

architektura i urbanistyka

O projektowaniu architektury
miejsc pracy

Tom 1.
Architektura zakładów
produkcyjnych

Marek Bystron
Wojciech Duliński
Maciej Złowodzki

Kraków 2022



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

**O projektowaniu architektury
miejsc pracy**

Tom 1.

**Architektura zakładów
produkcyjnych**

architektura i urbanistyka

O projektowaniu architektury
miejsc pracy

Tom 1.
Architektura zakładów
produkcyjnych

Marek Bystron
Wojciech Duliński
Maciej Złowodzki

Kraków 2022

PRZEWODNICZĄCY KOLEGIUM REDAKCYJNEGO WYDAWNICTWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Tomasz Kapecki

PRZEWODNICZĄCA KOLEGIUM REDAKCYJNEGO WYDAWNICTW DYDAKTYCZNYCH

Agata Zachariasz

REDAKTOR SERII – ARCHITEKTURA

Elżbieta Waszczyszyn

RECENZENCI

Wojciech Bonenberg

Edwin Tytyk

KOORDYNATORZY PROJEKTU

Otmar Vogt

Małgorzata Kowalczyk

REDAKTOR WYDAWNICZY

Agnieszka Filosek

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Ilona Turowska

SKŁAD I ŁAMANIE

Małgorzata Murat-Drożyńska

PROJEKT OKŁADKI

Karolina Szafran

Tekst został opublikowany w ramach projektu „Programowanie doskonałości – PK XXI 2.0. Program rozwoju Politechniki Krakowskiej na lata 2018-2022”.

Dofinansowanie z Europejskiego Funduszu Społecznego: 18,048,774.96 PLN

© Copyright by Politechnika Krakowska

© Copyright by Marek Bystron, Wojciech Duliński, Maciej Złowodzki



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Edycja online

eISBN 978-83-67188-17-3

10 ark. wyd.

Wydawnictwo PK, ul. Skarżyńskiego 1, 31-866 Kraków; 12 628 37 25, fax 12 628 37 60

wydawnictwo@pk.edu.pl

www.wydawnictwo.pk.edu.pl

Adres korespondencyjny: ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



SPIS TREŚCI

1. O polskiej literaturze tematu.....	6
2. Pochwała przemysłu.....	10
3. Przemysł w Polsce w minionych czasach	17
4. Przemysł w Polsce obecnie	21
5. Okres poprzemysłowy.....	24
6. Korzyści i zagrożenia stwarzane przez cywilizację techniczną.....	27
7. Wizja przyszłości produkcji materialnej – Przemysł 4.0.....	32
8. Problem bezrobocia technologicznego.....	38
9. Idea sztucznej inteligencji i wizje przyszłości	41
10. Niepewność i kontrowersje w wizjach przyszłości.....	45
11. O architekturze przemysłu przyszłości.....	51
12. Swoistości architektury przemysłowej	53
13. O tendencjach w lokalizacji zakładów produkcyjnych.....	58
14. Strefowanie poziome i zagospodarowanie terenu zakładu przemysłowego	66
14.1. Przedpole zakładu przemysłowego	67
14.2. Ogrodzenie zakładu przemysłowego wraz z portierniami i strażnikami	70
14.3. Zaplecze socjalne	74
14.4. Strefa produkcyjna	80
14.5. Środowisko pracy	90
14.6. Strefa magazynów.....	99
14.7. Strefa zaplecza technicznego.....	111
15. Drogi dojazdów, parkingi, podjazdy, place manewrowe i przejścia piesze	113
15.1. Ruch pracowników i interesantów	114
15.2. Transport towarowy	115
15.3. Akty normatywne.....	115
15.4. Podstawowe elementy techniczne wewnętrznych układów drogowych w zakładach przemysłowych (ryc. 62 i 63)	116
16. Aspekty techniczno-materiałowe obiektów socjalno-administracyjnych i produkcyjno-magazynowych	128
17. Aspekty estetyczno-wrażeńiowe.....	153
Bibliografia	171
Spis i źródła ilustracji.....	174
Spis tabel.....	182

1. O POLSKIEJ LITERATURZE TEMATU

Intensywna industrializacja Polski po okresie powojennej odbudowy wpłynęła na rozwój piśmiennictwa poświęconego przemysłowi, w tym także aspektom kształtowania architektury przemysłowej. W owym czasie był to w przeważającej mierze przemysł o skali dużych i wielkich zakładów, a czasem i o charakterze kombinatów przemysłowych, głównie przemysłu ciężkiego, wydobywczego, surowcowego, mechanicznego, stoczniowego i chemicznego, realizowanego przez scentralizowaną gospodarkę państwową. Z poważnych, całościowych ujęć w formie dużych, książkowych opracowań najpopularniejsze i niejako profilujące były dwie pozycje:

- ***Projektowanie zakładów przemysłowych – tendencje postępu*** (1962), autorstwa Czesława Bąbińskiego, szeroko, wielowątkowo i precyzyjnie ujmująca całokształt zagadnień¹;
- ***Obiekty socjalne w zakładach przemysłowych*** (1974), autorstwa Waltera i Hilde Hennów, tłumaczenie niemieckiej pozycji *Sozialbauten der Industrie* (1966), nader precyzyjnie ujmujące i ilustrujące przykładami całokształt aspektów projektowania urządzeń socjalnych w przemyśle.

Ponadto ukazało się kilka opracowań cząstkowych, o charakterze monograficznym. I tak:

- ***Zblokowane budynki przemysłowe*** (1969), autorstwa Karla Schmidta, tłumaczenie niemieckiej pozycji *Kompakte Industriegebäude* (1964), szeroko ujmujące zalety, uwarunkowania i rozwiązania budowlane w blokowaniu obiektów przemysłowych;
- ***Projektowanie architektoniczne zakładów przemysłowych*** (1974), autorstwa Zdzisława Arcta, omawiające aktualne wówczas tendencje w kształtowaniu obiektów przemysłowych z uwypukleniem aspektów techniczno-budowlanych²;
- ***Kształtowanie wnętrz produkcyjnych*** (1986), autorstwa Zygmunta Mirskiego,

¹ Czesław Bąbiński (1915–1997) był profesorem nauk technicznych Politechniki Warszawskiej, a w latach 1952–1956 ministrem budownictwa przemysłowego.

² Zdzisław Arct (1923–1986) był profesorem nauk technicznych Politechniki Krakowskiej, kierownikiem Zakładu Metodologii Projektowania Budownictwa Ogólnego i Przemysłowego, a zarazem twórczym projektantem. Paradoksalnie największy rozgłos przyniósł mu projekt siedziby NOT w centrum Krakowa (współautorzy koncepcji: Ewa Dworzak-Żak, Ludwik Konior i Krzysztof Leśnodorski). Rozpoczęta budowa została wstrzymana po wzniesieniu szkieletowej, blisko stumetrowej konstrukcji (1979), pozostając nieukończoną przez niemalże 40 lat i zyskując niechlubną nazwę – *Szkieletor*.

ujmujące kompleksowo problematykę projektowania wewnątrz zakładów produkcyjnych i omawiające liczne tego aspekty, takie jak uformowanie, kolorystyka, bezpieczeństwo, ergonomia, oświetlenie naturalne i sztuczne oraz akustyka³.

Silnym ośrodkiem zajmującym się architekturą i budownictwem dla przemysłu, a także problematyką zagospodarowania terenów przemysłowych był Wydział Architektury Politechniki Śląskiej w Gliwicach. I tak badania, analizy i studia zaowocowały następującymi pozycjami:

- ***Infrastruktura społeczna i przyrodnicza przemysłu. Stan istniejący. Prognozy rozwoju*** (1987). Monografia naukowa autorstwa Elżbiety Nezabitowskiej omawiająca głównie aspekty społeczne i środowiskowe w planowaniu przestrzennym i urbanistyce przemysłu⁴;
- ***Kształtowanie przestrzenne przemysłu na obszarach silnie zurbanizowanych*** (1988). Monografia naukowa autorstwa Niny Juzwy szeroko ujmująca kryteria, uwarunkowania i tendencje w strategii rozmieszczania, planowania i kształtowania zakładów przemysłowych w strukturach miejskich regionów silnie uprzemysłowionych⁵;
- ***Wybrane zagadnienia projektowania architektonicznego zakładów przemysłowych*** (1990), praca zbiorowa pod redakcją J. Tadeusza Gawłowskiego i Elżbiety Nezabitowskiej. Jest to obszerne opracowanie o charakterze kompendium dydaktycznego, zawierające podstawowe informacje potrzebne dla projektowania obiektów przemysłowych według stanu wiedzy z końcowego okresu doby industrializacji i centralnego planowania socjalistycznego⁶;
- ***Problemy przekształceń terenów poprzemysłowych*** (1998), monografia naukowa autorstwa Krzysztofa Gasidły. Omówiono tu narastający w Polsce problem rewitalizacji i nowych zagospodarowań obszernych terenów poprzemysłowych, zwłaszcza po przemyśle ciężkim i wydobywczym, w związku z przekształceniami wynikającymi

³ Zygmunt Stanisław Mirski (1921–2012), doktor nauk technicznych, był projektantem obiektów przemysłowych w Centralnym Ośrodku Badawczo-Projektowym Bistyp w Warszawie, a zarazem współtwórcą polskiego ruchu ergonomicznego (Polskie Towarzystwo Ergonomiczne i Komitet Ergonomii Polskiej Akademii Nauk).

⁴ Elżbieta Danuta Nezabitowska (ur. 1945) – profesor nauk technicznych na Politechnice Śląskiej w Gliwicach z doświadczeniem w projektowaniu obiektów dla przemysłu i specjalizująca się w ocenie jakości architektury, programowaniu i zarządzaniu budynkami, a także zajmująca się budynkami biurowymi i inteligentnymi. Praca *Infrastruktura społeczna i przyrodnicza przemysłu. Stan istniejący. Prognozy rozwoju* z roku 1987 była podstawą do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

⁵ Nina Stefania Juzwa (ur. 1935) – profesor nauk technicznych na Politechnice Śląskiej w Gliwicach, gdzie na Wydziale Architektury była dziekanem w latach 1999–2005, oraz profesor na Politechnice Łódzkiej w latach 1996–2020, specjalizująca się w architekturze i urbanistyce zakładów przemysłowych, a także w problematyce rewaloryzacji obiektów i terenów poprzemysłowych. Praca *Kształtowanie przestrzenne przemysłu na obszarach silnie zurbanizowanych* z roku 1988 była podstawą do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

⁶ Józef Tadeusz Gawłowski (1926–2009) – profesor nauk technicznych na Politechnice Śląskiej w Gliwicach, gdzie na Wydziale Architektury był dziekanem w latach 1978–1987, oraz na Politechnice Krakowskiej, gdzie kierował Samodzielną Katedrą Projektowania Architektury Przemysłowej w latach 1992–1998.

z wchodzenia Polski w okres poprzemysłowy. Istotnym jest wykorzystanie doświadczeń z krajów, które przed takimi problemami stanęły przeszło 20 lat przed nami⁷. Zmiany ustrojowe po roku 1989 i dołączenie Polski do krajów o gospodarce wolnorynkowej rozpoczęły proces przekształceń postindustrialnych. Zagadnienia nowych zakresów wytwórczości, nowych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych, a dalej idące za tym zmiany w architekturze znalazły swoje odbicie w opracowaniach tematycznych. I tak:

- *Architektura i przemysł. Nowe spojrzenie* (1997), autorstwa Elżbiety Niezabitońskiej, opisuje zmiany w zakresach funkcjonalnych, nowe formy organizacji wytwórczości, zmiany w tendencjach lokalizacji, nowe ujęcia kompozycyjne oraz szkicuje spodziewane dalsze prognozowane przekształcenia;
- *Architektura współczesnej fabryki* (1999), autorstwa Zygmunta Szparkowskiego, praca formalnie określona jako podręcznik akademicki, zgodnie z tytułem przybliża problematykę koncipowania i projektowania zakładów przemysłowych, z omówieniem niektórych nowatorskich realizacji⁸;
- *Architektura i urbanistyka współczesnego przemysłu* (2010), pod redakcją Niny Juzwy i autorstwa jej zespołu badawczego z Politechniki Śląskiej. Tu przeanalizowano tendencje zmian i omówiono czołowe obiekty przemysłu przełomu XX i XXI wieku oraz współczesne, urbanistyczne zespoły przemysłowe⁹.

Tak zatem, od ukazania się ostatniej, większej i holistycznie ujmującej zagadnienie architektury przemysłu pozycji naukowej minęło przeszło dziesięciolecie. Tymczasem tempo zmian w technice przyspiesza. W przemyśle rozwija się idea Przemysł 4.0, a więc idea fundamentalnych zmian w zakresie wytwórczości – oparcie produkcji na pełnej robotyzacji i sztucznej inteligencji w zakresie kierowania, zaopatrzenia i dystrybucji produktów.

Z wieloletniej praktyki dydaktycznej na Politechnice Krakowskiej, na dwóch ostatnich latach studiów, płynie też wniosek o zasadniczym niedoborze wiedzy i umiejętności w zakresie praktycznym projektowania architektonicznego zakładów przemysłowych na obecnym etapie ich rozwoju. Chodzi głównie o aspekt funkcjonalny oraz o aktualnie stosowane rozwiązania techniczne i budowlano-materiałowe, a także o aspekty realizacyjne. Dotyczy to zarówno problematyki teorii i zasad projektowania, jak i praktyki projektowej. W intencji Autorów niniejsza publikacja ma na celu zaradzić temu niedoborowi.

⁷ Krzysztof Gasidło (ur. 1953) jest profesorem nauk technicznych na Politechnice Śląskiej w Gliwicach, a w latach 2005–2012 był dziekanem Wydziału Architektury. Obecnie kieruje Katedrą Urbanistyki i Planowania Przestrzennego. Praca *Problemy przekształceń terenów poprzemysłowych* z roku 1998 była podstawą do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

⁸ Zbigniew Czesław Szparkowski (ur. 1933) był profesorem nauk technicznych na Politechnice Warszawskiej, a następnie w Wyższej Szkole Ekologii i Zarządzania w Warszawie, specjalizującym się w architekturze przemysłowej, ekologii i aspektach teoretycznych projektowania.

⁹ Współautorami książki są: Adam Gil, Nina Juzwa, Anna Sulimowska-Ociepka i Aleksandra Witeczek z Katedry Projektowania Architektonicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach.



W intencji Autorów niniejsza publikacja miała mieć formę adekwatną do potrzeb dydaktyki XXI wieku z zakresu architektury. Miało ją ilustrować 108 pozycji z szerokim użyciem kolorów. Ten zamysł zderzył się jednak ze zgrzebną prozą życia, czyli ogólnym niedofinansowaniem szkolnictwa wyższego i jego ubożuchnością. Autorzy zostali zobligowani, według zasady *sine qua non*, a w terminologii mafijnej – otrzymując *propozycję nie do odrzucenia* – do ograniczenia materiału i przedstawienia większości ilustracji w wersji czarno-białej. Z punktu widzenia rozwoju form pomocy dydaktycznych jest to cofnięcie się o pół wieku, ale ponieważ z rzeczywistością nie można prowadzić skutecznego dyskursu i ponieważ tamte zgrzebne materiały przyczyniły się, mimo wszystko, do wykształcenia sporego zastępu zdolnych i sprawnych architektów, pozostaje tylko wyrazić ubolewanie i mieć nadzieję, że prezentowany materiał, choć zubożony, spełni swoje zadanie, zgodnie z intencjami jego Autorów.

2. POCHWAŁA PRZEMYSŁU

Obecny niebywale wysoki poziom rozwoju gospodarczego i stopy życiowej człowieka w krajach określanych jako rozwinięte zawdzięczamy zdarzeniom, które miały miejsce w Europie Zachodniej od XV stulecia¹⁰. Oczywiście genezy późniejszych zdarzeń można dopatrywać się w różnych czynnikach społecznych, politycznych i kulturowych, ale można obronić tezę, że wiodący jest tu okres odrodzenia, a następnie oświecenia. Znamiennym wydaje się aspekt dostępu i rozprzestrzeniania informacji, a więc wynaleźnia druku. W okresie średniowiecza informacja była praktycznie pod ścisłą kontrolą i w pełni zmonopolizowana przez Kościół katolicki. To w skryptoriach, głównie zakonnych i diecezjalnych, przepisywano i powielano księgi i dokumenty. W ten sposób decydowano i w pełni kontrolowano powstawanie i przepływ informacji. Ponadto to głównie osoby duchowne posiadały umiejętność pisania, czytania, liczenia, znały literaturę, historię i filozofię, a przede wszystkim łacinę, która pozwalała porozumiewać się w ośrodkach władzy i w centrach kultury w Europie. Nic zatem dziwnego, że wiele odpowiedzialnych stanowisk politycznych powierzano tu czołowym duchownym – biskupom, prałatom i opatom, którzy stanowili elitę intelektualną i najwyższą wykształconą grupę społeczną w królestwach i księstwach.

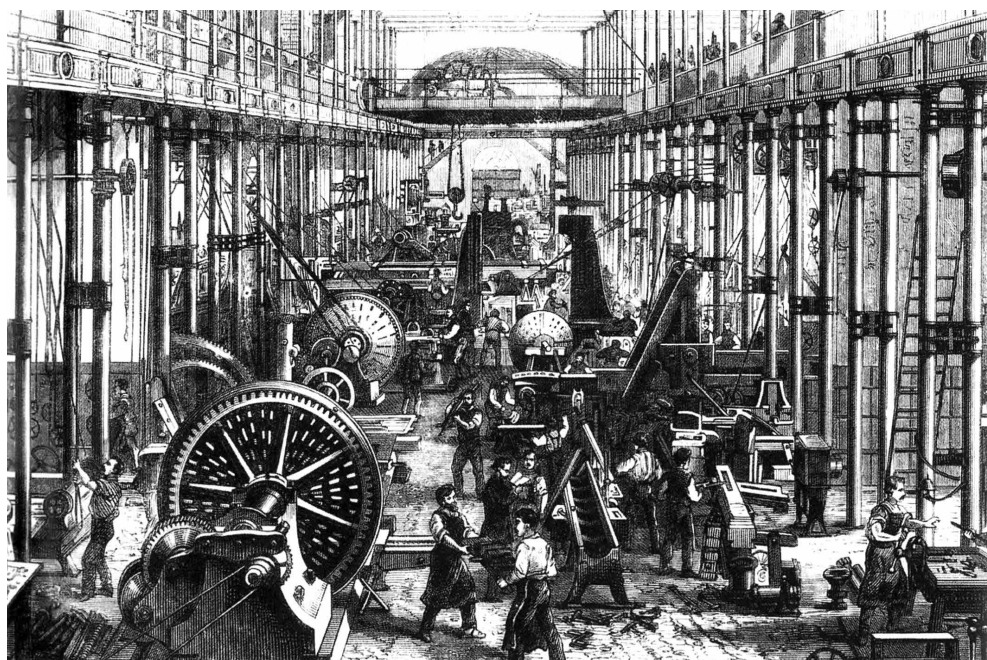
Sytuacja zaczęła ulegać radykalnej zmianie wraz z wynalezieniem i rozpowszechnieniem druku. Można nawet postawić tezę, że była to podstawa, a więc jedna z wiodących przyczyn współczesnego postępu naukowego (obecnie o charakterze lawinowym), a w konsekwencji postępu technicznego i technologicznego. Trudna do przecenienia jest rola wynalazku Jana Gutenberga (właściwie był to Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg), złotnika i drukarza z Moguncji, twórcy pierwszej przemysłowej metody druku na świecie, co miało miejsce, jak się przyjmuje, w roku 1450. Postępująca taniość drukowanych książek i pism, ich dostępność, a także wyeliminowanie się cenzury kościelnej rozprzestrzeniania informacji przyczyniły się do zapoczątkowania epoki oświecenia oraz rozwoju nowoczesnej nauki i systematycznych, empirycznych badań poznawczych. Dalej nastąpiła rewolucja przemysłowa

¹⁰ Ten okres rozwoju nauki, a dalej badań poznawczych, zapoczątkowanych w Europie Zachodniej około roku 1500, który doprowadził do obecnej cywilizacji technicznej, Yuval Noah Harari z Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie określa terminem **rewolucja naukowa** lub **rewolucja poznawcza** (używając tych pojęć zamiennie). Por. obszerna praca omawiająca rozwój człowieka od pierwszych hominidów aż do wizji przyszłości w: *Sapiens. Od zwierząt do bogów* (2018a).

i spowodowane nią już radykalne zmiany w organizacji i technologiach produkcji, w transporcie i w rozwoju nowych dziedzin gospodarki.

Pierwsza na drogę industrializacji wstąpiła Wielka Brytania, jeszcze w XVIII stuleciu, przekształcając się z prowincjonalnego, położonego na krańcach Europy, relatywnie niewielkiego, wyspiarskiego królestwa w potężne imperium, w którym, jak mówiono: *nie zachodziło słońce*. Dalej przemiany objęły Francję, kraje niemieckie i pozostałe kraje europejskie (ryc. 1). Po wojnie secesyjnej na drogę szybkiej industrializacji wstąpiły Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, rozbudowując swoją transkontynentalną sieć kolejową oraz tworząc, modyfikując i nadając nowe formy działania agencjom handlowym, reklamowym, bankowym i ubezpieczeniowym, a także agencjom i wydawnictwom prasowym.

To proces industrializacji przyniósł istotne przyspieszenie postępu cywilizacyjnego. Było to przejście od wykorzystywania narzędzi do maszyn oraz postępujące zastępowanie energii pracy ludzi i zwierząt energią uzyskiwaną z paliw kopalnych, głównie węgla, dzięki zastosowaniu maszyny parowej. Rozwój przemysłu przyniósł zasadnicze zmiany w siłach wytwórczych, w organizacji pracy, we wzroście produkcji żywności i dóbr konsumpcyjnych, a w konsekwencji we wzroście liczebnym społeczeństw i w ogólnym wzroście zamożności. Nastąpiły zasadnicze przekształcenia cywilizacyjne i w stylu życia, i w mentalności społeczeństw. Przechodzenie od cywilizacji



Ryc. 1. Idealistyczna wizja przemysłu XIX stulecia – hala maszynowa w fabryce Hartmana w Chemnitz (Niemcy) w roku 1868.

agrarniej i formacji feudalnych do kapitalistycznych i liberalnej demokracji nie odbyło się ewolucyjnie. Zmianom w siłach wytwórczych, w stosunkach pracy, a w konsekwencji w stosunkach społecznych i polityczno-ustrojowych towarzyszyły napięcia, niepokoje, protesty, rewolucje i wojny, a w skrajnych przypadkach zdarzały się i dekapitacje królów – symboli uświęconej, senioralnej władzy feudalnej – „pomazańców bożych” (Anglia, Francja). Zrodziły się nowe struktury polityczne, gospodarcze i nowe stosunki pracy, ale kraje, które przeprowadziły *rewolucję przemysłową*, szybko się rozwijały, stając się potęgami ekonomicznymi, militarnymi i kolonialnymi¹¹.

Powstanie i rozwój przemysłu były możliwe dzięki zastąpieniu energii ludzi i zwierząt wprężeniem do produkcji naprzód energii wodnej (koła młyńskie), a następnie silników parowych. Jednakże decydująca była zmiana organizacji pracy, a więc przejście od produkcji rzemieślniczej, poprzez manufakturalną do w pełni przemysłowej. I tak:

- **Produkcja rzemieślnicza** polega na wytwarzaniu całego, indywidualnego produktu, od początku do końca, przez mistrza i jego pomocników – czeladników;
- **Produkcja manufakturalna** to już produkcja masowa, konfekcyjna, bazująca na ręcznym wytwarzaniu, ale przy podziale pracy na poszczególne etapy produkcji wykonywane przez pracowników wyspecjalizowanych w konkretnych czynnościach wytwórczych. Czasem produkcja ma miejsce w jednym zakładzie, ale czasem odbywa się w kilku zakładach wyspecjalizowanych, podporządkowanych głównemu kierownictwu, i wtedy określa się to jako *produkcja nakładcza*;
- **Produkcja przemysłowa** opiera się na podziale procesu produkcji na drobne, powtarzalne czynności składowe, wykonywane przez poszczególnych robotników. Te poszczególne czynności były stopniowo mechanizowane, automatyzowane i dalej zrobotyzowane.

Podstawą przemysłowego wytwarzania stał się **taylorowski system pracy**. Amerykański inżynier Frederick Winslow Taylor (1856–1915) opracował i wdrożył system pracy polegający na podzieleniu każdej pracy na proste czynności, wykonywane przez jednego pracownika. Po rozbiciu procesu produkcyjnego na mniejsze elementy praca mogła być nie tylko wykonana sprawniej i z większą starannością, ale następowała specjalizacja pracowników i kierownictwo miało całkowitą kontrolę nad zadaniami powierzonymi poszczególnym zatrudnionym. Powstał chronometraż i normy wydajności dla poszczególnych czynności i stanowisk, a także ułatwienia

¹¹ Spektakularny w tym względzie jest przykład Japonii, która z feudalnego, w naszych kategoriach średniowiecznego państwa przekształciła się w nowoczesną potęgę dzięki *restauracji Meiji*. W roku 1868 rozpoczął się proces centralnie wprowadzanych, zasadniczych zmian i modernizacji na wzór zachodni. Zmiana systemu politycznego i gospodarczego doprowadziła do napięć społecznych. Doszło do wystąpień zbrojnych, głównie kasty samurajów, tłumionych bezwzględnie przez armię rządową. Z determinacją przeprowadzone reformy szybko uczyniły z Japonii naprzód mocarstwo regionalne na Dalekim Wschodzie, czego przykro doświadczyli Rosjanie rozgromieni na morzu i na lądzie w wojnie z lat 1904–1905, a następnie potęgę gospodarczą i wojskową na skalę światową o aspiracjach imperialnych, czego wyrazem stał się jej udział w II wojnie światowej.

w mechanizacji danych operacji. W ten sposób dążono do maksymalnego wykorzystania potencjału produkcyjnego i wzrostu wydajności, a w konsekwencji do potania produkcji.

Kolejnym ważnym krokiem było wynalezienie i wprowadzenie **taśmy montażowej** przez Henry'ego Forda (1863–1947) w jego zakładach (Ford Motor Company) produkujących samochody, w Highland Park (Michigan), co miało miejsce w roku 1913. Ruchoma taśma produkcyjna zrewolucjonizowała proces produkcyjny. Na przesuwającej się linii montażowej części były łączone w główny produkt o wiele szybciej, co sprawiło, że linie produkcyjne stały się podstawową formą organizacji pracy w produkcji masowej (ryc. 2)¹².

Nie ulega wątpliwości, że szybki rozwój przemysłu, określanej jako rewolucja przemysłowa, przyniósł skok cywilizacyjny – wzrost zamożności, eksplozję demograficzną, rozwój nauki, w tym i medycyny, szybką rozbudowę miast przemysłowych, sieci transportowych, głównie kolejnictwa, i wyraźny rozkwit handlu i żeglugi morskiej. Należy jednak pamiętać, że *epoka żelaza, węgla i pary* nie była jednak wyśnionym Eldorado. Był to okres wyniszczającej, żmudnej, często ponad możliwości fizyczne człowieka, pracy. Można śmiało twierdzić, że dzisiejsza zamożność i dobrobyt w krajach uprzemysłowionych były tworzone ciężką, często ponad ludzkie siły i wyniszczającą pracą wielu pokoleń¹³. To te niekorzystne aspekty rozwoju przemysłowego stały się impulsem powstania i rozwoju dwóch nowych nauk: ergonomii i ekologii¹⁴. Dopiero w okresie po I wojnie światowej warunki pracy zaczęły być korzystniejsze, pojawiło się prawo pracy i instytucje je nadzorujące.

Rzecz jasna, rozwój przemysłu wiąże się z jeszcze jednym istotnym aspektem pracy zawodowej człowieka – z czasem pracy. Dotąd aktywność zawodowa była w dużym stopniu ograniczana oświetleniem naturalnym. Pracowano w dzień i przy dobrej pogodzie.

¹² Henry Ford, realizując nowy system produkcji aut (ruchoma taśma produkcyjna i trzymianowy dzień pracy), szybko pokonał konkurencję, wprowadzając w 1907 roku model forda T i ograniczając produkcję wyłącznie do jednego modelu i koloru czarnego. Dzięki temu był w stanie zredukować cenę i uczynić auto dostępne dla robotników amerykańskich. Nowa organizacja pracy pozwoliła skrócić czas wytwarzania (montażu) samochodów, redukując cenę jednego pojazdu o 30% z 825 dolarów do 575. Do zakończenia produkcji w roku 1927 zmontowano w sumie aż ponad 15 mln samochodów tego modelu.

¹³ W okresie industrialnym pracowało się długo i w ciężkich warunkach. Pracowali mężczyźni, kobiety i nagminnie dzieci. Wypadkowość była ogromna, śmiertelność duża. Zarobki robotników były niewysokie, a poziom ich życia niski. Znalazło to swój obraz i w naszej literaturze, choćby i w takich utworach Marii Konopnickiej jak: *Jaś nie doczekał* (1883), *Dym* (1890) i *W piwnicznej izbie* (1903). Należy pamiętać, że ośmiogodzinny dzień pracy po raz pierwszy w Europie wprowadzili bolszewicy w Rosji sowieckiej w roku 1917. W konsekwencji, w latach 1918–1921 norma ośmiogodzinnego dnia pracy rozpowszechniła się w kapitalistycznych krajach zachodnich, a w Polsce 23 listopada 1918 roku rząd Jędrzeja Moraczewskiego wprowadził dekret o ustanowieniu ośmiogodzinnego dnia i 46-godzinnego tygodnia pracy. Por. omówienie pracy dzieci w okresie industrialnym: K. Nowak, *Dzieci rewolucji przemysłowej. Kto naprawdę zbudował współczesny świat* (2019).

