Peizhi Wu*

The University of Manchester, United Kingdom

*Particulate matter PM2.5 in atmospheric air. Part 3**. Study on the differences of indoor PM2.5 pollution in households with different heating systems*

Cząstki PM2,5 zawieszone w atmosferycznym powietrzu. Część III**. Badania różnic w poziomie wewnętrznego zanieczyszczenia powietrza dla różnych systemów ogrzewania

OPEN ACCESS **DOI:** *10.15199/62.2025.12.3*

W sezonie grzewczym przeprowadzono monitoring emisji drobnego pyłu zawieszonego (PM2,5) w 2 tys. gospodarstw domowych na obszarach wiejskich w Chinach. Celem badania było określenie wpływu systemów grzewczych na zanieczyszczenie powietrza. Średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach (100 μg/m^3) znacznie przekraczało stężenie dopuszczalne (50 μg/m^3). Średnie geometryczne stężenia PM2,5 w pomieszczeniach i na zewnątrz w sezonie grzewczym dla wszystkich gospodarstw domowych wyniosły odpowiednio 66 μg/m^3 i 38 μg/m^3, przy średnich arytmetycznych wynoszących odpowiednio 100 μg/m^3 i 52 μg/m^3. Zaobserwowano duże różnice między gospodarstwami domowymi (18–496 μg/m^3). W przypadku wykorzystania do ogrzewania tradycyjnego węgla luzem i tradycyjnej biomasy stężenie PM2,5 w pomieszczeniach wynosiło odpowiednio 161 μg/m^3 i 142 μg/m^3, a w przypadku wykorzystania czystego węgla lub sprasowanej biomasy poziom PM2,5 w pomieszczeniach spadł do 82 μg/m^3. W przypadku gospodarstw domowych ogrzewanych energią elektryczną lub gazem ziemnym stężenie PM2,5 w pomieszczeniach było najniższe.

Słowa kluczowe: : PM2,5, zanieczyszczenie powietrza, obszary wiejskie, paliwo, norma krajowa

Two thousand households in China rural areas were on-site monitored for fine particulate matter (PM2.5) emission in heating season to det. impact of heating systems on air pollution. The av. indoor PM2.5 concn. during the rural heating season was 100 μg/m^3, and significantly exceeded the allowed concn. (50 μg/m^3). The geometric mean concentrations of PM2.5 indoors and outdoors during the heating season for all households were 66 μg/m^3 and 38 μg/m^3, resp., with arithmetic means of 100 μg/m^3 and 52 μg/m^3, resp. High differences between households were obsd. (from 18 μg/m^3 to 496 μg/m^3). In case when traditional loose coal and traditional biomass were used for heating, the indoor PM2.5 concns. were as high as 161 μg/m^3 and 142 μg/m^3. When clean coal or formed biomass were used for heating, the indoor PM2.5 significantly decreased down to 82 μg/m^3. In case of households heated by electricity or natural gas, indoor PM2.5 concn. was the lowest.

Keywords: *PM2.5, air pollution, rural area, fuel, national standard*

Zanieczyszczenie powietrza należy do czynników ryzyka środowiskowego. Stanowi zagrożenie dla zdrowia ludzi i od dawna jest przedmiotem zainteresowania naukowców na całym świecie. Drobny pył zawieszony PM2,5 to zawieszone cząstki o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż 2,5 μm[1–3]. Gdy dostaje się on do układu oddechowego człowieka, może powodować infekcje dolnych dróg oddechowych, raka płuc, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc i inne schorzenia, poważnie zagrażając zdrowiu. Od 2013 r. Chiny wdrożyły szereg polityk i środków kontroli, takich jak „Plan działania na rzecz zapobiegania zanieczyszczeniu powietrza i jego kontroli", dzięki czemu ogólna jakość powietrza w kraju uległa znacznej poprawie[4].

Air pollution belongs to the environmental risk factors. poses a threat to human health, and has been a concern for researchers worldwide for a long time. Fine particulate matter (PM2.5) refers to suspended fine particles with an aerodynamic diameter of less than 2.5 μm[1–3]. When inhaled into the human respiratory system, it can bring lower respiratory tract infections, lung cancer, chronic obstructive pulmonary disease, and other diseases, seriously endangering human health. Since 2013, China has implemented a series of policies and control measures such as the "Action Plan for Air Pollution Prevention and Control", and the overall air quality in the country has been significantly improved[4].

