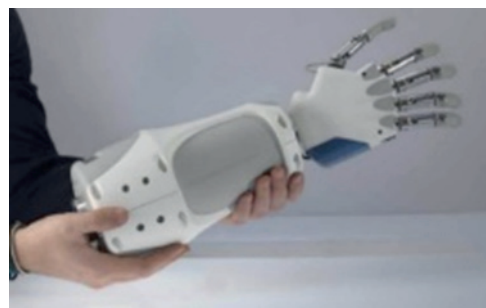
Modele wiernie odzwierciedlają projekt techniczny w postaci trójwymiarowej. Makiety wykonywane są z zachowaniem wszystkich istotnych elementów obiektu: nawet stolarki okiennej i drzwiowej,

The application of nanotechnologies in construction materials is not only insulation, but also self-cleaning concrete containing active TiO_2 nanoparticles. Titanium oxides catalyse the decomposition of pollutants from concrete surface. Today's structures do not stand only for functionality, load-bearing capacity and durability, but also appearance. This chance is offered by the use of architectural concrete. Apart from special preparation of the surface, photoconcrete and transparent concrete can be mentioned. Shape memory concrete is a material of the future. It can be obtained applying various admixtures that can preserve memory. However, all the “special” concretes are still at the initial stage of development and offer much room for scientific and engineering exploration.

5.8. 3D printing

3D printing is unquestionably the future, although not only in today's form, but primarily its improved version. It is another field for activity in the area of construction materials. It requires complete automation; starting from architectural, structural and installation fittings design to furnishings and finishing works. The advantages of 3D technology include easy creation of different variants, participation of the future user in the design process and cost determination [throughout the object's life]. The 3D technology was developed in the USA in the late 20th century. Over the years it has become definitely cheaper and found application in many spheres of life. It is especially favourable in the case of products for individual use, prostheses for instance [Fig. 30]. And it is knocking at the door of construction louder and louder. For 3D printing to be applied in construction cooperation of many branches is required, including:

- materials engineering,



Rys. 30. Proteza (28)

Fig. 30. Prosthesis (28)



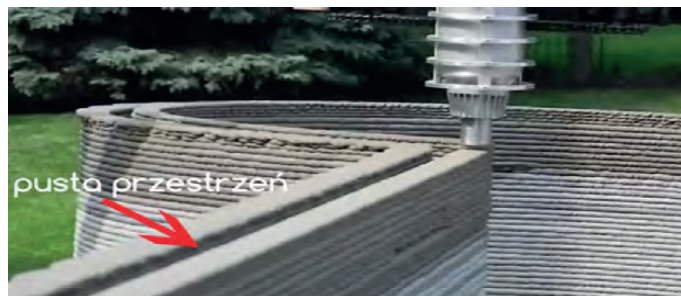
Rys. 31. Przykładowa drukarka 3D (29)

Fig. 31. 3D printer (29)

schodów, ścian nośnych oraz działowych, elementów połączeń dachowej. Technologia druku 3D umożliwia zaprezentowanie odmiennych wersji projektu, dzięki czemu osoba kupująca może zmienić koncepcję określonych fragmentów [np. przesunięcie ścianki działowej] przed fazą realizacji obiektu, co zmniejsza koszty i czas budowy.

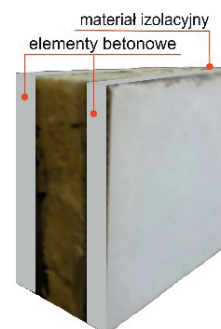
Krajem, w którym technologia druku przestrzennego znajdująca zastosowanie w branży budowlanej rozwija się najszybciej, są Chiny. Jedną z firm w pierwszej połowie 2014 roku wydrukowała 10 domów o powierzchni 200 metrów kwadratowych w ciągu jednej doby. Wyprodukowane obiekty znajdują się w parku technologicznym w Szanghaju, gdzie służą za biura. Materiałem wykorzystanym do wydrukowania domów jest mieszanka betonowa skomponowana z cementu wzmocnionego włóknem szklanym oraz kruszywa pochodzącego z odzyskanych odpadów budowlanych poddanych recyklingowi. Jedynym fragmentem wykonywanym w tradycyjnej technologii jest połacie dachowe. Rozwiązanie znacząco wpłynęło na koszty produkcji oraz na ekologiczność przedsięwzięcia. Warto w tym miejscu wspomnieć działania Prof. M. Kaszyńskiej.