¹⁴ Znamienne są tu daty powstania obydwu tych nauk. Terminu *ergonomia* użył jako pierwszy biolog, profesor Wojciech Bogumił Jastrzębowski w 1857 roku, a terminu *ekologia* w roku 1866 niemiecki biolog i ewolucjonista Ernst Haeckel.



Ryc. 2. Linia montażowa forda T w zakładach w Detroit – lata 20. XX wieku.

Światło sztuczne było i drogie (świece), i mało wydajne. Tadeusz Rotter (1984) oszacował orientacyjny, roczny okres pracy w średniowiecznej Europie na ok. 150 dni roboczych. Dopiero rozwój technik sztucznego oświetlenia w okresie industrialnym w pełni uniezależnił pracę i produkcję od pory dnia i pogody, a więc ilości światła naturalnego. Umożliwiło to też rozwój pracy zmianowej, a więc pełniejsze wykorzystanie maszyn i urządzeń, a także ułatwiło realizację procesów ciągłych w przemyśle, zwłaszcza ciężkim¹⁵.

Okres industrialny kojarzony jest z postępującą mechanizacją, przejmującą wysiłek mięśni człowieka i zwierząt. Maszyny umożliwiły masową produkcję dóbr konsumpcyjnych, obniżając ich cenę i czyniąc je dostępnymi dla ogółu. Maszyny zrewolucjonizowały też transport i komunikację, przynosząc masowy ruch i umożliwiając szybki dostęp do centrów aktywności. Poetycko mówiono, że przybliżyły się kontynenty. Nic

¹⁵ Praca zmianowa była podyktowana głównie aspektami ekonomicznymi – jak najintensywniejszym wykorzystaniem maszyn oraz względami technologicznymi, takimi jak procesy ciągłe. Z drugiej jednak strony wiązała się z szeregiem szkodliwych skutków dla zdrowia i aspektów socjalnych pracowników – por. obszerne opracowanie: T. Marek i inni (red.): *Shiftwork 2000 – Implications for science, practice and business* (2000).

zatem dziwnego, że stały się symbolem postępu i nowoczesności i że zaczęto wierzyć, że dzięki nim można osiągnąć każdy cel i zrealizować każde techniczne zadanie, czego dobrym wyrazem była rzymska maksyma – *labor omnia vincit* (praca wszystko zwycięży, pokona, osiągnie), nader popularna pod koniec XIX stulecia¹⁶.

W dobie okresu przemysłowego zasadniczej zmianie uległ też stosunek do natury i zasobów naturalnych. Człowiek, wyposażony już nie tylko w narzędzia, ale i w maszyny, i nie tylko w siłę swoich mięśni i siłę mięśni udomowionych zwierząt, ale w praktycznie nieograniczone możliwości energii maszyn, zaczął rozszerzać swoje władztwo nad naturą. Ziemia została spowita siecią dróg kolejowych i kołowych, powstały wielkie skupiska miejskie, a użytkowanie gospodarcze objęło większość terenów, których eksploracja stała się opłacalna ze względów ekonomicznych. Symbolicznym momentem, nie tylko opanowania Ziemi, ale i sięgnięcia poza nią, stał się dzień 20 lipca 1969 roku, gdy Neil Alden Armstrong jako pierwszy człowiek postawił nogę na Księżycu. Nauka i technika zrealizowały wizje, które dotąd miały tylko charakter baśniowy.

W ślad za industrializacją postępowała urbanizacja. Napływ ludności wiejskiej do miast w poszukiwaniu pracy (za chlebem) był lawinowy. Miasta zaczęły szybko rosnąć. W architekturze okres ten przyniósł istotny impuls dla przemiany stylowej. Zrodził się modernizm. Jego genezy można dopatrywać się w wielu aspektach, zarówno ideologicznych, jak i *stricte* estetycznych, ale niezaprzeczalnym faktem jest, że oprócz nowych materiałów – stali, betonu i żelazobetonu, oprócz fascynacji produkcją przemysłową i jej metodami wytwórczymi, nowymi maszynami (samochody, statki parowe, aeroplany) oraz szeroko pojętą *estetyką inżynierską* – istotne były tu potrzeby urbanizacyjne. Otóż dziewiętnastowieczne miasta nie były przygotowane na przyjęcie rzeszy ludności napływowej ze wsi. Problemem była ich liczba, ale przede wszystkim fakt, że były to osoby o niskich kwalifikacjach, wykonujące nieskomplikowane czynności w produkcji, a więc i niezamożne. Osoby te nie było z reguły stać na kupno lub wynajem przyzwoitych mieszkań w kamienicach czynszowych. Dosłownie „gnieździły się” w oficynach, na poddaszach i w suterrenach. Ta sytuacja postawiła przed architektami nowe wyzwanie. Przez całe wieki architekci projektowali i budowali dla inwestorów zamożnych. Wznosili zamki i pałace, rezydencje i wille, ratusze, teatry, kościoły i klasztory. Teraz, po raz pierwszy na taką skalę, stanęli wobec problemu wzniesienia miast lub dużych dzielnic mieszkaniowych dla osób niezamożnych. To ruch młodych, gniewnych i – nie należy tego ukrywać – lewicowych architektów zrodził nowy nurt w koncyptowaniu architektury i miast. Zamiast ozdób i zdobień,

¹⁶ W zakresie architektury ewidentny jest wpływ inspirujący techniki i mechanizacji na pierwszy etap rozwoju modernizmu. Znamienna jest tu postawa Le Corbusiera wyrażona w jego programowym dziele: *Vers une architecture*, wydanym w Paryżu w roku 1923 (polskie wydanie: *W stronę architektury*, wraz z komentarzami, ukazało się dopiero w roku 2012, a więc po blisko 90 latach – sic!). Główną inspiracją dla rewolucji w architekturze były maszyny transportowe – symbole nowoczesności i mobilności: statki transatlantyckie, samochody i maszyny fruwające, czyli aeroplany. Nic dziwnego, że *per analogiam* powstała idea *maszyny do mieszkania*, która dzięki wykorzystaniu żelazobetonu miała rozwiązać masowe problemy mieszkaniowe ludzi niezamożnych.

zamiast wysokich, obszernych pomieszczeń, zamiast zwartej, kwartalnej zabudowy – bloki i punktowce, proste i wysokie, z betonu i stali, otoczone zielenią, z dostępem do światła i świeżego powietrza. Mieszkania małe, niewysokie i proste, bo dla osób niezamożnych, ale za to wyposażone w instalacje i udogodnienia sanitarne właściwe dla XX wieku. W roku 1922 Le Corbusier projektuje *Une Ville Contemporaine de trois millions d'habitants* (miasto współczesne dla 3 mln mieszkańców). Takiego miasta jeszcze dotąd nie było – takiej idei, takiej formy zamieszkania i takiej skali. Nad nowym miastem unosi się symbol nowoczesności – maszyna latająca, a przez miasto prowadzi szeroka droga pełna innych symbolów nowoczesności – jeżdżących maszyn, czyli samochodów. Nic dziwnego, że domy przyszłości miały być funkcjonalistycznymi maszynami do mieszkania¹⁷.

¹⁷ Polska, co warto przypominać, też miała swój wkład w rozwój myśli modernistycznej urbanistyki. Powszechnie zauważona została *Warszawa Funkcjonalna* z roku 1934, autorstwa Jana Chmielewskiego i Szymona Syrkusa. Koncepcja ta została zaprezentowana wiosną tego roku w Londynie i wzbudziła entuzjazm Le Corbusiera i Waltera Gropiusa. Projekt opublikowano w językach: niemieckim, francuskim, angielskim i hiszpańskim. Co więcej, został on przez CIAM (Congrès international d'architecture moderne – Międzynarodowy Kongres Architektury Nowoczesnej) przyjęty jako wzorcowe, modelowe rozwiązanie dla nowoczesnego miasta doby przemysłowej.

3. PRZEMYSŁ W POLSCE W MINIONYCH CZASACH

Polska znalazła się historycznie w nader niekorzystnej sytuacji pod względem rozwoju przemysłu. W Europie to wiek XIX był okresem rozwoju wytwórczości materialnej, rozwojem kolejnictwa i wymiany handlowej. W wyniku upadku I Rzeczypospolitej i jej podziału pomiędzy trzy ówczesne potęgi – Rosję, Austrię i Prusy, a także decyzji kongresu wiedeńskiego po okresie wojen napoleońskich, ziemie polskie znalazły się na peryferiach mocarstw zaborczych z przebiegającymi przez nie granicami państwowymi. Konsekwencją tej sytuacji było ograniczone tu inwestowanie w wytwórczość i transport. Wymownym tego przykładem może być Galicja, która była traktowana przez cesarstwo Austro-Węgier jako przygraniczne peryferia. Na przełomie XIX i XX wieku stanowiła ona ok. 15% powierzchni państwa i miała mniej więcej analogiczny odsetek ludności. Natomiast udział wytwórczości przemysłowej stanowił tu zaledwie 2%¹⁸.

Planowe wysiłki industrializacyjne na ziemiach polskich podjęto w okresie Królestwa Kongresowego. Tu największe zasługi położyli Stanisław Staszic (minister stanu Królestwa, geolog i pionier spółdzielczości) i Franciszek Ksawery Drucki-Lubecki (minister skarbu Królestwa, założyciel Towarzystwa Kredytowego Ziemskiego i Banku Polskiego). Działania poszły w kierunku rozpoznania złóż poszukiwanych surowców mineralnych, ich pozyskiwania i przeróbki, rozwoju starych ośrodków przemysłu, jak hutnictwo w Zagłębiu Staropolskim, oraz tworzenie nowych, jak górnictwo w Zagłębiu Dąbrowskim oraz rozwoju włókiennictwa w Łodzi. Udało się doprowadzić do zniesienia bariery celnej między Rosją i Polską, co zapewniło wyrobom polskim nieograniczoną wprost możliwość zbytu na kolosalnym terenie imperium rosyjskiego i dalszy tranzyt przez Rosję do Azji. Skutecznie też chroniono gospodarkę od konkurencji wyrobów pochodzących z krajów niemieckich, wprowadzając protekcyjne cła przywozowe. Aby umożliwić transport rzeczny z obszaru Królestwa na Bałtyk, bez potrzeby przekraczania granicy pruskiej, zaprojektowano i rozpoczęto budowę Kanału Augustowskiego. Aby ułatwić

¹⁸ Na początku XX wieku na terenie Galicji było niewiele przemysłowych zakładów. Była to głównie produkcja rolno-przemysłowa (młyny, kaszarnie i gorzelnie i cukrownie), pozyskiwanie drewna i jego przetwórstwo (tartaki) oraz przemysł surowcowy – kopalnie soli (Wieliczka, Bochnia), warzelnie soli pozyskiwanej z solanek (Delatyn, Kałusz), pozyskiwanie gazu i ropy naftowej oraz produkcja sody w Krakowie (Austriackie Zakłady Solvay – Fabryka Soddy w Podgórzu).

handel i rozwój gospodarki, podjęto też wysiłek zbudowania układu nowoczesnych (jak na owe czasy) dróg¹⁹.

Ten planowy proces początków industrializacji na ziemiach polskich został przerwany wojną polsko-rosyjską z lat 1830–1831, popularnie określaną mianem powstania listopadowego. Po jego upadku ok. 50 tys. powstańców – głównie ludzi młodych i aktywnych – udało się na emigrację. Wojska rosyjskie w akcie represji zdewastowały i zburzyły większość obiektów przemysłowych.

XIX wiek dla ziem polskich przyniósł niekorzystny wzrost dystansu od przodujących w rozwoju państw Europy. Na Górnym Śląsku rozwinął się przemysł ciężki – kopalnie węgla kamiennego i huty żelaza, a w zaborze rosyjskim dalej kwitło włókiennictwo w Łodzi. Poprowadzenie linii kolejowej łączącej Warszawę z Sankt Petersburgiem, czyli stolicą imperium, wpłynęło też na rozwój włókiennictwa w Białymstoku. Z zakładów przemysłowych, powstałych na obecnym terenie Polski w XIX stuleciu należy wymienić dwa duże zakłady przemysłu maszynowego z terenu zaboru pruskiego, działające do dziś, a mianowicie przedsiębiorstwo Hipolita Cegielskiego w Poznaniu, którego początki datują się już na rok 1846 (obecnie HCP SA), oraz Pafawag (obecnie Bombardier Transportation Polska), założony jeszcze w roku 1832 jako Maschinenbauanstalt Breslau we Wrocławiu.

Po I wojnie światowej odrodzona Polska znalazła się w trudnej gospodarczo sytuacji. Scalenie w jeden organizm trzech różnych stref i stabilizacja gospodarcza były priorytetami. Wystarczy przykładowo podać, iż musiano przebudować całą sieć kolejową z dawnego zaboru rosyjskiego, z układu szerokotorowego na normalny. Na ziemiach polskich nie było też ani jednej fabryki zbrojeniowej i produkcji amunicji, tak zatem trzeba było je tworzyć od podstaw. Nader ważną kwestią było otwarcie na świat w postaci portu morskiego. Budowę miasta, wznoszonego na tzw. surowym korzeniu, i portu w Gdyni, rozpoczęto już w roku 1921. Powstał nowy, modernistyczny ośrodek miejski i duży port morski, uważany za jeden z najnowocześniejszych w tamtym okresie.

Istotnym impulsem industrializacyjnym było powstanie koncepcji i rozpoczęcie realizacji Centralnego Okręgu Przemysłowego (COP). Z inicjatywy wicepremiera i ministra skarbu Eugeniusza Kwiatkowskiego w roku 1936 zaczęto realizować nowe centrum przemysłowe Polski. Założeniem ideowym było stworzenie w widłach Wisły i Sanu, w *trójkącie bezpieczeństwa* na południu Polski, a więc w odsunięciu od granic z Niemcami i ZSRR, nowego ośrodka gospodarczego. Zamierzenia obejmowały rozwój energetyki – w tym budowę zapór i elektrowni wodnych w Rożnowie, Porąbce i Czchowie, hutnictwa, przemysłu maszynowego i obronnego oraz rozwój

¹⁹ Swoistym, znamionym zabytkiem z tego okresu jest łopatkowe koło wodne w Sielpi na Kielecczyźnie. Obecnie eksponowane jest w Muzeum Zagłębia Staropolskiego w Sielpi Wielkiej (powiat konecki, województwo świętokrzyskie). Potężne żelazne koło wodne o średnicy ponad 8 m projektu Filipa de Girarda, poruszane siłą spadku wody, napędzało fabryczne maszyny. Było to pierwsze w Polsce i jedno z pierwszych w Europie rozwiązanie techniczne tej wielkości.

infrastruktury komunikacyjnej²⁰. Ważną, dużą inwestycją przemysłową była realizacja Państwowej Fabryki Związków Azotowych w Mościcach pod Tarnowem, powstałej z inicjatywy Ignacego Mościckiego, prezydenta RP. Fabryka została uruchomiona w roku 1930, a następnie włączona w strukturę idei COP. Produkowała związki chemiczne (głównie nawozy) w oparciu o azot uzyskiwany z powietrza i była uważana za jeden z najnowocześniejszych zakładów chemicznych ówczesnej Europy.

Wybuch wojny – i zajęcie kraju przez Niemcy i ZSRR (określane czasem jako czwarty rozbiór Polski) – uniemożliwił pełne zrealizowanie zamierzeń unowocześnienia kraju. Należy tutaj wyjaśniająco dodać, że mimo zamierzeń i działań w kierunku industrializacji, mimo szeregu sukcesów realizacyjnych, Polska w końcu okresu międzywojennego była biednym, zapóźnionym w rozwoju państwem rolniczym, które dopiero zaczynało wchodzić na drogę industrializacji. Wymowną tego ilustracją był fakt, że aż 70% społeczeństwa mieszkało na wsiach. Jak wiele nas dzieliło od krajów przodujących gospodarczo, które miały rozwinięty przemysł, wykazała błyskawiczna klęska w starciu z Niemcami w kampanii wrześniowej roku 1939²¹. Szeroki program rozwoju przemysłu został dopiero zrealizowany po II wojnie światowej w okresie PRL-u, z wyraźnym przyspieszeniem w latach 70. XX wieku. W okresie *realnego socjalizmu* i *gospodarki planowej* główny nacisk położono na przemysł ciężki, wydobywczy i energetyczny, a także przemysł stoczniowy, maszynowy i chemiczny, a w latach 70. na uprzemysłowione budownictwo mieszkalne. Zrealizowano wiele potężnych stalowni (Huta im. W. Lenina w Nowej Hucie pod Krakowem, Huta Warszawa, Huta Częstochowa i Huta Katowice), rozwinięto wydobywanie surowców – węgla kamiennego (uruchomienie Lubelskiego Zagłębia Węglowego z kopalnią LW Bogdanka), węgla brunatnego, miedzi i siarki, powstał potężny przemysł stoczniowy (w szczytowym okresie produkujący 10% wodowanego światowego tonażu), rozwinięto energetykę w postaci elektrowni spalinowych (na bazie węgla brunatnego – elektrownie Bełchatów, Turów, Pątnów, Adamów, Konin i węgla kamiennego – Koźlenice, Opole, Jaworzno, Połaniec, Rybnik, Dolna Odra, Łagisza, Ostrołęka, Siersza, Skawina, Halemba) oraz znacznej liczby elektrociepłowni (praktycznie przy większości dużych ośrodków miejskich). Wzniesiono też wiele zapór i elektrowni wodnych. Zmodernizowano stare i zrealizowano kilka nowych, dużych cementowni – Strzelce Opolskie, Góraźdże, Nowiny, Ożarów, Odra, Małogoszcz, Warta, Kujawy, Chełm, Rejowiec, Nowa Huta. Rozwinięto przemysł chemiczny (Oświęcim, Police, Puławy, Kędzierzyn-Koźle), petrochemiczny (rafinerie w Płocku i w Gdańsku) oraz maszynowy, w tym i produkcję sprzętu komunikacyjnego – samochodów ciężarowych (Starachowice), dostawczych (Nysa), osobowych (FSO na Żeraniu), wagonów,

²⁰ Okres historyczny rozwoju gospodarki na ziemiach polskich został ciekawie, przystępnie i z dziennikarską werwą opisany przez Melchiora Wańkowicza w obszernym dziele: *Sztafeta – książka o polskim pochodzie gospodarczym* (1939). Natomiast samo zamierzenie operacyjne COP i jego realizacja zostały starannie opisane przez Marcina Furtaka w książce: *Centralny Okręg Przemysłowy (1936–1939). Architektura i urbanistyka* (2014).

²¹ Wystarczy obrazowo porównać straty walczących stron – Wojsko Polskie straciło 70 tys. oficerów i żołnierzy, a Wehrmacht jedynie 17 tys. Naszej armii udało się utrzymać linię frontu, a więc skoordynowaną obronę, zaledwie przez pierwsze 5 dni walk (sic!).

tramwajów i ciągników rolniczych (Ursus). Po roku 1970 powstało też wiele zakładów produkujących dobra konsumpcyjne – sprzęt AGD, elektrotechniczny, zmodernizowano stare i zrealizowano nowe zakłady produkujące samochody osobowe (Tychy).

Tak znaczna rozbudowa przemysłu miała swoje konsekwencje w szybko postępującej urbanizacji. Powstały nowe ośrodki miejskie, jak przykładowo Tychy Nowe. Rozbudowano miasta istniejące, czasem tworząc całe nowe dzielnice, jak np. Nową Hutę pod Krakowem. Odsetek obywateli mieszkających w miastach podwoił się, wzrastając z ok. 30% do ok. 60%. Polska wyraźnie przekształciła się w kraj uprzemysłowiony. Nic dziwnego, że rozwój i dobrobyt ludności widziano wówczas we wznoszeniu i rozbudowie zakładów przemysłowych. Nic też dziwnego, że powszechnie władze miast i województw zabiegały o inwestycje przemysłowe, bagatelizując skutki społeczne i ekologiczne.

Koniec lat 80. to obraz znacznego zindustrializowania Polski. Nie przyniosło ono jednak prosperity krajowi i zamożności jego mieszkańcom. Co więcej, dystans gospodarczy i stanu rozwoju cywilizacyjnego w stosunku do krajów przodujących był znaczny, z tendencją do powiększania się. Na tę sytuację złożyło się wiele czynników. Po pierwsze rozbudowa przemysłu następowała u nas z zauważalnym przesunięciem w czasie w stosunku do państw wysoko rozwiniętych. Gdy u nas inwestowano w przemysł ciężki, wydobywczy, chemiczny i maszynowy, społeczeństwa najwyżej rozwinięte rozpoczynały okres poprzemysłowy z gospodarką coraz wyraźniej opartą na wiedzy, usuwając ze swoich terenów przemysł ciężki, wydobywczy, energochłonny i szkodliwy ekologicznie. Jednakże decydujący tu okazał się system polityczno-ekonomiczny, a więc zcentralizowana gospodarka socjalistyczna, oderwana od realiów rynkowych. Gospodarka kierowana przez jedną partię, decydującą o celach i kierunkach rozwoju, a także o inwestycjach i kierująca się racjami politycznymi, okazała się mało sprawna i mało wydajna. Obowiązujący zideologizowany, zcentralizowany system nakazowo-rozdzielczy był mało motywujący, stąd popularne było powiedzenie: *czy się stoi, czy się leży, dwa tysiące się należy*. Ponadto kadra kierownicza była dobierana nie według kompetencji, tylko według kryterium partyjnego. W efekcie gospodarka nie była w stanie sprostać rozbudowanym propagandą potrzebom i aspiracjom konsumpcyjnym społeczeństwa. Jeżeli do tego dodać mało wydajne rolnictwo, otrzymuje się obraz struktury gospodarczej generującej cykliczne napięcia społeczne, które doprowadziły ostatecznie, po paru przesileniach, do zmiany ustroju politycznego i ekonomicznego na przełomie lat 80. i 90.²²

²² Rolnictwo w PRL było typowym przykładem patologii ekonomiczno-organizacyjnej. Około 20% arealów rolnych zajmowały PGR-y (Państwowe Gospodarstwa Rolne), zlokalizowane głównie na terenach zachodnich, na Ziemiach Odzyskanych, a więc poniemieckich, przyłączonych do Polski po wojnie. Gospodarstwa te były ściśle kontrolowane i sterowane centralnie przez rząd. Były przysłowiowo niewydajne i funkcjonujące dzięki dotacjom państwowym. Zdecydowaną większość arealów rolnych zajmowały gospodarstwa indywidualne, prywatne. Rolnictwo to było jednak znacznie rozdrobnione, przy średniej powierzchni poniżej 5 hektarów, i to często nie w jednym kawałku. Gospodarstwa te były znacznie niedoinwestowane w zakresie wyposażenia maszynowego, nawożenia i ochrony roślin. Niejako symbolem tej sytuacji było znaczne pogłowienie koni (ok. 200 tys.), głównej siły pociągowej na wsiach, a jedną z tego konsekwencji było przeznaczanie sporych arealów na uprawę owsa, podstawowej paszy jakościowej dla koni.

4. PRZEMYSŁ W POLSCE OBECNIE

Zmiany polityczno-gospodarcze poszły w oczywistym kierunku rynkowo-kapitalistycznym i w kierunku reorientacji ku ustrojowi demokratycznemu, wielopartyjnemu i woli włączenia Polski do struktur Europy Zachodniej – gospodarczo-politycznych, czyli Unii Europejskiej i polityczno-wojskowych, czyli Paktu Północnoatlantyckiego (NATO). Zasadniczej przebudowie i reorientacji musiał też ulec przemysł. Drogą była prywatyzacja, urynkowanie i pełne otwarcie gospodarki na rynki krajów zachodnich, w tym i na kapitały inwestycyjne. Nie był to proces łatwy, a dla wielu grup zawodowych bardzo trudny, wymagający zmiany nastawienia psychicznego i zmiany profilu zawodowego. Najogólniej można stwierdzić, że te gałęzie gospodarki, które zostały szybko sprywatyzowane, jak przykładowo cementownie, sprawnie i korzystnie odnalazły się w nowej, ekonomicznej rzeczywistości, przechodząc restrukturyzację i proces unowocześnienia technologicznego. Natomiast te branże, w których to nie nastąpiło, głównie ze względów społecznych (silny opór związków zawodowych), albo w ogóle upadły, albo uległy redukcji i przeżywają okresowe trudności. Spora część zakładów została zlikwidowana lub w części zamknięta (stocznie). Sporo z nich dotknęła znaczna redukcja i zagrożenie utratą płynności finansowej (niewypłacalnością), jak przykładowo kopalnie węgla kamiennego. Niektóre, mimo początkowych sukcesów, są doprowadzane do upadku, a ich dalsze funkcjonowanie obciąża budżet państwa, jak w przypadku stadnin koni arabskich w Janowie Podlaskim i w Michałowie.

Nader istotnym dla modernizacji i rozbudowy przemysłu w Polsce, poza procesem prywatyzacji, był i jest wkład inwestorów zagranicznych, kapitału koncernów i przedsiębiorstw z krajów zachodnich. Daje to rozwój, rozbudowę i wprowadzenie nowoczesnych technologii produkcji i organizacji pracy. W tym względzie dwa działania polityczne były znaczącymi, pozytywnymi impulsami. Pierwszym było przyjęcie Polski do NATO (12 marca 1999 r.), co gwarantuje bezpieczeństwo i polityczną stabilność. Drugim, chyba najistotniejszym – wstąpienie Polski do Unii Europejskiej (1 maja 2004 r.). Ten akces daje inwestorom zagranicznym bezpieczeństwo i stabilność prawną oraz swobodę przepływu pracowników i kapitałów, a także pełne otwarcie na rynki europejskie. Ponadto nader istotnym czynnikiem jest rozwój infrastruktury komunikacyjnej i technicznej kraju sfinansowany przy potężnym wkładzie środków z budżetu Unii. Trzecim ważnym elementem rozwojowym gospodarki, w tym i przemysłu,

byłoby przyjęcie euro jako polskiej waluty. Gwarantowałyby to stabilizację ekonomiczną i ułatwiało planowanie finansowe inwestycji i wymiany handlowej.

Aktualnie Polska jest krajem z jednym z najwyższych wskaźników industrializacji w ramach Unii Europejskiej. Od połowy lat 90. wartość produkcji przemysłowej w Polsce systematycznie wzrasta. Początkowo był to wzrost powolny, ale od przystąpienia do Unii Europejskiej zaczął się intensywny rozwój wytwórczości przemysłowej – otworzyły się dla nas nowe rynki zbytu, a do kraju szerszym strumieniem popłynął zagraniczny kapitał inwestycyjny. I tak w roku 2019 zatrudnienie w przemyśle określane jest u nas na 32% osób aktywnych zawodowo (przy udziale produkcji przemysłowej w wytwarzanym PKB nieco ponad 30%), podczas gdy średnia Unii to 22%, a w Niemczech, najsilniejszej gospodarce europejskiej, zaledwie niecałe 12% aktywnych zawodowo pracuje w przemyśle. Jest to efekt z jednej strony wysokiego stopnia zautomatyzowania i zrobotyzowania produkcji niemieckiej, a z drugiej wyraźnego przejścia gospodarki tego kraju do etapu poprzemysłowego.

Najbardziej uprzemysłowione są Polska południowa i centralna oraz duże miasta. Wśród największych polskich firm przemysłowych dominuje branża surowcowopaliwowa i energetyczna. Największym naszym zakładem jest Polski Koncern Naftowy Orlen z Płocka, a następnie rafineria Lotos w Gdańsku. Potężnym zakładem jest też KGHM Polska Miedź z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego na Dolnym Śląsku. Znacznie rozbudowany jest też nasz przemysł motoryzacyjny – zarówno montownie samochodów, jak i produkcja podzespołów. Choć upadło wiele dawnych fabryk, to ich miejsce zajęły nowe inwestycje światowych koncernów, takich jak: Volkswagen, Volvo, MAN, Scania, Opel. Przyczyniły się one do powstania licznych mniejszych zakładów wytwarzających części i podzespoły do samochodów. Środki transportu stały się jednym z naszych głównych towarów eksportowych. I tak produkuje się:

- samochody osobowe – fiaty (Bielsko-Biała), lancie, fordys (Tychy), ople (Gliwice);
- samochody dostawcze – volkswageny (Poznań);
- samochody ciężarowe – MAN (Niepołomice koło Krakowa);
- autobusy – volvo (Wrocław), scania (Słupsk) i całkowicie krajowe solarisy (Bolechów koło Poznania);
- pojazdy szynowe – fabryka PESA (Bydgoszcz);
- śmigłowce i samoloty – wytwórnie w Mielcu i Świdniku;

Duża jest też produkcja opon (Dębica, Olsztyn, Poznań) i szkła samochodowego (Sandomierz, Tarnobrzeg). Rozbudowany jest również przemysł artykułów gospodarstwa domowego i sprzętu RTV. I tak powstają u nas:

- kuchenki, lodówki, zmywarki, pralki firm Amica (Wronki), Indesit i Bosch (Łódź), Electrolux (Oława, Świdnica, Żarów);
- odkurzacze, żelazka, czajniki elektryczne Zelmer (Rzeszów);
- sprzęt oświetleniowy Philips (Piła, Bielsko-Biała, Łódź);
- telewizory i ekrany LG (Mława, Biskupice Podgórne pod Wrocławiem);

- tunery telewizyjne Ferguson (Poznań), Technisat (Oborniki Śląskie) i Manta (Warszawa);
- produkty, sprzęt i akcesoria oświetleniowe Philips (Piła, Kętrzyn, Bielsko-Biała, Białystok).

