



Serwis i przeglądy urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych – znaczenie, wymagania prawno-normatywne oraz dobre praktyki eksploatacyjne

Maintenance and inspection of air conditioning and ventilation equipment – importance, legal and normative requirements and good operating practices



Mgr inż. Angelika Baran

ORCID ID: [0009-0005-3832-2261](https://orcid.org/0009-0005-3832-2261)
Wydział Inżynierii Środowiska,
Geodezji i Energetyki Odnawialnej
Politechnika Świętokrzyska
abaran@tu.kielce.pl

Słowa kluczowe: HVAC, klimatyzacja, wentylacja, przegląd techniczny, serwis, efektywność energetyczna

Streszczenie

W artykule przedstawiono zasady organizacji i realizacji serwisu oraz okresowych przeglądów urządzeń klimatyzacyjnych i wentylacyjnych. Omówiono podstawy prawne wynikające z ustaw i rozporządzeń krajowych oraz wybranych aktów Unii Europejskiej, a także odniesienia do aktualnych norm PN-EN i ISO. Szczególną uwagę zwrócono na znaczenie przeglądów w utrzymaniu efektywności energetycznej, higieny systemów HVAC oraz bezpieczeństwa użytkownika. Zaprezentowano przykładowy zakres czynności serwisowych i harmonogram ich wykonywania, a także omówiono doświadczenia zawodowe z praktyki serwisowej.

Keywords: HVAC, air conditioning, ventilation, technical inspection, maintenance, energy efficiency

Abstract

This article presents the principles governing the organization and execution of maintenance services and periodic inspections of air-conditioning and ventilation systems. It discusses the legal foundations arising from national acts and regulations, as well as selected documents of the European Union, and provides references to current PN-EN and ISO standards. Particular attention is given to the role of inspections in maintaining energy efficiency, ensuring hygienic conditions within HVAC systems, and safeguarding operational safety. The paper also outlines a representative scope of service activities and a corresponding maintenance schedule, complemented by professional insights derived from practical field experience.

Wstęp

Systemy klimatyzacyjne i wentylacyjne (HVAC) stanowią integralny element infrastruktury technicznej nowoczesnych obiektów budowlanych. Ich zadaniem jest zapewnienie właściwych warunków mikroklimatu, w tym temperatury, wilgotności oraz jakości powietrza wewnętrznego (Indoor Air Quality – IAQ). Właściwe utrzymanie tych systemów jest kluczowe nie tylko z punktu widzenia komfortu użytkowników, lecz również efektywności energetycznej budynku i bezpieczeństwa sanitarnego.

Brak regularnych przeglądów technicznych może prowadzić do spadku wydajności urządzeń, zwiększenia zużycia energii oraz pogorszenia jakości powietrza (Kaiser 2017). Ponadto, zgodnie z obowiązującymi przepisami, właściciele i zarządcy obiektów są zobowiązani do zapewnienia okresowych kontroli systemów klimatyzacyjnych i wentylacyjnych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie aktualnych wymagań prawnych i normatywnych w zakresie serwisowania systemów HVAC oraz wskazanie dobrych praktyk eksploatacyjnych.

Podstawy prawne i normatywne

Regulacje krajowe

Podstawowym aktem prawnym nakładającym obowiązek kontroli systemów klimatyzacyjnych jest Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz. 1200). Artykuł 23 tej Ustawy zobowiązuje właściciela lub zarządcę budynku do zapewnienia okresowej kontroli efektywności energetycznej systemów klimatyzacji o mocy chłodniczej powyżej 70 kW – nie rzadziej niż raz na 5 lat.

W Rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2022 poz. 1225) zapisano, że przewody i urządzenia instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych należy projektować i wykonywać w sposób umożliwiający ich czyszczenie i konserwację. Dodatkowo obowiązuje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573 z dnia 7 lutego 2024 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych (tzw. rozporządzenie F-gazowe), nakładające obowiązek regularnych kontroli szczelności układów chłodniczych. W aspekcie higienicz-

nym w obiektach medycznych istotne jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą.

Normy europejskie i krajowe

Zakres wymagań dotyczących projektowania, użytkowania i kontroli instalacji HVAC określają między innymi:

- PN-EN 16798-3:2025-10 – Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 3: Wentylacja budynków niemieszkalnych – Wymagania dotyczące właściwości systemów wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń (moduły M5-1, M5-4),
- PN-EN 16798-17:2017-07 – Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 17: Wytyczne dotyczące inspekcji systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych (Moduł M4-11, M5-11, M6-11, M7-11),
- PN-EN 12097:2007 – Przewody wentylacyjne. Wymagania dotyczące elementów ułatwiających konserwację i czyszczenie,
- PN-EN 15780:2011 – Wentylacja budynków – Sieć przewodów – Czystość systemów wentylacji,
- PN-EN ISO 16890:2017 – Przeciwpylowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej - Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji określony na podstawie skuteczności filtracji cząstek pyłu (ePM).