W 2015 roku firma, która rok wcześniej stworzyła jednokondygnacyjne wolno stojące domy w technologii druku 3D, zaprezentowała pierwszy na świecie czterokondygnacyjny budynek mieszkalny [rys. 34]. Konstrukcję w stanie surowym wydrukowano w ciągu pięciu dni. Obiekt w środku posiada wydzielone lokale, a wykończenie elewacji stanowi faktura imitująca cegłę. Materiałem zastosowanym do wznoszenia, tak jak w przypadku wolno stojących domów, była mieszanka betonowa powstała z odzyskanych materiałów budowlanych, włókna szklanego, cementu oraz specjalnych dodatków. Warto podkreślić, że podczas stosowania tradycyjnej technologii budowy występuje pięć grup czynności, natomiast przy wykorzystaniu technologii druku 3D tylko trzy. Potrzebny jest znacznie mniejszy plac budowy [ważne szczególnie na terenach zurbanizowanych]. Bardzo ważny jest także krótki czas budowy oraz minimalizacja ilości odpadów, a także wykorzystanie materiałów korzystnych ze względów środowiskowych, w tym pochodzących z recyklingu. Panorama Dubaju kojarzona jest przede wszystkim z przekraczaniem wszelkiego rodzaju granic architektonicznych. W dzielnicy Warsan wydrukowano w 3D największy na świecie budynek wykonany bezpośrednio na miejscu, gdzie został on zaplanowany [rys. 35]. Obiekt ten został wpisany do księgi rekordów Guinnessa. Największy na świecie budynek wydrukowany



Rys. 32. Ściana z przestrzenią między warstwami (30)

Fig. 32. A wall with a space between the layers (30)



Rys. 33. Wewnętrzna warstwa izolacyjna

Fig. 33. An insulation interlayer

- printers for feeding the material,
- computer methods,
- automatics and robotics.

The more frequently it is used the lower the costs of the use of this technology in construction will be. In 3D printing technology printers are an important component. They can take various geometric and structural forms adequately to the technological requirements and structure of the printed element. They can be personalised or universal. An example is shown in Fig. 31. They enable the construction of solid elements [Fig. 31] or ones with a free space between outer and inner layers [cf. Fig. 32]. This space can be filled with an insulation layer [cf. Fig. 33].

Models accurately reproduce the technical design in a 3D form. The models preserve all the important elements of the object: window and door woodwork, stairs, load bearing and partition walls, elements of roofing. 3D printing technology enables the presentation of different versions of the design, owing to which the potential buyer can change his/her idea of particular parts [e.g. shift a partition wall] before the building is actually erected, which saves both the cost and labour time. 3D printing technology in construction is developing the fastest in China, where in the first half of 2014 a firm printed ten 200 m² houses in a single 24 hour period. The produced objects, used as office space, are exhibited in a park of technology in Shanghai. The material used for printing the houses was a concrete mix composed of glass fibre reinforced cement and aggregate recycled from construction waste. The only part produced in a traditional technology is the roofing. The solution

w 3D bezpośrednio w miejscu docelowym – Dubaj. Przy pomocy tej technologii udało się postawić budynek o wysokości około 9,5 metra oraz powierzchni 640 metrów kwadratowych. Cały projekt realizowany był w całości na miejscu, gdzie budynek został przewidziany, bez żadnych dodatkowych prac montażowych. W czasie budowy wykorzystano wyłącznie z komponentów dostępnych lokalnie.

Przewiduje się [na podstawie dotychczasowych realizacji], że w stosunku do metod tradycyjnych zastosowanie druku 3D spowoduje:

- zmniejszenie zużycia materiałów o 25 ÷ 40 %,
- zmniejszenie kosztów pracy o 45 ÷ 80 %,
- drastyczne skrócenie czasu realizacji projektu,
- zwiększenie bezpieczeństwa pracy,
- zmniejszenie emisji CO₂ o 70%,
- zmniejszenie zużycia energii o 50%.