Silny jest nasz przemysł chemiczny – nawozów sztucznych (Tarnów, Kędzierzyn-Koźle, Police, Puławy), tworzyw sztucznych (Oświęcim), farb i lakierów (Włocławek, Cieszyn) i chemii gospodarczej codziennego użytku (Henkel w Warszawie). Dużej rozbudowie i unowocześnieniu uległ też nasz przemysł meblarski i rolno-spożywczy, osiągając dobre wyniki w eksporcie, głównie na rynki europejskie.

Jak widać z powyższego przedstawienia, nasz kraj jest silnie uprzemysłowiony. W dużym stopniu jest to obecnie przemysł nowoczesny z powodzeniem konkurujący swoimi produktami na rynku europejskim. Nie oznacza to jednak, iż nie mamy poważnych minusów. Otóż, jak podkreślają ekonomiści gospodarczy, zdecydowanie słabą stroną jest w Polsce innowacyjność i sektor badawczo-rozwojowy. Takie formy rozwojowe jak: parki naukowe i technologiczne, centra innowacyjności i wdrożeń, klastry technologiczne i inkubatory przedsiębiorczości są u nas nieliczne i słabe. Nowoczesne technologie informatyczno-komputerowe, czyli IT (*information technology*), są u nas rozwijane w wielu firmach, ale są to na ogół jednostki niewielkie i o słabym oddziaływaniu gospodarczym. Niestety nasza aktywność za granicą kojarzona jest popularnie z polskim hydraulikiem, monterem, pielęgniarką i kierowcą tirów, zamiast z informatykiem, programistą, inżynierem i badaczem. Składa się na to wiele czynników, ale głównie przysłowiowe już niskie nakłady na naukę, badania i rozwój²³. Można tę sytuację określić stwierdzeniem, że u nas się dużo wytwarza, ale na obcych technologiach, a zdecydowanie za mało się u nas bada, odkrywa, wymyśla, koncytuje, patentuje, projektuje i tworzy.

Poza samą produkcją dóbr materialnych w funkcjonowaniu przemysłu ważną rolę odgrywa rozbudowywany sektor magazynowania, określane popularnie mianem logistyki. Systematycznie realizowany program budowy gęstej sieci autostrad i dróg ekspresowych, łączących główne centra aktywności gospodarczej, sprzyja poprawie warunków dojazdów i dostaw towarów, co z kolei sprzyja rozbudowie specjalistycznej bazy centrów logistycznych. Łączna ich powierzchnia w Polsce przekroczyła 20 mln m² w roku 2020, z dalszą tendencją wzrostową. Są głównie rozmieszczane w centrum kraju, w tym często w rejonie Warszawy, a bliskość dogodnego dojazdu jest jedną z podstawowych wytycznych lokalizacji. Centra te pozwalają zakładom organizować dostawy według zasady *just in time*, co daje możliwość redukcji własnego zaplecza magazynowego. Zamiast gromadzić zapas miesięczny surowców i półproduktów używanych do produkcji, można go bowiem ograniczyć do zapasu zaledwie parudniowego.

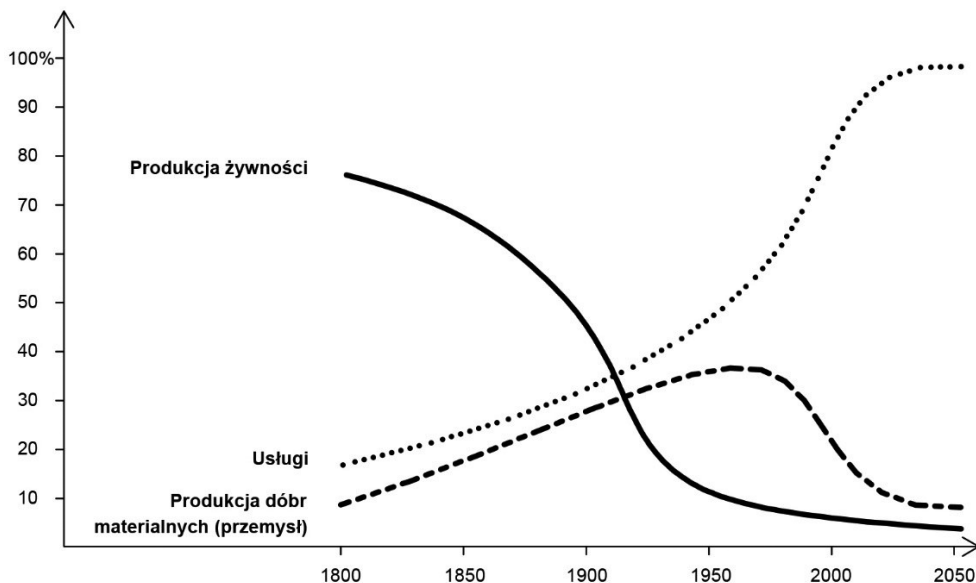
²³ Polskie nakłady na naukę, badania i rozwój oscylują wokół 1% PKB. Średnia Unii Europejskiej to około 2%, a niektóre kraje, takie jak Niemcy, Austria i kraje skandynawskie, wydają na ten cel ponad 3% PKB. Przy zasadniczej różnicy zamożności na naszą niekorzyść daje to obraz zapóźnienia rozwojowego i ogólnie politycznego niedoceniań u nas znaczenia podstaw obecnego etapu postępu cywilizacyjnego.

5. OKRES POPRZEMYSŁOWY

Okres industrialny w krajach wysoko rozwiniętych zaczął płynnie, w drugiej połowie XX wieku, przechodzić w dobę postindustrialną. Tu wiodącym wskaźnikiem jest procentowy udział zatrudnionych. Spadek liczby pracujących w produkcji przemysłowej, powodowany rozwojem technologicznym i informatycznym, oznacza wchodzenie danego kraju w okres poprzemysłowy. W Stanach Zjednoczonych początek takich przemian odnotowano już w połowie lat 60. XX w., gdy zatrudnienie w przemyśle zaczęło się obniżać, a wzrastać w znacznie rozbudowywanym sektorze usług (ryc. 3)²⁴. Dalej, z pewnym opóźnieniem w stosunku do Ameryki, tendencja ta zaczęła występować i w innych, wysoko rozwiniętych krajach Europy Zachodniej²⁵. Ta faza rozwoju gospodarczego była możliwa dzięki przechodzeniu od mechanizacji czynności i procesów wytwórczych do ich automatyzacji i dalej do robotyzacji. Postęp objął nie tylko produkcję przemysłową, ale i produkcję roślinną, zwierzęcą, sadownictwo i gospodarkę leśną. Również w szerokim sektorze usług informatyzacja i cyfryzacja stają się podstawą działania. Przeobrażenia gospodarcze są efektem wkładu burzliwie rozwijającej się techniki i technologii, które z kolei bazują na intensyfikacji badań zarówno podstawowych, jak i wdrożeniowych na potrzeby wytwórczości. Tak zatem

²⁴ Sektor ten obejmuje wiele aktywności i działów gospodarki, w tym głównie: usługi właściwe, gastronomię, handel, rzemiosło, transport i komunikację, szkolnictwo i szkolnictwo wyższe, naukę i badania naukowe, obronę i bezpieczeństwo, sektor bankowy i asekuracyjny oraz reklamę, prasę i media, turystykę, rozrywkę, sport i rekreację, a także intensywnie rozbudowywane: tworzenie, przetwarzanie, dystrybucję i komercjalizację informacji. W ramach tego ostatniego działu w ostatnich latach wyodrębniają się i szybko rozwijają usługi finansowe – bankowe, maklerskie, doradztwa finansowego i inwestycyjnego, ubezpieczeń i reasekuracji. Ich rozbudowa jest charakterystyczna dla krajów najwyżej rozwiniętych i najzamożniejszych. Przykładowo szacuje się, że w Luksemburgu usługi finansowe dają obecnie aż 20% produktu krajowego brutto tego państwa.

²⁵ W poszczególnych krajach proces ten występował w różnym czasie i z różnym nasileniem, a także z odmiennymi swoistościami. We Francji sygnałem społecznym nadchodzenia nowych czasów była rewolta studencka z roku 1968, a symbolicznym wyrazem przestrzennym powstanie i rozwój podparyskiej dzielnicy biurowej – La Défense. W Wielkiej Brytanii przełomem gospodarczo-społecznym wchodzenia w okres postindustrialny i odejścia od bazowania gospodarki i energetyki na węglu było gwałtowne starcie rządu premier Margaret Thatcher z górnikami i sektorem wydobywczym w roku 1984. W konsekwencji zamknięto większość kopalń, a 15 pozostawionych sprywatyzowano (ostateczna likwidacja górnictwa węglowego w Wielkiej Brytanii nastąpiła w roku 2015, gdy zamknięto ostatnią czynną kopalnię Kellingley Colliery w północnym Yorkshire). Natomiast symbolem przestrzennym przewartościowań gospodarczych stała się likwidacja londyńskich doków i rewitalizacja zajmowanych przez nie terenów, z realizacją największego, zmieniającego sylwetkę miasta swoimi wysokościami, zespołem Canary Wharf o dominującej funkcji biurowej.



Ryc. 3. Przesunięcia w podstawowych grupach zatrudnienia w USA.

gospodarka, jak nigdy dotąd, wymaga intensywnego rozwoju nauki i szkolnictwa wyższego, zapewniającego wysoko wykwalifikowane kadry. Nasilają się tendencje do ścisłego sprzężenia rozwoju wiedzy i umiejętności z wdrożeniami na rzecz gospodarki oraz bazowanie badań i poszukiwań na zamówieniach z wytwórczości i dla zaspokajania potrzeb rynku. W konsekwencji powstało pojęcie **gospodarki opartej na wiedzy**, a więc gospodarki, której produkty cechuje mały udział materiałów, a wysoki wkład myśli inżynierskiej i innowacyjności²⁶. Równocześnie kraje wysoko rozwinięte dążą do usunięcia ze swoich terenów przemysłu ciężkiego, wydobywczego, energochłonnego i szkodliwego ekologicznie, rozwijając przemysły wysoko zaawansowanych, nowoczesnych technologii.

Postęp cywilizacyjny krajów wysoko rozwiniętych w fazie struktur poprzemysłowych kojarzony jest też z burzliwym rozwojem globalizacji i masowości. Kontakty pomiędzy regionami, krajami, a nawet kontynentami oraz przejawy globalnych ujęć miały miejsce od dawna, ale nasilenie tych zjawisk wyraźnie przyspieszyło w drugiej połowie XX stulecia. Jak nigdy dotąd przepływ ludzi, kapitałów, surowców, produktów, technologii, uznawanych standardów, ale i tendencji stylistycznych, nie był tak

²⁶ Dobrą ilustracją tych przewartościowań w zakresie rynku pracy na naszym terenie może być przykład Krakowa. Otóż w szczytowym okresie rozwoju industrializacji, a więc pod koniec lat 70. XX wieku największym tu zakładem pracy był Kombinat Metalurgiczny Huta im. Lenina. Zatrudniał on na swych licznych wydziałach i w zakładach pomocniczych blisko 40 tys. pracowników. Obecnie największymi zakładami pracy w Krakowie są Uniwersytet Jagielloński i Akademia Górniczo-Hutnicza, w których pracuje po ok. 7 tys. osób.

powszechny i tak szybki. Nigdy też nie była tak rozwinięta turystyka, określana już jako przemysł turystyczny. Nigdy dostęp do informacji o charakterze globalnym i powszechnym nie był tak rozwinięty. Nigdy nie rozwinęły się tak dalece ogólnoświatowe organizacje zarówno formalne, jak i nieformalne, a także korporacje o charakterze ponadnarodowym, dysponujące kapitałami przekraczającymi nierzadko budżety poszczególnych państw.

6. KORZYŚCI I ZAGROŻENIA STWARZANE PRZEZ CYWILIZACJĘ TECHNICZNĄ

Rozwój zamożnych krajów doby poprzemysłowej przyniósł niespotykany dotąd w historii wzrost dobrobytu i aksjologiczne nastawienie na konsumpcję i hedonizm. Mimo różnic pomiędzy krajami i regionami w poszczególnych państwach, przeciętny poziom zamożności i zaspokojenia potrzeb jest jak nigdy dotąd wysoki. Nigdy dotąd warunki życia nie były tak dobre, a dostęp do wygod i komfortu tak powszechny. Nigdy dotąd ceny żywności, w stosunku do zarobków, nie były tak niskie, nigdy dotąd nie było takiej profuzji środków konsumpcyjnych, usług i możliwości realizacji potrzeb i aspiracji. Nigdy dotąd turystyka, sport i rekreacja nie były tak rozwinięte i tak powszechnie dostępne. Nigdy dotąd ludzie tak masowo nie podróżowali, zwiedzali i poznawali. Nigdy dotąd możliwości porozumiewania i komunikacji nie były tak powszechne. Czasem spotyka się narzekania i utyskiwania oraz demagogiczne krytyki o rodowodzie ideologiczno-dogmatycznym, ale wymowa faktów jest jednoznaczna. Otóż jedynym w pełni obiektywnym i zasadniczym wskaźnikiem jest przeciętna długość życia. Dotyczy to wszystkich rozwiniętych państw, w tym i Polski. W naszym kraju jest to szczególnie łatwe do wykazania, gdyż przemiany ustrojowe po roku 1989 przyniosły wyraźne przyspieszenie w postępie cywilizacyjnym. Obraz zmian demograficznych, na podstawie danych GUS, jest jednoznaczny. Otóż w roku 1950 mężczyźni średnio dożywali do 56. roku życia, a kobiety do 62. W roku 2010 Polacy średnio żyli do roku 73., a Polki do roku 82. Ponieważ mieszkańcy najwyżej rozwiniętych krajów w Unii Europejskiej żyją jeszcze dłużej, można przypuszczać, że wraz z dalszym rozwojem i zmniejszaniem dystansu do nich tendencja wydłużania przeciętnego czasu trwania życia będzie się u na utrzymywać²⁷.

Negatywne skutki oddziaływania produkcji przemysłowej i nieokiełznanej eksploatacji bogactw naturalnych na środowisko narastały powoli. Wraz z uprzemysłowieniem większości krajów Ameryki, Europy i Azji, efekty rabunkowej gospodarki zasobami przybrały rozmiary globalne. To z okresem poprzemysłowym w krajach wysoko rozwiniętych wiąże się immanentnie zupełnie nowe, radykalnie odmienne spojrzenie na naturę, zasoby naturalne i ich eksploatację. Jak wykazuje Wilhelmina

²⁷ Mimo korzystnych zmian mamy jednak jeszcze w Polsce spory dystans do nadrobienia w stosunku do wiodących w rozwoju krajów europejskich. Mężczyźni w Polsce żyją przeciętnie o ponad 7 lat krócej niż Irlandczycy, a kobiety o 3–4 lata krócej niż długowieczne Hiszpanki, Francuzki, Włoszki i Szwajcarki.

Wosińska (2008), obecnie populacja naszego globu przekroczyła 7 mld ludzi. Prognozy demograficzne wskazują, że liczba ta będzie rosła do wartości ok. 12 mld, po czym zacznie powoli opadać. Gdyby te 12 mld osób osiągnęło obecny, przeciętny standard życia i konsumpcji obywatela USA w zakresie energii, żywności i surowców naturalnych, potrzebne byłyby zasoby trzech kul ziemskich. Można cynicznie powiedzieć, że jest nas na naszej planecie zdecydowanie zbyt wielu. Zarazem trudno spodziewać się radykalnych i powszechnych kroków administracyjno-prawnych ograniczających przyrost naturalny, takich jakie w roku 1977 podjęto w Chinach (*polityka jednego dziecka*). Również zdolność regeneracji, odnowy, samooczyszczania i utrzymania równowagi środowiskowej naszej planety została zdecydowanie przekroczona. Tak zatem, niezależnie od stosunku i oceny rzeczywistości i zjawisk destrukcyjnych, jak choćby *ekoteroryzm*, potrzeba zmiany w obecnym gospodarowaniu wodą pitną, żywnością, energią i surowcami naturalnymi oraz ochrona środowiska naturalnego stają się pilną i bezwzględnie koniecznością.

Zagrożeń równowagi ekologicznej jest wiele. Występują w zakresie globalnym, jak i w swoistościach lokalnych. Za najpoważniejsze i budzące zarazem najwięcej obecnie emocji uważa się:

- ocieplenie klimatu spowodowane kumulacją gazów cieplarnianych w atmosferze²⁸,
- systematyczny wzrost ilości bioniedegradowalnych odpadów plastikowych²⁹,
- zanieczyszczenie powietrza w aglomeracjach i wielkich miastach określanymi popularnie jako *smog*³⁰.

²⁸ Na temat procesu ocieplania klimatu naszego globu i jego przyczyn jest wiele teorii i poglądów. To, co nie podlega dyskusji, to szybkie postępowanie tego procesu. Klimat Ziemi zmieniał się zawsze. Były okresy cieplejsze i zdecydowanie chłodniejsze. Odnotowano przykładowo systematyczne zamarzanie całego Bałtyku. Co więcej, w XVII wieku, by dogodniej można było podróżować saniami po lodzie (co zdecydowanie skracало drogę ze Szwecji do Danii i na północne wybrzeża Bałtyku), ustawiano „prefabrykowane” zajazdy dla obsługi podróżnych. Po zamarznięciu morza montowano drewniane konstrukcje, a przed nadejściem roztopów rozbierano je i przechowywano, oczekując nadejścia kolejnej zimy. Wędrówki szcze-pów i całych ludów były w historii przez wiele wieków powszechnością, ale nigdy nie było tylu ludzi i nigdy Ziemia nie była tak szczerlnie i precyzyjnie podzielona pilnie szczerzonymi granicami, strefami wpływów i strefami gospodarczymi. Ponadto, na co się teraz szczególnie zwraca uwagę, zmiany klimatyczne przebiegały łagodnie i były znacznie rozciągnięte w czasie, co dawało florze i faunie czas na ewolucyjne dostosowywanie się do zmieniających się warunków. Teraz mają one charakter gwałtowny i o trudnych do precyzyjnego określenia konsekwencjach.

Por. obszernie opracowanie z Uniwersytetu Warszawskiego – M. Popkiewicz, A. Kardaś, Sz. Malinowski: *Nauka o klimacie. Mechanizmy działania systemu klimatycznego. Zmiany klimatu w przeszłości i obecnie* (2019).

²⁹ Jak podaje Tom Phillips (2019; s. 65), od lat 50. XX wieku, gdy zaczęto masowo produkować przedmioty z tworzyw sztucznych, wytworzono ich w sumie już 8 mld 300 mln t. Jak się szacuje, 3/4 z tej masy stanowią obecnie śmieci i różnego typu odpady, w części spalane, w części gromadzone na składowiskach, ale w dużym zakresie, głównie w krajach ubogich, wyrzucane do środowiska. Spływając do mórz i oceanów, tworzą tam skupiska śmieci, czego przykładem może być Wielka Pacyficzna Plama Śmieci. Zarówno pył plastikowy, jak i większe odpady trafiają do sieci troficzej. Niestrawne elementy, blokując układy pokarmowe, powodują śmierć zwierząt morskich – ryb, ptaków (ponad 1 mln rocznie) i ssaków (ok. 100 tys. rocznie).

³⁰ Niestety Polska jest tu krajem niechlubnie przodującym. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) 36 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w Unii Europejskiej znajduje się w Polsce. W większości naszych miejscowości smog powodowany jest niską emisją, czyli nagromadzeniem emitatorów o wysokości

Pojawiają się też zupełnie nowe zagrożenia w szerokim zakresie ekologii, związane z naszą niefrasobliwością i skłonnością do produkcji śmieci, jak zaśmiecanie otaczającej nas przestrzeni kosmicznej³¹. Nic zatem dziwnego, że zrównoważony rozwój, źródła odnawialnej energii i recykling materiałów stają się immanentną składową wszelkiej działalności materialnej i są tematem wielu badań, wdrożeń i publikacji, a przede wszystkim coraz liczniejszych i coraz bardziej zdeterminowanych ruchów społecznych. Działania te są wymownym wyrazem zasadniczej zmiany w podejściu do eksploatacji zasobów i bogactw naturalnych oraz ewolucji nastawienia społeczeństw państw rozwiniętych. *Sumienie ekologiczne* i regulacje formalno-prawne chroniące środowisko i ograniczające zużycie materiałów i energii stają się powszechnością. We wszystkich rozwiniętych krajach, w tym i w Polsce, kładzie się nacisk na rozwój źródeł energii odnawialnej, na tworzenie struktur *zeroenergetycznych* i na ocenę oddziaływania na środowisko inwestycji. Nabiera na znaczeniu odzyskiwanie surowców przez recykling i zagospodarowywanie śmieci i odpadów, czy to na drodze przeróbki i ponownego użycia, czy kompostowania lub spalania i uzyskiwania z nich energii³².

Postępująca urbanizacja i prognozy mówiące, że już w drugiej połowie obecnego stulecia aż blisko 75% ludności świata będzie mieszkać w miastach, co wiąże się z coraz większymi obszarowo strukturami, a zarazem ubytkiem użytków rolnych, przyniosły

do 40 m nad poziom gruntu, w miejscach o dużej gęstości zabudowy i na małej powierzchni. Smog w Polsce występuje głównie w sezonie grzewczym (wrzesień–kwiecień) i wynika z ogrzewania piecami i kotłowniami spalającymi węgiel, często o niskiej jakości i o dużej zawartości związków siarki. Niestety często też spala się u nas w piecach śmieci plastikowe. Drugim w kolejności czynnikiem powodującym smog są zanieczyszczenia powstające w ruchu drogowym, spalinami samochodowymi i pyłami.

³¹ Jest to *syndrom Kesslera* w kosmosie. W roku 1978 Donald Kessler pracujący dla NASA przewidział sytuację, że śmieci, odpadki oraz resztki satelitów i sputników odizolują Ziemię. Zaśmiecenie przestrzeni kosmicznej przekroczy punkt krytyczny i naszą planetę otoczy chmura pędzących z ogromną prędkością śmieciowych pocisków. Satelity staną się bezużyteczne, a loty kosmiczne niebezpieczne. Zostaniemy zatem skutecznie odizolowani na naszej planecie (Phillips, 2019, s. 314). Otóż 4 października 1957 roku ZSRR umieścił na orbicie okołozemskiej pierwszego sztucznego satelitę Ziemi – Sputnik 1. Od tego czasu umieszczono w przestrzeni kosmicznej tysiące obiektów różnej wielkości i przeznaczenia. Część z nich już spadła i spaliła się w ziemskiej atmosferze, ale zdecydowana większość krąży nadal. Obiekty duże są monitorowane, ale mniejsze nie. Część uległa awarii lub wyczerpaniu źródeł zasilania i są trudne do zlokalizowania. Ponadto podczas lotów kosmicznych niefrasobliwie usuwa się odpadki, uszkodzone i niepotrzebne części, a także nieczystości „na zewnątrz” statków. Wszystkie te elementy opasują Ziemię coraz gęstszą siecią, poruszających się z dużą szybkością śmieci.

³² Zasadniczej zmianie uległo też nastawienie społeczne do wartości produktów i surowców naturalnych. Następuje coraz szersze docenienie produktów naturalnych, tworzonych w oparciu o naturalne surowce, tradycyjne receptury i regionalne tradycje. Materiały naturalne i technologie ekologiczne, mimo iż znacznie droższe, zaczynają być doceniane i chętnie stosowane w krajach zamożnych i z rozwiniętą świadomością ekologiczną. Rozwijają się też idea *low-tech*, jako ideowa przeciwwaga dla dominującego dotąd kierunku *high-tech*, kładącego nacisk na stosowanie najnowszych technik, materiałów i cyfryzacji wszystkich funkcji. Modne stało się też szerokie wprowadzanie i eksponowanie zieleni do struktur urbanistycznych i architektonicznych. Zwłaszcza w dużych miastach, w centrach gęsto zabudowanych, pojawiają się zielone dachy, tarasy, balkony, a nawet tzw. ogrody wertykalne – specjalne konstrukcje plantacyjne na elewacjach budynków i w wąskich wnętrzach typu holi.

nowe koncepcje produkcji żywności na obszarach zabudowanych. W oparciu o nowe technologie i najnowsze techniki agrarne powstają, na razie bardziej jako eksperymenty i rozwiązania prototypowe niż masowa produkcja, tzw. farmy pionowe, kultur zarówno produktów roślinnych, jak i zwierzęcych. Stwarza to zupełnie nową sytuację i perspektywy rozwoju struktur zurbanizowanych, jako organizmów samowystarczalnych, przynajmniej częściowo, w zakresie produkcji żywności.

Postęp w technice jest na ogół przyjmowany z powszechnym entuzjazmem, zwłaszcza wśród osób młodych, z radością korzystających z coraz nowszych osiągnięć i możliwości stwarzanych przez technikę, a także otwarć, dostępności i profuzji wyborów oferowanych przez globalną gospodarkę. Obecnie, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, trudno sobie już wprost wyobrazić sytuację bez masowej łączności i wymiany informacji, bez możliwości transportu i komunikacji w skali globalnej, a także bez dostępu do produktów i usług ogólnosięciowych³³. Jednakże ten niespotykany jak dotąd i wszechstronny postęp wszechobecnej techniki ma też swoją drugą stronę medalu – zagrożenia i zjawiska niekorzystne, wynikające z nowych sytuacji i obciążeń dla człowieka. Jest ich sporo, najczęściej wymienia się następujące, ujęte tu w szerokie grupy:

- znaczny rozwój chorób cywilizacyjnych³⁴;
- wzrastająca grupa społeczna osób odrzuconych, nieumiejących się dostosować lub nie akceptujących zachodzących, nieuchronnych zmian;
- patologie związane z nadużywaniem możliwości dawanych przez informatykę, alienacja i odrealnienie rzeczywistości, a także przejawy uzależnienia, takie jak narkomania komputerowa, seks internetowy i telefoniomania;
- wzrost obciążeń i przeciążeń mentalnych, rozwój chorób psychicznych oraz wzrastający problem z nadużywaniem środków psychotropowych i używek, rozwój alkoholizmu i narkomanii, a ponadto wzrost liczby prób samobójczych w Polsce już osiągniętych aż 10 tys. rocznie;
- w zakresie pracy i stosunków w pracy jako patologie wymienia się najczęściej przejawy mobbingu i seksizmu, wypalenie zawodowe, a przede wszystkim pracobolizm ze szczególnym w tym względzie wkładem Japonii, czyli *karōshi*³⁵.

³³ Por. obszernie i wieloaspektowe omówienie problematyki globalizacji z punktu widzenia socjologii, autorstwa W. Wosińskiej: *Oblicza globalizacji* (2008).

³⁴ Chorób cywilizacyjnych jest wiele, o różnym natężeniu, w zależności od kraju i grupy społecznej. Najczęściej wymienia się powszechnie występującą w krajach zamożnych nadwagę. Otóż, popularnie mówi się, że świat wszedł w XXI wiek z taką samą liczbą osób niedożywionych (kraje ubogie), co i przejeżdżonych (kraje zamożne). Obfitość, agresywna reklama, a przede wszystkim relatywna taniość żywności są pokusą do nadmiernego jej spożywania, żeby nie powiedzieć – obżerania się. Najbardziej zjawisko powszechnej nadwagi widoczne jest w USA, ale niestety również w Polsce nadwaga jest coraz powszechniejsza i obserwowalna u blisko 60% populacji (sic!).

³⁵ *Karōshi* definiowane jest przeważnie jako nagła śmierć w relatywnie młodym wieku, z przepracowania i stresu, niepoprzedzona chorobowymi objawami wstępnymi. Pierwszy taki przypadek odnotowano w Japonii w roku 1969. Obecne szacunki mówią o blisko 10 tys. umierających tam z przepracowania rocznie. Cechą wspólną dla wszystkich przeanalizowanych przypadków *karōshi* było ponad 60 godzin pracy w tygodniu, ponad 50 nadgodzin w miesiącu i niewykorzystanie ponad połowy urlopu wypoczynkowego.

Nie wolno także zapominać, że każda poważna zmiana, zwłaszcza o znamionach rewolucyjnych, dotycząca formacji gospodarczych, realizując swoje, przeważnie szczytne cele, niesie ze sobą i poważne napięcia oraz zagrożenia społeczne. Przejście z formacji agrarnych, określanych częściej jako feudalne, do przemysłowych i demokratycznych, określnych jako kapitalistyczne, odbywało się w sposób burzliwy i obfitujący w spięcia, rewolucje i wojny. Analogicznie, przejście do okresu postindustrialnego do gospodarki opartej na wiedzy i do globalnych struktur ekonomicznych nie może się obyć bez napięć i konfliktów, zarówno na płaszczyźnie światopoglądowej, ideologicznej, jak i polityczno-ekonomicznej³⁶.

³⁶ Por. np. prace S.P. Huntingtona: *Zderzenie cywilizacji* (1998) i B.R. Barbera: *Dżihad kontra McŚwiat* (2001).