Normy te definiują kryteria oceny stanu technicznego, efektywności energetycznej oraz czystości systemów, stanowiąc podstawę do opracowania procedur serwisowych.

Zakres i częstotliwość przeglądów

Zgodnie z wytycznymi PN-EN 16798-3 oraz PN-EN 16798-17:2017-07, zakres przeglądu powinien obejmować:

- ocenę stanu technicznego jednostek wewnętrznych i zewnętrznych,
- kontrolę szczelności układu chłodniczego,
- czyszczenie wymienników ciepła (skraplaczy, parowników),
- kontrolę i wymianę filtrów powietrza (klasy ePM wg ISO 16890),
- pomiar przepływu powietrza, temperatury i wilgotności,
- sprawdzenie działania automatyki, czujników i zabezpieczeń,
- ocenę czystości kanałów wentylacyjnych (wg PN-EN 15780),
- kontrolę stanu izolacji cieplnej i akustycznej przewodów.

Wszystkie czynności powinny być udokumentowane w raporcie serwisowym wraz z zaleceniami dotyczącymi ewentualnych napraw. W Tabeli 1 przedawniono zalecaną częstotliwość wykonywania przeglądów systemów HVAC.

Większość producentów urządzeń klimatyzacyjnych, w swoich dokumentacjach techniczno-ruchowych (DTR) dotyczących konkretnych modeli, określa wymaganą częstotliwość przeglądów serwisowych w określonym czasie, traktując ich przestrzeganie jako warunek utrzymania gwarancji. Obowiązek ten spoczywa na użytkowniku lub

właścicielu instalacji i ma na celu zapewnienie prawidłowej eksploatacji, zachowanie parametrów pracy urządzenia oraz przedłużenie jego trwałości technicznej.

Znaczenie serwisu w kontekście efektywności energetycznej oraz aspektów higieniczno-zdrowotnych

Sprawność energetyczna systemów HVAC w dużym stopniu zależy od ich czystości oraz stanu technicznego. Zabrudzenie filtrów powietrza prowadzi do zwiększenia oporów przepływu oraz wzrostu spadku ciśnienia w układzie, co bezpośrednio wpływa na zwiększone zapotrzebowanie energetyczne wentylatorów. Jak wskazują badania, wzrost oporów przepływu związany z filtracją powoduje zmiany parametrów pracy systemu, w tym spadek przepływu powietrza oraz zmianę charakterystyki energetycznej instalacji HVAC. Zależność pomiędzy spadkiem ciśnienia na filtrze a zużyciem energii wynika z konieczności pokonania dodatkowych oporów przez układ wentylacyjny (Zhai, 2017; Nassif, 2012). Zgodnie z normą PN-EN 16798-3, ocena efektywności energetycznej systemu powinna być elementem każdej kontroli okresowej, z uwzględnieniem charakterystyki budynku, strat ciepłych i sprawności odzysku ciepła.

Systemy wentylacyjne i klimatyzacyjne stanowią potencjalne źródło zanieczyszczeń biologicznych. W kanałach powietrznych oraz na wilgotnych powierzchniach wymienników mogą rozwijać się bakterie, w tym *Legionella pneumophila*, a także grzyby pleśniowe. Norma PN-EN 15780:2011 definiuje trzy klasy czystości systemów wentylacyjnych: niską (L), średnią (M) i wysoką (H). Dla obiektów o podwyższonych wymaganiach higienicznych (szpitale, laboratoria, serwerownie) zaleca się utrzymanie klasy H.

W praktyce serwisowej stosuje się następujące metody czyszczenia:

Tabela 1. Zalecana częstotliwość przeglądów systemów HVAC
Table 1. Recommended HVAC system inspection frequency

Źródło/Source: Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej. (2024). Rozporządzenie (UE) 2024/573 z dnia 7 lutego 2024 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L, 2024/573; Polski Komitet Normalizacyjny. (2025). PN-EN 16798-3:2025-10 Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 3: Wentylacja budynków niemieszkalnych – Wymagania dotyczące; Polski Komitet Normalizacyjny. (2017). PN-EN 16798-17:2017-07 Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 17: Wytyczne dotyczące inspekcji systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych (Moduły M4-11, M5-11, M6-11, M7-11); Polski Komitet Normalizacyjny. (2011). PN-EN 15780:2011 Wentylacja budynków – Sieć przewodów – Czystość systemów wentylacji; Polski Komitet Normalizacyjny. (2017). PN-EN ISO 16890-1:2017 Przeciwpylowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej – Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji określony na podstawie skuteczności filtracji cząstek pyłu (ePM); Daikin, LG, Mitsubishi Electric. (b.d.). Materiały techniczne producentów.