Bez wątpliwości druk 3D to przyszłość; ale jesteśmy dopiero na początku drogi. Ciekawą możliwością druku 3D jest tak zwany beton roztańczony, którego reklamą może być Marilyn Monroe [rys. 36]. Takie konstrukcje [rys. 37] w wydaniu tradycyjnym byłyby bardzo trudne do wykonania i bardzo drogie ze względu na bardzo skomplikowane deskowanie. Druk 3D nie wymaga deskowania. Potrzebna jest natomiast specjalna mieszanka betonowa. Szczególnie ważny jest początek i koniec wiązania oraz dynamika przyrostu wytrzymałości [musi być duża, aby beton mógł przenieść dodatkowe obciążenia od kolejnych warstw].

6. Uwagi końcowe

Rezultatem lawinowego przyrostu wiedzy i postępu technologicznego jest rosnąca świadomość społeczna narastających i nowych problemów koniecznych do rozwiązania. Zanikają jedne zawody, powstają nowe. Postęp generuje nowe kierunki rozwoju i podobnie – odkrycia generują potrzebę nowych odkryć. Istnieje tutaj pewna analogia do dramatu Syzyfa. Inaczej wygląda współczesne miejsce pracy nie tylko na budowie czy w laboratorium, ale także w biurze. Przysłowiowe ołówek i kartka papieru zastępuje zestaw urządzeń, Przykładowe wyposażenie takiego miejsca pracy pokazano na rysunku 38. Należy przy tym zauważyć, że to jeszcze nie wszystko, co się znajduje na biurkach w pracy, ale także w domach. Bardzo ważny i perspektywiczny jest rozwój metod i urządzeń do badań w laboratoriach i na obiektach rzeczywistych.

W budownictwie jest miejsce na tradycyjne materiały i technologie oraz ich nowe odmiany, a przede wszystkim nowe generacje. Tradycyjne są ciągle ulepszone [większa wytrzymałość, trwałość, izolacyjność]. Bez wątpliwości przyszłość jest przed nowymi rozwiązaniami; tak było w przeszłości, tak jest i teraz. Warto zauważyć, a nawet podkreślić konieczność innych – nawet odległych jak technologie kosmiczne – obszarów wiedzy, nauki i techniki. Nie ulega wątpliwości, że nowe rozwiązania muszą być prośrodowiskowe. Aktualnie przed nauką i techniką stoi poważny dylemat wyboru właściwej drogi dalszego rozwoju [w wymiarze globalnym i lokal-



Rys. 34. Czterokondygnacyjny budynek w technologii druku 3D Szanghaj – Chiny (31)

Fig. 34. A four storey building in 3D technology in Shanghai – China (31)

considerably affected the cost of production and sustainability of the project. In this context it is worthwhile to mention Prof. M. Kaszyńska's activities.

In 2015 the firm, which a year earlier produced single story detached houses in 3D printing technology, presented the first in the world four story residential building [Fig. 34]. The structure in a shell & core state was printed in five days. The building is divided into flats, the façade is finished with a brick imitating material. The building was built from a concrete mix, as in the case of detached houses, produced from recycled construction waste, glass fibre and special admixtures. What should be highlighted is the fact that when the traditional technology is applied, there are five groups of activities involved, while using the 3D printing technology the number is reduced to only three. A much bigger building site is required [which is important in urbanised areas]. A short construction time and waste amount minimisation are important, as well as the use of environment friendly materials, including recycled ones.

The panorama of Dubai is mainly associated with transcending all architectonic boundaries. In the district of Warsan the largest in the world building was printed in 3D technology at the exact location, where it was designed with no additional installation operations [Fig. 35]. The structure was entered in the Guinness record list. The building largest in the world printed in 3D directly at design location – Dubai. The structure is about 9.5 m high and has the area of 640 m². Only locally available components were used.