In 2017, in order to achieve the cleanliness of winter heating energy in northern China regions and reduce the impact of coal-fired heating on the atmospheric environ-

**** Address for correspondence/Adres do korespondencji:***
The University of Manchester, Manchester M13 9PL, e-mail: wupeizhi2002@hotmail.com

** *Part 2*/Cz. II, *Przem. Chem.* 2025, **104**, Nr 11, 1094.

W 2017 r., aby w regionach północnych Chin zmniejszyć w zimie wpływ ogrzewania węglowego na środowisko atmosferyczne, kraj ten wydał i wdrożył „Plan czystego ogrzewania w regionie północnym w zimie (2017–2021)". To działanie ma na celu promowanie „podwójnego zastąpienia" węgla gazem/energią elektryczną na obszarach wiejskich 26 miast prefekturalnych w Pekinie, Tianjin i okolicach (znanych również jako „obszary 2+26"). Wcześniejsze badania wykazały, że działanie to skutecznie ogranicza regionalną emisję zanieczyszczeń w okresie zimowym, zmniejsza częstotliwość występowania silnego zanieczyszczenia oraz przyniosło znaczące korzyści dla środowiska i zdrowia[5, 6], takie jak znaczne zmniejszenie stężenia drobnego pyłu zawieszonego w powietrzu i uniknięcie łącznie 64 tys. przedwczesnych zgonów. Jednak w czasie promowania „podwójnego zastąpienia" wystąpiły problemy z dostawami energii i zwiększone obciążenia kosztowe, co spowodowało niewystarczające ogrzewanie i doprowadziło do powrotu do ogrzewania węglem. Problemy te przyciągnęły uwagę społeczeństwa i wywołały dyskusję[7–9]. „Trzyletni plan działania na rzecz wygrania wojny o czyste niebo" Rady Państwa z 2018 r. (Guofa nr 22), wydany przez chińską Radę Państwa w lipcu 2018 r. w celu uzyskania znacznej poprawy jakości powietrza do 2020 r., wyznaczył cel zmniejszenia gęstości PM2,5 o 18% w stosunku do poziomu z 2015 r. oraz poprawy ogólnego wskaźnika liczby dni o dobrej jakości powietrza do 80%. Proponuje się *przestrzeganie zasady* […] *stosowania energii elektrycznej w odpowiednim zakresie, gazu w odpowiednim zakresie, węgla w odpowiednim zakresie oraz ciepła w odpowiednim zakresie, aby zapewnić bezpieczeństwo mieszkańcom regionów północnych w zimowym okresie grzewczym*. Dlatego też w regionach słabo rozwiniętych gospodarczo promowanie zróżnicowanych modeli ogrzewania gospodarstw domowych, takich jak stosowanie czystego węgla lub paliwa z biomasy w połączeniu z czystymi piecami opartymi na lokalnych zasobach, stało się potencjalnym rozwiązaniem przejściowym. Ograniczając emisję zanieczyszczeń z urządzeń grzewczych i zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach, można w pewnym stopniu zmniejszyć obciążenie finansowe dla rządu i mieszkańców oraz poprawić efektywność ekonomiczną. Emisje, wpływ na zdrowie i ocena opłacalności różnych metod ogrzewania również przyciągnęły uwagę badaczy zarówno w kraju, jak i za granicą[10].

W ramach badania przeprowadzono testy terenowe dotyczące stężenia PM2,5 wewnątrz i na zewnątrz budynków w gospodarstwach domowych korzystających z różnych metod ogrzewania w regionach północnych w sezonie grzewczym. Porównano i przeanalizowano zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach oraz różnice między gospodarstwami domowymi stosującymi różne sposoby ogrzewania, a także dokonano ilościowego obliczenia udziału źródeł spalania w pomieszczeniach oraz różnic między gospodarstwami domowymi stosującymi różne sposoby ogrzewania.