7. WIZJA PRZYSZŁOŚCI PRODUKCJI MATERIALNEJ – PRZEMYSŁ 4.0

W zakresie wytwórczości materialnej, a więc przemysłu, w krajach wysoko rozwiniętych zaznaczyła się tendencja do przenoszenia przemysłu ciężkiego, energochłonnego, wydobywczego i szkodliwego ekologicznie do krajów rozwijających się określanych jako Trzeci Świat. Proces ten przebiegał ewolucyjnie, ale z wyraźnie zarysowaną tendencją. Oprócz tego rozwinęło się jeszcze jedno zjawisko, z czasem nabierając wiodącego dla przemysłu znaczenia. Otóż już w latach 60. XX w. rozpoczęła się specyficzna aktywność gospodarcza grupy czterech państw wschodnioazjatyckich – Korei Południowej, Tajwanu, Singapuru i Hongkongu, określanych jako *cztery tygrysy azjatyckie*. Zaczęły się one szybko rozwijać, przejmując wzrastającą ilość produkcji przemysłowej w ramach międzynarodowego rynku. Z początku dotyczyło to głównie produkcji dzianin, odzieży, obuwia sportowego i rekreacyjnego oraz nieskomplikowanych produktów z tworzyw sztucznych i prostego sprzętu AGD. Pod koniec lat 80. na podobną ścieżkę gospodarczą weszły kolejne kraje azjatyckie – Malezja, Tajlandia, Chiny, Filipiny i Indonezja, a dalej Bangladesz, Wietnam i Kambodża. Zasadniczemu poszerzeniu uległ też profil produkcyjny, o elektrotechnikę, elektronikę, zabawki, sprzęt AGD i RTV, a dalej produkcję i montaż samochodów oraz przemysł stoczniowy. Z czasem zdecydowana większość produkcji przemysłowej, zwłaszcza tej, która mogła bazować na prostych czynnościach wykonywanych ręcznie, została w ramach globalnego rynku przeniesiona do krajów azjatyckich. Przyniosło to ich szybki rozwój gospodarczy i zauważalny wzrost zamożności tamtejszych społeczeństw. Doszło do tego, że praktycznie większość produktów jest obecnie wykonywana w Azji, z przewagą Chin. Istnieje wiele teorii ekonomiczno-społecznych tłumaczących to zjawisko i sukcesy gospodarcze krajów azjatyckich, ale dominujące wydają się niskie koszty produkcji (niskie płace przy bardzo niskiej stopie życiowej) oraz przysłowiowa pracowitość i zdyscyplinowanie tamtejszych społeczeństw³⁷.

³⁷ Jako źródła sukcesów ekonomicznych *azjatyckich tygrysów* często wymienia się ponadto wiodące elementy polityki gospodarczej prowadzonej w tych państwach, a to:

- niskie podatki i minimalne wydatki socjalne,
- szybkie postępy w edukacji społeczeństw,
- wysoka stopa oszczędności i inwestycji,
- otwarcie na kapitał inwestycyjny przy jednoczesnej ochronie własnego, wewnętrznego rynku.

Ta nowa sytuacja gospodarcza przyniosła krajom wysoko rozwiniętym pewną korzyść, w postaci obfitości relatywnie tanich masowych produktów i półproduktów, ale i wiele zjawisk niekorzystnych. I tak w wielu regionach odnotowano zasadniczy spadek, a nawet zanik wytwórczości materialnej, gdyż albo przedsiębiorcy przenieśli produkcję do krajów o niskich kosztach robocizny, albo firmy zbankrutowały, nie mogąc sprostać konkurencji cenowej. Nastąpiło też znaczne uzależnienie od importu, zarówno w zakresie produktów, jak i komponentów oraz części zapasowych. Ponadto niepokojąco zaczął rosnąć deficyt handlowy z krajami Azji³⁸. W konsekwencji zaznaczyło się wykupywanie firm, przejmowanie kontroli na drodze wykupu pakietów kontrolnych przedsiębiorstw, przejmowanie coraz bardziej zaawansowanych technologii produkcyjnych, a także wykupowanie coraz pokaźniejszych i prestiżowych nieruchomości przez inwestorów azjatyckich. W tej sytuacji zrodziła się wizja **czwartej rewolucji przemysłowej** – idei powrotu wytwórczości materialnej do krajów wysoko rozwiniętych, ale już w formie w pełni zrobotyzowanych, inteligentnych fabryk i systemów cyberfizycznych, działających w oparciu o coraz bardziej zaawansowaną sztuczną inteligencję i w kontekście inteligentnych miast i cybergospodarki.

Termin *czwarta rewolucja przemysłowa* jest na ogół definiowany jako uogólniająca koncepcja fazy rozwoju przemysłu z zintegrowanym wykorzystywaniem automatyzacji, robotyzacji, przetwarzania i wymiany danych oraz technologii wytwórczych. Jest to zbiorczy termin dla technik i zasad funkcjonowania organizacji łańcucha wartości stosujących lub używających systemy cyberfizyczne, internet rzeczy i przetwarzania chmurowego. Jest to urzeczywistnienie w pełni inteligentnej fabryki, w której systemy cyberfizyczne sterują procesami fizycznymi, tworzą wirtualne kopie świata realnego i podejmują zdecentralizowane decyzje, a poprzez internet rzeczy w czasie rzeczywistym komunikują się i współpracują ze sobą oraz z ludźmi. Dzięki przetwarzaniu chmurowemu są oferowane i użytkowane usługi wewnętrzne i międzyoperacyjne. Podstawą działania jest tu pełna robotyzacja i bezprzewodowe przesyłanie danych z sensorów do internetu i komputerowe, inteligentne sterowanie produkcją.

Założenia rozwojowe zakładają, że inteligentne fabryki z cyber-fizycznymi systemami produkcji działają w otoczeniu i przy współdziałaniu:

- internetu ludzi w postaci sieci biznesowych i społecznościowych,
- internetu rzeczy – inteligentnej mobilności,
- internetu usług – inteligentnych sieci i logistyki,
- internetu danych – inteligentnych miast, budynków, mieszkań oraz sprzętów i wyposażenia życia codziennego.

W efekcie powstaje zintegrowana, obejmująca wszystkie aktywności społeczne, a więc nie tylko produkcję materialną, gospodarka cyfrowa.

³⁸ Dotyczy to szczególnie Chin, które uzyskują imponującą nadwyżkę w handlu zagranicznym, ocenianą z początkiem roku 2019 na ponad 30 mld dol. miesięcznie (sic!).

O ile pierwsze etapy rozwoju przemysłu są doskonale znane, historycznie zbadane i opisane, o tyle ten nowy etap, będący *in statu nascendi*, jest i sporą jeszcze niewiadomą, i wizją budzącą z jednej strony duże nadzieje rozwojowe, a z drugiej wiele obaw o charakterze socjalnym, a nawet i aksjologicznym.

Termin Przemysł 4.0 (w wersji niemieckojęzycznej *Industrie 4.0*) albo *czwarta rewolucja przemysłowa*, używane wymiennie, pochodzi z projektu strategii wysoko zaawansowanych technik i technologii rządu Niemiec, promującej komputeryzację i pełną robotyzację procesów wytwórczych³⁹. Po raz pierwszy był użyty na targach w Hanowerze w roku 2011. W październiku 2012 roku grupa robocza kierowana przez Siegfrieda Daisa z firmy Robert Bosch GmbH przedstawiła rządowi federalnemu studium rozpoznania i analizy nadchodzących, przełomowych zmian o strategicznym znaczeniu dla niemieckiej gospodarki oraz zestaw zaleceń wdrożeniowych koncepcji rozwojowej. W kwietniu 2013 roku powstał raport końcowy, w którym przedstawiono obraz nowej rzeczywistości, kształtowanej przez proponowane zmiany w przemyśle. Wyszczególniono w nim niezbędne działania dla aktywnego udziału niemieckiej gospodarki w tym przełomie. Z kolei z inicjatywy rządowej uruchomiono szereg przedsięwzięć badawczych, prac przygotowawczych oraz wdrożeń, zarówno włączając w to instytucje naukowo-badawcze, jak i powołując organizację Plattform Industrie 4.0, jako centrum kontaktów przemysłu, biznesu i nauki, w realizacji tych zamierzeń. Ponieważ proces kształtowania cyfrowej gospodarki znajduje się obecnie w fazie wstępnej i przy pierwszych etapach wdrożeń odcinkowych, dotychczasowe ujęcia koncepcyjne mają charakter opisowy i przedstawiają wizję, którą z dużym prawdopodobieństwem ukształtują nadchodzące zmiany w technice, technologii i w organizacji⁴⁰.

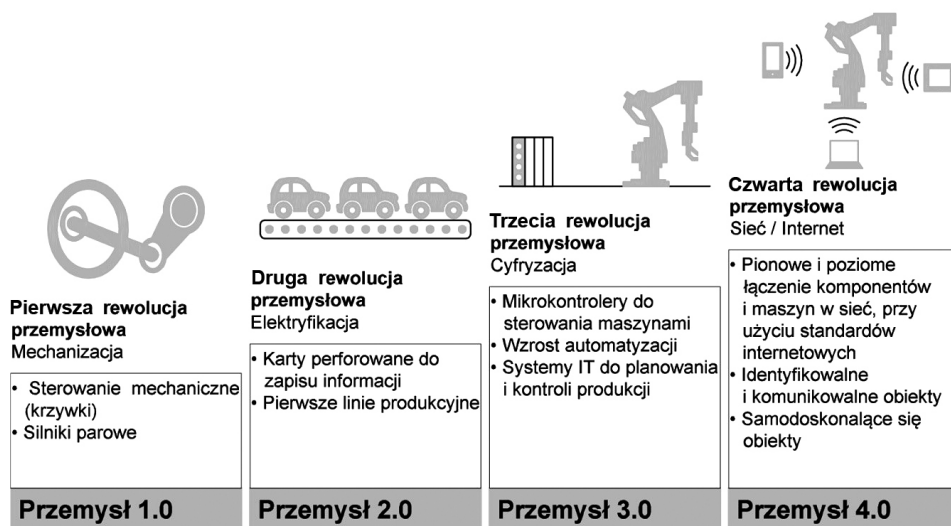
Koncepcja Przemysł 4.0 jest postrzegana jako jedyna obecnie realna wizja skutecznej strategii krajów wysoko rozwiniętych w skutecznej walce konkurencyjnej z gospodarkami krajów azjatyckich, zwłaszcza z Chinami. Idea cyfrowej gospodarki i daleko idące cywilizacyjne skutki jej wprowadzenia wywołały spore ożywienie w wielu dyscyplinach badawczych, a także dyskusję o jej konsekwencjach, głównie społecznych, na razie na poziomie publicystki i wstępnych branżowych rozeznań⁴¹. Szczególnie nośna medialnie stała się wizja daleko idącej robotyzacji – nie tylko produkcji, ale też aktywności i życia codziennego, a więc obecności inteligentnych maszyn w każdym z zakresów naszej aktywności i naszego życia codziennego.

³⁹ Nazwa *Industrie 4.0* przyjęła się powszechnie w Europie, ale w literaturze można spotkać też takie określenia jak: *Advanced Manufacturing*, *Smart Production* oraz *Integrated Industry*.

⁴⁰ Por. opracowanie Federalnego Ministerstwa Budownictwa i Rozwoju (Bundesministerium für Bildung und Forschung): *Industrie 4.0 – Innovationen für Produktion von Morgen* (2017).

⁴¹ Poza licznymi wypowiedziami, uwagami, komentarzami i dyskusjami publicystycznymi, w dużym stopniu ukazującymi się na portalach internetowych, sporo jest też specjalistycznych opracowań – opisów nowej rzeczywistości odnoszących się do różnych aspektów nadchodzących zmian. Por. np.:

- M. Olender-Skorek (2017): *Czwarta rewolucja przemysłowa a wybrane aspekty teorii ekonomii*;
- M. Hermann, T. Pentek, B. Otto (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*.

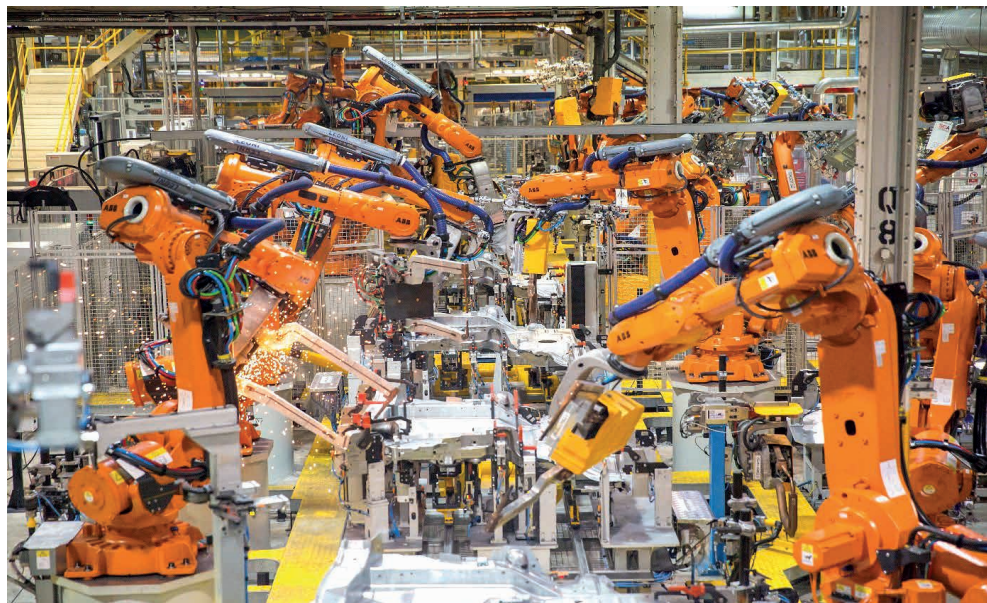


Ryc. 4. Ideowe przedstawienie czterech etapów rozwoju przemysłu.

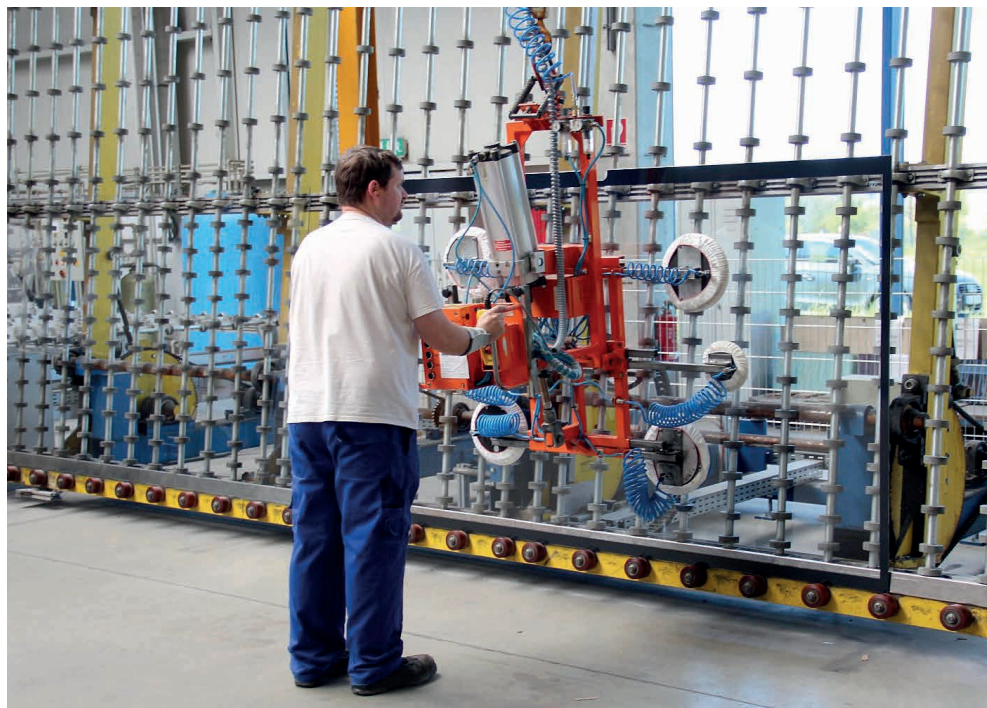
Reasumując, mimo ciągłości i ewolucyjności przemian w rozwoju przemysłu, a także niejednorodności występowania w czasie kolejnych etapów w różnych krajach, powszechnie wyróżnia się obecnie cztery fazy jego rozwoju, czyli *rewolucji przemysłowej* (ryc. 4). I tak:

- **wiek pary** – zapoczątkowany w końcu XVIII wieku w Anglii, określane też jako *pierwsza rewolucja przemysłowa*, stanowił przejście z produkcji manufakturowej i rzemieślniczej do zmechanizowanej produkcji fabrycznej, dzięki wykorzystaniu wynalazków technicznych – głównie maszyny parowej (zastosowanej w górnictwie i włókiennictwie) i mechanicznego krosna tkackiego, a także zastąpieniem węgla drzewnego koksem w hutnictwie;
- **wiek elektryczności**, łączony z końcem XIX stulecia, z dwoma nowymi źródłami energii – elektrycznością i silnikiem spalinowym, które zrewolucjonizowały i zdynamizowały przemysł, co dało początek erze produkcji masowej, z zastosowaniem podziału pracy i charakterystycznymi ciągami linii produkcyjnych;
- **wiek komputerów**, rozpoczynający się z końcem lat 60. XX wieku, a zapoczątkowany przez przemysłowe aplikacje sterowników programowalnych, otwierające erę automatyzacji przemysłu opartej na zaawansowanej elektronice i informatyce – programowalne układy logiczne (ryc. 5)⁴²;

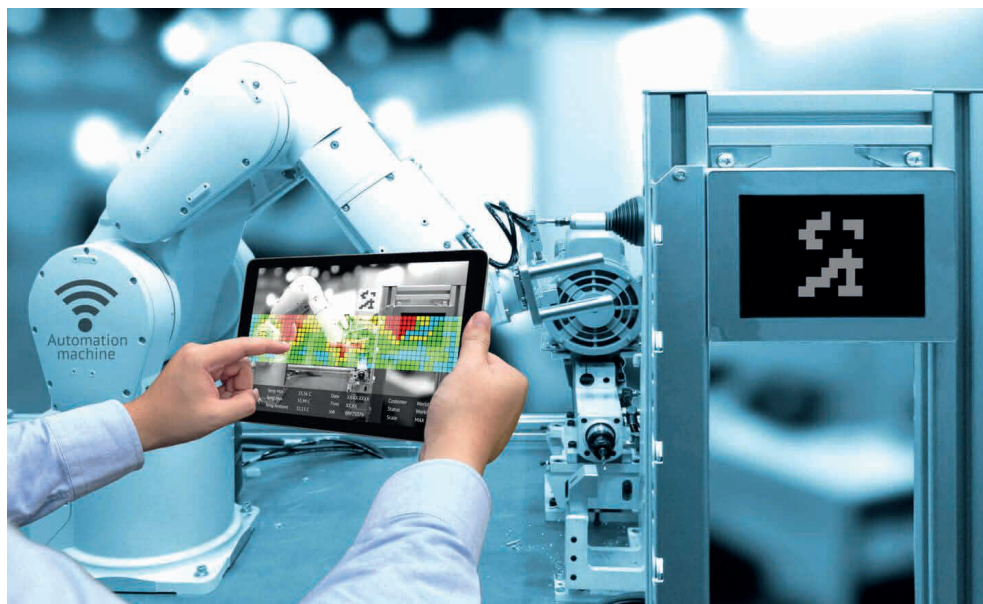
⁴² Na marginesie należy zauważyć, że robotyzacja, czyli sterowane informatycznie automaty produkcyjne, których stosowanie systematycznie i zauważalnie wzrasta od roku 2008, są już dość powszechnie stosowane w przemyśle krajów wysoko rozwiniętych, zwłaszcza przy wielokrotnie powtarzalnych, precyzyjnych czynnościach. Jednakże roboty przemysłowe nie są rozwiązaniami tanimi. Rozwój robotyki i automatyki



Ryc. 5. W pełni zrobotyzowana przemysłowa linia produkcyjna.



Ryc. 6. Stanowisko montera budowlanych zestawów szybowych w zakładzie Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy).



Ryc. 7. Idea pracy w Przemysle 4.0.

- **czwarta rewolucja** (Przemysł 4.0), koncepcyjnie inicjowana z początkiem obecnego wieku, wywołana jest przez wprowadzanie wszechobecnej cyfryzacji, bazowanie w procesach decyzyjnych na wirtualnych symulacjach i przetwarzaniu danych w czasie rzeczywistym, komunikację maszyna–maszyna i maszyna–człowiek oraz nowych technologiach wytwórczych; ten etap określany jest też jako czas zanikania bariery pomiędzy człowiekiem i maszyną, z inteligentną produkcją (*Smart Factory*) w oparciu o cyberfizyczne systemy wytwarzania i organizacji, prowadzące do *cyfrowej gospodarki* (ryc. 7).

powoduje, że praktycznie każdą czynność można już zautomatyzować, ale nie zawsze jest to opłacalne ekonomicznie. W wielu zakładach przemysłowych w wysoko rozwiniętych krajach wybiera się zatem jeszcze rozwiązania technologiczne z udziałem pracy człowieka. Tego typu stanowiska są już standardowo wspomagane półautomatyką i mechaniką przejmującą wysiłek fizyczny pracownika (ryc. 6).

8. PROBLEM BEZROBOCIA TECHNOLOGICZNEGO

Rozwój nauki, techniki i przemysłu, który przyniósł wspaniały postęp cywilizacyjny, łączył się z wieloma napięciami społecznymi wywołanymi przechodzeniem do kolejnych faz struktur społeczno-gospodarczych. Obecnie stosunkowo najwięcej emocji związanych jest z obawami socjalnymi o poziom zatrudnienia, a właściwie o zagrożenie *bezrobociem technologicznym*. Otóż postępująca mechanizacja produkcji i przechodzenie od wytwórczości ręcznej, rzemieślniczej i manufakturalnej do przemysłowej, już na przełomie wieków XVIII i XIX zaczęły wywoływać napięcia społeczne i protesty rzemieślników i rękodzielników, najsilniej w Anglii, która przodowała w postępie technologicznym. Zrodził się tam radykalny ruch społeczny określany terminem **luddyzm**, grupujący głównie chałupników, rzemieślników i tkaczy⁴³. Protestowali oni przeciwko zmianom i redukcjom w wolnych zawodach, co stało się konsekwencją szerokiego wprowadzania maszyn tkackich. Ich działalność sprowadzała się do niszczenia mechanicznych krosien. Organizowali nocne napady na tkalnie, niszcząc maszyny w fabrykach w Nottingham, Middleton, Yorkshire i w Manchesterze. Te akcje były na tyle liczne i na tyle szkodliwe, że parlament brytyjski uchwalił w 1812 roku ustawę *Frame Breaking Bill*, według której niszczenie maszyn stało się przestępstwem zagrożonym najwyższą karą – karą śmierci. Idea luddyzmu powracała i później z różnym nasileniem. W XX wieku nazwano ją *neoluddyzmem*, który jest definiowany jako współczesna forma niechęci i oporu wobec postępu techniki i jest prezentowany głównie przez niektóre związki zawodowe sprzeciwiające się innowacjom technologicznym prowadzącym do wyparcia pracy ludzkiej przez pracę maszyn⁴⁴.

W rzeczywistości sytuacja jest zdecydowanie odwrotna. Postęp techniczny, mechanizacja, a dalej automatyzacja i robotyzacja produkcji związane były zawsze ze wzrostem zatrudnienia, wzrostem produkcji, obniżeniem ceny jednostkowej produktów i ze wzrostem zamożności społeczeństw. Jak wykazuje Henry Hazlitt (2012),

⁴³ Termin *luddyzm* wywodzony jest od nazwiska domniemanego przywódcy przeciwników postępu technologicznego w przemyśle, tkacza Neda Ludda.

⁴⁴ Przykładowo w połowie XX stulecia związki zawodowe w USA protestowały i chciały prawnie zakazać używania na budowach mechanicznego kładzenia tynków i maszynowego malowania ścian, obawiając się, i słusznie, zasadniczej redukcji pracy ręcznej tynkarzy i malarzy. Obecnie idee neoluddyczne krytykują głównie postępy w informatyzacji, uzależnianie pracowników przez międzynarodowe korporacje, a ostatnio wizje pełnej robotyzacji produkcji i usług, a także życia codziennego, w ramach inteligentnych miast, budynków i wyposażenia.

przykładem może tu być przemysł samochodowy w USA. Pierwsze pojazdy wykonywano jeszcze metodami manufakturowymi, ale dość szybko wprowadzono taśmę montażową i postępującą mechanizację poszczególnych procesów. Mechanizacja produkcji spowodowała gwałtowny wzrost, a nie spadek liczby miejsc pracy. I tak w roku 1910 w przemyśle samochodowym USA pracowało 140 tys. osób, w roku 1920 wraz z postępującą mechanizacją liczba miejsc pracy podniosła się do 250 tys., w roku 1930 do 380 tys., a w roku 1973 już do 941 tys. zatrudnionych, przy równoczesnym wyraźnym, relatywnym spadku cen samochodów i w konsekwencji wzroście na nie popytu. Oczywiście uległa radykalnej zmianie struktura zawodowa pracowników, a niektóre zawody, znajdujące tu pierwotnie zatrudnienie, przeszły do historii.

Dobrym przykładem na korzystne zmiany w zakresie zatrudnienia może być transport konny. Jeszcze na przełomie XIX i XX wieku transport wewnątrz miast i na wsiach odbywał się w oparciu o zaprzęgi konne. W każdej większej wsi była kuźnia, w której podkuwano konie, pracowali kołodzieje konstruujący i naprawiający drewniane koła i wozy, rymarze szyjący uprzęże, a ponadto spore areale przeznaczano na produkcję owsa, podstawowej paszy treściwej dla koni. W XX stuleciu rozpoczęło się systematyczne wypieranie transportu konnego przez motorowy i zastępowanie pracy koni na roli i w transporcie maszynami. W polskich miastach zaprzęgi konne praktycznie zniknęły dopiero z początkiem lat 70., a na wsiach pełna mechanizacja nastąpiła w latach 90. Obecnie konie są hodowane jedynie w celach sportowych i rekreacyjnych. Z punktu widzenia kowali, rymarzy i kołodziejów postęp techniki przyniósł radykalny wzrost ich bezrobocia, ale w skali kraju rozwój motoryzacji i mechanizacja prac rolnych wiąże się z zasadniczym wzrostem aktywności gospodarczej – rozbudową przemysłu samochodowego i maszynowego, rozwojem sieci stacji obsługi, napraw i serwisowania, z rozwojem handlu, reklamy, targów, ubezpieczeń, a także z budową i obsługą sieci dróg, w tym dróg ekspresowych i autostrad oraz rozwojem przemysłu petrochemicznego i sieci stacji paliwowych. Efekt jest oczywisty – wzrost możliwości transportowych, obniżenie kosztów i zasadnicze ułatwienie przemieszczania ludzi i towarów, a zarazem powstanie nowych sektorów gospodarki zatrudniających dużą liczbę pracowników. Mimo sentymentów do przeszłości dziś już jest nie do pomyslenia praca przy kieracie konnym i pługiem kolesnym.

Analogicznie, w praktycznie wszystkich dziedzinach ludzkiej aktywności rozwój techniki i postępy w mechanizacji, a dalej w automatyzacji, niosą ze sobą zanik części zawodów, ale zarazem znaczny rozwój zatrudnienia w innych sektorach i powstanie nowych aktywności. Kolokwialnie mówiąc, że na każde stanowisko pracy redukowane wskutek postępu technologicznego powstaje co najmniej jedno nowe, a przeważnie kilka nowych, ale wymagających już wyższych kwalifikacji, oferujących pracę mniej zrutynizowaną, a zarazem lepiej płatną.

Ta prawidłowość może nagle zostać odwrócona za sprawą *cyfrowej gospodarki*, a szerzej – rozwoju pełnej sztucznej inteligencji. Otóż docelowa wizja Przemysłu 4.0 zakłada przejście przez roboty i pełną automatyzację wszystkich etapów produkcji,

obsługi i zarządzania. Zakłada też powrót wytwórczości przemysłowej z krajów Trzeciego Świata, do krajów wysoko rozwiniętych, a więc zastąpienie pracy ręcznej, niskokwalifikowanej, zrutynizowanej, wykonywanej w oparciu o proste maszyny i urządzenia – pracą robotów. Jest rzeczą oczywistą, że realizacja wizji powrotu wytwórczości przemysłowej do krajów wysoko rozwiniętych spowoduje radykalny wzrost bezrobocia w krajach, które tę aktywność gospodarczą opuści. Taki proces będzie zapewne, z wielu względów, rozciągnięty w czasie, ale i bezwzględny w swoich ekonomicznych i społecznych konsekwencjach. Natomiast w krajach, które wprowadzą cyfrową gospodarkę można się spodziewać tendencji odwrotnej – wzrostu zatrudnienia, wzrostu produktywności, oszczędności materiałów i czasu, potaniaenia produktów, wzrostu konsumpcji i wzrostu ogólnej zamożności społeczeństw krajów wysoko rozwiniętych. Przy ogólnym wzroście zatrudnienia będą musiały zarazem nastąpić przewartościowania w profilach zawodowych i w liczebności kadry w różnych przedsiębiorstwach, w tym zanik niektórych czynności i zawodów, co nieraz wywołuje napięcia społeczne. Można się spodziewać spadku popytu na pracowników niewykwalifikowanych i nisko wykwalifikowanych oraz zasadniczego wzrostu popytu na kadry techniczne, inżynierskie i informatyczne, a także na specjalistów od marketingu, reklamy i ekonomiki. Analogicznie do przypadku przemysłu samochodowego, należy się spodziewać rozbudowy masowej produkcji robotów, zarówno przemysłowych, jak i usług życia codziennego, a w konsekwencji rozrostu biur i zespołów projektujących i programujących, służb ich montażu, serwisowania, diagnozowania, napraw i konserwacji, rozwoju zasilania, recyklingu, a także marketingu, handlu, reklamy i dystrybucji. W efekcie bilans przewartościowań będzie zapewne zdecydowanie dodatni.

