Raport z symulacji — koncepcja zagospodarowania działki 25×40 m

Projekt i opracowanie: Brillnet / Piotr Adamski. **Zamawiający:** Inwestor prywatny. **Koncepcja:** v1.1, 2026-11-23.

Zakres: osiem badań obliczeniowych koncepcji — słońce i cienie, obciążenie cieplne, energia z PV, hałas warsztatu, retencja deszczu, wjazd pick-upa, bezpieczeństwo pożarowe, odciąg wiórów — oraz testy funkcjonalności (przepływ materiału, ruch pieszy, ewakuacja).

Status wyników: obliczenia koncepcyjne metodami uproszczonymi. Sprawdzają założenia koncepcji i wskazują zmiany. Nie zastępują projektu branżowego, pomiarów ani opinii rzeczoznawców. Lokalizacja obliczeniowa: Łódź (51,759° N, 19,456° E), działka wzorcowa z dojazdem od północy.

1. Wyniki w skrócie

Nr	Badanie	Kryterium	Wynik	Ocena	Skutek dla koncepcji
1	Słońce i cienie	§ 60 WT: pokoje ≥ 3 h słońca w równonoc (7–17)	najkrócej 3 h 40 min (sypialnia 3)	spełnione	bez zmian; przesłanianie sąsiadów sprawdzić na mapie
2	Obciążenie cieplne (OZC)	moc źródła ≥ obciążenie przy −20 °C	dom 4,4 kW, warsztat 3,2 kW, razem 7,7 kW	pompa 10–12 kW przewymiarowana	**pompa ~9 kW + grzałka 3 kW**
3	PV i bilans energii	—	17,0 MWh/rok; autokonsumpcja DOM 29 %, FIRMA 64 %	DOM nadwyżka, FIRMA niedobór	zalecenie: więcej modułów dla licznika FIRMA
4	Hałas warsztatu	$L_{Aeq,D} \le 50$ dB, $L_{Aeq,N} \le 40$ dB na granicach	maks. 48,2 dB (dzień), 26,7 dB (noc)	spełnione z zapasem 1,8 dB	**brama akustyczna Rw ≥ 30 dB, sufit akustyczny** → 40,8 dB
5	Retencja deszczu	deszcz C = 5 lat zatrzymany na działce	potrzeba 13,1 m^3, było 4,0 m^3 skrzynek	niespełnione	**42 skrzynek w 2 warstwach (~12 m^3) + 3 m^3 retencji w zbiorniku**
6	Wjazd pick-upa 5,9 m	odstęp ≥ 0,25 m od słupków i aut	od wschodu: min. 0,26 m	spełnione	od zachodu manewr korekcyjny; rozładunek tyłem
7	Bezpieczeństwo pożarowe	odległości § 12, § 271; Q ≤ 1000 MJ/m^2; ≤ 12,6 kW/m^2	Q = 713 MJ/m^2; promieniowanie ≤ 9,8 kW/m^2	spełnione	limit magazynu: zapas 1,18 t materiałów palnych
8	Odciąg wiórów	prędkość ≥ 20 m/s w magistrali	Ø200: 8,4–12,5 m/s	niespełnione	**magistrala Ø125**: 18,8–25,4 m/s
9	Testy funkcjonalności	brak kolizji ruchu pieszego z pracą; ewakuacja ≤ 40 m	droga materiału 28,6–33,9 m, 0 przecięć; ewakuacja 9,1 m	spełnione	żywopłot między placem a ścieżką

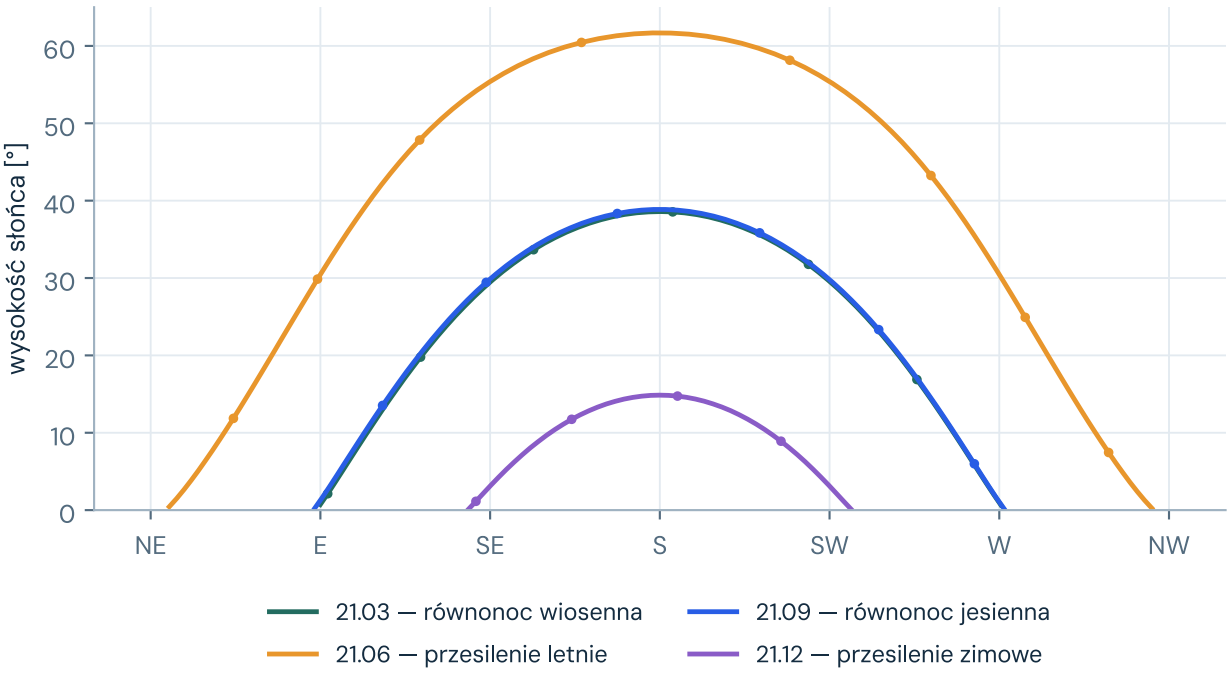
Pogrubione zmiany weszły do koncepcji w rewizji 1.1 (opis techniczny, rozdz. 13; arkusze A-01, A-02, A-04, A-06, A-07, A-08, A-11).