Typ urządzenia / systemu	Zalecana częstotliwość	Uwagi
Klimatyzatory typu split	2× rocznie (wiosna, jesień)	lub wg DTR Producenta
Centrale wentylacyjne	1× rocznie	Kontrola filtrów co 3–6 miesięcy
Systemy VRF/VRV	2–4× rocznie	Kontrola szczelności zgodnie z F-gaz
Układy z odzyskiem ciepła	1× rocznie	Czyszczenie wymienników
Pompy ciepła powietrze–powietrze	1× rocznie	Sprawdzenie odprowadzenia kondensatu

- mechaniczne (szczotkowanie, odkurzanie przemysłowe),
- pneumatyczne (sprężone powietrze, czyszczenie suchym lodem),
- chemiczne i dezynfekcyjne (środki biobójcze, ozonowanie, UV-C).

Zgodnie z postanowieniami normy ISO 5149:2014 *Mechaniczne instalacje ziemnicze do oziębiania i ogrzewania – Wymagania bezpieczeństwa*, regularna kontrola czystości kanałów wentylacyjnych oraz elementów nawiewnych stanowi istotny element profilaktyki zdrowotnej, ograniczając ryzyko występowania chorób układu oddechowego i podnosząc jakość środowiska wewnętrznego. Należy jednak podkreślić, że norma ta została wycofana i obecnie nie posiada bezpośredniego dokumentu zastępującego, co wymaga interpretacji jej zapisów w oparciu o aktualnie obowiązujące regulacje oraz dobre praktyki inżynierskie.

Dokumentacja serwisowa i wymagania formalne

Zgodnie z PN-EN 16798-17:2017-07, każda kontrola systemu klimatyzacyjnego powinna zakończyć się raportem zawierającym: opis instalacji i urządzeń, wyniki pomiarów parametrów eksploatacyjnych, ocenę efektywności energetycznej, wykaz wykrytych nieprawidłowości, zalecenia dotyczące napraw lub modernizacji.

Dla urządzeń zawierających czynniki chłodnicze, objętych rozporządzeniem F-gazowym wymagane jest prowadzenie rejestru kontroli szczelności. Dane te wprowadza się do krajowego systemu CRO lub do ewidencji przedsiębiorstwa posiadającego certyfikat F-gazowy. Dla urządzeń z czynnikami HFC prowadzi się kartę urządzenia w systemie CRO (UDT). Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/573 brak ewidencji skutkuje karami administracyjnymi. Natomiast z Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. zarządca budynku powinien przechowywać dokumentację przeglądów przez minimum 5 lat.

Analiza doświadczeń eksploatacyjnych w obszarze serwisu i diagnostyki systemów HVAC

Utrzymanie wysokiej sprawności i niezawodności systemów HVAC wymaga wdrożenia zintegrowanego planu obsługi technicznej. Do najważniejszych działań zalicza się zgodnie ze wskazaniem producentów urządzeń:

- opracowanie harmonogramu przeglądów dla poszczególnych urządzeń,
- włączenie systemów HVAC do nadzoru BMS (Building Management System),
- prowadzenie ewidencji zużycia energii i analizy trendów,
- okresowe szkolenie personelu technicznego,
- współpracę z certyfikowanymi firmami serwisowymi posiadającymi uprawnienia SEP i F-gazowe,
- stosowanie oryginalnych materiałów eksploatacyjnych (filtrów, pasków, smarów).