Jednakże sytuacja będzie tu, jak się prognozuje, bardziej złożona. Otóż koncepcja Przemysłu 4.0, a dalej pełnej cyfryzacji gospodarki – wiąże się z rozwojem i wprowadzeniem idei sztucznej inteligencji, gdyż trudno sobie wyobrazić inteligentne miasta, domy i fabryki bez daleko idącej automatyzacji i sprzężenia wielu systemów zarządzania, kierowania i informacji. Idea sztucznej inteligencji jest rozwojowo i intelektualnie zarówno kusząca, jak i logiczna, wydaje się już nieuchronną konsekwencją dotychczasowego rozwoju techniki i technologii.

9. IDEA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI I WIZJE PRZYSZŁOŚCI⁴⁵

Polski termin *sztuczna inteligencja* (SI) jest dosłownym tłumaczeniem angielskiego – *artificial intelligence* (AI) i jest na ogół definiowany jako szeroka dziedzina wiedzy obejmująca logikę rozmytą, obliczenia ewolucyjne, sieci neuronowe, sztuczne życie, robotykę i informatykę w zakresie tworzenia modeli zachowań inteligentnych oraz programów komputerowych symulujących te zachowania. Jej idea zrodziła się w jeszcze przed II wojną światową, a za jej ojca uważa się brytyjskiego matematyka i kryptologa Alana Mathisona Turinga. W roku 1936, w rok po obronieniu doktoratu na Uniwersytecie w Cambridge, w pracy *O liczbach obliczalnych (On computable numbers, with an application to the entscheidungs problem)* wprowadził abstrakcyjną maszynę, która była w stanie wykonywać zaprogramowaną matematyczną operację, czyli algorytm, zgodnie z twierdzeniem, że każdą funkcję „efektywnie obliczalną” będzie w stanie rozwiązać komputer (wtedy jeszcze uniwersalna maszyna obliczająca – *universal computing machine*). W roku 1950 Turing zaproponował, by możliwość udawania człowieka w zdalnej rozmowie uznać za test inteligencji maszyny (*test Turinga*), a rok później opisał pierwszy algorytm szachowy. Sam termin *sztuczna inteligencja* został po raz pierwszy wprowadzony przez Johna McCarthy’ego, który w 1956 roku zdefiniował go jako konstruowanie maszyn, o których działaniu dałoby się powiedzieć, że są podobne do ludzkich przejawów inteligencji. Dalej definicję rozwinęto następująco: „zdolność systemu do prawidłowego interpretowania danych pochodzących z zewnątrz, nauki na ich podstawie oraz wykorzystywania tej wiedzy, aby wykonywać określone zadania i osiągać cele poprzez elastyczne dostosowanie” (Andreas Kaplan i Michael Haenlein). W latach 50. XX wieku powstało pierwsze laboratorium SI na Uniwersytecie Carnegie Mellon w Pittsburghu, a następnie w Massachusetts Institute of Technology. Oba te laboratoria są wciąż uważane za wiodące ośrodki w tej dziedzinie na świecie.

⁴⁵ Różne aspekty powstania, uwarunkowań rozwoju, spodziewanej dalszej ewolucji oraz konsekwencji wprowadzania sztucznej inteligencji są szeroko omawiane i w polskiej literaturze, w tym i z punktu widzenia ergonomii. Zob. np. R. Tadeusiewicz i M. Złowodzki: *Ergonomia wobec idei sztucznej inteligencji – o sztucznej inteligencji i ergonomii* (2020).

Obecnie badania i wdrożenia sztucznej inteligencji prowadzone są szybko⁴⁶. Za jej główne pola tematyczne uważa się:

- obronność, a więc zastosowania militarne w tworzeniu broni coraz bardziej precyzyjnych, autonomicznych w rozpoznaniu, namierzaniu celów i ich destrukcji, poczynając od precyzyjnej amunicji, sterowanych pocisków i raket, dronów, samolotów bezałogowych, autonomicznych pojazdów i bojowych robotów, aż po cyberataki i globalne systemy obrony i ataku⁴⁷;
- medycynę, najpierw w tworzeniu baz danych, oraz badaniach i rozeznaniach diagnostycznych, ale i coraz śmielej w koncepcjach cyborgizacyjnych człowieka;
- przemysł, a więc powstawanie wytwórczości materialnej na drodze pełnej automatyzacji i robotyzacji.

Za główne czynniki sprzyjające rozwojowi sztucznej inteligencji uważa się:

- lawinowy wzrost mocy obliczeniowych komputerów, popularnie określane jako podwajanie mocy obliczeniowych co 18 miesięcy⁴⁸;
- intensyfikację badań nad sztuczną inteligencją i coraz liczniejsze zakresowo i szersze jej wdrożenia;
- wzrastającą obfitość danych i materiałów (zdjęć, filmów, danych) w skali globalnej, która jest dostępna w internecie i pozwala algorytmom samouczącym się, o wielkich możliwościach operacyjnych i pojemnych pamięciach, na szerokie poznanie świata, naszej cywilizacji i zachodzących procesów.

O sile i możliwościach sztucznej inteligencji, działającej w oparciu o pełną robotyzację wszelkiej aktywności, stanowią nie tylko zdolności maszyn działających precyzyjnie, niepopękujących błędów, niemęczących się i dysponujących prawie nieograniczoną mocą i nieograniczoną pojemnością pamięci, nie tylko potęga obliczeniowa i pojemność informacyjna komputerów, ale przede wszystkim sprzężenie całości w globalny system. Algorytmy samouczące się w oparciu o receptory multimedialne, działające w układzie sprzężonym, dzięki internetowi i chmurze danych, powodują, że cały system automatycznie korzysta z informacji, zdobytych doświadczeń i rozeznań dokonanych przez każdy z jego elementów.

W analizach i projekcjach rozwojowych sztucznej inteligencji podkreśla się, że niewiadomą nie jest, czy ona powstanie, ale kiedy i jaki będzie jej zakres, a także jaki będzie jej wpływ na człowieka i jego aktywność. Oczywiście, jak zwykle gdy mowa o nie w pełni jasnej przyszłości, a raczej o jej wizji, pojawiają się opinie rozbieżne, ale na ogół przyjmuje się trzy horyzonty czasowe etapów jej rozwoju, a to:

⁴⁶ Por. szerokie i wielowątkowe omówienia w tym względzie zarówno historii rozwoju, stanu obecnego, jak i perspektyw SI: T. Walsh: *To żyje! Sztuczna inteligencja – od logicznego fortepianu po zabójcze roboty* (2018); G. Lindenberg: *Ludzkość poprawiona. Jak najbliższe lata zmienią świat, w którym żyjemy* (2018).

⁴⁷ Por. obszernie opracowanie monograficzne: P. Łuczuk: *Cyberwojna – wojna bez amunicji?* (2017).

⁴⁸ Zjawisko to określane jest jako *prawo Moore'a* i zostało sformułowane w roku 1965 przez Gordona Moore'a, jednego z założycieli firmy Intel.

- **rok 2030** – w którym spodziewane są pierwsze całościowe wdrożenia w niektórych dziedzinach, takie jak samochody autonomiczne i zakaz prowadzenia przez ludzi pojazdów po drogach publicznych oraz uruchomienie w pełni zrobotyzowanych i sterowanych komputerowo linii produkcji, magazynowania i dystrybucji, w duchu koncepcji Przemysł 4.0;
- **rok 2050** – autonomiczne statki w ruchu powietrznym, a więc samoloty bez pilotów, w pełni inteligentne domy i miasta z automatycznym transportem, zaopatrzeniem i organizacją życia publicznego;
- **rok 2070** – pełna cyfryzacja gospodarki i aktywności w skali globalnej, w oparciu o zintegrowane systemy sztucznej inteligencji (sieci neuronalne wielopoziomowe), a co więcej – opanowanie przez nią zdolności i możliwości własnej reprodukcji w zakresie materialnym (projektowanie i konstruowanie robotów) i programowania, a także osiągnięcie przez nią pełni świadomości, a więc zdolności określania własnych celów i metod ich osiągania.

Przyszłość jest oczywiście nieznana i im bardziej odległa w czasie, tym bardziej jej przewidywania zmierzają w stronę spekulacji. Jednakże kierunek przemian i wzrastające tempo innowacji mają jednoznaczną wymowę. W przewidywaniach podkreśla się, że o wszystkim będzie decydował z jednej strony postęp wiedzy i techniki oraz nowe rozwiązania, a z drugiej rachunek ekonomiczny, który określi zakres realizacyjny i tempo wdrożeń. Nie ulega bowiem wątpliwości, że wprowadzanie sztucznej inteligencji, globalna cybernetyzacja gospodarki i uczynienie w pełni inteligentnymi naszych miast, domów, fabryk i transportu będzie wymagało znacznych nakładów, na które będą sobie mogły pozwolić tylko bogate kraje. Tymczasem szkicowane są wizje przyszłości. Ciekawy w tym względzie zestaw dziesięciu prognoz na temat zmian w naszym życiu do roku 2050, w ujęciu nieco publicystycznym, przedstawił Toby Walsh (2018, s. 228–243) z Uniwersytetu Nowej Południowej Walii w Australii. I tak:

- **Mamy zakaz prowadzenia samochodów** – a więc transport będzie się odbywał w pełni zautomatyzowanymi i zrobotyzowanymi, autonomicznymi pojazdami;
- **Codziennie będziemy z wizytą u lekarza** – nasz osobisty komputer dzięki wielu czujnikom biometrycznym będzie automatycznie monitorował nasze dane zdrowotne (puls, ciśnienie krwi, stężenie glukozy, sen i ruch), toaleta będzie automatycznie analizowała nasz mocz i kał, smartfon będzie regularnie robił nam selfie i analizował wygląd, a w wypadku pogorszenia stanu zdrowia komputer wskaże terapię lub wezwie pomoc;
- **Marilyn Monroe wróci do filmu** – dzięki interaktywnym systemom rozrywki filmy będą zanurzać nas w hipernaturalnym świecie. Przemysł filmowy, wirtualna i rozszerzona rzeczywistość oraz gry komputerowe staną się jednym przemysłem rozrywkowym, a my będziemy spędzać coraz więcej czasu w światach, które nie istnieją, i w rzeczywistości nie mogłyby istnieć;
- **Komputer zatrudnia nas i zwalnia z pracy** – algorytmy komputerowe będą przejmować większość zadań związanych z pracą kadry – zatrudnianiem, układaniem

harmonogramów zadań, monitorowaniem działań, nagradzaniem, kierowaniem na urlop i zwalnianiem;

- **Mówimy do mieszkania** – obecny interfejs z urządzeniami zniknie na rzecz konwersacyjnych systemów operacyjnych, które będą powszechne i dominujące w życiu codziennym, a działając w oparciu o bazy danych w chmurze, będą mogły wykonywać dla nas skomplikowane zadania;
- **Robot napada na bank** – cyberataki i cyberobrony będą powszechnością, wzrośnie też prawdopodobieństwo, że softbot obrabuje duży bank, dostając się do niego w sposób elektroniczny;
- **Niemiecka drużyna przegrywa z robotami** – choć niemiecki futbol stoi wysoko, to roboty będą miały przewagę nad ludźmi – wysokie umiejętności piłkarskie, brak zmęczenia i dekoncentracji, pełne rozeznanie pozycji zawodników swoich i przeciwnika, oraz stale doskonałą strategię gry (dzięki algorytmom samouczącym się);
- **Statki, samoloty i pociągi widma przemierzają świat** – pełne zautomatyzowanie ruchu transportowego przyniesie wzrost bezpieczeństwa, wzrost efektywności i zwiększenie przepustowości tras⁴⁹;
- **Wiadomości telewizyjne będą powstawać bez udziału ludzi** – opracowanie i przedstawienie serwisu będzie i tańsze, i będzie istniała możliwość jego dostosowania do indywidualnych preferencji odbiorcy;
- **Będziemy żyli po śmierci** – powszechnością staną się cyfrowe sobowtóry i cyfrowi asystenci, którzy będą obecni w mediach i w korespondencji, a chatboty (po naszej śmierci) będą mówiły tak jak my, będą znały naszą przeszłość i będą reagowały zgodnie z naszymi usposobieniami, nastrojami, poglądami i wierzeniami.

⁴⁹ Zapowiedzią zmian tutaj mogą być plany niemieckich kolei (Deutsche Bahn), przewidujące uruchomienie dalekobieżnych pociągów w pełni autonomicznych już w roku 2023.

10. NIEPEWNOŚĆ I KONTROWERSJE W WIZJACH PRZYSZŁOŚCI

Wizja rozwoju robotyzacji, cyfrowej gospodarki i wdrożenia pełnego podporządkowania naszego życia sztucznej inteligencji jest asumptem do rozwiniętej dyskusji zarówno naukowej, jak i publicystycznej o naszej przyszłości, a także do szerszych refleksji o charakterze aksjologicznym. Z jednej strony następuje reasumpcja i ocena dotychczasowego rozwoju, jego dokonań i skutków, z drugiej próba krytycznego spojrzenia na prawdopodobne wizje przyszłości⁵⁰. Ciekawe, oryginalne, a miejscami nawet ekscentryczne, choć wyprowadzone z racjonalnych przesłanek są w tym względzie opinie Yuvala Noah Harariego z Uniwersytetu Hebrajskiego w Jerozolimie⁵¹. Jego zdaniem udało się w krajach wysoko rozwiniętych pokonać trzy plagi, które od zarania dziejów dręczyły ludzkość, a to: wojnę, głód i zarazę. Teraz głównym celem naszej kreatywności staje się nieśmiertelność, i to nie w przyszłym, niebiańskim życiu, ale tu i teraz. Dotąd istotny wzrost średniej długości przeżywalności ludzi był uzyskiwany naprzód przez rozpowszechnienie higieny (oddzielenie fekalii od wody pitnej i powszechność mycia rąk i spożywanych niegotowanych potraw), a następnie przez powszechne szczepienia i antybiotyki. Teraz dalsze wydłużenie czasu naszego życia upatrywane jest w drodze realizacji trzech czynników:

- postęp w obrazowaniu, diagnozowaniu i profilaktyce;
- niebywały postęp w transplantologii i coraz szersza cyborgizacja człowieka, czyli zastępowanie naszych organów i części organizmu protezami – coraz bardziej doskonałymi i inteligentnymi, wspierany osiągnięciami nanotechnologii, biologii molekularnej, bioinżynierii i biotechniki;
- inżynieria genetyczna, w której pokładane są nadzieje na doprowadzenie człowieka do osiągnięcia wieku matuzalemowego⁵².

Szczegółne nadzieje w dążeniu do nieśmiertelności człowieka pokładane są w inżynierii genetycznej – naprzód w eliminacji genów uszkodzonych, odpowiedzialnych za ułomności, słabości i podatności na choroby, następnie w podniesieniu możliwości

⁵⁰ Por. np. obszerny wywód T. Phillipsa: *Ludzie. Krótka historia o tym, jak spieprzyliśmy wszystko* (2019).

⁵¹ Swoje poglądy, ocenę przeszłości i prognozy przyszłości Yuval Noah Harari zawarł w trzech obszernych tomach zatytułowanych: *Sapiens. Od zwierząt do bogów* (2018a); *Homo deus. Krótka historia jutra* (2018b); *21 lekcji na XXI wiek* (2018c).

⁵² Matuzalem (*Metuszelach*), syn Henocha, miał żyć według Księgi Rodzaju (rozdział 5, wersy 21–27) aż 969 lat i doczekał się syna Lamecha w wieku 187 lat.

fizycznych i mentalnych, a dalej w opóźnieniu procesu starzenia się komórek i ostatecznie, przez eliminację starzenia, doprowadzenie do nieśmiertelności⁵³.

Wszystkie zmiany, których tempo przyśpiesza i postępy w rozwoju sztucznej inteligencji, będą miały, zdaniem Harariego, swoje konsekwencje i w zmianach nastawień, poglądów, a nawet religijności. Wieści on postępujący zanik obecnie dominujących religii, które będą coraz mniej przydatne w wyjaśnianiu rzeczywistości i nie dawały skutecznych recept na rozwiązywanie globalnych problemów, a także będą coraz mniej przydatne w przygotowywaniu swoich wyznawców do zachodzących zmian. Harari (2018b, s. 467) przewiduje narodziny i rozwój nowej ideologii – *dataizmu*. Dataizm głosi, że wszechświat składa się z przepływu danych, a wartość zarówno każdego zjawiska, jak i bytu określa jego wkład w przetwarzanie danych.

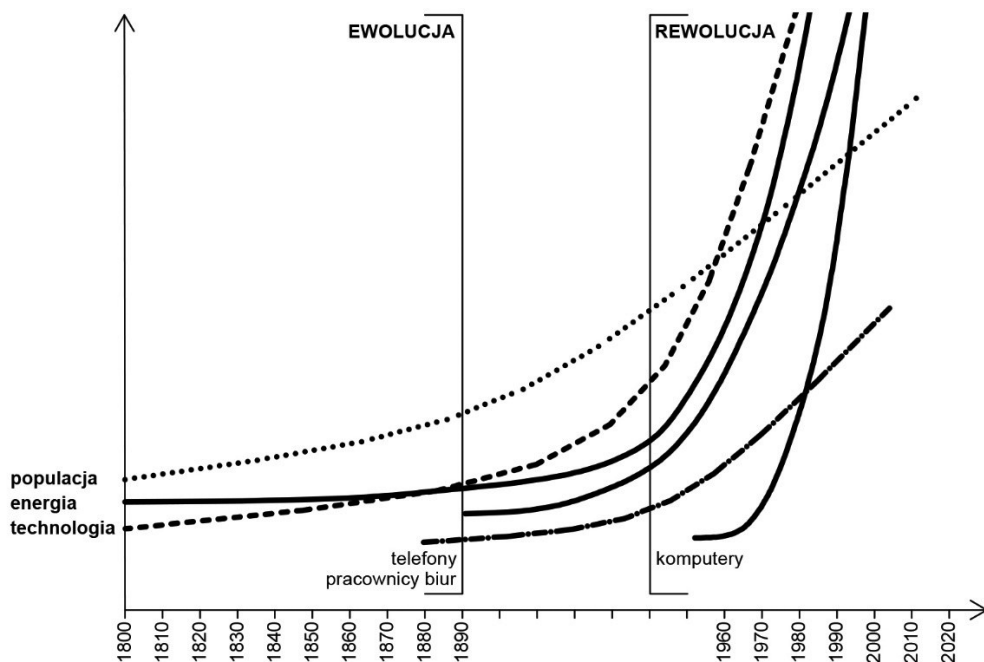
Naszkiecowane zachodzące zmiany i prognozy dalszych przekształceń – na razie w dużym stopniu hipotetyczne – wydają się z jednej strony logiczną i nieuchronną konsekwencją postępu technicznego, z drugiej wiążą się z zasadniczymi pytaniami odnośnie do sytuacji człowieka i jego miejsca. Cztery aspekty, z punktu widzenia dobrostanu człowieka wydają się tu wiodące, a to:

- szybkość przekształceń i przyśpieszający ich rytm,
- nowe wymagania odnośnie do wykształcenia i kompetencji pracowników,
- tym razem rzeczywiste zagrożenie bezrobociem technologicznym,
- potencjalne zagrożenie eschatologiczne.

Robert Propst (1971), profesor w Centrum Badawczym Hermana Millera w Zeeland (Michigan, USA), jeszcze pod koniec lat 60. XX wieku proces przemian cywilizacyjnych, będących efektem postępu technicznego, ujął w obrazowy, poglądowy wykres, wyróżniając w nim okres powolnej, historycznej już ewolucji i okres zdecydowanego przyśpieszenia, określanego jako rewolucja. Za analizowane kryterium przyjął zmiany w następujących kategoriach: wielkość populacji, konsumpcja energii, postęp technologiczny, liczbę pracowników biurowych oraz liczbę telefonów, telewizorów i komputerów (ryc. 8). Ewolucja według Propsta zaczyna kończyć się w latach 80. XIX wieku, a rewolucja zaczęła się z początkiem lat 40. XX wieku, a więc w okresie, kiedy do II wojny światowej przystąpiły USA. Oczywiście takie ujęcie ma charakter jedynie poglądowy i orientacyjny, a jego celem jest wskazanie zmian i ich tendencji. Propst tak je komentuje:

Nasi przodkowie mogli się dostosowywać do zmian, które spostrzegamy obecnie jako czynnik ewolucji. Zmiany mogły być przyjmowane i adaptowane w ilościach niezauważalnych podczas życia pracownika. Dziś zmiany są rzeczywistością dominującą. Stały się nowym celem. My i nasze środowisko muszą umieć się dostosowywać do nowych wymagań (s. 12).

⁵³ Por. również szeroki wywód G. Lindenberg'a na temat postępu w inżynierii genetycznej, spodziewanych możliwościach w manipulowaniu genami i osiągnięciu tą drogą długowieczności, czy wręcz nieśmiertelności w książce o znamienym tytule: *Ludzkość poprawiona* (2018).



Ryc. 8. Idea rozwoju cywilizacji technicznej i okres jej ewolucji, a następnie rewolucji w interpretacji Roberta Propsta.

Aktualna rzeczywistość w krajach wysoko rozwiniętych w pełni potwierdza te poglądy. Przykładowo, jak podaje Wilhelmina Wosińska, w obszernej i szerokiej panoramie procesu globalizacji i jej skutków – książce *Oblicza globalizacji* (2008), statystyczny pracownik w USA podczas 40 lat pracy zarobkowej przeciętnie trzykrotnie zmienia swój profil zawodowy i aż jedenastokrotnie miejsce pracy. Jest to wymuszone sytuacją rynkową i szybko zmieniającymi się potrzebami kadrowymi gospodarki. Dla wielu osób sytuacja staje się i stresująca, i wymagająca permanentnego dokształcania. Skończyła się bowiem, jakże wygodna, nauka na całe życie, a mamy konieczność nauki przez całe życie.

W zakresie kwalifikacji zawodowych i kompetencji pracowników kierunek zmian w krajach wysoko rozwiniętych, o szybko ewoluującej gospodarce opartej na wiedzy, wydaje się jednoznacznie zdefiniowany. Dwa czynniki wydają się tu być wiodące: systematyczne podnoszenie poziomu wiedzy, umiejętności i kompetencji oraz modyfikacja programów z ukierunkowaniem ich na kształcenie permanentne i samokształcenie zorientowane na elastyczną odpowiedź na potrzeby rynku.

Niezależnie jednak od koniecznych zmian w zakresie kształcenia kadr, w większości prognoz rozwojowych związanych z wprowadzeniem sztucznej inteligencji snuje się nader pesymistyczne wizje odnośnie do naszej aktywności zawodowej i ogólnie zapotrzebowanie na pracę człowieka w przyszłości. Dotąd, jak starano się to powyżej

wykazać, rozwój techniki, technologii i przemysłu niósł ze sobą nie tylko wzrost możliwości i długości przeciętnego życia, ale i wzrost zatrudnienia. Na każde statystyczne stanowisko likwidowane w zawodach redukowanych czy zanikających powstawało jedno, a czasem i wiele nowych w aktywnościach tworzonych przez nowe technologie i funkcje dla nich pomocnicze. Teraz sytuacja może ulec odwróceniu. To, co na razie wydaje się pewne, to to, że rozwój Przemysłu 4.0 przyniesie w krajach, w których będzie powstawał, wzrost zatrudnienia, ale tylko w niektórych zawodach. Prognozuje się wzrost zapotrzebowania na zawody wymagające wysokich kwalifikacji, a więc na techników i inżynierów projektujących, wytwarzających, obsługujących i serwisujących roboty produkcyjne, na informatyków tworzących algorytmy i programy dla robotów, linii produkcyjnych i systemów zaopatrzenia, transportu i dystrybucji, na ekonomistów, organizatorów produkcji, specjalistów od marketingu, outsourcingu, telemarketingu i reklamy, a także na naukowców, badaczy, laborantów i projektantów, specjalistów patentowych i radców prawa gospodarczego. W konsekwencji prognozuje się też dalszy specjalistyczny rozwój sektora szkolnictwa technicznego i wyższego, których zadaniem będzie wykształcenie nowych kadr. Reasumując, sytuacja jest drastyczna – kraje rozwinięte i bogate będą się jeszcze szybciej rozwijać i bogacić, a poziom życia ich mieszkańców wzrastać, natomiast kraje bazujące na taniej sile roboczej, na wydobyciu surowców, na produkcji dóbr niskoprzetworzonych, na technologiach niezaawansowanych i o niskim stopniu wkładu nauki i innowacyjności, znajdą się w trudnej sytuacji – zwiększonego bezrobocia i spadku poziomu życia większości mieszkańców.

Taka rysuje się prawdopodobna sytuacja na rok 2030. Natomiast dalszy rozwój i wdrożenia sztucznej inteligencji, już w układzie holistycznym, wielopoziomowym i w pełni zintegrowanym, aż po prognozę uzyskania przez nią autonomicznej świadomości, ma według projekcji zdecydowanie zredukować liczbę stanowisk pracy ludzi, a nawet doprowadzić do sytuacji pełnego zastąpienia człowieka przez roboty sterowane algorytmami sztucznej inteligencji. W tym kontekście rodzą się pytania o charakterze aksjologicznym, gdy ludzie nie będą potrzebni w produkcji, usługach, a nawet w nauce, szkolnictwie i kulturze. Yuval Noah Harari (2018b) uważa, że:

Być może najważniejsze pytanie w ekonomii XXI wieku będzie dotyczyło tego, co zrobić z tymi wszystkimi niepotrzebnymi ludźmi. Co będą robili świadomi ludzie, kiedy już będziemy mieli niezwykle inteligentne i pozbawione świadomości algorytmy, które będą potrafiły robić prawie wszystko lepiej od nas? (s. 403).

Powstało pojęcie *bezużyteczna klasa społeczna*, a więc znacznej i licznej grupy osób, które będą dla gospodarki zbędne, czyli mówiąc otwarcie – bezrobotne. Co więcej, wraz z rozwojem sztucznej inteligencji i postępowaniem w robotyzacji nie tylko produkcji, ale i całej aktywności gospodarczej, a nawet życia codziennego, rysuje się widmo zbędności zawodowej człowieka. Ta potencjalna sytuacja rodzi fundamentalne pytania o organizację naszego społeczeństwa. Dwie niewiadome wydają się wiodące:

- Co będą robili ludzie, którzy będą zbędni dla funkcjonowania gospodarki – czy ich cała aktywność będzie skupiała się na sporcie, rozrywkach, turystyce, ewentualnie religii? A więc czy wizją naszej przyszłości jest rola próżniaczych rezydentów i konsumentów żyjących z pracy robotów sterowanych inteligentnymi algorytmami?
- Z czego będą żyli nieaktywni zawodowo ludzie? Odżywa idea zapewnienia społeczeństwu podstaw ekonomicznych egzystencji w postaci rent przyznawanych na całe życie, określanych jako *powszechny dochód podstawowy* (PDP) lub *powszechne świadczenie podstawowe* (PŚP).

Takie wizje rodzą kolejne kłopotliwe i fundamentalne pytania już o charakterze aksjologicznym, a także niepokojące wizje eschatologiczne.

Idea rozwoju sztucznej inteligencji, która w wielu zakresach już występuje i której rozwój wydaje się sukcesywnie przyspieszać, stawia też pytania o wpływ na struktury gospodarczo-polityczne. Opinie są jednoznaczne, sztuczna inteligencja zdecydowanie przyspieszy proces globalizacji i unifikacji standardów. Zmieni kryteria i źródła zamożności – bogactwem będzie posiadanie informacji, dostęp do baz danych i możliwość jej przetwarzania. Dotyczy to zarówno osób, firm, jak i instytucji. Zmianie ulegnie zapewne formuła władzy państwowej i metod jej sprawowania. Dotąd rozwój nauki, techniki i technologii wpływał istotnie, choć pośrednio na rozwój struktur demokratycznych i liberalnych. Rozwój sztucznej inteligencji rysuje jednak pokusę wizji cyfrowej dyktatury. Sztuczna inteligencja, dzięki powszechności czujników biometrycznych u obywateli, dzięki nieograniczonej możliwości gromadzenia i przetwarzania danych dysponuje ogromną siłą. Może być ona (w demokracji) wykorzystana do dbania o zdrowie i bezpieczeństwo obywateli albo (w systemie niedemokratycznym, dyktatorskim) do kontroli, wymuszeń i represjonowania ludzi.

Idea sztucznej inteligencji szybko się rozwija, a jej cząstkowe wdrożenia są na razie i nader obiecujące, i szybko przyjmowane w praktyce. Natomiast zmiany wskazują, że ewolucja nie idzie dokładnie w kierunku pierwotnych założeń i wizji. Zmiany idą w kierunku pełnej autonomii i coraz bardziej realne wydaje się oddzielenie i uwolnienie inteligencji oraz świadomości od ograniczeń biologicznych i cielesnych. Obawy i wątpliwości Toma Phillipisa (2019) wydają się w pełni uzasadnione:

Jeśli zdołamy stworzyć sztuczną inteligencję przewyższającą ludzką, możemy się mylić, przewidując, że opowie się po naszej stronie. Może zacząć nami sterować według własnych celów, może nas uznać za zagrożenie i zniszczyć, może stwierdzić, że ludzie nie są ważni, i skończymy jako surowiec do produkcji jak największej ilości spinaczy albo czegośkolwiek innego, co jej zleciliśmy. Perspektywa, że możemy się katapultować w niebyt, wydaje się odległa, ale niepokojąco wielu podobno mądrych ludzi bierze ją całkiem poważnie (s. 313).