2. Dane wejściowe i założenia

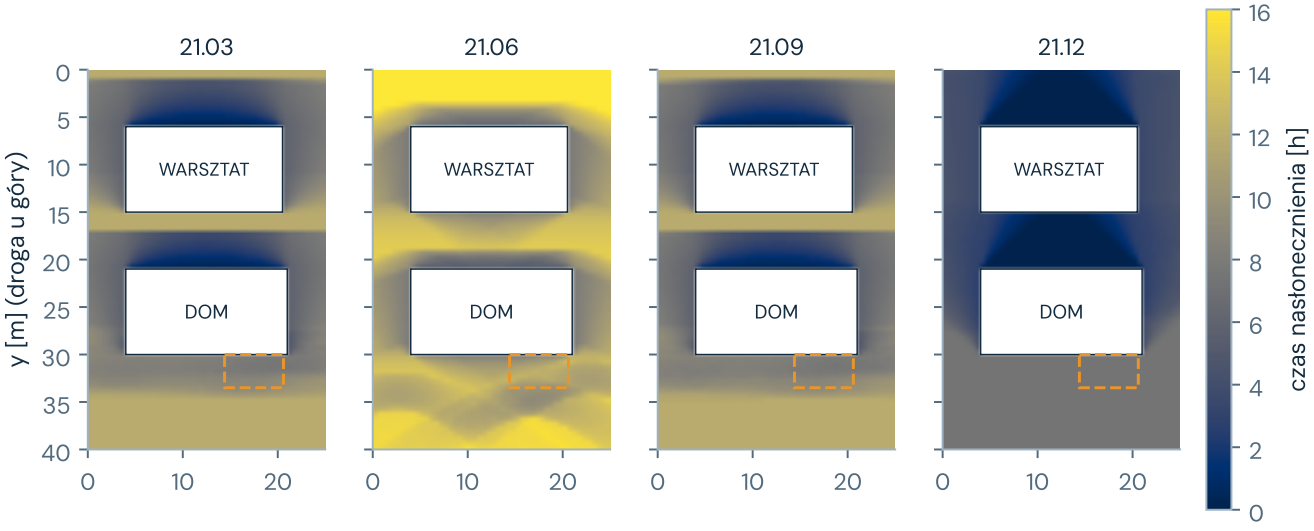
Dane	Wartość	Źródło
Klimat: promieniowanie i temperatura	PVGIS 5.3: SARAH3 + ERA5, lata 2005–2023; średnia roczna temperatura 9,3 °C	Komisja Europejska, JRC — PVGIS
Projektowa temperatura zewnętrzna	−20 °C (III strefa klimatyczna)	PN-EN 12831, załącznik krajowy
Deszcz miarodajny	model Bogdanowicz–Stachý, region centralny	IMGW; wzór wg materiałów PWr
Roczna suma opadu	580 mm	Łódź, średnia wieloletnia
Pojazd obliczeniowy	pick-up pełnowymiarowy (RAM 1500 Crew Cab 5'7"): 5,916 × 2,017 m, rozstaw osi 3,672 m, średnica zawracania 14,40 m	dane producenta (rocznik 2026)
Maszyna kombinowana	LwA 105 dB(A) przy strugarko-grubościówce	instrukcje producentów: 103,9–106,2 dB(A)
Odciąg	3 kW, 1448 m^3/h przy 2400 Pa, maks. 3200 m^3/h	karta katalogowa odciągu klasy H3 z króćcem Ø160
Pompa ciepła	A7/W35 9,0 kW, COP 4,90; A2/W35 9,0 kW, 3,88; A−7/W35 8,9 kW, 3,44	karta katalogowa monobloku R290 9 kW
Gospodarstwo domowe	4 osoby; 3 000 kWh/rok energii na urządzenia; c.w.u. 50 l/os./d	założenie
Warsztat	28,9 kWh na dzień roboczy, 21 dni/mies., praca 7–17	założenie (tabela w rozdz. 5)
Grunt pod rozsączanie	kf = $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (piasek pylasty), wariantowo $5 \cdot 10^{-5}$ i $2 \cdot 10^{-6}$	założenie — do opinii geotechnicznej
Sąsiedztwo	domy jednorodzinne 4 m od granic bocznych	założenie Z-03 koncepcji

3. Badanie 1 — słońce i cienie

Metoda. Położenie słońca algorytmem NOAA (z refrakcją) co 5 minut w czterech dniach: 21.03 i 21.12 (czas zimowy), 21.06 i 21.09 (czas letni). Cienie budynków jako rzuty brył wypukłych (ściany + dach z okapami), drzewa jako kule korony. Okno jest nasłonecznione, gdy słońce stoi przed elewacją (co najmniej 5° od płaszczyzny ściany) i promień do środka okna nie trafia w żadną bryłę — także w okap.



Dzień	Wschód	Zachód	Słońce w południe	Taras: słońce	Ogród: średnio
21.03 (równonoc wiosenna)	5:44	17:56	38,6° o 11:50	8 h 18 min	10 h 49 min
21.06 (przesilenie letnie)	4:24	21:04	61,7° o 12:45	11 h 08 min	12 h 41 min
21.09 (równonoc jesienna)	6:27	18:42	38,9° o 12:35	8 h 16 min	10 h 47 min
21.12 (przesilenie zimowe)	7:48	15:33	14,9° o 11:40	7 h 25 min	7 h 25 min



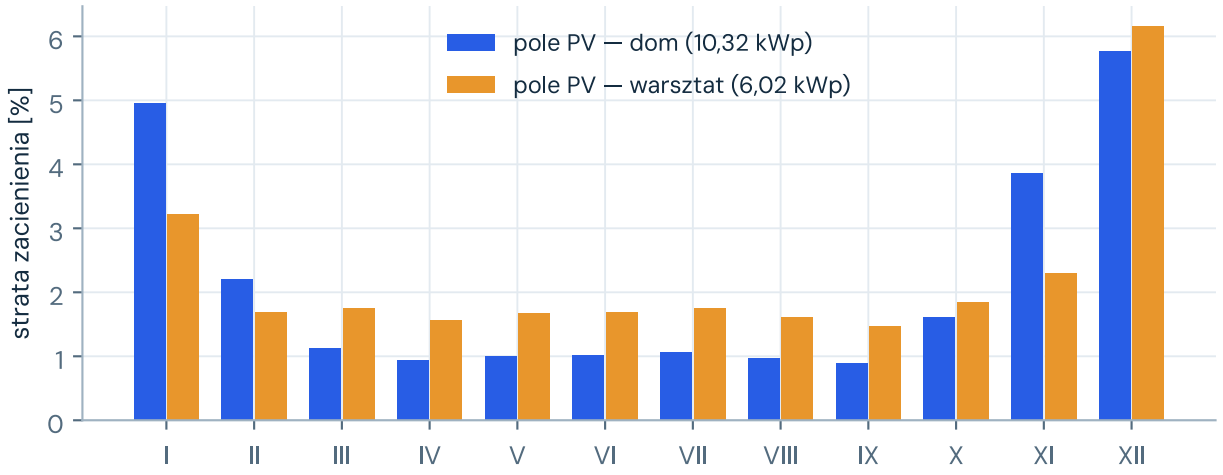
Nasłonecznienie pokoi (§ 60 WT, godziny 7–17 w dniach równonocy).

Pokój	21.03	21.09	Wymóg	Ocena
Sypialnia 3	4 h 30 min	3 h 40 min	3 h	spełnione
Sypialnia główna	9 h 55 min	9 h 45 min	3 h	spełnione
Sypialnia 2	9 h 35 min	9 h 35 min	3 h	spełnione
Gabinet / pokój gościnny	9 h 20 min	9 h 25 min	3 h	spełnione
Kuchnia + jadalnia + salon	9 h 55 min	9 h 55 min	3 h	spełnione

Okap 0,5 m chroni okna południowe przed słońcem letnim: 21 czerwca środek okien sypialni 2 i gabinetu dostaje słońce tylko przez 2 h 30 min rano i wieczorem, a w grudniu — przez cały dzień.