On the basis of hitherto executed projects it is predicted that compared with the traditional methods the application of 3D printing technology will:



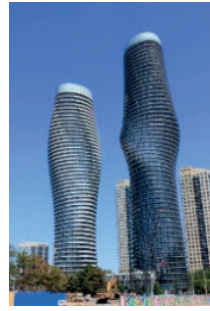
Rys. 35. Budynek w Dubaju (32)

Fig. 35. The building in Dubai (32)



Rys. 36. Marilyn Monroe (33)

Fig. 36. Marilyn Monroe (33)



Rys. 37. Propozycje domów budowanych w technologii 3D w wersji „betonu roztańczonego” (32)

Fig. 37. Houses built in 3D technology in the version of “twisting concrete” (32)



Rys. 38. Współczesne wyposażenie biurka (34)

Fig. 38. A modern desktop (34)

nym]. Chodzi między innymi o zapewnienie względnej równowagi rozwoju „ducha” i „materii”. Coraz większego znaczenia nabiera powiedzenie, że naukę należy stale uzupełniać mądrością.

Uwaga: artykuł powstał na bazie referatu pod tytułem *WSPÓŁCZESNE WYZWANIA NAUKI I TECHNIKI – WYBRANE REFLEKSJE*, wygłoszonego przez autora podczas uroczystej sesji z okazji Jubileuszu 75. lecia Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych, w dniu 26.11.2021 r. Referat ten nie był i nie będzie nigdzie publikowany.

Literatura / References

1. https://media.istockphoto.com/vectors/trying-to-pull-the-stone-up-the-hill-vector-id480141572?k=6&m=480141572&s=612x612&w=0&h=YZtWvH2XKQu6sz9KkrDhFn7SMGx3hmx92z_yffgW64A=
2. https://www.miasto-ogrod-sadyba.pl/files/_processed_/b/9/csm_d9_b8631143f6.jpg
3. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/ff/d/38_2267_Hoentrop_2011-09-17.jpg
4. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/2014_Karwinia-%2C_Dark%C3%B3w%2C_Most_%C5%BCelbetow%01.jpg
5. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Hurricane_lamp_in_dark.jpg
6. www.subito.it
7. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0d/Neil_Armstrong_pose.jpg/1200px-Neil_Armstrong_pose.jpg
8. <https://radartechnologiczny.pl/wp-content/uploads/2021/01/Komputer-stacjonarny.jpg>
9. <https://alebank.pl/wp-content/uploads/2019/01/internet-rzeczy.jpeg>
10. <https://www.euractiv.pl/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/Elektrownia-w%C4%99glowa-800x450.jpg>
11. http://ocdn.eu/images/pulscms/ZDY7MDA_/d86953c35dc61522298f944411593095.jpeg
12. <https://subregion.pl/wp-content/uploads/2019/06/oze-850x450.jpg>
13. <https://bi.im-g.pl/im/ba/f1/>
14. https://ocdn.eu/images/pulscms/ZTg7MDA_/307035e7-23c9-4081-99a7-5129d27214d2.jpeg

- reduce material consumption by 25 ÷ 40 %,
- reduce labour cost by 45 ÷ 80 %,
- dramatically reduce the project execution time,
- increase labour safety,
- reduce CO₂ emission by 70%,
- reduce energy consumption by 50%.

There is no doubt 3D printing is the future, but we are only at the beginning of the road.

There is an interesting possibility of 3D printing the so-called twisting concrete, which may be advertised by Marilyn Monroe [Fig. 36]. In the traditional edition such structures [Fig. 37] would be very difficult to make and very costly because of very complicated formwork. 3D printing requires no formwork. Only a special concrete mix is needed. What is particularly important is the beginning and end of setting and the dynamics of strength increase [it must be high so that the concrete can transfer the additional loading from subsequent layers].

6. Final remarks

The tremendous growth of knowledge together with technological development results in heightened social awareness of increasing and new issues that must be addressed. Some professions disappear, new ones are created. Progress generates new trends of development and similarly – discoveries generate the need of new discoveries. There is a certain analogy with the drama of Sisyphus. Today's workplace looks different not only on a construction site or a laboratory but also in an office. The proverbial pencil and a sheet of paper are replaced by a set of appliances [see an example in Fig. 38]. It should be noted, however, that this not everything that you find on the desks in a workplace, but also at home. The development of methods and appliances for laboratory testing and on real objects is very important, and prospective.