Zaniepokojenie wzrasta i w koncepcjach futurystycznych rodzą się coraz częściej wizje wprost eschatologiczne. Dotąd koniec ludzkości upatrywano głównie albo

w wyniku katastrofy kosmicznej (na przykład w wyniku zderzenia Ziemi z potężną asteroidą), albo w wyniku samozniszczenia wojną nuklearną. Teraz realne wydaje się zagrożenie ze strony rozwijanej przez nas techniki. Uzasadniona jest bowiem obawa, że sztuczna inteligencja zechce się w pełni uniezależnić, a następnie przejąć kontrolę nad nader kapryśnym, kłótliwym, często emocjonalnie niestabilnym, impulsywnym i często o nielogicznych poczynaniach i o przestępczych inklinacjach bytem biologicznym, jakim jest człowiek. Projekcje wskazują, że przy obecnym tempie rozwoju sztuczna inteligencja o globalnym już zasięgu, pełnej integracji i w oparciu o samodzielne zdolności tworzenia i programowania robotów zechce się od człowieka (swojego twórcy) w pełni uniezależnić około roku 2070. Takie pesymistyczne dla nas wizje zakładają dwa scenariusze – albo sprowadzenie nas do roli ubezwłasnowolnionych, w pełni kontrolowanych rezydentów (coś z pogranicza dziecięcych pluszaków i naszych domowych zwierzątek hodowanych dla przyjemności i towarzystwa), albo pełną eksterminację człowieka jako elementu zbędnego do dalszego jej rozwoju i ekspansji, czynnika najśłabszego we wszystkich systemach działania, i do tego często nielogicznego i kierującego się uprzedzeniami, nastrojami i kaprysami.

Zmiany, które zachodzą na przestrzeni wieków, wyznaczają czytelną tendencję rozwojową. Są to przekształcenia które wydają się nieuchronne. Jednakże poszczególne, globalne zdarzenia mogą tu wywierać istotny wpływ modyfikujący. I tak przykładowo automatyzacja znacząco przyśpieszyła z powodu pandemii COVID-19 – wymusiła w korporacjach, szkolnictwie i w relacjach biznesowych transformację cyfrową, w tym i przeniesienie części handlu do internetu. Osoby wcześniej sceptycznie nastawione do e-commerce lub w ogóle nieznające tego sposobu handlu musiały oswoić się z nowym rozwiązaniem. Model biznesowy zmienił się drastycznie i wzrosła liczba osób pracujących zdalnie i korzystających z rozwiązań algorytmicznych i chmurowych.

11. O ARCHITEKTURZE PRZEMYSŁU PRZYSZŁOŚCI

Jak trafnie ujmuje zagadnienie Richard McKay Rorty, profesor filozofii na Uniwersytecie Stanforda:

Żeby widzieć, czym będzie architektura przyszłości, musimy najpierw dowiedzieć się, czym ma być społeczeństwo przyszłości (wg Świątkowska, 2011, s. 6).

Tymczasem nie wiemy, przy stale przyśpieszających zmianach ewolucyjnych, jak będzie wyglądała w przyszłości nasza cywilizacja techniczna, i jak będzie się zmieniało społeczeństwo krajów wysoko rozwiniętych. Nie wiemy też, jak będzie wyglądała produkcja dóbr materialnych w nieco odleglejszej przyszłości, a więc jak będzie wyglądała architektura przemysłowa połowy XXI wieku. Możemy jedynie, na podstawie dotychczasowych doświadczeń i aktualnych tendencji, prognozować i domniemywać, z zastrzeżeniem, że im dalej wybiegamy w przyszłość, tym bardziej nasza opinia ma charakter spekulacyjny.

Zmiany w wytwórczości idą w kierunku szybkiej automatyzacji i robotyzacji produkcji oraz informatyzacji jej zarządzania i kierowania na wszystkich etapach – od sformułowania zamówienia aż po dostarczenie gotowego produktu. Tak zatem można sugerować, że architektura obiektów produkcji będzie zmierzać coraz bardziej do formy obudowy procesu technologicznego, a wręcz do formy jego karosowania (stypizowanego, szkieletowego osłonięcia technologii). Udział pracowników w procesie wytwarzania będzie szybko redukowany, a więc i architektura będzie pod malejącym wpływem zaspokojenia potrzeb środowiska roboczego dostosowanego do człowieka. I tak można domniemywać, że obecny, rygorystyczny wymóg oświetlenia naturalnego stanowisk pracy będzie zanikał.

Natomiast udział kadry będzie istotnie rósł i skupiał się na zakresach planowania, projektowania działań, kierowania, sterowania, nadzorowania, oceny, korekty i utrzymania aktywności. Można sądzić, że poziom kompetencji, umiejętności i odpowiedzialności kadry będzie systematycznie wzrastać, a więc wzrastać też będzie poziom jej wykształcenia, odpowiedzialności, a zarazem wymagań co do wysokiego standardu powierzchniowego oraz jakości środowiska i warunków roboczych. Tak zatem można sugerować, że architektura ich pomieszczeń pracy będzie zmierzać w kierunku architektury budynków biurowych o wysokim standardzie. Można

domniemywać, że wystąpi dążenie do realizacji w duchu hi-tech, z dużymi przeszkleniami, z szerokim wprowadzaniem światła naturalnego i z dążeniem do otwierania budynku na przestrzeń otaczającą oraz z szerokim wprowadzaniem do wnętrza zieleni i eksponowaniem aspektów ekologicznych. Można też domniemywać, że zaznaczany będzie aspekt prestiżu i reklamy przez wprowadzanie obszernych przestrzeni ekspozycyjnych, miejsc spotkań i narad, z eksponowaniem dużych możliwości ekonomicznych i z wyrażaniem tego stosowaniem nowych i nowatorskich rozwiązań materiałowych oraz budowlano-konstrukcyjnych.

Oczywiście wizji architektury przemysłowej w przyszłości może być wiele. Można też spotkać poglądy, że pełna automatyzacja i robotyzacja produkcji oraz pełne ziformatyzowanie jej sterowania w oparciu o sztuczną inteligencję i wizję Przemysłu 4.0 pozwolą na wprowadzenie stacji produkcyjnych umieszczanych pod ziemią. Dałoby to oszczędność terenu, oszczędności energetyczne w zakresie ogrzewania zimą i chłodzenia latem oraz zapewnienie większego bezpieczeństwa. Jeśli technologia może produkować, będąc sterowana zdalnie, bez bezpośredniego udziału człowieka, to aspekty oświetlenia naturalnego i wymagania dostosowania do potrzeb pracowników stają się nieistotne. W tego typu rozwiązaniach oszczędzono by też znaczne tereny, które mogłyby być przeznaczone na zielen, rekreację lub użytkowanie rolnicze. Takie wizje wydają się mieć wiele zalet i być może są realną wizją przyszłości przemysłu w krajach wysoko rozwiniętych, ale obiektywnie należy stwierdzić, że są one kwestią jeszcze dość odległej przyszłości⁵⁴.

Tak zatem, snując uskrzydlające wizje tego, co być może nastąpi, rozumiejąc, dokąd zmierzamy, póki co należy się skupić nad aktualną *prozą życia*, czyli kształtowaniem architektury produkcji materialnej i stanowisk pracy w przemyśle w obecnej chwili. W obecnej chwili, czyli przy aktualnych uwarunkowaniach, unormowaniach formalno-prawnych i możliwościach techniczno-budowlanych, określanych ekonomiką realizacji i eksploatacji.

⁵⁴ Odmiennej sprawą jest ciągle niezbędny udział ludzi przy pracach remontowych, regulacjach, sprawdzaniach, testach, wprowadzania zmian i modyfikacji programowych technologii wytwarzania i usuwania awarii, czym zajmują się służby utrzymania ruchu. Zatrudniają one wysokokwalifikowanych specjalistów. Ci pracownicy powinni mieć zapewnione w pełni ergonomiczne warunki pracy, bo od jakości ich działania zależy funkcjonowanie systemu produkcji. Być może kiedyś zastąpi ich sztuczna inteligencja i roboty, ale jest to jeszcze bardziej odległa przyszłość.

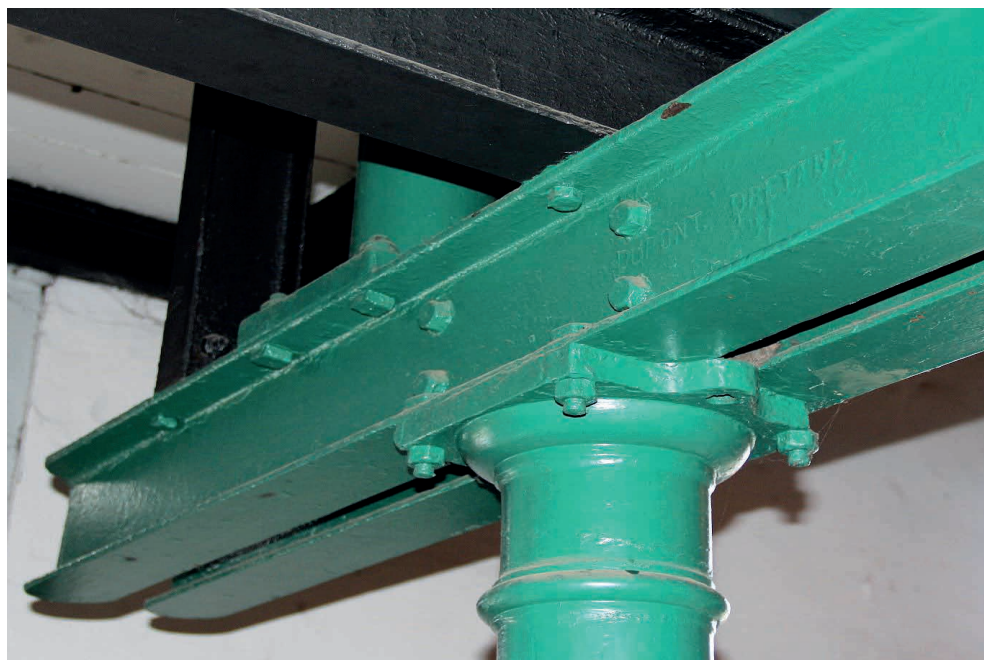
12. SWOISTOŚCI ARCHITEKTURY PRZEMYSŁOWEJ

Termin *architektura przemysłowa* jest nader obszerny i obejmuje bardzo wiele utworów funkcjonalnych i formalnych, które w Europie są realizowane od początku XIX stulecia. Przez dwa wieki wznoszenia obiektów tego typu powstało wiele i zebrano znaczny zasób obserwacji, doświadczeń, przeprowadzono wiele badań i opracowano wiele rozważań teoretycznych na ich temat. Spośród wielu zasad i wytycznych dla projektowania trzy wyróżniki wydają się najistotniejsze. Otóż obiekty przemysłowe w stosunku do obiektów innych funkcji wyróżniają się trzema istotnymi odmiennościami, a to:

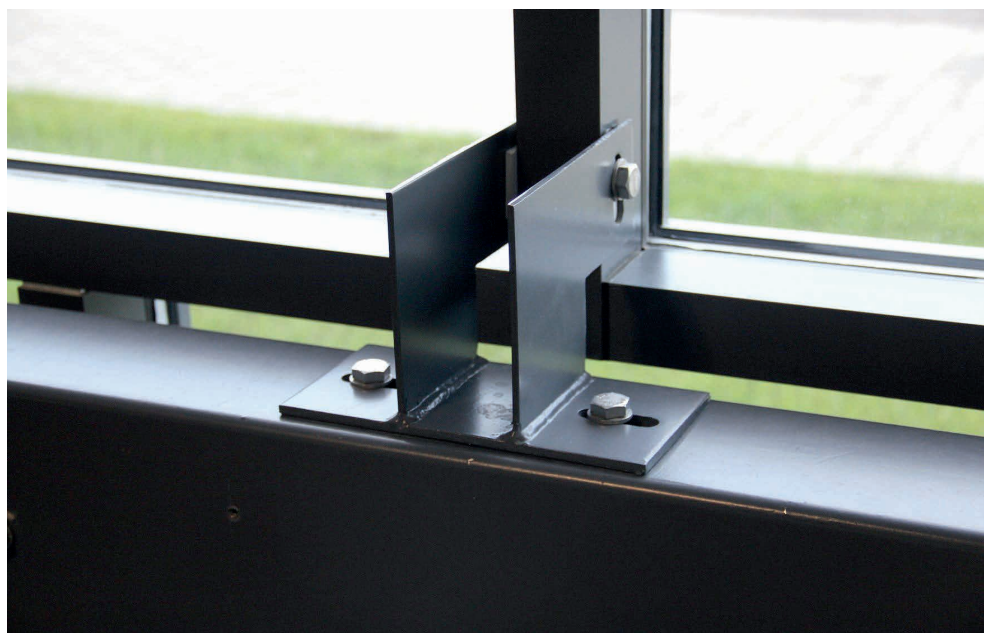
- **Perfekcyjna funkcjonalność.** Wszystkie obiekty architektury powinny być funkcjonalne dla właściwego spełniania roli, dla jakiej zostały wzniesione, ale w przypadku przemysłu jest to aspekt wiodący. Obiekty te, często o potężnych kubaturach i o imponujących konstrukcjach technicznych i technologicznych, są realizowane, przy ponoszeniu znacznych kosztów w jednym, podstawowym celu, jakim jest produkcja materialna. Wszystko zatem, co sprzyja produktywności, jest przyjmowane i faworyzowane, wszystko, co ułatwia i usprawnia działanie, zbliża funkcje technologicznie powiązane, wszystko co ułatwia transport wewnętrzny, ułatwia komunikację, jest uważane za priorytet. I odwrotnie, wszystko, co zakłóca płynność i ciągłość, co wydłuża drogi komunikacyjne, co utrudnia załozde realizacje produkcyjne, jest eliminowane z całą stanowczością. Należy bowiem pamiętać, że drobne niedogodności w funkcjonowaniu architektury mieszkaniowej, na przykład oddalenie kuchni od pokoju stołowego będzie zauważone i w jakimś zakresie niedogodne, ale w funkcjonowaniu całości mieszkania nie będzie uważane za istotnie obniżające jego wartość. Tymczasem w produkcji przemysłowej oddalenie funkcji bezpośrednio powiązanych technologicznie będzie skutkowało wydłużeniem tras komunikacyjnych, wzrostem czasu i kosztów transportu wewnętrznego, na co będą się składały wydłużone ruchy pomnożone przez ich częstotliwość, a więc przez ich wielokrotność.
- **Proporcja kosztów inwestycyjnych.** W nowoczesnym przemyśle zaawansowana technicznie technologia – z informatyzowaną i zrobotyzowaną – jest kosztem zdecydowanie wiodącym w inwestycji. Szacuje się, że technologia w skrajnych przypadkach to aż 98% nakładów na inwestycję przemysłową, a architektura, czyli obudowa procesu wytwarzania, to zaledwie 2% przy pominięciu kosztów

terenu i sieci zewnętrznych. Taka relacja kosztów nie występuje w żadnym innym typie funkcjonalnym, czego dobrym przykładem może być budownictwo mieszkaniowe, gdzie to cena realizacji i wykończenia mieszkania jest przeważnie znacznie wyższa od jego wyposażenia w meble i sprzęty codziennego użytku. Ta zdecydowana przewaga kosztów technologii nad częścią budowlaną w przemyśle powoduje, że wymagania i wskazania funkcjonalne produkcji są zdecydowanie wiodące i że architektura jest im w pełni podporządkowana. Wszystkie wymagania funkcjonalne i technologiczne, nawet rodzące znaczny wzrost kosztów budowlanych, są zatem w pełni realizowane jako wartości relatywnie małe w koszcie całej inwestycji. Przykładowo, gdy wskazane jest zastosowanie dużych rozpiętości przekryć, w celu uniknięcia podpór wewnętrznych (co często ma miejsce), koszt konstrukcji znacznie wzrasta. Ale ten znaczny wzrost kosztów, przykładowo nawet o 40%, jest wzrostem w ramach kosztów architektury, a więc od zaledwie 2%.

- **Krótki czas realizacji.** Przemysł przynosił zawsze spore zyski jego inwestorom. Operował też sporymi kwotami inwestycyjnymi. Decyzje o uruchomieniu produkcji lub zmianie profilu produkcji zapadają szybko i zdecydowanie wynikają z sytuacji rynkowej i kalkulacji ekonomicznych. Przemysł zarabia, gdy pracuje, stąd gdy zapadnie decyzja o realizacji, inwestorzy chcieliby, by nastąpiło to jak najszybciej. I tak przykładowo, jeśli decyzja o uruchomieniu produkcji zapada w piątek, inwestorzy chcieliby rozpocząć wytwarzanie już w najbliższy poniedziałek. Takie podejście implikuje sposób realizacji budowy. Dlatego w przemyśle stosuje się najnowsze i najlepsze techniki, technologie i materiały budowlane. Przemysł jako pierwszy wprowadził na szeroką skalę konstrukcje najpierw żelazne, potem stalowe, wykorzystywał najdalej posuniętą prefabrykację i montaż na budowie, a także stalowe ściany osłonowe (ryc. 9, por. też ryc. 81). Przemysł niechętnie patrzy na tradycyjne, czasochłonne budowanie, takie jak murowanie ścian, tynkowanie, lanie długo wiążących betonów i tym podobne technologie. Można by to ująć kolokwialnie, że przemysł niechętnie muruje, a chętnie montuje i skręca (ryc. 15).
- **Duża elastyczność struktur budowlanych.** Wszystkie funkcje ewoluują w dostosowaniu do zmieniających się potrzeb i uwarunkowań zewnętrznych. Wpływa to na konieczność systematycznych dostosowań i adaptacji struktur budowlanych. W niektórych typach obiektów jest to proces nader wolny, a czasem i niezauważalny. Przykładem mogą być budynki sakralne, które służą sprawnie, czasem aż od średniowiecza, w niezmiennych układach przestrzennych, z relatywnie niewielkimi dobudowaniami, uzupełnieniami i modyfikacjami wyposażenia wewnątrz. W budownictwie mieszkaniowym zmiany w dostosowaniu do ewoluujących potrzeb, w tym i wyposażenia technicznego, są zauważalne i systematycznie przeprowadzane. Mimo to mieszkania z minionych okresów, przy modyfikacjach (również budowlanych, jak wymiana okien i drzwi), są nadal z powodzeniem użytkowane. Szczególnym przypadkiem są tu obiekty powstałe w Polsce w drugiej połowie



Ryc. 9. Fragment konstrukcji metalowej (żeliwno-stalowej) z browaru Carlsberg w Kopenhadze – połowa XIX stulecia.



Ryc. 10. Detal mocowania zewnętrznej ściany osłonowej w krakowskim zakładzie termicznej utylizacji odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA.

lat 30. XX wieku, już przy powszechnym użyciu żelbetu, który cieszy się na rynku nieruchomości niesłabnącym popytem. Natomiast w przypadku przemysłu sytuacja jest radykalnie odmienna. Otóż uważa się, że nowoczesna technologia produkcji starzeje się obecnie średnio co 5 lat. Z punktu widzenia produkcji idealna jest sytuacja, gdy maszyny, automaty i systemy zarządzające pracują 24 godziny na dobę, przez 7 dni w tygodniu i przez 5 lat (tylko z przerwami na konserwację). Mają zarobić na spłatę kosztów nabycia, zarobić na następną technologię i przynieść zysk, a następnie jak najszybciej powinny być wymienione na nowsze i wydajniejsze linie wytwarzania. Co więcej, czasem zdarza się, że rynek wymusza modyfikację lub zmianę asortymentu i profilu produkcyjnego. Te sytuacje zachodzą cyklicznie i często wymagają wymiany wyposażenia maszynowego oraz zmiany wielkości powierzchni i wysokości hal poszczególnych wydziałów. Czasem takie zmiany wiążą się z nowymi parametrami co do obciążeń fundamentowania podstaw maszyn, ich gabarytów i układu linii produkcyjnych. Dla sprawnego działania i nieprzerywania procesu wytwórczego, a jeśli już to jest konieczne, to na jak najkrótszy czas, przemysł stara się unikać konieczności włączania procesów budowlanych – wyburzeń, przebudów, dobudów i rozbudów, które są z natury kłopotliwe, czasochłonne i utrudniające funkcjonowanie. Dlatego w przemyśle stosuje się daleko idącą elastyczność użytkową. Wiąże się ona z wyższymi kosztami inwestycyjnymi przy realizacji obiektów, ale z nawiązką je zwraca możliwością uniknięcia włączania kłopotliwego procesu budowlanego. W przemyśle wyróżnia się dwa zakresy elastyczności użytkowej:

- **Elastyczność wewnętrzna** – obejmująca podatność budowlanych obiektów przemysłowych na zmiany technologiczne i organizacyjne. W jej zakres wchodzi wiele elementów, a to: duże rozpiętości konstrukcyjne i maksymalna eliminacja podparć w przestrzeni pracy (słupów i ścian), co ułatwia organizację ciągów produkcyjnych, rezerwy w wysokości użytkowej pozwalające na wprowadzenie wyższych niż dotychczas maszyn i urządzeń, zwiększona wytrzymałość posadzki, pozwalająca na postawienie na niej cięższych niż dotychczas maszyn i urządzeń, modułowa siatka instalacji i zasilania pozwalająca na różne układy i przebiegi ciągów produkcyjnych oraz ewentualne rezerwy powierzchniowe, pozwalające na wprowadzenie dodatkowych maszyn i urządzeń. Często też dąży się do zunifikowania przestrzeni, tak by można było płynnie i bez włączania procesów budowlanych przekształcać, w miarę potrzeb, przestrzeń produkcyjną w magazyny, lub odwrotnie – przestrzeń magazynową w produkcyjną. Elastyczna zamiana funkcji, a więc przykładowo przekształcenia magazynów na produkcję lub odwrotnie, jest znacznie ułatwiona przy unifikacji konstrukcji, pełnym zmodułowaniu konstrukcyjnym i instalacyjnym struktury i przy rezerwach w wytrzymałości podłogi i rezerwach w sieciach mediów technologicznych.
- **Elastyczność zewnętrzna** – dotyczy ułatwionej możliwości powiększenia zewnętrznego funkcji produkcyjnej zakładu, czyli rozbudowy lub zamiany po-

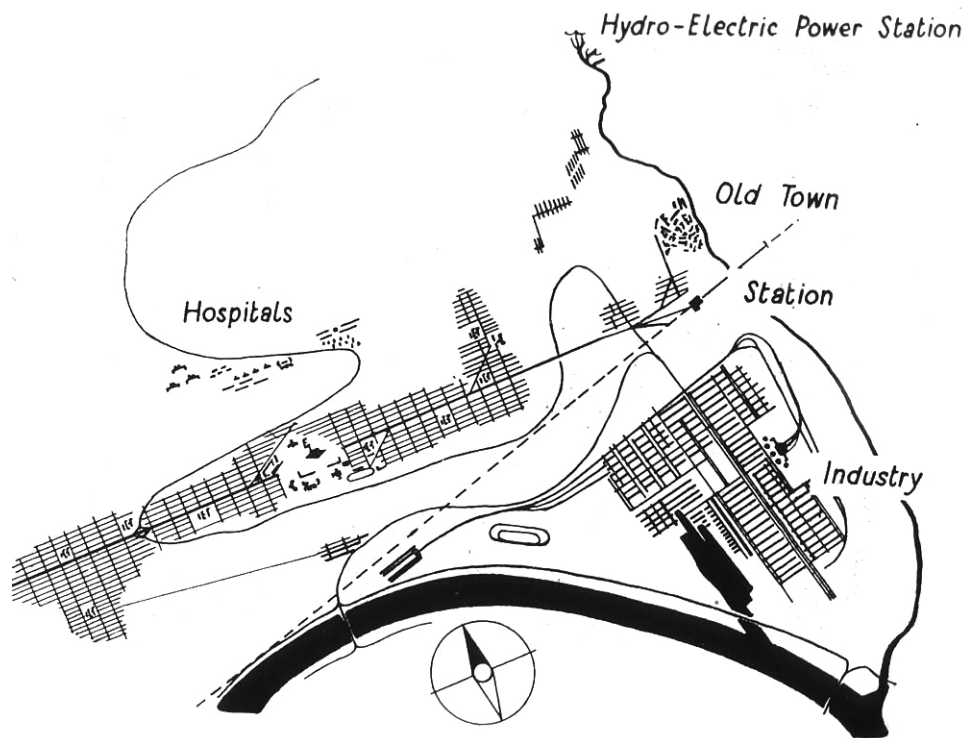
mieszkań innych funkcji na produkcję. Oznacza to wstępne zaprojektowanie takiej możliwości i przygotowanie w zakresie rezerwy terenu oraz przygotowanie infrastruktury komunikacyjnej i sieciowej do rozbudowy. Często też przy realizacji nowej inwestycji projektuje się jej etapowanie, a więc możliwość planowej rozbudowy, gdy przesłanki rynkowe lub technologiczne na to wskazują. Zapewnienie elastyczności struktur przemysłowych wiąże się z pewnym wzrostem nakładów inwestycyjnych, ale zwraca wielokrotnie w eksploatacji i w kosztach systematycznych adaptacji do zmian technologicznych. Natomiast zbyt skromna elastyczność (lub jej brak) niesie ze sobą kosztowniejszą i utrudniającą bieżącą pracę konieczność włączania rozległych prac budowlanych. W skrajnych wypadkach niezbędna jest daleko idąca przebudowa, a czasem, w przypadku braku rezerw terenowych, pojawia się konieczność podjęcia decyzji o wzniesieniu nowego zakładu w nowej lokalizacji.

13. O TENDENCJACH W LOKALIZACJI ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH

Tendencje w lokalizowaniu zakładów przemysłowych zmieniały się w czasie. W okresie historycznym, gdy bazowano na pracy manufakturalnej, analogicznie do rzemiosła, wytwórczość lokowała się w głównych ośrodkach miejskich, w ścisłych relacjach z handlem. Oczywiście pozyskiwanie surowców naturalnych, a więc soli i rud metali, oraz ich przetwarzanie związane było z miejscem występowania złóż. Proste urządzenia zasilane wiatrem – młyny wietrzne (wiatraki) i siłą spływu wód (w oparciu o koła młyńskie) – lokowane były w miejscach pozyskiwania tej energii, a więc na wzgórzach, przy strumieniach i przy rzekach. Zasadnicza zmiana zrodziła się wraz z wprowadzeniem maszyn parowych jako głównego źródła energii napędzającej maszyny. Tu wiodącym czynnikiem okazał się dowóz węgla, a więc przebieg linii kolejowych. Tam gdzie doprowadzono kolej, tam można było rozwijać produkcję przemysłową. Znamiennym przykładem z ziem polskich jest rywalizacja o rozwój wytwórczości włókienniczej pomiędzy Białymstokiem i położonym w odległości 15 km od niego Supraślem. O tym, że to Białystok się rozwinął, a Supraśl pozostał niewielką miejscowością bez istotnego znaczenia gospodarczego, zdecydował przebieg linii kolejowej łączącej Warszawę z ówczesną stolicą imperium rosyjskiego Sankt Petersburgiem (Kolej Warszawsko-Petersburska), którą w 1862 roku poprowadzono przez obecną stolicę Podlasia.

Szybki rozwój przemysłu w drugiej połowie XIX stulecia i postępująca w ślad za industrializacją urbanizacja zrodziły pytanie o formę miast przemysłowych i relację przemysłu jako wiodącego miejsca pracy, z innymi funkcjami miasta, głównie z mieszkalnictwem. Na przełomie XIX i XX wieku powstało wiele koncepcji miast przyszłości i wizji rozwoju urbanizacji. Dla miejsca przemysłu w relacji z innymi funkcjami najdobitniejsza była koncepcja, którą w roku 1901 przedstawił Tony Garnier, nazwana *Une Cité Industrielle* (Miasto Przemysłowe)⁵⁵. Jest to wizjonerski

⁵⁵ Rewolucja przemysłowa i postępująca w jej wyniku gwałtowna urbanizacja przyniosły pod koniec XIX wieku i w pierwszej połowie wieku XX wiele teoretycznych opracowań wizji i koncepcji miasta przyszłości. Poza wspomnianym już *miastem dla 3 milionów mieszkańców* Le Corbusiera (*Ville Contemporaine*) z roku 1922 i *miasta przemysłowego* Tony'ego Garniera z roku 1901, można tu wskazać na następujące opracowania: *miasto linearne* Arturo Sorii y Maty z roku 1882, projekt *miasta przyszłości* Theodora Fritscha z roku 1896, *miasto-ogród* Ebeneзера Howarda z roku 1898, *miasto-droga* z roku 1910, którego autorem jest Edgar Stephen Chambless, *miasto przyszłości* z roku 1913 Antonio Sant'Elii, *miasto-komuna* projektu braci Aleksandra i Leonida Wiesninów z roku 1929, *miasto wielozalążkowe – model dywanowy*



Ryc. 11. Idea miasta przemysłowego jako protomodernistycznej wizji miast przyszłości, którą zaproponował w roku 1901 Tony Garnier, zaś w całościowej koncepcji opublikował w roku 1917.



Ryc. 12. Banknot stużłotowy z roku 1948 przedstawiający wizję ówczesnego przemysłu. Ciemne dymy wydobywające się z kominów były wówczas radosnym świadectwem działania zakładów, a więc synonimem pracy i możliwości zarobku robotników.

plan miasta przemysłowego o charakterze linearnym, w którym po raz pierwszy wyodrębniono ruch pieszy i kołowy oraz odseparowano zabudowę przemysłową, mieszkalną i zieleni. Koncepcja ta znacznie wyprzedzała swoje czasy i została formalnie skodyfikowana dopiero w 1933 roku przez CIAM, stając się podstawą modernistycznej urbanistyki (ryc. 11). Idea wydzielenia strefy przemysłowej, obsługiwanej komunikacją kolejową i jej odsunięcia od strefy zamieszkania była podyktowana głównie charakterem oddziaływania ówczesnego przemysłu. Przemysł szkodliwie oddziaływał na środowisko i stworzył nowe zagrożenia związane z wybuchowością zakładów przemysłowych (ryc. 12).