ment, the country issued and implemented the "Northern Region Winter Clean Heating Plan (2017–2021)". This action aims to promote the "dual substitution" of gas/electricity for coal in rural areas of 26 prefecture level cities in Beijing, Tianjin, and surrounding areas (also known as the "2+26 areas"). Previous studies have shown that this action effectively reduces regional winter pollutant emissions, reduces the frequency of heavy pollution, and achieves significant environmental and health benefits[5, 6]. For example, significantly reducing the exposure concentration of fine particulate matter once and avoiding a total of 64 000 premature deaths. However, in the process of promoting dual substitution, issues such as energy supply and cost burden have led to problems such as "coal return" and insufficient heating, which have attracted certain social attention and discussion[7–9]. The State Council's "Three-Year Action Plan for Winning the Blue Sky Defense War" 2018 (Guofa No. 22) issued by China's State Council in July 2018 to significantly improve air quality by 2020 set target to decrease PM2.5 density by 18% from 2015 levels, and improve the overall rate of days with good air quality to 80% proposes to "adhere to the principle of starting from reality, using electricity as appropriate, gas as appropriate, coal as appropriate, and heat as appropriate to ensure the safety of people in northern regions for heating and winter". Therefore, in economically underdeveloped areas, promoting differentiated household heating models such as clean coal or biomass fuels combined with clean stoves based on local resource endowments has become a potential transitional solution. While reducing pollutant emissions from heating user terminals and indoor pollution, it can to some extent alleviate the cost burden on the government and residents, and improve unit cost-effectiveness. The emissions, health effects, and cost-effectiveness evaluation of different heating methods have also attracted research attention both domestically and internationally[10].

Field tests on indoor and outdoor PM2.5 concentrations in households with different heating modes in northern regions during the heating season were conducted in the study. The indoor air pollution and differences of households with different heating modes were compared and analyzed, and the contribution of indoor combustion sources and their differences in households with different heating modes were quantitatively calculated.

Experimental

Object of the study

Two thousand rural household in northern rural areas of Shandong, Heilongjiang, Jilin, Hebei, and other regions in China, with 6 heating modes including modern clean energy (electricity, natural gas), transitional energy (clean coal, biomass fuel), and traditional solid energy (traditional biomass, loose coal) were monitored. The

Część doświadczalna

Przedmiot badania

Monitorowano 2 tys. gospodarstw wiejskich w północnych obszarach wiejskich prowincji Shandong, Heilongjiang, Jilin, Hebei i innych regionów Chin, korzystających z 6 rodzajów ogrzewania, w tym nowoczesnych czystych źródeł energii (energia elektryczna, gaz ziemny), energii przejściowej (czysty węgiel, paliwo z biomasy) oraz tradycyjnych paliw stałych (tradycyjna biomasa, węgiel luzem). Gospodarstwa domowe poddawano badaniom poprzez wybór wsi jako jednostek, pobieranie próbek z losowo wybranych gospodarstw lub badanie wszystkich gospodarstw domowych.

Metodyka badań

Badanie przeprowadzono przy użyciu optycznego czujnika PM2,5 wyposażonego w moduły pomiaru temperatury i wilgotności względnej (monitorowanie co 2 min). Czujniki były umieszczane w kuchni lub salonie każdego gospodarstwa wiejskiego, na wysokości ok. 1,5 m, w odległości ponad 0,5 m od ścian i co najmniej 1,5 m od drzwi, okien i pieców. Oprócz wykorzystywania czujników mierzących stężenie PM2,5 na zewnątrz, skorzystano również z danych pochodzących ze stacji monitorowania środowiska znajdujących się w odległości 5–10 km od miejsca badań. Do przetwarzania surowych danych i obliczeń wykorzystano oprogramowanie SPSS Statistics i Python.

households were selected for the study by selecting natural villages as units, randomly sampling or selecting all households.

Methods

The study was carried out by using an optical PM2.5 sensor, equipped with temperature and relative humidity measurement modules (monitoring resolution of 2 min). Sensors are placed in the kitchen or living room of every rural household, with a required height of about 1.5 m, a distance of more than 0.5 m from walls, and a minimum distance of 1.5 m. from doors, windows, and stoves. In addition to sensors measuring outdoor PM2.5 concentration themselves, some areas also collect data from environmental monitoring stations located 5–10 km away from the research site. For the raw data processing and calculations SPSS Statistics and Python software was used.