In construction both traditional materials and technologies and their new updated versions, and primarily their new generations can be used alongside. The traditional ones are permanently improved [improved strength, durability, insulation capacity]. There is no doubt there is future for new solutions; it is now as was in the past. The necessity of new – even remote such as space technologies – are

15. Kobylarczyk J.: Uwarunkowania środowiskowe w projektowaniu obszarów mieszkaniowych. Politechnika Krakowska, Kraków, 2019.
16. Furtak K., Śliwiński J.: Materiały budowlane w mostownictwie. WKŁ, Warszawa, 2004.
17. M.F. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Materials: Engineering, Science, Processing and Design. 4th ed., Butterworth-Heinemann, 2019.
18. J. Fortini, Wpływ rzeźby terenu i zabudowy mieszkaniowej na kształtowanie się klimatu lokalnego. Instytut Kształtowania Środowiska. Warszawa, 1985.
19. https://www.polsl.pl/rb/wp-content/uploads/sites/56/2021/02/szklo_3_1.png
20. https://www.elle.pl/media/cache/default_view/uploads/media/default/0004/52/najdluzszy-na-swiecie-szklany-most-w-chinach_1.jpeg
21. J. Małolepszy, K. Łaskawiec, The today and tomorrow of autoclaved aerated concrete. Cem. Wapno Beton **22**(5), 358–370 (2017).
22. G. Zapotoczna-Sytek, Historia autoklawizowanego betonu komórkowego w Polsce. PWN, Warszawa 2019.
23. <http://www.aerogels.pl/>
24. W. Kurdowski, Cement and Concrete Chemistry, Springer, 2013.
25. <https://8.allegroimg.com/original/120280/3fd1353a46d897464d-707d2c61f8>
26. <https://www.mbank.pl/images/blog/blog-mbanku/firmy-rozmiar1/czy-roboty-zabiora-nam-robote-prognozy-dla-rynku-pracy-copy.jpg>
27. <https://mosty.elamed.pl/libs/slir/w720-h720/uploads/mos/news/40404/fot-6-kladka-sunyonu-w-seulu-luk-130-m-2002-r-z-betonu-samozageszczzonego.jpg>
28. <https://dzienniknaukowy.pl/assets/media/protezareki.jpg>
29. <https://mlodytechnik.pl/technika/28916-czy-druk-3d-zrewolucjonizuje-budownictwo>
30. Drukowanie 3D - wszystko co musisz wiedzieć. techtutor.pl
31. <https://www.cnet.com/a/img/qsPlmExvkvQSjdyeww1gLqj73Ec=/1200x675/2015/01/20/615eeda4-ccd5-4ad2-906a-aa04981aca4b/3dprint1.jpg>
32. <https://www.chip.pl/wpcontent/uploads/2019/10/Vv31HzBnRETW-GQVsGUoV7jh29zN1VTtN.jpg>
33. <https://pieknetapety.pl/img/products/11/01/4/1.jpg>
34. <https://thumbs.dreamstime.com/b/absolute-world-dwa-wie%C5%BCemissisauga-ontarion-kanada-budynek-mieszkalny-w-dw%C3%B3ch-wie%C5%BCach-ontario-zako%C5%84czony-r-wie%C5%BCa-wi%C4%99ksza-159569822.jpg>
35. <https://klubjagiellonski.pl/wp-content/uploads/2019/11/pixnio-1098181-725x481.jpg>

as of knowledge, science and technology should be emphasised. It is undeniable that new solutions shall be environmentally-friendly. Science and technology nowadays are faced with a serious dilemma about the proper road of further development [on global and local scale]. The problem concerns, *inter alia*, how to ensure a relative equilibrium between the development of “the spirit” and “the matter”. The saying that science should be complemented with wisdom is becoming increasingly pressing.

Note: The article is based on speech *MODERN CHALLENGES OF SCIENCE AND TECHNOLOGY – SELECTED REFLECTIONS*, delivered by the author during a special session celebrating the 75th anniversary of the Association of Engineers and Technicians of Construction Materials Industry, on Nov. 26, 2021. The manuscript has not been and will not be published anywhere