Istotna zmiana zaczęła następować wraz z zastępowaniem powszechnego korzystania z energii maszyn parowych energią elektryczną. Dało to zdecydowanie większą swobodę w lokalizowaniu przemysłu lekkiego, przetwórczego, dziewiarskiego, maszynowego, elektro-technicznego, włókienniczego i spożywczego. Aspekt powiązań z siecią transportu kolejowego pozostał natomiast nadal wiodący w zakresie przemysłu ciężkiego, wydobywczego i surowcowego.

W okresie industrialnym, gdy o potęgę państw i zamożności regionów decydował rozwój przemysłu ciężkiego i wydobywczego, poza aspektem dostępności komunikacyjnej, głównie kolejowej, przy lokalizacjach brano też pod uwagę aspekt negatywnego oddziaływania na środowisko. Przemysł wyrzucał do atmosfery dymy, zawiesiny, aerozole, pyły, opary, w tym i cząstki metalowe. Zanieczyszczenia bywały potężne, a poza tym istniało potencjalne niebezpieczeństwo wybuchów i toksycznych skażeń chemicznych. Wokół zakładów tworzone zatem strefy izolujące (5 klas, największa o szer. 1 km), a przy lokalizacjach uwzględniano różę wiatrów, a więc dominujące kierunki przewietrzeń. Przykładem może tu być Huta im. Lenina, z czasem przekształcona w kombinat metalurgiczny wskutek rozbudowy o liczne dodatkowe zakłady (w tym koksownię i cementownię). Gdy decyzją rządu zatwierdzano z początkiem roku 1949 jej lokalizację, istotne były czynniki polityczne. Jednakże o umieszczeniu inwestycji po stronie wschodniej Krakowa przesądziła przewaga wiatrów wiejących z zachodu w pradolinie Wisły, co miało uchronić miasto od oddziaływania huty.

Wraz z końcem epoki industrialnej istotne zmiany zaczęły zachodzić w krajach wysoko rozwiniętych w tendencjach w lokalizacji przemysłu pod wpływem trzech nowych czynników. Pierwszy to przemieszczanie przemysłu ciężkiego, energochłonnego i szkodliwego ekologicznie z krajów przodujących w rozwoju do krajów Trzeciego Świata. Drugi to rozwijanie w państwach zachodnich poprzemysłowej gospodarki opartej na wiedzy, a więc w zakresie wytwórczym sektorów, których produkty mają mały nakład materiałowy, a wysoki nakład innowacyjności i myśli inżyniersko-technologicznej. Trzeci czynnik to powstanie gęstej sieci autostrad i dróg ekspresowych ułatwiających szybki i sprawny dojazd transportu kołowego. Te trzy zjawiska

Ericha Gloedena z roku 1923, *miasto-metropolia* Ludwiga Hilberseimera z roku 1924 oraz *miasto dylwanowe i sieciowe* Franka Lloyda Wrighta z roku 1935. Por. omówienie różnych wizji miast w książce I. Wislockiej: *Dom i miasto jutra* (1971).

wyraźnie zaznaczyły się w krajach Europy Zachodniej z początkiem lat 80. XX wieku, co my, z czterdziestoletnim opóźnieniem, staramy się obecnie nadgonić. Zmieniło to priorytety w lokalizowaniu wytwórczości przemysłowej. Istotne stały się zasoby kadry o coraz wyższych kwalifikacjach, a więc inżynierów i techników, a z czasem i informatyków. Osłabły natomiast aspekty dostępności transportu kolejowego i kadr niskokwalifikowanych. Coraz silniej zaczął też dawać o sobie znać aspekt ekonomiczny lokalizacji, a więc różnego typu zachęty do lokowania wytwórczości, i to zarówno na szczeblu kraju, jak i regionu i miejscowości.

Z decydujących czynników wpływających na wybór lokalizacji wskazać obecnie można:

- Łatwość w pozyskaniu kadr o pożądanym profilu zawodowym, technicznym i coraz częściej wyższym. Stąd istotna staje się bliskość ośrodków kształcenia zawodowego, doksztalcania, a także uniwersytetów technicznych i jednostek badawczo-rozwojowych na wysokim poziomie;
 - Dostępność przygotowanych terenów – odpowiednio dużych, uzbrojonych w sieć zasilania energetycznego, telekomunikacyjnego, gazową, wodociągową i ściekową, ewentualnie innych mediów technologicznych;
 - Dostępność komunikacyjna, a więc dogodny, możliwie jak najmniej kolizyjny dojazd dla samochodów, zwłaszcza ciężarowych, a więc o sporych gabarytach i dużym ciężarze;
 - Atrakcyjność ekonomiczna i finansowa w postaci ulg, okresowych zwolnień, zachęt inwestycyjnych i upustów, głównie na szczeblu lokalnym;
 - Prorozwojowe nastawienie władz lokalnych, szczególnie ważne w szybkim, sprawnym i „zycliwym” załatwianiu spraw formalno-prawnych i ułatwianiu zaspokajania indywidualnych potrzeb inwestycyjnych, a dalej w funkcjonowaniu zakładu.
- W zakresie lokalizacji wytwórczości materialnej wytworzyły się nowe formy organizacyjne. Są to głównie:

- **Specjalna strefa ekonomiczna** – która jest wyodrębnionym administracyjnie i terytorialnie określonym obszarem, gdzie inwestorzy mogą prowadzić działalność gospodarczą, otrzymując pomoc regionalną w postaci zwolnienia z podatków dochodowych (tj. CIT lub PIT) od przychodów uzyskanych z działalności określonej w zezwoleniu. Celem funkcjonowania tych stref jest przyspieszenie rozwoju regionów poprzez głównie przyciąganie nowych inwestycji, rozwój eksportu i tworzenie nowych miejsc pracy. Obecnie w Polsce działa formalnie 14 takich stref, często podzielonych na mniejsze podstrefy. Strona samorządowa jest odpowiedzialna za przygotowanie terenu, tj. doprowadzenie dróg komunikacyjnych, uzbrojenie instalacyjne i wydzielenie działek, na których inwestorzy lokalizują swoje przedsiębiorstwa (ryc. 13);
- **Klaster przemysłowy** – jest to skoncentrowana przestrzennie grupa przedsiębiorstw pochodzących z tego samego lub pokrewnych sektorów, a także instytucji i organizacji powiązanych ze sobą siecią pionowych i poziomych zależności,



Ryc. 13. Widok realizowanej Łódzkiej Specjalnej Podstrefy Ekonomicznej w Kutnie z roku 2008.

wzajemnie współpracujących. Obecność w klastrze daje przedsiębiorstwom wiele korzyści w zakresie siły ekonomicznej przy współdziałaniu rynkowym i wymiany wzajemnych doświadczeń, a w efekcie pozwala wzmocnić ich przewagę konkurencyjną na rynku;

- **Fabryka do wynajęcia** – wznoszona jako nowa struktura lub adaptowana dla nowych celów. Przeznaczeniem jest wynajem jednemu bądź kilku podmiotom produkcyjnym, głównie przedsiębiorstwom małym i niewielkim, których nie stać lub jest dla nich nieopłacalne inwestowanie we własny obiekt. Inwestowanie we własny obiekt związane jest zawsze z dłuższym czasem zwrotu nakładów i z wyższymi kosztami inwestycyjnymi. Istotny jest tu też czas wynajmu. Gdy przedsiębiorstwo ma mieć krótki okres działalności, zdecydowanie korzystniej jest dla niego odpowiednią do produkcji powierzchnię wynająć. Ponieważ różne mogą być wymagania produkcyjne najemców, i do tego mogą być one zmienne w czasie, obiekty do wynajęcia powinny być maksymalnie elastyczne, z możliwością wewnętrznego podziału i uniwersalne, tak by sprostać potrzebom różnych wytwórców i różnych technologii w zakresie powierzchni, wysokości, obciążenia podłoża przez maszyny i wymogów zasilania;
- **Park przemysłowy** – jest to zespół wyodrębnionych nieruchomości wraz z infrastrukturą techniczną, umożliwiającą prowadzenie działalności gospodarczej na preferencyjnych warunkach. Przedsiębiorstwa nabywają lub dzierżawią w nim działki i wnoszą swoje zakłady, korzystając z doprowadzonych dróg, zasilania i mediów. Parki przemysłowe powstają z inicjatywy samorządów terytorialnych, które są przeważnie ich zarządcami. Ideą jest tu stworzenie dogodnych możliwości do inwestowania i produkcji, głównie dla przedsiębiorstw małych i średniej

wielkości. Liczbę parków przemysłowych określa się obecnie w Polsce na około 30. Termin *park* sugeruje zabudowę dość luźną, raczej niską i spory udział terenów zielonych;

- **Park technologiczny** – okreśłany czasem też jako *park naukowo-technologiczny* lub *technopark*, jest to zespół wyodrębnionych nieruchomości wraz z infrastrukturą techniczną, utworzony w celu ułatwienia kontaktów i przepływu wiedzy oraz rozwiązań technologicznych pomiędzy jednostkami naukowymi a jednostkami produkcyjnymi. Parki technologiczne powstają przy współpracy i w bezpośrednich relacjach z uniwersytetami technicznymi i instytutami badawczymi. Są zatem lokalizowane albo blisko ośrodków naukowych, albo przy dogodnym z nimi połączeniu komunikacyjnym. Jako czynniki decydujące o wyborze lokalizacji często wymienia się trzy okoliczności:
 - dobra dostępność komunikacyjna – bliskość lotniska, szybkiej kolei i autostrad;
 - wysoka jakość kontekstu kulturowego, w tym wysoki poziom i dostępny zasób kadry zawodowej, a także bliskość ważnych obiektów kultury typu opera, filharmonia, teatry, muzea, obiekty wystawiennicze oraz sportowo-widowiskowe;
 - atrakcyjne i o wysokich walorach środowisko naturalne⁵⁶.

Często na terenie parków technologicznych tworzone są możliwości spotkań, konferencji, prelekcji i szkoleń oraz promocji i ekspozycji nowatorskich osiągnięć. Analogicznie do parków przemysłowych nazwa sugeruje raczej zabudowę niewysoką, luźną i otoczoną zielenią. Czasem parkom technologicznym towarzyszą też urządzenia sportowo-rekreacyjne, takie jak korty tenisowe, boiska do koszykówki i siatkówki, siłownie czy baseny pływackie i kąpielowe. Tego typu urządzenia są przeważnie mile widziane przez pracowników, podnosząc atrakcyjność założenia. W Polsce aktualnie działa formalnie około 30 parków technologicznych, o różnych profilach aktywności i o różnej wielkości i oddziaływaniu gospodarczym, w większości o profilach z przewagą informatyki i promocji biznesowych (ryc. 14).

Ponadto działają jeszcze dwie formy powiązane z wytwórczością przemysłową. Są to:

- **Inkubator przedsiębiorczości** – jest to organizacja tworzona dla rozwoju, pomocy i promocji nowo powstających przedsiębiorstw. Inkubator wspiera inicjatywę, kredytuje użytkowanie powierzchni, otacza opieką organizacyjną, ułatwia uzyskanie kredytów rozwojowych, ułatwia też kontakty biznesowe, relacje, negocjacje i współdziałania. Inkubatory organizują ponadto szkolenia i doskonalenia. Czasem są też wyposażone w możliwości produkcyjne, które pozwalają na produkcję prototypową;

⁵⁶ Por. obszerne opracowanie pod redakcją K.B. Matusiaka: *Strategiczne obszary rozwoju parków technologicznych* (2011).



Ryc. 14. Siedziba zarządu i administracji Krakowskiego Parku Technologicznego na Ruczaju.

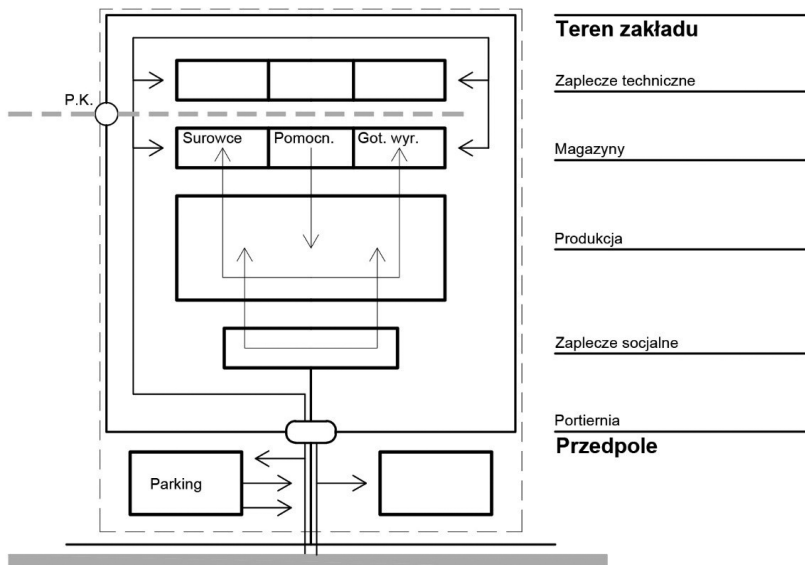


Ryc. 15. Centrum badawczo-rozwojowe koncernu Bosch (Robert Bosch GmbH Zentrum für Forschung und Voraentwicklung) w kampusie Renningen pod Stuttgartem, zrealizowane w roku 2015 dla 1770 pracowników, głównie inżynierów, techników i informatyków.

- **Centrum badawczo-rozwojowe** – jest to forma zyskująca w ostatnim okresie na intensywnym rozwoju wraz z realizacją gospodarki opartej na wiedzy. Powstające centra mają różne wielkości i o różnych profilach technologicznych. Czasem są to jednostki niezależne, ale w przeważającej liczbie są realizacjami dużych koncernów i korporacji, dla których pracują. Centra posiadają przeważnie rozbudowane biura konstrukcyjne, laboratoria i zaplecze produkcyjne, które pozwalają na wykonanie i testowanie prototypów (ryc. 15).

14. STREFOWANIE POZIOME I ZAGOSPODAROWANIE TERENU ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO

Jednym z podstawowych działań na rzecz sprawnego funkcjonowania zakładu przemysłowego i skracania dróg transportu wewnętrznego oraz eliminacji zbędnych ruchów komunikacyjnych, a także niedogodności funkcjonalnych jest zaprojektowanie zgodne ze wskazaniem *strefowania poziomego* (ryc. 16). Jest to działanie optymalizujące układ funkcjonalny zakładu przemysłowego, głównie w zakresie dostępności oraz prostoty relacji komunikacyjnych. Poprawnie zrealizowane upraszcza funkcjonowanie, skraca drogi komunikacyjne i chroni przed dodatkowymi ruchami, a także przed szkodliwymi dla tempa prac zatrzymaniami. Jest to wskazanie ideowe. W praktyce często zdarzają się liczne odstępstwa lub nawet zaprzeczenia modelowego układu. Są one powodowane różnymi czynnikami, ale głównie niekorzystnym układem i dostępnością komunikacyjną terenu lokalizacji (działki). Czasem wartość i atrakcyjność lokalizacji powoduje, że zakład powstaje w miejscu uniemożliwiającym



Ryc. 16. Idea strefowania poziomego i podział na strefy terenu zakładu przemysłowego.

zaprojektowanie zgodne ze wskazaniami strefowania. Czasem zdarza się, że w realizacji zakładu nie uwzględniono jego rozbudowy, nie przewidziano możliwości etapowania i nie zarezerwowano odpowiedniego terenu. Wtedy często dobudowy i rozbudowy prowadzą do układów nieoptymalnych. Należy jednak pamiętać, że każde takie odstępstwo odbija się niekorzystnie na funkcjonowaniu zakładu w codziennosci jego wytwórczości, a w efekcie na jego sprawności i kosztach produkcji.

Teren znajdujący się w dyspozycji zakładu przemysłowego (będący jego własnością lub dzierżawą) dzieli się na dwie podstawowe części – część (obszar) ogólnie dostępną, która stanowi pierwszą strefę, i na część zamkniętą, ogrodzoną, z dostępem kontrolowanym, na której znajdują się kolejne cztery strefy.

14.1. PRZEDPOLE ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO

Na terenie tej pierwszej strefy, pod nadzorem zakładu, ale będącą ogólnie dostępną, umieszcza się wszystkie obiekty, urządzenia i funkcje, które nie wymagają ścisłego nadzoru i nie są objęte tajemnicą biznesową i technologiczną. I tak na przedpolu umieszcza się wszystkie elementy związane z dostępem dla personelu i interesantów, a więc: przystanki komunikacji masowej, parkingi dla samochodów osobowych, stojaki, wiaty i zadaszenia dla rowerów, motorowerów i motorów. Często parkingi dla kadry są specjalnie chronione – wydzielane, odgradzane i dostępne dla posiadaczy kart elektronicznych. Na przedpolu lokuje się też takie funkcje jak wejście i dostęp do administracji, ekspozycje i informacje reklamowe. W przypadku dużego zakładu (ponad 200 osób) dobrą praktyką jest posiadanie własnej jednostki służby zdrowia. Takie jednostki też umieszcza się na przedpolu. Zakłady zlokalizowane na terenie lub blisko większych miejscowości przeważnie korzystają z usług gastronomicznych zewnętrznych typu catering. Natomiast większe zakłady, zlokalizowane z dala od usług gastronomicznych, czasem mają własny punkt żywienia. Często poza posiłkami regeneracyjnymi przygotowywane są obiady. Wtedy pierwsza zmiana je posiłek po pracy, a druga zmiana robocza przed pracą. Taką funkcję umieszcza się również na przedpolu, co umożliwi uniknięcia systematycznej kontroli dowożonych produktów spożywczych i wywożonych odpadów przez służbę bezpieczeństwa zakładu.

W zakładach dużych i wielkich elementy przedpola są też duże, często w formie odrębnych budynków. Wtedy ich projektowanie przebiega zgodnie z zasadami tworzenia obiektów dla danych funkcji. Natomiast w zakładach małych i średnich często następuje zablokowanie wszystkich funkcji w jeden układ bryłowy. Zachowując zatem zasadę strefowania i bezpiecznej izolacji, tworzy się strukturę hybrydową. Dla części odpowiadającej przedpolu istotne są tu dwa elementy – strefa wejściowa i administracja. Strefa wejściowa, poza portiernią, pełniącą także funkcję informacyjną, zawiera często dodatkowe elementy związane z reklamą i promocją, jak przestrzeń wystawiennicza, ekspozycje, informacja o historii zakładu, prezentacja oferty, produktów

i kooperacji. Czasem w tej strefie umieszcza się sale zebrań, spotkań i szkoleń. Z tej strefy powinien być bezpośredni dostęp do części administracyjnej.

Pomieszczenia biurowe towarzyszące zakładom przemysłowym małym i średnim to przeważnie pomieszczenia kadry kierowniczej, zarządzającej i zespołu administracji zajmującej się księgowością, rozliczeniami, zamówieniami, korespondencją itp. Ukształtowanie tej części bywa różne, ale przy zakładach małych i średnich przeważa tendencja do uformowania w postaci ciągu pomieszczeń – indywidualnych lub zespołowych, wzdłuż ściany okiennej w formie układu jednotraktowego, przylegającego do części produkcyjnej, a więc jeden trakt pomieszczeń pracy, obsługiwany korytarzowym ciągiem komunikacyjnym. Czasem, co jest korzystne z punktu widzenia organizacji i ekonomiki wykorzystania przestrzeni, tworzy się ciąg pomieszczeń pomocniczych z drugiej, pozbawionej światła naturalnego strony wzdłuż komunikacji – pomiędzy nią a strefą produkcyjną zakładu. W skład takich pomieszczeń wchodzi takie jak: elementy komunikacji pionowej, sanitariaty, podręczne magazyny materiałów i sprzętów biurowych, serwerownie i elementy zabezpieczeń technicznych, a także pomieszczenia narad i konsultacji (ryc. 17).



Ryc. 17. Budynek strefy wejścia w fabryce mebli Ryś w Krzywaczce (Małopolska). Zakład jest fabryką średniej wielkości, specjalizującą się w projektowaniu i wykonawstwie mebli kuchennych na zamówienie. W budynku strefy wejściowej znajdują się poza holem i kontrolą wejścia: część administracyjna, socjalna, biuro projektów i ekspozycja przykładowych układów mebli kuchennych.



Ryc. 18. Budynek biurowy (forma odwróconej piramidy) oraz część badawczo-laboratoryjna (horyzontalna) zakładu produkcji niealkoholowych napojów Pernod-Ricard w Créteil pod Paryżem.

Czasem zakładom produkcyjnym, zwłaszcza dużym, towarzyszą jednostki badawcze i laboratoryjne. Gdy są to zakłady spore i gdy takie funkcje są przy nich znacznie rozbudowane, należy je umieszczać na przedpolu, często w połączeniu z budynkiem biurowym (ryc. 18). Natomiast w zakładach małych i średniej wielkości zaplecza badawczo-laboratoryjne, niebędące znacznie rozbudowane, umieszcza się przeważnie właśnie w bliskości strefy wejściowej i administracyjnej, zwykle w jednej strukturze budowlanej.

W zakresie funkcji towarzyszących, pomocniczych dla zakładu należy podkreślić w projektowaniu konieczność zapewnienia stanowiskom pracy oświetlenia naturalnego. Praktyka wskazuje, że głębokość traktu pomieszczeń biurowych konwencjonalnych, czyli celkowych, indywidualnych, zawiera się w zakresie od 4,15 do 6,0 m. Głębokość mniejsza utrudnia właściwe uformowanie stanowisk pracy i zwiększa wrażliwość pomieszczeń na nagrzewanie latem. Przy traktach głębszych tworzy się strefa ciemna, nie dość oświetlona światłem naturalnym. Natomiast w pomieszczeniach wieloosobowych, pracy zespołowej, takich jak jednostki projektowe, które mogą istnieć w zwłaszcza w zakładach dużych, korzystniej jest mieć trakt pomieszczeń pracy szerszy. Ułatwia to organizację zespołów pracy i daje większą elastyczność w ich kształtowaniu. Najkorzystniej jest, gdy uzyskuje się oświetlenie naturalne z dwóch stron. Daje to zatem możliwość osiągnięcia głębokości pomieszczeń pracy do aż 15 m.

14.2. OGRODZENIE ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO WRAZ Z PORTIERNIAMI I STRAŻNICAMI

Teren zamknięty zakładu przemysłowego stanowi jego właściwą część produkcyjną, chronioną, nadzorowaną i strzeżoną pod względem wartości materialnych (ochrona przed kradzieżą) oraz wartości technologicznych i biznesowych (ochrona informacji), a także bezpieczeństwa (ochrona przed sabotażem). Do realizacji tego celu służą: ogrodzenie, portiernie kontrolujące wejścia i wjazdy oraz strażnice. Ogrodzenie wraz z portierniami i strażnicami nie stanowi i nie jest uważane za strefę zakładu, jedynie ze element liniowy wyznaczający, odgradzający i bezwzględnie konieczny ze względów bezpieczeństwa.

Forma i rozwiązania techniczne tu stosowane podyktowane są wieloma czynnikami, głównie takimi jak stopień koniecznej ochrony i aktualne dostępne rozwiązania techniczne. W minionych epokach stosowano nieraz mocne konstrukcje z drutem kolczastym zniechęcające do nielegalnego przekraczania. Teraz istotny staje się wkład nowych rozwiązań technicznych, jak czujniki i promienie laserowe oraz kamery śledzące ogrodzenie i przedpole. Uważa się popularnie, że żadne zabezpieczenia nie będą skuteczne przeciw zawodowcom, specjalistom-włamywaczom, którzy przy użyciu najnowszych technik pokonają każdą fizyczną przeszkodę. Ważne jest natomiast, by ogrodzenie powstrzymało skutecznie niepożądanego amatora, i by wyznaczało czytelną granicę, której przekroczenie pociąga za sobą odpowiedzialność i skutki prawne.

Nader ważnymi elementami w zapewnieniu bezpieczeństwa i kontroli dostępu są portiernie. Ze względu na ich charakter wyróżnia się portiernie:

- osobowe,
- kołowe,
- kolejowe.

Zadaniem **portierni osobowych** jest kontrola i sprawdzenie osób wchodzących na teren zakładu, czyli kadry. Portiernia kontroluje, kto wchodzi i kto wychodzi z zakładu, a także czy nie są wnoszone albo wynoszone przedmioty podlegające ochronie. Tak zatem w skład portierni osobowej wchodzi pomieszczenie przejścia pracowników z elementami kontroli, pomieszczenie do ewentualnej rewizji osobistej, czasem biuro przepustek oraz pomieszczenie portierów (ryc. 19). Często też z obiektem portierni osobowej łączy się pomieszczenia straży zakładu, w tym pomieszczenie nadzoru elektronicznego z kontrolą czujników i ekranami z obrazami z kamer, a w szczególnych przypadkach także ze zbrojownią. Portiernie, w zależności od wielkości i położenia względem innych funkcji, są wyposażane w stosowne urządzenia socjalne dla portierów i strażników, przede wszystkim w sanitariaty.

Należy pamiętać, że wejście i wyjście pracowników do zakładu ma charakter udeźniowy. W dość krótkim czasie załoga przyjeźdźa, przychodzi i stara się jak najszybciej wejść do pracy. Po zakończeniu dnia roboczego pracownicy chcą jak najszybciej



Ryc. 19. Strefa wejścia pracowników w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie.



Ryc. 20. Wejście pracownicze do części produkcyjnej w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie.

powrócić do domu. Dlatego rozwiązania projektowe powinny to ułatwiać, dając szerokie przejścia i wejścia, z zachowaniem oczywiście dużej sprawności przeprowadzenia nadzoru ruchu i kontroli osobistej (ryc. 20).

Portiernie kołowe wpuszczają i wypuszczają pojazdy transportowe na teren zakładu, wwożące surowce i półprodukty oraz wywożące produkty finalne, a także odpady i elementy już nieprzydatne. W przeciwieństwie do portierni osobowych, gdzie ma miejsce krótkie skupienie ruchu osób wchodzących i wychodzących, portiernie kołowe przyjmują pojazdy w ciągu całego czasu pracy zakładu, często przez całą dobę. Dlatego, zwłaszcza w zakładach mniejszych i średniej wielkości, łączy się w jeden układ portiernię osobową z kołową. W ten sposób ogranicza się stan zatrudnienia straży. Taka portiernia w porze szczytów wejść i wyjść wpuszcza i wypuszcza oraz kontroluje pracowników, a w ciągu całej doby sukcesywnie sprawdza i wpuszcza wjeżdżające i wyjeżdżające samochody transportowe, kontrolując listy przewozowe oraz właściwość ładunków, bacząc na to, by nie dokonano kontrabandy (ryc. 21 i 22).

Podstawową zasadą przy projektowaniu wejść i wjazdów na teren zakładu przemysłowego jest dążenie do ich redukcji, według maksymy – im mniej portierni, tym korzystniej dla sprawności kontroli i redukcji służb nadzoru. Ta zasada może być z powodzeniem realizowana w zakładach małych i średnich. Natomiast przy założeniach dużych zakładów i potężnych kombinatów jest trudna do wprowadzenia, a czasem i niekorzystna ze względu na wydłużanie wewnętrznych dróg komunikacji kołowej i pieszej. Historycznym tu przykładem może być Kombinat Huty im. Lenina w Nowej Hucie, który w szczytowym okresie zatrudniał blisko 40 tys. pracowników i miał kilkanaście portierni – osobowych, kołowych i kolejowych.

Trzecim typem portierni w zakładach przemysłowych są **wjazdy kolejowe**. Należy zaznaczyć, że obecnie transport kolejowy w działaniach produkcyjnych przemysłu jest w regresie. Kolej przyjmuje chętnie bowiem przesyłki ciężkie i na duże odległości. Szacunkowo, by powstała infrastruktura transportowa kolei obsługująca transport do i z zakładu przemysłowego, tonaż materiałów wwożonych i wywożonych powinien być większy niż 25 tys. t rocznie, zaś odległości przewozu ponad 150 km. Ponieważ przemysł ciężki i wydobywczy w europejskich krajach wysoko rozwiniętych jest w redukcji, produkcja przemysłowa w coraz większym stopniu korzysta z towarowego transportu samochodowego. Tej tendencji, zwłaszcza u nas, sprzyja rozbudowa sieci dróg szybkiego i bezpiecznego ruchu, a więc autostrad i dróg ekspresowych.

Portiernie kolejowe mają znacznie zredukowaną formę, sprowadzającą się standardowo do stosownej bramy w ogrodzeniu, czasem z elementami zabezpieczającymi wjazd, ponieważ wjazdy i wyjazdy transportu kolejowego, przy dużej pojemności wagonów towarowych i przy dostarczaniu kilku jednostek, odbywają się nieczęsto, w zależności od potrzeb, przeważnie jest to raz na parę dni.



Ryc. 21. Duża portiernia kołowa w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie.



Ryc. 22. Portiernia główna – kołowa i pieszka w fabryce papieru w Świeciu (Mondi Świecie SA) w województwie kujawsko-pomorskim.

14.3. ZAPLECZE SOCJALNE

Zaplecze socjalne jest formalnie drugą strefą w strefowaniu poziomym zakładu przemysłowego. Powinno ono znaleźć się możliwie blisko po przekroczeniu przez personel produkcyjny portierni. Zaplecze socjalne skupia funkcje umożliwiające załodze pracę, zaspakajając jej potrzeby bytowe. W jego skład wchodzi takie elementy jak: szatnie, sanitariaty produkcyjne, śniadalnie, palarnie i ewentualnie inne, w zależności od swoistości pracy i potrzeb załogi.