Results and discussion

The statistical results of indoor PM2.5 concentration in households with different heating modes were shown in Table. The geometric mean concentrations of PM2.5 indoors and outdoors during the heating season for all households are 66 μg/m³ and 38 μg/m³, respectively, with arithmetic means of 100 μg/m³ and 52 μg/m³, respectively

All of them are much higher than the recommended standard of 15 μg/m³ by the World Health Organization (WHO). The indoor concentration ass about twice the

Table. Indoor and outdoor PM2.5 concentrations during the heating season in the study area, μg/m³

Tabela. Stężenia PM2,5 wewnątrz i na zewnątrz budynków w sezonie grzewczym na obszarze objętym badaniem, μg/m³

Position/ Miejsce	*Heating model*/ Sposób ogrzewania	*Geometric mean*/ Średnia geometryczna	*Arithmetic mean*/ Średnia arytmetyczna	*Standard deviation*/ Odchylenie standardowe	*Median*/ Mediana
Indoor/ Wewnątrz	*all households*/wszystkie gospodarstwa domowe	66	100	107	68
	traditional biomass/ tradycyjna biomasa	97	142	147	85
	bulk coal/węgiel luzem	101	161	315	103
	formed biomass/sprasowana biomasa	62	85	117	58
	clean coal/czysty węgiel	64	83	86	59
	natural gas/gaz ziemny	43	69	74	49
	electricity/prąd elektryczny	46	59	52	45
Outdoor/ Na zewnątrz	*all households*/wszystkie gospodarstwa domowe	38	52	46	38
	traditional biomass/ tradycyjna biomasa	36	48	41	35
	bulk coal/węgiel luzem	33	52	37	36
	formed biomass/sprasowana biomasa	39	55	48	39
	clean coal/czysty węgiel	36	45	30	32
	natural gas/gaz ziemny	32	45	49	34
	electricity/prąd elektryczny	54	75	63	58

Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki statystyczne dotyczące stężenia PM2,5 w pomieszczeniach mieszkalnych z różnymi rodzajami ogrzewania przedstawiono w tabeli. Średnie geometryczne stężenia PM2,5 w pomieszczeniach i na zewnątrz w sezonie grzewczym dla wszystkich gospodarstw domowych wyniosły odpowiednio 66 μg/m^3 i 38 μg/m^3, przy średnich arytmetycznych wynoszących odpowiednio 100 μg/m^3 i 52 μg/m^3.

Wszystkie podane w tabeli wartości znacznie przekraczają zalecaną normę 15 μg/m^3 określoną przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Stężenie w pomieszczeniach było ok. dwukrotnie wyższe od wartości stężenia PM2,5 (50 μg/m^3) określonej w normie GB/T 18883-2022 „Normy jakości powietrza w pomieszczeniach", co wskazuje, że zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach na wiejskich obszarach północnych Chin jest nadal stosunkowo poważnym problemem w okresie zimowym. Istnieje znaczna różnica w poziomach PM2,5 w pomieszczeniach między gospodarstwami domowymi korzystającymi z różnych sposobów ogrzewania (18–496 μg/m^3). Średnie stężenie cząstek PM2,5 w pomieszczeniach gospodarstw domowych korzystających z ogrzewania paliwami stałymi było znacznie wyższe niż w przypadku gospodarstw domowych korzystających z innych paliw. W gospodarstwach wiejskich wykorzystujących do ogrzewania tradycyjną biomasę i węgiel luzem średnia geometryczna stężenia PM2,5 w pomieszczeniach w sezonie grzewczym osiągnęła odpowiednio 97 μg/m^3 i 101 μg/m^3. W całym sezonie grzewczym 72% (tradycyjna biomasa) i 79% (węgiel luzem) dziennych wartości PM2,5 przekraczało krajową normę wynoszącą 50 μg/m^3. W gospodarstwach domowych wykorzystujących czysty węgiel i biomasę do ogrzewania średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach w sezonie grzewczym było porównywalne, przy czym odnotowano znaczny spadek w porównaniu z tradycyjnymi paliwami, przy geometrycznych średnich wartościach wynoszących 64 μg/m^3 i 62 μg/m^3, ale w obu przypadkach 50% dziennego stężenia PM2,5 w pomieszczeniach nadal przekracza normę (50 μg/m^3). W przypadku stosowania czystych paliw stężenie PM2,5 w pomieszczeniach było znacznie niższe niż w gospodarstwach domowych korzystających z biomasy lub czystego węgla ($P < 0{,}001$). W gospodarstwach domowych wykorzystujących do ogrzewania głównie gaz ziemny zmniejszył się odsetek wartości przekraczających normę (48%). Stężenie PM2,5 w pomieszczeniach mieszkalnych z ogrzewaniem elektrycznym było najniższe i wynosiło średnio 59 μg/m^3, czyli ok. 20% mniej niż odpowiadające mu stężenie PM2,5 na zewnątrz.