W dużych obiektach (centra handlowe, biurowce klasy A) zaleca się wdrożenie systemu zarządzania utrzymaniem ruchu (CMMS) umożliwiającego bieżące planowanie i archiwizację czynności serwisowych

Z praktyki serwisowej wynika, że regularne wykonywanie przeglądów technicznych urządzeń klimatyzacyjnych pozwala technikom na bieżąco oceniać kondycję układów chłodniczych, a także szybko identyfikować symptomy potencjalnych usterek. Doświadczony technik, analizując parametry pracy układu, jest w stanie określić, czy niewielki ubytek czynnika chłodniczego wynika z warunków eksploatacyjnych (np. naturalnych strat w wyniku procesu serwisowego, minimalnych nieszczelności na złączach serwisowych), czy też może być skutkiem poważniejszej nieszczelności instalacji freonowej. W praktyce serwisowej uzupełnianie niewielkiego ubytku czynnika chłodniczego (do wartości rzędu 5% całkowitej ilości napełnienia układu) jest często wliczane w standardową usługę przeglądu. Z punktu widzenia ekonomicznego jest to korzystne dla Inwestora, gdyż pozwala na zachowanie prawidłowych parametrów pracy urządzenia bez konieczności angażowania osobnej interwencji serwisowej. Brak systematycznych przeglądów skutkuje natomiast koniecznością przeprowadzenia znacznie bardziej złożonej diagnostyki w momencie wystąpienia awarii. W takich przypadkach technicy muszą ustalić rzeczywistą ilość ubytku czynnika, wykonać test szczelności, przeprowadzić próbę ciśnieniową instalacji oraz zidentyfikować przyczynę nieszczelności. Proces ten wymaga większego nakładu pracy, czasu oraz użycia specjalistycznych urządzeń pomiarowych (np. detektorów HFC, zestawów do prób azotowych, pomp próżniowych). Zdarza się, że nieszczelność układu chłodniczego jest na tyle trudna do zlokalizowania, iż technicy serwisowi zmuszeni są do częściowej ingerencji w instalację – poprzez jej rozcięcie w wytypowanych odcinkach w celu eliminacji potencjalnych miejsc wycieku. Po zidentyfikowaniu i usunięciu nieszczelności instalacja zostaje ponownie zlutowana, a następnie poddana próbie szczelności oraz wytworzeniu próżni roboczej, zgodnie z obowiązującymi procedurami serwisowymi. W praktyce oznacza to, że z pozornie niewielkiej awarii może powstać czasochłonny i wymagający technicznie proces naprawy, obejmujący zarówno prace mechaniczne, jak i kontrolno-pomiarowe, które generują dodatkowe koszty eksploatacyjne oraz przestoje w pracy urządzenia.

Obowiązek zgłoszenia ubytku czynnika chłodniczego

Zgodnie z rozporządzeniem *Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2024/573 z dnia 7 lutego 2024 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych*, każdy przypadek uwolnienia czynnika chłodniczego do atmosfery należy niezwłocznie odnotować w karcie urządzenia prowadzonej przez podmiot posiadający certyfikat F-gazowy. W Polsce dane te wprowadza się do Centralnego Rejestru Operatorów (CRO), prowadzonego przez Urząd Dozoru Technicznego (UDT). Obowiązkowi zgłoszenia podlega: ilość uwolnionego czynnika (w kilogramach), rodzaj czynnika (np. R410A, R32, R134a), okoliczności emisji (awaria, serwis, demontaż), sposób postępowania z czynnikiem (odzysk, utylizacja, uzupełnienie). Zgodnie z art. 52 *Ustawy z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową i niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (Dz.U. 2015 poz. 881)*, za niezgłoszenie emisji czynnika lub brak wpisu do CRO grożą kary administracyjne do 30 000 zł oraz cofnięcie certyfikatu F-gazowego przedsiębiorstwa.

Przykład własny z praktyki serwisowej – awaria układu chłodniczego w serwerowni

Podczas jednego z interwencyjnych serwisów technicy zostali wezwani do usterki układu klimatyzacji precyzyjnej w pomieszczeniu serwerowni. Urządzenie sygnalizowało błąd pracy sprężarki. Zgodnie z procedurą diagnostyczną technicy odczytali kod błędu z panelu sterowania – większość producentów posiada zdefiniowaną listę błędów i komunikatów serwisowych, ułatwiających lokalizację usterek. Po wstępnych oględzinach jednostki i konsultacji z autoryzowanym serwisem producenta ustalono, że urządzenie miało zbyt dużą moc chłodniczą w stosunku do zapotrzebowania cieplnego pomieszczenia. W praktyce oznaczało to, że przy niewielkich zyskach ciepła sprężarka wchodziła w wysoki tryb pracy, szybko schładzała powietrze i powodowała częste cykle załączania i wyłączania. Producent zalecił montaż modułu elektronicznego ograniczającego moc sprężarki. Jak się jednak okazało, pierwotną przyczyną problemu były błędne dane dotyczące zapotrzebowania na chłód przekazane na etapie projektowania systemu. W wyniku wielokrotnego przegrzewania sprężarki doszło do jej uszkodzenia oraz zakwaszenia oleju w układzie.