Przesłanianie działek sąsiednich (do sprawdzenia). Na hipotetycznej elewacji wschodniej domu sąsiada z zachodu (4 m od granicy) najkrótszy czas słońca 21.03 w godzinach 7–17 to 2 h 40 min z naszą zabudową wobec 4 h 25 min bez niej. Jeśli sąsiad ma po tej stronie okno jedynego pokoju mieszkania, wynik jest graniczny. Sprawdzić na mapie do celów projektowych z rzeczywistymi budynkami.

Zacienienie modułów PV. Strata roczna od budynków i drzew: dach domu 1,4 %, dach warsztatu 1,9 %. Grzbiet domu (6,55 m) zacienia dolny rząd modułów warsztatu tylko w grudniu i styczniu, rano i po południu.



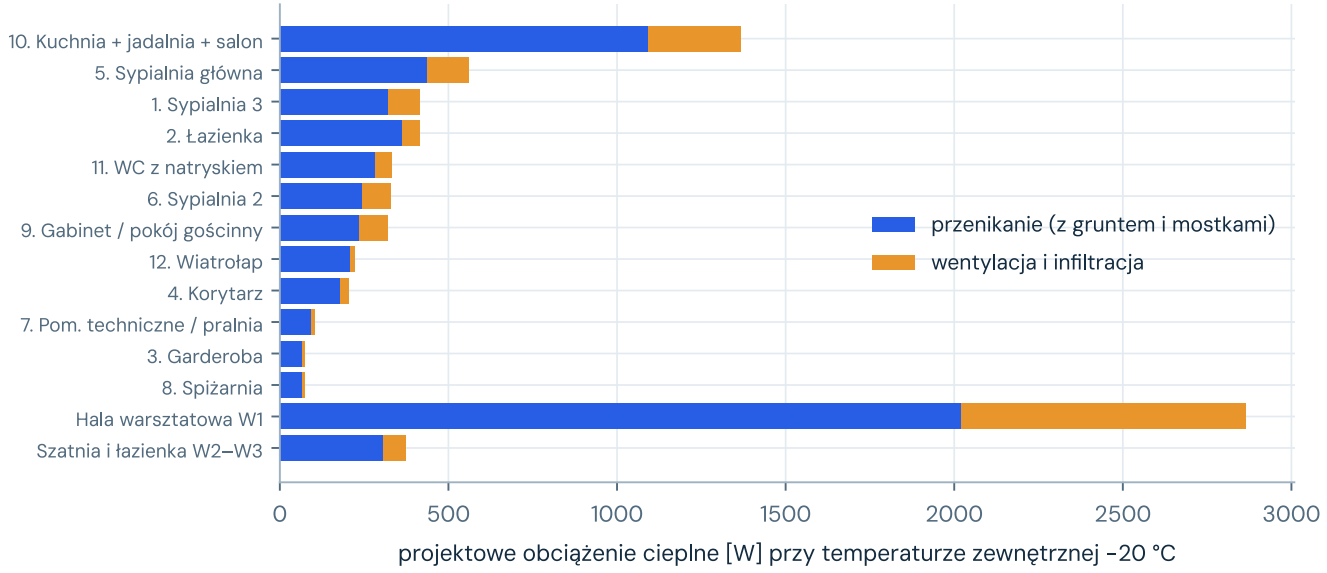
4. Badanie 2 — obciążenie cieplne (OZC)

Metoda. PN-EN 12831, metoda uproszczona: przenikanie z dodatkiem na mostki $\Delta U = 0{,}05$ W/(m²·K), grunt wg PN-EN ISO 13370 (U dla płyty: dom 0,131, warsztat 0,169 W/(m²·K)), infiltracja 2·V·n50·e (n50: dom 1,5 h^{-1}, warsztat 3,0 h^{-1}), wentylacja z odzyskiem ciepła (dom 85 %, warsztat 80 %). Odciąg zimą oddaje oczyszczone powietrze do hali — bez straty. Zapotrzebowanie roczne: metoda miesięczna PN-EN ISO 13790 z zyskami słonecznymi (PVGIS, płaszczyzny pionowe) i wewnętrznymi.

Współczynniki U: ściana domu 0,163, strop domu 0,126, ściana warsztatu 0,177, strop warsztatu 0,149, okna 0,90 W/(m²·K).

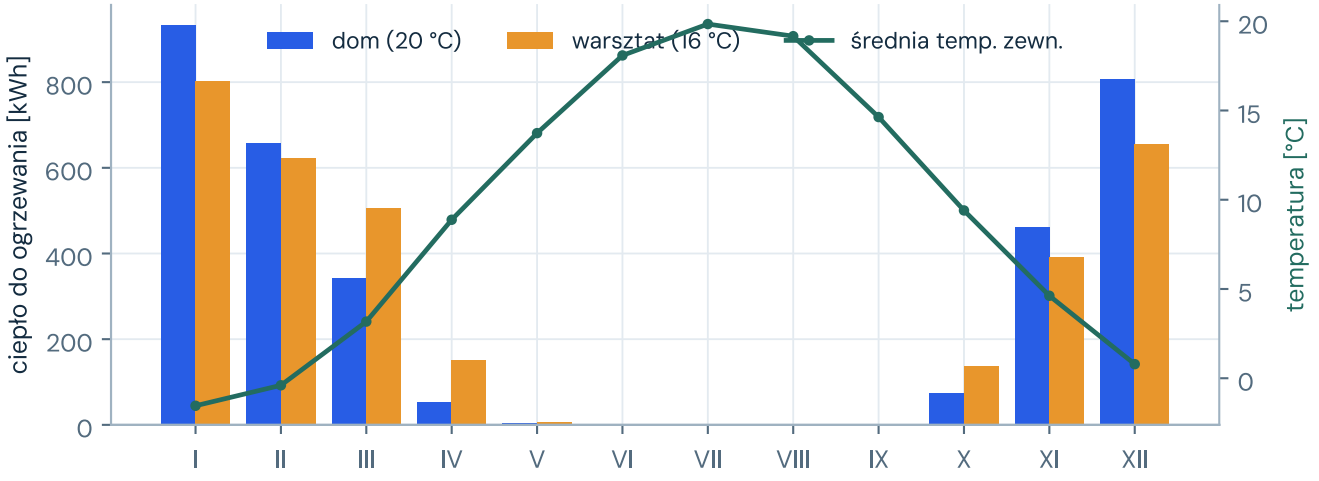
Nr	Pomieszczenie	m²	θi	Obciążenie	W/m²
1	Sypialnia 3	9,60	20 °C	415 W	43
2	Łazienka	7,36	24 °C	415 W	56
3	Garderoba	3,78	20 °C	75 W	20
4	Korytarz	11,78	20 °C	204 W	17
5	Sypialnia główna	12,82	20 °C	561 W	44
6	Sypialnia 2	10,68	20 °C	330 W	31
7	Pom. techniczne / pralnia	5,38	20 °C	105 W	20
8	Spiżarnia	3,78	20 °C	75 W	20
9	Gabinet / pokój gościnny	10,61	20 °C	320 W	30
10	Kuchnia + jadalnia + salon	39,85	20 °C	1 366 W	34
11	WC z natryskiem	4,37	24 °C	333 W	76
12	Wiatrołap	5,98	20 °C	224 W	37
	Dom razem	125,98		**4 421 W**	

Nr	Pomieszczenie	m²	θi	Obciążenie	W/m²
	Hala warsztatowa W1	65,45	16 °C	2 865 W	
	Szatnia i łazienka W2–W3	8,23	20 °C	372 W	
	Razem dom i warsztat			**7 659 W**	



Dobór pompy ciepła. Pompa 9 kW (A–7/W35: 8,9 kW) pokrywa całe zapotrzebowanie do temperatury ok. -17,7 °C. Poniżej pracuje grzałka 3 kW — to kilka godzin w roku. Pompa 10–12 kW z koncepcji 1.0 byłaby przewymiarowana: przy łagodnej pogodzie pracowałaby krótkimi cyklami. Zapas na c.w.u. daje zasobnik 250 l z priorytetem (podłogówka akumuluje ciepło na czas ładowania).