Zasadniczo zastąpienie tradycyjnych źródeł energii energią przejściową może zmniejszyć stężenie PM2,5 w pomieszczeniach o 40–50%. Jeśli jako substytut zastosuje się czyste paliwa, można je zmniejszyć o 50–65%. Zastąpienie tradycyjnych źródeł energią elektryczną miało najlepszy wpływ na zmniejszenie zanieczyszczenia, bo

standard of PM2.5 (50 μg/m^3) in GB/T 18883-2022 "Indoor Air Quality Standards", indicating that indoor pollution in rural areas of northern China is still relatively serious in winter. There is a significant difference in indoor PM2.5 levels between households with different heating modes (18 μg/m^3 to 496 μg/m^3), and the average indoor PM2.5 concentration of households using solid fuel heating is significantly higher than that of using other fuels. In rural households using traditional biomass and loose coal for heating, the geometric average indoor PM2.5 concentrations during the heating season reached 97 μg/m^3 and 101 μg/m^3, respectively. Throughout the heating season, 72% (traditional biomass) and 79% (loose coal) of daily PM2.5 exceeded the national standard of 50 μg/m^3. In households using clean coal and biomass for heating, the average indoor PM2.5 concentration during the heating season is comparable, with a significant decrease compared to traditional fuels, with geometric mean values of 64 μg/m^3 and 62 μg/m^3, but both still have 50% of daily indoor PM2.5 exceeding the standard of 50 μg/m^3. In terms of clean fuels, indoor PM2.5 concentrations were significantly lower than those in households using biomass or clean coal ($P < 0.001$). In households that mainly use natural gas as heating fuel, the proportion of exceeding the standard (48%) has decreased. The indoor PM2.5 concentration in households with electric heating is the lowest, with an average concentration of 59 μg/m^3, which is about 20% lower than the corresponding outdoor PM2.5 concentration.

The degree of indoor PM2.5 reduction varied depending on different substitution paths for households using traditional solid fuels in a clean mode. In general, replacing traditional energy with transitional energy can reduce indoor PM2.5 concentration by 40–50%. If clean fuels are used as a substitute, it can be reduced by 50–65%. Electricity substitution had the best pollution reduction effect, which could reduce indoor PM2.5 by about 60%. Replacing traditional biomass fuels with clean coal and formed biomass resulted in a decrease of approximately 60 μg/m^3 in the average indoor PM2.5 concentration. If replaced with gas heating indoors, the average concentration of PM2.5 decreased by 75 μg/m^3. If replaced with electric heating, the decrease could reach 85 μg/m^3. When using clean coal and biomass instead of loose coal for heating, the average indoor PM2.5 concentration decreased by about 78 μg/m^3. After gas replacement, the average indoor PM2.5 concentration decreased by 93 μg/m^3. After replacing traditional loose coal with electricity, the average indoor PM2.5 concentration decreased by 103 μg/m^3.

Conclusion

Cleaning heating fuels effectively reduces indoor pollution. The substitution of bulk coal and traditional biomass

pozwoliło obniżyć poziom PM2,5 w pomieszczeniach o ok. 60%. Zastąpienie tradycyjnych paliw z biomasy czystym węglem i sprasowaną biomasą spowodowało spadek średniego stężenia PM2,5 w pomieszczeniach o ok. 60 μg/m^3. W przypadku ogrzewania gazowego średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach spadło o 75 μg/m^3. W przypadku zastąpienia ogrzewaniem elektrycznym spadek mógłby wynieść 85 μg/m^3. W przypadku stosowania czystego węgla i biomasy zamiast węgla luzem do ogrzewania średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach zmniejszyło się o ok. 78 μg/m^3. Po zastosowaniu gazu do ogrzewania średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach zmniejszyło się o 93 μg/m^3. Po zastąpieniu tradycyjnego węgla luzem energią elektryczną średnie stężenie PM2,5 w pomieszczeniach zmniejszyło się o 103 μg/m^3.