Podczas naprawy wykonano pełen proces serwisowy, tj.:

- odzysk czynnika chłodniczego do butli z odzyskiem,
- demontaż sprężarki i przekazanie jej do ekspertyzy producenta wraz z danymi (masa sprężarki, średnice rur, czas pracy, liczba startów, ostatnie błędy, odczyty czujników),
- wlotowanie nowej sprężarki wraz z filtrem odkwaszającym,
- wykonanie próby szczelności i wytworzenie próżni roboczej w układzie chłodniczym
- napełnienie czynnikiem i ponowny rozruch urządzenia.

Podczas testów końcowych stwierdzono, że urządzenie po 5 minutach pracy osiąga temperaturę zadaną i wyłącza się, a moduł redukcji mocy (obniżenie wydajności o 50%) aktywuje się dopiero po 10 minutach ciągłej pracy. Taki stan mógłby ponownie prowadzić do przeciążenia sprężarki. Po analizie możliwości systemu BMS (Building Management System) ustalono, że klimatyzator pracuje jedynie na pierwszym biegu, bez możliwości dalszej regulacji mocy z poziomu automatyki. Zaproponowano trzy możliwe rozwiązania:

1. zwiększenie zysków ciepła w pomieszczeniu (np. przez dodanie serwerów),
2. zastosowanie dodatkowego źródła ciepła – grzejnika elektrycznego sterowanego z BMS,
3. wymianę urządzenia na jednostkę o mniejszej mocy chłodniczej.

Wariant (3) wymagałby jednak wymiany instalacji chłodniczej zawierającej chłodniczy czynnik HFC, biegną-

cej przez szacht techniczny między piętrami +6 a +13, co wiązało się z wysokimi kosztami inwestycyjnymi i ryzykiem technicznym.

Analizowany przypadek wskazuje, że systematyczne przeglądy okresowe oraz bieżąca ocena rzeczywistych warunków eksploatacyjnych stanowią kluczowy element prewencji awarii. Regularna diagnostyka umożliwia wczesną identyfikację odchyłeń w doborze, konfiguracji lub pracy urządzeń, co znacząco ogranicza ryzyko eskalacji usterek. Ponadto działania te pozwalają personelowi technicznemu na przewidywanie potencjalnych nieprawidłowości oraz formułowanie rekomendacji eksploatacyjnych dla Inwestora, sprzyjających minimalizacji ryzyka przyszłych awarii lub ich całkowitemu wyeliminowaniu.

Podsumowanie

Doświadczenia zawodowe serwisantów potwierdzają, że właściwa diagnostyka i regularne przeglądy techniczne mają kluczowe znaczenie zarówno z punktu widzenia efektywności eksploatacyjnej, jak i ekonomicznej. Regularne przeglądy stanowią warunek utrzymania sprawności, higieny i trwałości systemów HVAC, a obowiązki w tym zakresie wynikają wprost z przepisów krajowych oraz europejskich. Brak systematycznej konserwacji prowadzi do zwiększenia awaryjności, wzrostu kosztów eksploatacyjnych i ryzyka emisji czynników chłodniczych do atmosfery. Wczesne wykrycie niewielkich ubytków czynnika chłodniczego, prawidłowe prowadzenie dokumentacji w Centralnym Rejestrze Operatorów oraz wdrażanie działań prewencyjnych minimalizują ryzyko poważnych awarii i ograniczają straty finansowe inwestora. Dobre praktyki serwisowe, obejmujące terminową konserwację, właściwą diagnostykę oraz stosowanie oryginalnych podzespołów, są istotnym elementem zapewnienia trwałości, bezpieczeństwa i niezawodności współczesnych systemów klimatyzacyjnych i wentylacyjnych.

Bibliografia

- Zhai, Z. J., & Johnson, S. N. (2017). Full-scale laboratory test on energy dependence on pressure drops in HVAC systems. *Procedia Engineering*, 205, 2133-2140. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.138>
- Nassif, N. (2012). The impact of air filter pressure drop on the performance of typical air-conditioning systems. *Building Simulation*, 5(4), 345-350. <https://doi.org/10.1007/s12273-012-0091-6>
- Kaiser, K. (2017). Cel: powietrze o odpowiedniej jakości. Eksploatacja instalacji klimatyzacji i wentylacji. *Chłodnictwo & Klimatyzacja*, (3), 34-41. <https://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/artykuly/267-wydanie-03-2017/4095-cel-powietrze-o-odpowiedniej-jakosci-eksploatacja-instalacji-klimatyzacji-i-wentylacji.html>

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0*.

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license*.