Zapotrzebowanie roczne: dom 3 330 kWh (26,4 kWh/m²), warsztat (16 °C) 3 265 kWh.

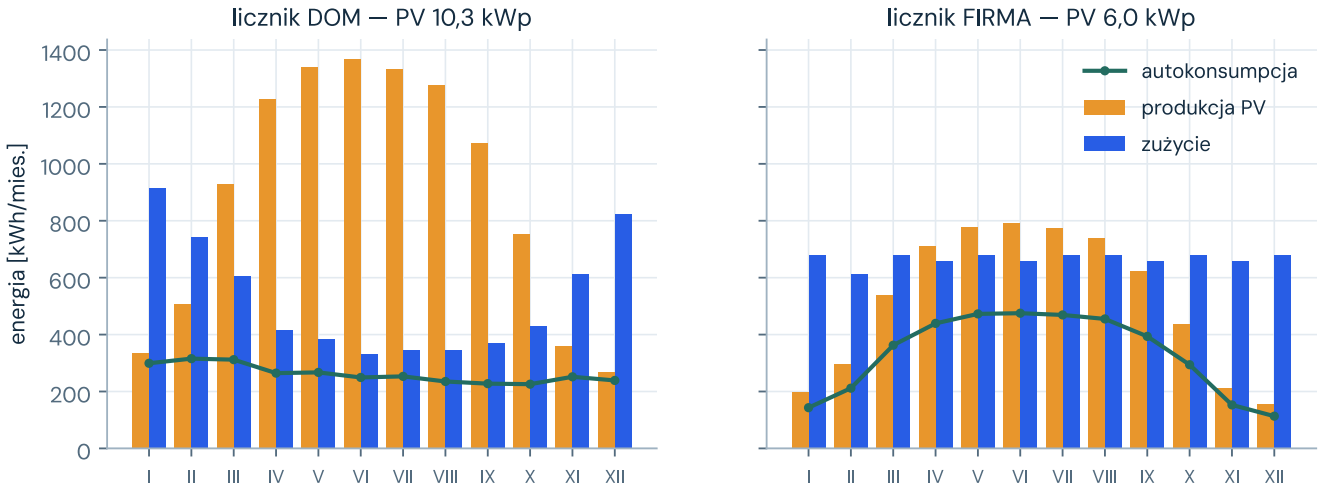


5. Badanie 3 — energia z PV i bilans dwóch liczników

Metoda. Uzysk z PVGIS (35°, azymut S, straty systemowe 14 %, horyzont z modelu terenu): 1 059 kWh/kWp rocznie przed zacienieniem od budynków. Moduły 430 W: dom 24 szt. (10,32 kWp), warsztat 14 szt. (6,02 kWp). Pompa ciepła (ogrzewanie domu i warsztatu, c.w.u.) zasila licznik DOM; ciepło dla firmy rozlicza ciepłomierz. Autokonsumpcja z profili średniej doby roboczej i wolnej każdego miesiąca; c.w.u. ładowana w godzinach 11–14.

Pozycja	DOM	FIRMA
Produkcja PV [kWh/rok]	10 770	6 257
Zużycie [kWh/rok]	6 324	8 000
w tym pompa ciepła: ogrzewanie / c.w.u.	1 671 / 1 092	—
Autokonsumpcja (część produkcji zużyta na miejscu)	29 %	64 %
Pokrycie zużycia z własnej produkcji	50 %	50 %
Bilans roczny (produkcja − zużycie)	4 446	-1 744

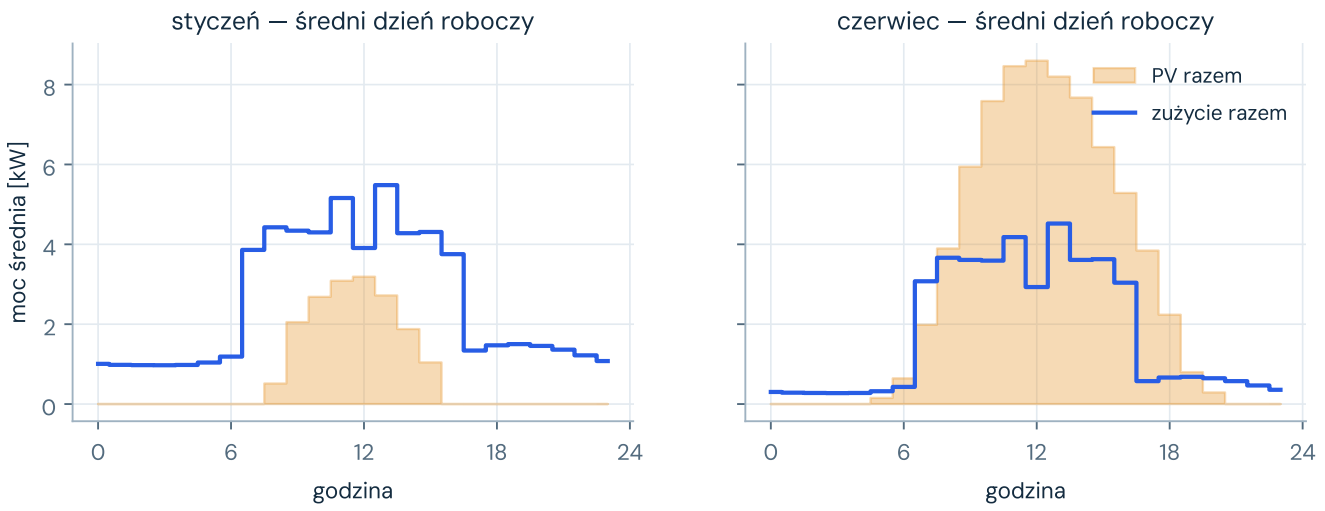
Sezonowy współczynnik efektywności pompy w ogrzewaniu: 3,95.



Wniosek. Pola PV są przydzielone odwrotnie do potrzeb: licznik DOM ma roczną nadwyżkę, a licznik FIRMA — niedobór, choć firma zużywa energię w godzinach produkcji PV i lepiej ją wykorzystuje. Zalecenie do decyzji inwestora: przenieść 6 modułów z pola domu do pola warsztatu (dach warsztatu mieści do 26 modułów w dwóch rzędach). Liczba modułów i moc całkowita bez zmian.