Wnioski

Czyste paliwa grzewcze skutecznie zmniejszają zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach. Zastąpienie węgla luzem i tradycyjnej biomasy czystym węglem lub sprasowaną biomasą spowodowało zmniejszenie zanieczyszczenia PM2,5 zarówno w pomieszczeniach, jak i na zewnątrz. Najlepsze wyniki uzyskano w przypadku ogrzewania gazem ziemnym lub energią elektryczną.

with clean coal or formed biomass resulted in a decrease of PM2.5 pollution of both indoor and outdoor atmospheres. Best results were achieved when natural gas or electricity were used for heating.

Received/Otrzymano: 21-08-2025
Reviewed/Zrecenzowano: 16-09-2025
Accepted/Zaakceptowano: 12-11-2025
Published/Opublikowano: 17-12-2025

REFERENCES/LITERATURA

[1] H.B. Yue, C.Y. He, Q,X, Huang et al., *Nature Comm.* 2020, **11**, No. 1, 1462.
[2] Y.T. Men, J.P. Li, X.L. Liu et al., *Environ. Pollution* 2021, **288**, 117753.
[3] Z.G. Wang, B.F. Hu, C. Zhang et al., *Environ. Int.* 2022, **169**, 107510.
[4] L. Shu, K. Wang, Z. Liu et al., *Fuel* 2022, **323**, 124305.
[5] L. Ren, J. Tang, Y. Pan et al., *Rock Mech. Rock Eng.* 2024, 1.
[6] G. Yang, D. Song, M. Wang et al., *Energy* 2024, **295**, 131063.
[7] J. Zhang, K.R. Smith, *Environ. Health Perspect.* 2007, **115**, No. 6, 828.
[8] Q. Li, X. Li, J. Jiang, L. Duan, X. Ge, Q. Zhang, J. Deng, S. Wang, J. Hao, *Sci. Rep.* 2016, **6**, 18306.
[9] C.A. Paterson, R.A. Sharpe, T. Taylor et al., *Environ. Res.* 2021, **202**, 111631.
[10] X. Jiang, Y. Luo, B. Zhang, *Atmosphere* 2021, **12**, No. 9, 1211.

WARIANTY PRENUMERATY CZASOPISMA *PRZEMYSŁ CHEMICZNY* W 2026 R. (cena jednostkowa 85,00 zł brutto)

- PRENUMERATA papierowa – **960,00** zł brutto (w tym wysyłka 42 zł brutto), czasopismo tylko w wersji papierowej
- PRENUMERATA cyfrowa – **762,00** zł brutto czasopismo wyłącznie w wersji cyfrowej na Portalu Informacji Technicznej **www.sigma-not.pl**, prenumerator otrzyma na e-mail link aktywacyjny do zaprenumarowanego numeru
- PAKIET PLUS – **1002,00** zł brutto, roczna prenumerata w wersjii papierowej i cyfrowej w promocyjnej cenie oraz bezpłatny dostęp do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej **www.sigma-not.pl**, prenumerator otrzyma na e-mail link aktywacyjny do zaprenumarowanego numeru

PRENUMERATĘ MOŻNA ZAMÓWIĆ:
- telefonicznie: 22 840 30 86, 840 35 89,
- e-mailem: prenumerata@sigma-not.pl,
- listownie: Zakład Poligrafii i Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT Sp. z o.o., il. Ks J. Popiełuszki 21, 01-595 Warszawa
- dokonując wpłaty na konto: Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o. ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa, nr 24 1020 1026 0000 1002 0250 0577

W pakiecie taniej

WYDAWNICTWO *SIGMA-NOT*

Cena brutto zawiera 8% VAT na czasopisma w wersji papierowej oraz cyfrowej. W przypadku zmiany przez ustawodawcę stawki VAT na czasopisma i w konsekwencji zmiany cen brutto, prenumerator zobowiązany jest do dopłaty różnicy.
Dla prenumeratorów zagranicznych obowiązuje cena według kursu waluty NBP (z dnia bezpośrednio poprzedzającego datę wystawienia faktury) plus koszty wysyłki.