Zużycie warsztatu w dniu roboczym (założenie):

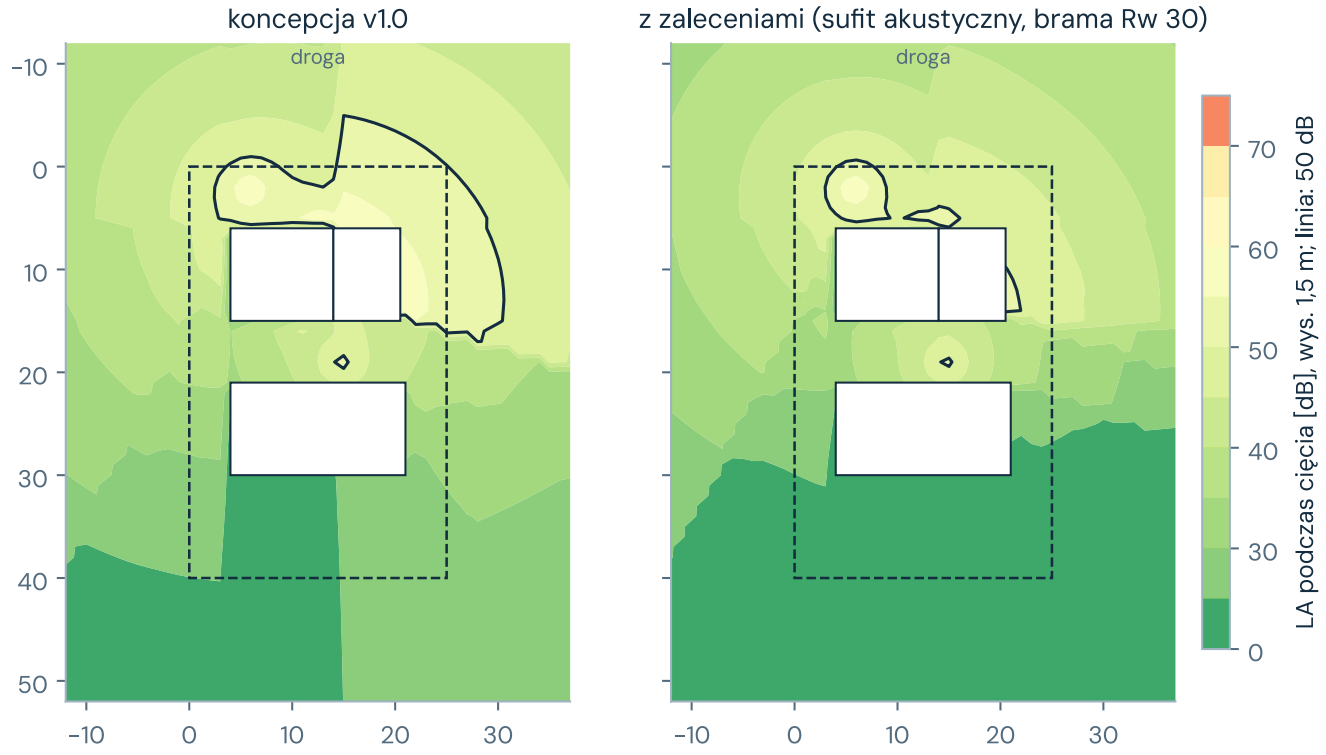
Odbiornik	kWh/dzień
maszyna kombinowana (3 h cięcia, śr. 3 kW)	9,00
odciąg 3 kW (praca z maszynami + wybieg)	10,00
maszyny pomocnicze (piła taśmowa, szlifierka, wiertarka)	3,00
oświetlenie hali (9 opraw LED)	3,00
kompresor, elektronarzędzia, ładowarki	1,75
podgrzewacz przepływowy (umywalka, natrysk)	1,20
wentylacja z odzyskiem ciepła warsztatu	1,00



6. Badanie 4 — hałas warsztatu

Metoda. PN-ISO 9613-2, wartości A z pasmem reprezentatywnym 500 Hz: rozbieżność geometryczna, pochłanianie w powietrzu, wpływ gruntu (metoda alternatywna), ekranowanie budynków (dyfrakcja pojedyncza). Hala jako pole pogłosowe: poziom w hali 99,5 dB(A), czas pogłosu 2,45 s. Przenoszenie na zewnątrz przez ściany, okna, drzwi i bramę wg PN-EN ISO 12354-4. Źródła zewnętrzne: filtr odciągu w obudowie (LwA 68 dB), pompa ciepła (58 dB w dzień, 52 dB w trybie cichym), kompresor (72 dB). LAeq,D liczony dla 8 h dnia: cięcie 2,5 h, odciąg 3,5 h, kompresor 1,5 h, pompa 8 h.

Punkt (wys. 1,5 lub 4 m)	Podczas cięcia	LAeq,D v1.0	LAeq,D v1.1	Noc (pompa)	Limit dzień / noc
granica zachodnia (x = 0)	46,8 dB	42,6 dB	41,2 dB	23,6 dB	50 / 40 dB
granica wschodnia (x = 25)	53,5 dB	48,2 dB	40,8 dB	26,7 dB	50 / 40 dB
granica południowa (y = 40)	29,7 dB	24,6 dB	17,0 dB	1,9 dB	50 / 40 dB
elewacja sąsiada W (x = −4)	43,3 dB	39,0 dB	37,2 dB	21,3 dB	50 / 40 dB
elewacja sąsiada E (x = 29)	50,9 dB	45,6 dB	38,3 dB	23,9 dB	50 / 40 dB

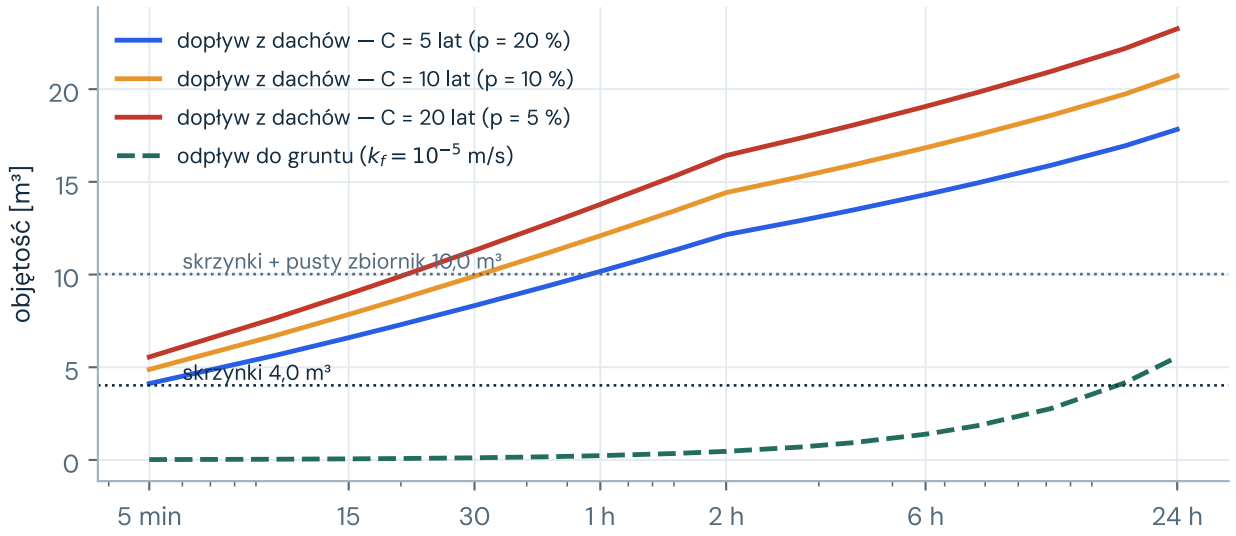


Wniosek. Limity są spełnione, ale na granicy wschodniej zapas wynosi tylko 1,8 dB. Najsłabszy element to brama między halą a wiatą (Rw ≈ 22 dB) — przez otwartą wiatę hałas idzie prosto do sąsiada. Zmiany 1.1: brama segmentowa akustyczna Rw ≥ 30 dB i sufit akustyczny na ≥ 80 % stropu (αw ≥ 0,85). Poziom w hali spada o 6,1 dB, pogłos do 0,60 s — to także ochrona słuchu pracujących. Zapas na granicy wschodniej rośnie do 9,2 dB. Na granicy zachodniej dominuje filtr odciągu (44,1 dB podczas pracy) — wlot i wylot obudowy kierować na północ, ku drodze.

7. Badanie 5 — retencja wód opadowych

Metoda. Deszcz miarodajny wg modelu Bogdanowicz–Stachý (region centralny): P(t, p) = 1,42·t^0,33 + α(t)·(−ln p)^0,584. Dopływ z dachów (rzut z okapami 347 m², współczynnik spływu 1,0). Odpływ do gruntu wg DWA-A 138: kf/2 × powierzchnia infiltracji. Potrzebna pojemność = największa różnica dopływu i odpływu po wszystkich czasach trwania deszczu 5 min – 24 h.

Wariant	Deszcz	Grunt kf	Potrzebna pojemność	Czas krytyczny	v1.0: 4,0 m³ skrzynek
C = 5 lat (p = 20 %)	35,0 mm	1·10⁻4 m/s	9,8 m³	120 min	niespełnione
C = 5 lat (p = 20 %)	45,8 mm	0e+00 m/s	13,1 m³	720 min	niespełnione
C = 5 lat (p = 20 %)	51,4 mm	0e+00 m/s	16,7 m³	1440 min	niespełnione
C = 10 lat (p = 10 %)	41,6 mm	1·10⁻4 m/s	12,1 m³	120 min	niespełnione
C = 10 lat (p = 10 %)	53,6 mm	0e+00 m/s	15,8 m³	720 min	niespełnione
C = 10 lat (p = 10 %)	59,7 mm	0e+00 m/s	19,6 m³	1440 min	niespełnione
C = 20 lat (p = 5 %)	47,3 mm	1·10⁻4 m/s	14,1 m³	120 min	niespełnione
C = 20 lat (p = 5 %)	60,4 mm	0e+00 m/s	18,2 m³	720 min	niespełnione
C = 20 lat (p = 5 %)	67,0 mm	0e+00 m/s	22,1 m³	1440 min	niespełnione

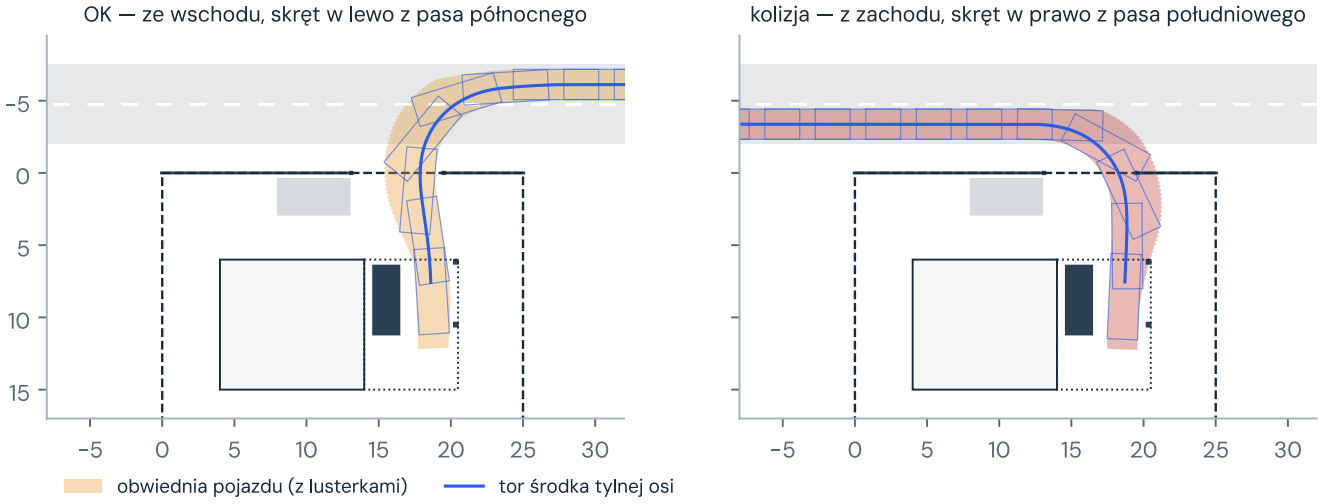


Wniosek. Koncepcja 1.0 (zbiornik 6 m³ do podlewania + 14 skrzynek ~4 m³) nie zatrzymuje deszczu raz na 5 lat: przy pełnym zbiorniku brakuje ok. 9 m³. Zmiana 1.1: zbiornik dzielony — 3 m³ zawsze pustej retencji z odpływem dławionym i 3 m³ na podlewanie — oraz 42 skrzynek w 2 warstwach (pole 3,6 × 4,2 m, 12,1 m³ netto). Pojemność razem 15,1 m³ wobec potrzebnych 12,0 m³. Pole opróżnia się w ok. 31 h. Wynik zależy od gruntu: przed projektem potrzebne badanie chłonności (opinia geotechniczna). Dach zbiera rocznie ok. 181 m³ wody na podlewanie.

8. Badanie 6 — wjazd pick-upa do wiaty

Metoda. Model rowerowy (prędkość manewrowa, bez poślizgu), sterowanie śledzące zadany tor z ograniczeniem skrętu kół. Najmniejszy promień toru środka tylnej osi: 5,32 m (z katalogowej średnicy zawracania). Obwiednia z lusterkami (2,097 m). Jezdnia 5,5 m, 2 m pasa zieleni przed ogrodzeniem (założenie).

Wariant	Wynik	Najmniejszy odstęp	Uwagi
ze wschodu, skręt w lewo z pasa północnego	bez kolizji	0,26 m	szerokość obwiedni przy krawędzi jezdni 3,73 m
z zachodu, skręt w prawo z pasa południowego	kolizja	0,00 m	szerokość obwiedni przy krawędzi jezdni 5,52 m
z zachodu z odbiciem na pas północny	kolizja	0,00 m	szerokość obwiedni przy krawędzi jezdni 3,70 m



Odstępy dla wjazdu od wschodu: słupek bramy E 0,48 m, słup wiaty NE 0,47 m, słup środkowy 0,26 m, auto osobowe 0,95 m, miejsce klienta 2,36 m (auto klienta nie przeszkadza).

Na stanowisku: do auta osobowego 1,07 m, do linii słupów 0,37 m (bok wiaty między słupami jest otwarty), za autem strefa rozładunku 2,47 m.

Wniosek. Wjazd od wschodu odbywa się jednym płynnym ruchem. Od zachodu pojazd nie mieści się w 6-metrowym placu przy prostowaniu toru — potrzebny jeden manewr korekcyjny albo dojazd od wschodu. Do rozładunku warto wjechać tyłem: skrzynia staje przy bramie warsztatu.

9. Badanie 7 — bezpieczeństwo pożarowe

Odległości z modelu (WT 2002):

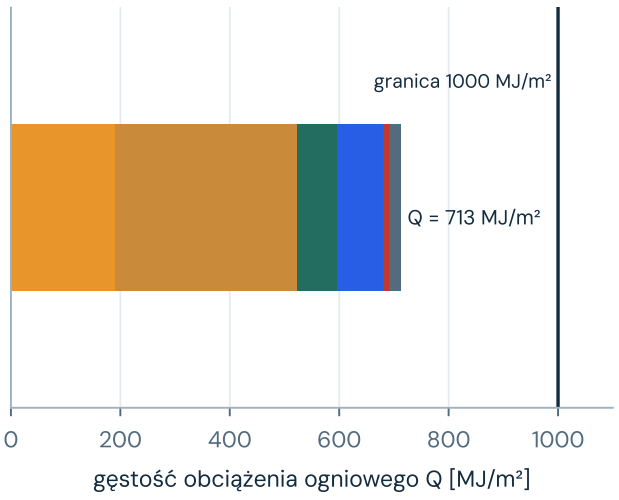
Element	Podstawa	Wymagane	Projekt	Ocena
Dom — warsztat (ściany i dachy NRO, bez otworów)	§ 271 ust. 1, 9	8,0 m → 6,0 m (−25 %)	6,00 m	spełnione
Dom — granica zachodnia (ściana z oknami)	§ 12 ust. 1	4,0 m	4,00 m	spełnione
Dom — granica wschodnia (ściana z oknami)	§ 12 ust. 1	4,0 m	4,00 m	spełnione
Dom — granica tylna (S)	§ 12 ust. 1	4,0 m	10,00 m	spełnione
Warsztat — granica zachodnia (okna)	§ 12, § 272 ust. 1	4,0 m	4,00 m	spełnione
Wiata — granica wschodnia	§ 12	4,0 m	4,50 m	spełnione
Filtr odciągu — dom	§ 271 ust. 3 (brak strefy Ex w budynku)	poza budynkiem	17,50 m	spełnione

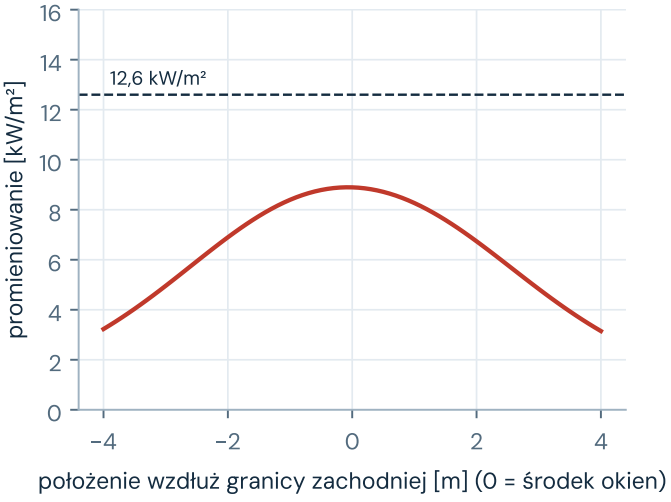
Gęstość obciążenia ogniowego warsztatu (strefa PM, 73,68 m^2):

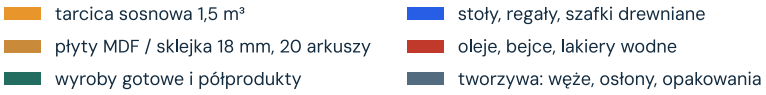
Materiał	Masa [kg]	Ciepło spalania [MJ/kg]	Energia [MJ]
tarcica sosnowa 1,5 m^3 (regał wspornikowy)	780	18	14 040
płyty MDF / sklejka 18 mm, 20 arkuszy	1 360	18	24 480
wyroby gotowe i półprodukty	300	18	5 400
stoły, regały, szafki drewniane	350	18	6 300
oleje, bejce, lakiery wodne (20 l)	20	35	700
tworzywa: węże, osłony, opakowania	40	40	1 600
Razem			**52 520 MJ → Q = 713 MJ/m^2**

Limit 1000 MJ/m^2 odpowiada ok. 4,1 t materiałów drewnianych w strefie. Przy założonym wyposażeniu zostaje zapas ok. 1,18 t. Przekroczenie limitu podnosi wymaganą odległość dom–warsztat do 15 m.

Promieniowanie z otworów hali w pożarze rozwiniętym (natężenie u źródła 168 kW/m^2 — kategoria wysokiego obciążenia ogniowego wg BR 187; kryterium 12,6 kW/m^2): granica zachodnia (okna pasmowe, 4 m) 8,9 kW/m^2, ogrodzenie od drogi (okna N i drzwi, 6 m) 9,8 kW/m^2, granica wschodnia przez wiatę 2,2 kW/m^2. Ściana południowa (do domu) nie ma otworów.



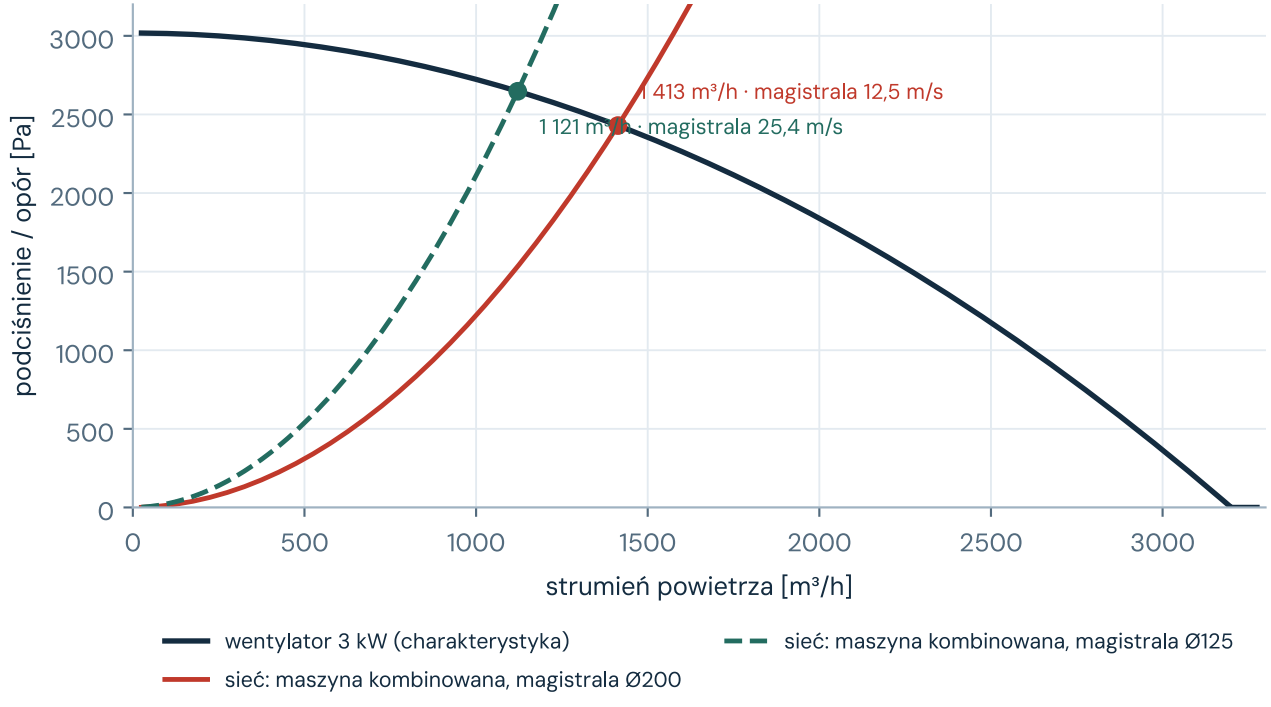




10. Badanie 8 — odciąg wiórów i pyłu

Metoda. Opory przepływu: Darcy–Weisbach (λ wg Swamee–Jaina; stal ocynkowana k = 0,15 mm, wąż karbowany 2 mm) i opory miejscowe (kolana, trójniki, zasuwy, ssawki maszyn). Punkt pracy = przecięcie charakterystyki odciągu z oporem sieci przy otwartej jednej zasuwie. Kryterium: 20 m/s dla wiórów, 18 m/s dla pyłu szlifierskiego.

Maszyna (jedna naraz)	Ø200: strumień	Ø200: magistrala	Ø125: strumień	Ø125: magistrala	Ø125: odgałęzienie
maszyna kombinowana (Ø120)	1 413 m³/h	12,5 m/s	1 121 m³/h	25,4 m/s	27,5 m/s
piła taśmowa (Ø100)	1 078 m³/h	9,5 m/s	909 m³/h	20,6 m/s	32,1 m/s
szlifierka (Ø100)	955 m³/h	8,4 m/s	831 m³/h	18,8 m/s	29,4 m/s



Wniosek. Z magistralą Ø200 prędkość spada do 8–13 m/s: wióry osiadałyby w poziomym kanale pod stropem, a złogi pyłu zwiększają ryzyko pożaru i wybuchu. Zmiana 1.1: magistrala Ø125 i praca jednej maszyny naraz; odkurzanie stołu osobnym odkurzaczem przemysłowym (wąż Ø50 przy otwartej zasuwie dawałby w magistrali tylko 2–5 m/s). Odciąg 3 kW wystarcza.

11. Testy funkcjonalności

Test	Wynik
Droga materiału: rozładunek: skrzynia pick-upa → brama warsztatu (auto wjechało przodem)	10,1 m
Droga materiału: rozładunek: skrzynia pick-upa → brama warsztatu (auto wjechało tyłem)	4,8 m
Droga materiału: brama → regał tarcicy i płyt (ściana S)	5,1 m
Droga materiału: regał → maszyna kombinowana (strona podawania)	4,4 m
Droga materiału: maszyna → stół montażowy przy oknach N	4,1 m
Droga materiału: stół montażowy → drzwi N → plac (odbiór przez klienta)	10,2 m
Droga materiału razem (auto przodem / tyłem)	33,9 m / 28,6 m, bez cofania się materiału
Domownicy: furtka → drzwi wejściowe	25,8 m, 0 przecięć z ruchem materiału i pojazdów
Klient: miejsce postojowe → drzwi warsztatu	4,8 m, bez wejścia w strefę mieszkalną
Ewakuacja z hali: najdalszy punkt → drzwi N	9,1 m (limit 40 m)
Wyjścia z domu	drzwi wejściowe E (100 × 210), drzwi tarasowe HS S (300 × 230)

Ścieżka domowników biegnie 0,4–0,7 m od placu i wiaty. Zalecenie: żywopłot lub ogrodzenie 1,0 m wzdłuż wschodniej krawędzi placu.

12. Ograniczenia

- Obliczenia są koncepcyjne: model budynków bez detali (attyki, kominy, rynny), zieleń w postaci uproszczonej, sąsiedztwo hipotetyczne.
- Hałas: jedno pasmo reprezentatywne zamiast widma oktawowego; izolacyjność przegród z wartości katalogowych. Wynik potwierdza pomiar po uruchomieniu warsztatu.
- OZC: metoda uproszczona; projekt instalacji wymaga pełnego obliczenia wg PN-EN 12831-1 z rzeczywistymi przegrodami i mostkami.
- Retencja: przepuszczalność gruntu założona; obowiązuje wynik badań geotechnicznych.
- Pożar: Q i promieniowanie wyznaczono dla założonego wyposażenia; wiążące jest obliczenie rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.
- Energia: profile zużycia założone; finanse (taryfy, net-billing) poza zakresem.

13. Źródła

- PVGIS 5.3 (JRC, Komisja Europejska) — dane promieniowania i temperatury: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/
- Wzór Bogdanowicz-Stachý (region centralny): materiały dydaktyczne Politechniki Wrocławskiej, „Kanalizacja cz. 1”

- Weryfikacja modelu Bogdanowicz–Stachý (Licznar i in.): https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-e7f4f77c-032c-4f9f-baeb-2cf7a2c13aa1/
- WT 2002, § 60 — nasłonecznienie pomieszczeń: https://arslege.pl/naslonecznienie-pomieszczen/k218/a23207/
- Strefy klimatyczne i temperatury projektowe: https://iaq.is.pw.edu.pl/wp-content/uploads/d2_s6_04.pdf
- Średnia roczna suma opadów w Łodzi (Acta Geographica Lodziensia): https://journals.ltn.lodz.pl/Acta-Geographica-Lodziensia/article/download/643/582/1125
- Dane pojazdu obliczeniowego (RAM 1500 2026): https://www.carexpert.com.au/ram/1500/2026/exterior-and-dimensions
- Hałas strugarko-grubościówek (instrukcje producentów): https://www.manualslib.fr/manual/335379/Scheppach-Plana-3-1C.html?page=15 · https://www.manualslib.com/manual/2197031/Jet-Rdj-310-M.html?page=6
- Odciąg klasy H3 3 kW, Ø160 (karta katalogowa): https://www.felder-group.com/lt-lt/produktai/nusiurbimo-įranga/clean-air-dust-extractor-rl-160—160-mm.html
- Monoblok R290 9 kW (karta katalogowa): https://gp1prod.lg.com/content/dam/channel/wcms/pl/business/download/airsolution/LG_2024_Therma-V-R290-Monobloc_20240321_221354458_.pdf
- BR 187 „External fire spread" (BRE, 2014) — kryterium 12,6 kW/m^2: https://core.ac.uk/download/188621739.pdf
- Dopuszczalne poziomy hałasu (Dz.U. 2014 poz. 112): https://api.sejm.gov.pl/eli/acts/DU/2014/112/text.html