Podstawowym elementem zaplecza socjalnego są **szatnie**. Jest to miejsce, gdzie pracownicy pozostawiają swoje ubrania cywilne i przebierają się w ubrania robocze. Wielkość i układ szatni zależy od stopnia zabrudzenia w danym zakładzie i na danym wydziale – zabrudzeń pyłami, smarami, rozpuszczalnikami, cieczami, a także gazami, aerozolami i zawiesinami. Stąd szatnie dzielą się na trzy typy, dla zakładów i wydziałów:

- mało brudzących,
- średnio brudzących,
- o znacznym zabrudzeniu.

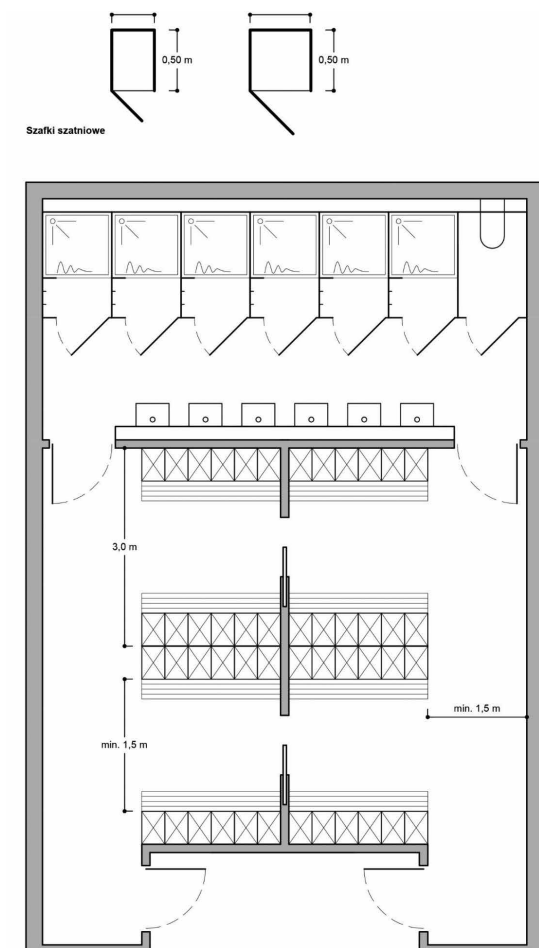
W zakładach i wydziałach pierwszego typu szatnie mają układ najprostszy – składają się z części szafkowej i z części mokrej, czyli sanitarnej. Każdy pracownik otrzymuje szafkę o wymiarach poziomych 50 × 50 cm, z wewnętrznym podziałem na część przeznaczoną na ubranie cywilne i część przeznaczoną na strój roboczy.

W szatniach przeznaczonych dla pracowników średnio zabrudzonych układ jest nieco bardziej rozbudowany. Szatnie składają się z odrębnej części przeznaczonej na odzież cywilną – **część czysta**, odrębnej części przeznaczonej na odzież roboczą – **część brudna** i z urządzeń sanitarnej – **części mokrej**. Każdy pracownik otrzymuje do dyspozycji dwie szafki o wymiarach 35 × 50 cm, w każdej z części – czystej i brudnej. Szafki zestawia się w szeregi, plecami do siebie w układzie modułowym. Przyjmuje się, że moduł 3,00 m pomiędzy szeregami jest tu wystarczający. W części czystej pracownik rozbiera się do bielizny, odzież pozostawia w szafce, przechodzi do części brudnej, wdziewa odzież roboczą i udaje się do pracy. Po upływie dnia roboczego pracownicy wchodzi do części brudnej szatni, rozbierają się do bielizny, zostawiają odzież roboczą w szafkach i przechodzą do części mokrej, sanitarnej. Tam myją się, a następnie przechodzą do szatni czystej, gdzie zakładają swoją odzież i kierują do wyjścia.

Szatnie zakładów i wydziałów bardzo brudzących mają układy i sposoby przechowywania strojów i wyposażenia roboczego dostosowane do swojej specyfiki, przykładowo szatnie wieszakowe w kopalniach dla pracowników dołowych. Tego typu obiekty w europejskich krajach wysoko rozwiniętych ulegają już obecnie systematycznej redukcji.

Przy projektowaniu szatni dwa czynniki funkcjonalne wydają się wiodące. Są to:

- płynność przejść pracowników,
- zachowanie intymności dla kadry.



Ryc. 23. Pracownicze szafki szatniowe i zalecany układ szatni w zakładzie przemysłowym na wydziałach średnio brudzących.

Należy pamiętać, że szatnie są elementem niezbędnym w zakładzie produkcyjnym, ale też pomocniczym, nieujęty w procedurze technologicznej. Czas tam spędzony powinien być minimalizowany. Toteż płynność przejść i brak opóźniających zawirowań komunikacyjnych są istotne. Należy także pamiętać, że w szatniach pracownicy rozbierają się do bielizny, a w części mokrej zdejmują nawet bieliznę. Należy też pamiętać, że w zakładach pracują nie tylko ludzie młodzi, ale i w średnim, a czasem i w zaawansowanym wieku. Są tam i panie z rozstępami po porodach, ze zmianami naczyniowymi w postaci żylaków na nogach i panowie ze znamionami otyłości w strefie brzusznej. Należy też pamiętać, że poziom intelektualny i kultura osobista kadry przemysłowej rzadko kiedy osiąga wyżyny w danym społeczeństwie. Część

kadry może mieć wykształcenie wyższe, co zdarza się coraz częściej, ale część może mieć wykształcenie średnie, będąc przykładowo po technikach, a część może mieć tylko wykształcenie podstawowe i być po szkołach zawodowych. By zapewnić sprawność funkcjonowania, należy wyeliminować wszelkie możliwości sytuacji niepożądanых w zakresie intymności i prywatności. Tak zatem tworzy się szatnie odrębne dla pań, odrębne dla panów i odrębne dla młodzieży – uczniów i praktykantów. Tak samo specjalnie projektuje się wejścia do szatni, tak by z ogólnego korytarza, po którym porusza się cała załoga, nie było można zobaczyć osób rozbierających się. W tym celu stosuje się albo służę optyczną, albo wiatrołap z podwójnymi drzwiami. Również ściany dzielące segmenty szatniowe powinny być na tyle solidne, by uniemożliwić perforację i proceder podglądania. Można zaryzykować twierdzenie, że **zapewnienie pełnej intymności w szatniach jest istotnym elementem dla sprawności i bezzakłóceńowego funkcjonowania zakładu.**

Układ szatni dla zakładów i wydziałów średnio brudzących może być różny, ale najczęściej stosuje się i poleca rozwiązanie ukazane na ryc. 23.

Szatnie projektuje się i realizuje jako układy segmentowe. Ze względu na ekonomikę wykorzystania powierzchni i sprawdzoną praktykę eksploatacyjną optymalne są segmenty mieszczące ok. 50 pracowników. Tak zatem należy stosować układy, w których panie mają osobne segmenty, panowie osobne, uczniowie i praktykanci osobne. Przy pacy na więcej niż jedną zmianę, zaleca się, by każda zmiana miała oddzielną szatnię, gdyż sprawdzoną, dobrą praktyką jest, że po wyjściu załogi z szatni do pracy, segment jest zamykany i taki pozostaje do czasu ich powrotu. Jest to dodatkowe zabezpieczenie rzeczy pozostawionych w szafkach, które też mogą być zamykane na klucz.

Część mokra segmentu szatniowego jest wyodrębnionym fragmentem, który od części szafkowych oddzielają przeważnie wahadłowe drzwi. Wyodrębnienie części mokrej jest korzystne z wielu względów, takich jak utrzymanie w czystości i ochrona części szafkowej przed zawilgoceniem. Część mokra segmentu szatniowego zawiera standardowo następujące elementy:

- natryski,
- umywalki,
- sanitariat,
- schowek na materiały i sprzęt do utrzymania w czystości.

Czasem, w zależności od specyfiki pracy i rodzaju zabrudzenia pracowników, szatnie są wyposażane w dodatkowe elementy, takie jak przykładowo urządzenia sanitarne ułatwiające mycie nóg (w części mokrej szatni).

Liczbę poszczególnych elementów w części mokrej segmentu szatniowego precyzuje się w dostosowaniu do konkretnych potrzeb, tj. stopnia i typu zabrudzeń. Standardowo przyjmuje się liczbę od trzech do pięciu pracowników na jeden natrysk i analogiczną liczbę na jedną umywalkę. Gdy stopień zabrudzenia i jego uciążliwość jest większa, zwiększa się liczbę natrysków kosztem liczby umywalk. Natomiast

w części mokrej liczba sanitariatów jest znacznie ograniczona i sprowadza się standardowo do jednego oczka WC przypadającego na 50 pracowników. Ta skromność wynika z faktu, iż czas przebywania pracowników w szatni, przed podjęciem pracy, jak i po jej ukończeniu, jest relatywnie krótki. Pracownicy starają się możliwie jak najszybciej przebrać, umyć i wyjść.

Poza segmentami szatniowymi w strefie socjalnej zakładu przemysłowego umieszcza się też: śniadalnie, palarnie i sanitariaty produkcyjne, a czasem i inne, dodatkowe funkcje, podyktowane miejscowymi potrzebami kadry. Nader istotnym elementem są sanitariaty. Służą one pracownikom podczas całego okresu pracy i należy je zaprojektować zgodnie ze wskazaniem *Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*⁵⁷. Tak zatem przyjmuje się jako minimum:

- 1 miska WC na 20 pań,
- 1 miska WC i 1 pisuar na 30 panów,

a także taką samą liczbę umywalek. Ponieważ sanitariaty często lokalizowane są (zwłaszcza w zakładach małych i średniej wielkości) blisko śniadalni, często nieco rozbudowuje się część umywalkową, by ułatwić mycie rąk kadrze przed spożyciem posiłku regeneracyjnego.

Odległość pomiędzy stanowiskiem pracy a sanitariatami, zgodnie z rozporządzeniem, nie powinna być większa niż 75 m, ale praktycznie wskazuje się, że zalecana jest odległość nie większa niż 50 m. Czasem niektóre stanowiska pracy znajdują się poza budynkami, jak przykładowo w tartakach, rafineriach i przy składach zewnętrznych. Tacy pracownicy powinni też mieć dostęp do sanitariatów i tu normatywna odległość od stanowiska pracy nie może przekraczać 125 m. Powszechnie zaleca się natomiast odległość mniejszą niż 100 m.

Przy projektowaniu szatni i sanitariatów należy uwzględnić aktualne zalecenia normatywne, określane w warunkach technicznych i w przepisach BHP (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z roku 1997, załącznik nr 3). W zakresie układu funkcjonalnego istotnymi wydają się następujące wymagania:

- w szatni powinny być zapewnione miejsca siedzące dla co najmniej połowy zatrudnionych na najliczniejszej zmianie, co realizowane jest głównie w postaci ławeczek stojących lub zawieszonych wzdłuż rzędów szafek;
- szerokość przejść między dwoma rzędami szafek ubraniowych oraz głównych przejść komunikacyjnych powinna być nie mniejsza niż 1,5 m, a pomiędzy rzędami szafek a ścianą nie mniejsza niż 1,1 m;
- szerokość przejścia między umywalkami a ścianą przeciwległą powinna wynosić nie mniej niż 1,3 m, a pomiędzy dwoma rzędami umywalk nie mniej niż 2 m;
- szerokość przejścia pomiędzy dwoma rzędami kabin natryskowych, przy zastosowaniu zasłon zasuwanych lub ścianek osłaniających, powinna wynosić co najmniej 1,3 m, a pomiędzy kabinami i ścianą co najmniej 0,9 m;

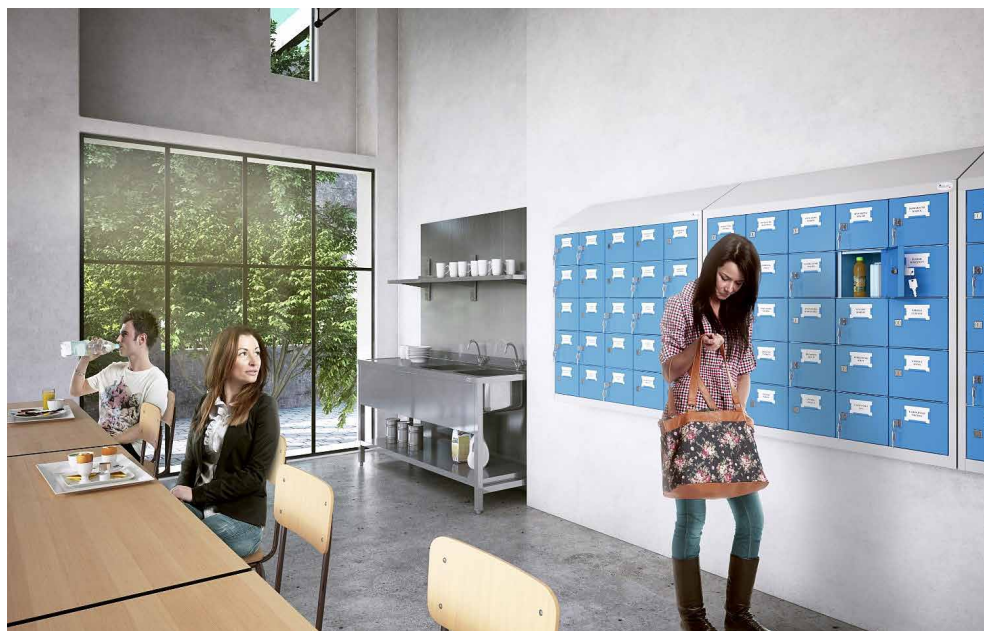
⁵⁷ Zob. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 roku.



Ryc. 24. Śniadalnia pracownicza w drukarni Skleniarz w Krakowie.



Ryc. 25. Śniadalnia pracownicza w siedzibie firmy CDN w Krakowie.



Ryc. 26. Przykład szafek śniadaniowych w śniadalni przemysłowej.

- szerokość przejścia wzdłuż kabin ustępowych przy jednostronnym ich rozmieszczeniu powinna wynosić co najmniej 1,3 m, a przy dwustronnym nie mniej niż 2 m, jeśli zaś naprzeciwko kabin są umieszczone pisuary, odległość między ścianą na której wiszą, a kabinami nie powinna być mniejsza niż 2 m.

Śniadalnia jest ważnym elementem funkcjonalnym, pozwalającym na spożycie posiłku regeneracyjnego i na spędzenie czasu odpoczynku (ryc. 24 i 25). Śniadalnie, poza miejscami do spożywania posiłków, wyposaża się w elementy kuchenne – możliwość podgrzania posiłku, zagotowania wody, umycia naczyń, półki i szuflady na sztuczce i talerze, a także czasami w zestawy szafek śniadaniowych dla pracowników, gdzie można przechować produkty przyniesione ze sobą (ryc. 26). Czasem umieszcza się też lodówkę do przechowywania jedzenia oraz automaty do wydawania puszek i pojemników z płynami, a także pakowanych produktów spożywczych. Wielkość śniadalni określa liczebność załogi, przy założeniu, że stosuje się od dwóch do czterech rotacji.

Czasem blisko śniadalni projektuje się **palarnie**. Generalnie trwa akcja zwalczania palenia tytoniu w zakładach pracy, ale w przemyśle odsetek nałogowych palaczy jest w Polsce spory. Tak zatem, by uniknąć palenia w miejscach zdecydowanie do tego nieprzeznaczonych, takich jak sanitariaty, klatki schodowe, korytarze itp., często projektuje się palarnie. Powinny być one zlokalizowane przy przejściach, z dostępem do ściany okiennej, z możliwością szerokiego otwarcia okien i z możliwością wyjścia na zewnątrz przy sprzyjającej pogodzie. Należy zadbać, by palarnia była wyposażona w sprawną instalację wentylacji mechanicznej.

W zależności od potrzeb, wynikających z profilu zakładu i swoistych potrzeb pracowników, w strefie zaplecza socjalnego umieszcza się i inne typy pomieszczeń. Przykładowo w ośrodku badawczo-rozwojowym motoryzacji Delphi Poland SA pod Krakowem, ze względu na spory odsetek młodych kobiet, zrealizowano pokój karmienia piersią z odpowiednim wyposażeniem meblarskim i sanitarnym dla matek mających małe dzieci, które chcą być w okresie laktacji aktywne zawodowo.

Strefa zaplecza socjalnego jest bezpośrednio łączona ze strefą produkcyjną. Należy pamiętać, że to połączenie musi zapewniać ochronę klimatyczną. A więc szatnie muszą albo bezpośrednio przylegać do części produkcyjnej, albo w przypadku odświeżenia, być z nią połączonymi krytymi przewiązkami. Chodzi o to by pracownicy przebrani w odzież roboczą, przeważnie lekką, drelichową, nie byli narażeni przy przejściu na chłód ewentualne zmoczenie deszczem i śniegiem. W przypadku gdy pracownicy mają stanowiska poza budynkami, konieczne jest ich wyposażenie w roboczą odzież chroniącą od niekorzystnych warunków atmosferycznych.

14.4. STREFA PRODUKCYJNA

Ta strefa jest elementem strategicznym zakładu, dla którego został on wzniesiony. Tu kadra spotyka się z technologią w procesie pracy. Tu wytwarzane są dobra materialne i tu znajduje się główne uzasadnienie ekonomiczne inwestycji. Dlatego jest to strefa newralgiczna, a pozostałe strefy są jej podporządkowane i traktowane jako obsługujące. Tak też zatem właściwe zaprojektowanie strefy produkcyjnej bywa wiodące dla sprawności wytwórczej całego zakładu.

Istotnymi czynnikami w projektowaniu architektonicznym są tu, poza zapewnieniem odpowiedniej powierzchni funkcjonalnej, podyktowanej technologią (w fazie projektowania projektem technologicznym), zapewnienie wewnętrznej elastyczności funkcjonalnej i zapewnienie wymaganego oświetlenia naturalnego stanowisk pracy. Elastyczność przestrzeni produkcyjnej uzyskuje się przez odpowiednią wysokość wnętrza, a więc tworząc rezerwę dla możliwości wprowadzenia urządzeń technologicznych o większych gabarytach oraz dużymi rozpiętościami konstrukcyjnymi hali, uzyskanymi przez rzadki rozstaw słupów. Idealną jest sytuacja, gdy w przestrzeni pracy nie ma żadnych podpór usztywniających i ograniczających swobodę układu technologicznego i jego przekształceń (ryc. 27, 28 i 29). Oczywiście konstrukcje o dużych rozpiętościach wymagają użycia większej ilości materiału i są droższe, ale uzyskana elastyczność, która wpływa na efekty użytkowe z nawiązką wyższe koszty inwestycyjne pokrywa.

Projektowanie układów hal produkcyjnych i ich wewnętrznego zagospodarowania funkcjonalnego sprowadza się głównie do tworzenia pól ciągów produkcyjnych (na których będą montowane maszyny, ciągi i zespoły technologiczne) oraz wytyczania przebiegów i przejazdów komunikacyjnych. Tu podstawą są opracowania technologiczne



Ryc. 27. Hala obróbki mechanicznej blach w zakładzie Deba w Salzwedel (Saksonia-Anhalt w Niemczech).



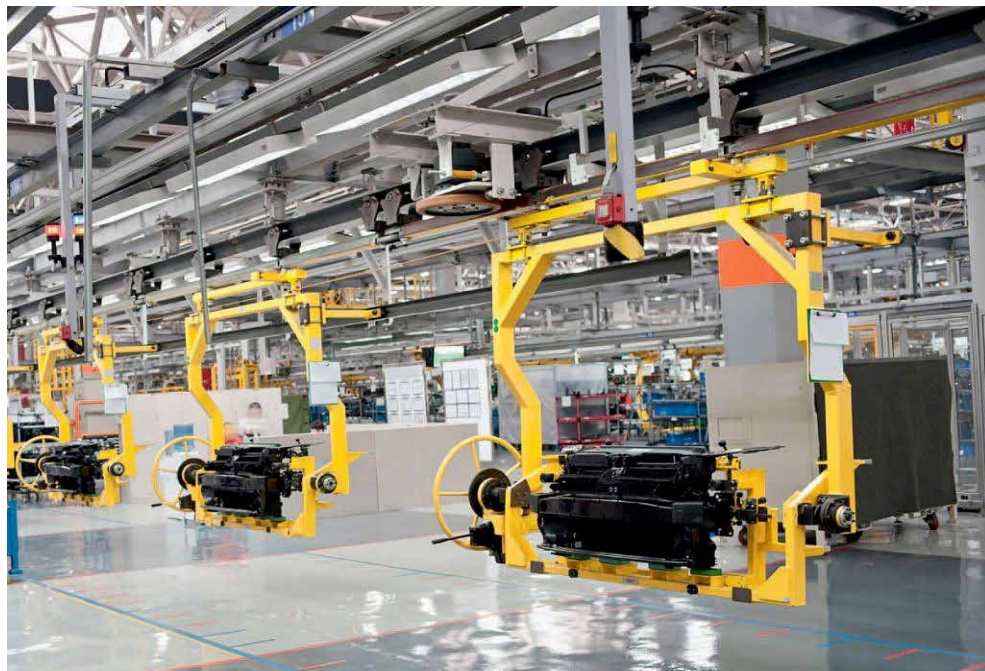
Ryc. 28. Hala główna obróbki szkła budowlanego zakładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy).



Ryc. 29. Strefa przeznaczona dla montowni końcowej samochodów przed instalacją wyposażenia technologicznego, w fabryce koncernu Volkswagen AG w Dreźnie.

(zawarte w projekcie technologicznym zakładu), które obejmują wykaz maszyn, urządzeń, instalacji zasilających i pomocniczych oraz ich układ i powiązania produkcyjne. To określa pola pracy, ich relacje, a także potrzeby dostępu – dojść i dojazdów. Ważnym, determinującym elementem dla strefy produkcyjnej jest układ głównych ciągów przejść i przejazdów, łączących strefę socjalną z produkcją, magazyny z produkcją i wydziały produkcyjne pomiędzy sobą. Dla sprawnego funkcjonowania korzystne jest, gdy te ciągi komunikacyjne i zaopatrzeniowe mają prosty, czytelny układ, bez załamania, zakrętów i nadmiernego krzyżowania się. Chodzi o minimalizowanie czasu przejazdów i zapewnienie szybkich, czytelnych i bezpiecznych przejść.

Materiały, surowce i półprodukty mogą być transportowane z magazynów, pomiędzy wydziałami i pomiędzy liniami produkcyjnymi albo za pomocą wózków (przeważnie akumulatorowych, czasem i ręcznych) wytyczonymi drogami, albo zmechanizowanym transportem lub specjalistycznymi liniami przewozowymi (ryc. 30). Przy wewnętrznym ruchu relatywnie niedużym i w zakładach mniejszych przeważnie tworzy się ciągi komunikacyjne wspólne dla ruchu pracowników i transportu towarowego. W zakładach dużych, i o intensywnych ruchach komunikacyjnych, głównie ze względu na bezpieczeństwo pieszo poruszających się pracowników, wyznacza się oddzielne przejścia dla personelu i oddzielne trasy przejazdu dla pojazdów. Ciągi te muszą być wyraźnie zaznaczone, przeważnie malowanymi na podłodze pasami (ryc. 31).



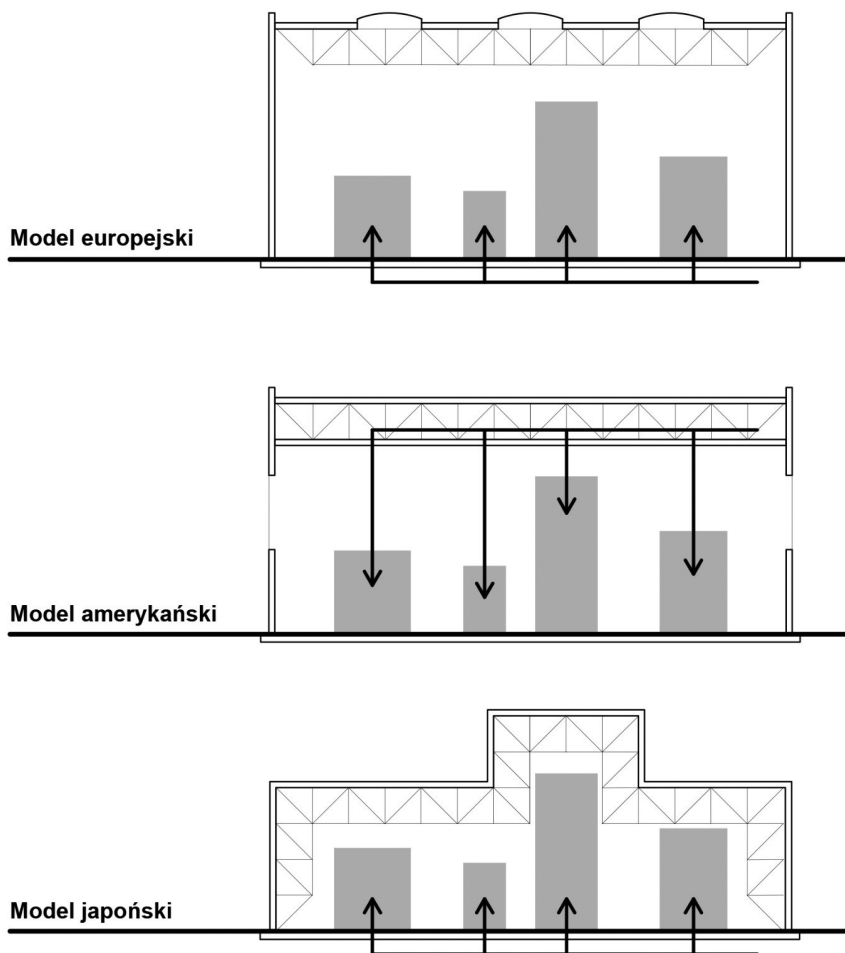
Ryc. 30. Przykład zautomatyzowanego transportu podwieszanego w hali przemysłowej.



Ryc. 31. Wytyczone trakty komunikacyjne w strefie produkcji w drukarni Skleniarz w Krakowie.

Nie wolno ich zastawiać, blokować lub tarasować, gdyż standardowo pełnią zarazem funkcję dróg ewakuacyjnych. Ich szerokość dyktowana jest wskazaniem technologicznymi – wymaganiami stawianymi przez środki transportu, a przy ciągach pieszych ogólnymi wymaganiami warunków technicznych, a więc nie mniej niż 1,4 m.

W okresie rozwoju współczesnego, nowoczesnego budownictwa przemysłowego wyróżniły się trzy **tendencje w kształtowaniu stref i wydziałów produkcyjnych**. Pierwsza, dominująca w Europie, to zasada tworzenia silnie uzbrojonej i wyposażonej w media posadzki, na której stawia się urządzenia technologiczne i obudowuje relatywnie lekką konstrukcją osłaniającą. Posadzka jest tu bardzo ważna, stanowi podstawę dla infrastruktury technologicznej, umożliwia ruch zaopatrzenia i ruch produkcyjny, a także doprowadza energię i ewentualne inne media niezbędne do realizacji technologii. Rola obudowy budynku jest wtedy zredukowana do zapewnienia



Ryc. 32. Schematy idei kształtowania obiektów produkcyjnych.

odpowiednich parametrów klimatu wewnętrznego i do dostarczenia światła, zarówno naturalnego, jak i sztucznego. Mówi się nieraz o tym rozwiązaniu – *lekka obudowa metalowa* (ryc. 32)⁵⁸.

Odmienny model został wypracowany w Stanach Zjednoczonych. W nim wiodąca rola przypada stropowi, który czasem przekształca się nawet w kondygnację technologiczną. Tu posadzka służy wyłącznie do ustawienia technologii i do ruchu – zaopatrzeniowego i produkcyjnego. Wszystkie media i zasilania, a także oświetlenie, prowadzone są w stropie, z którego doprowadza się je do maszyn i wyposażenia (ryc. 33 i 34).

Każdy z tych dwu modeli ma zalety, ale i niedogodności, a ich wybór dyktowany jest zazwyczaj swoistością wymagań konkretnej technologii i organizacji pracy.



Ryc. 33. Strop technologiczny i podłoga służąca tylko do komunikacji technologicznej i zaopatrzeniowej w hali montowni samochodów ciężarowych firmy MAN (MAN Trucks Sp. z o.o.) w Niepołomicach pod Krakowem.



Ryc. 34. Zasilanie stanowisk pracy z instalacji prowadzonych pod stropem w hali montowni samochodów ciężarowych firmy MAN (MAN Trucks Sp. z o.o.) w Niepołomicach pod Krakowem.

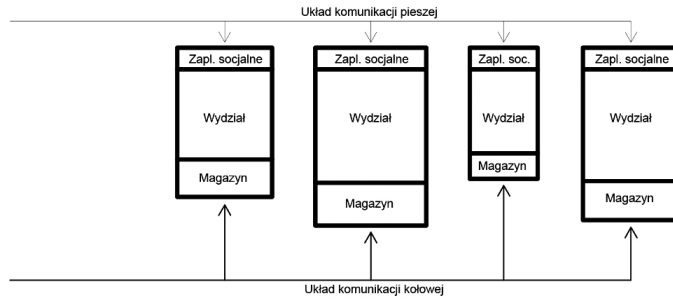
⁵⁸ Por. opracowania O. Büttnera i H. Stenkera: *Lekkie budownictwo metalowe* (1975); *Stahlhallen – Entwurf und Konstruktion* (1986); a także polskie opracowanie tego tematu w pracy zbiorowej pod red. E. Złotowskiego: *Elementy lekkich przekryć i ścian budynków przemysłowych* (1974).

Natomiast w latach 80. XX wieku powstało jeszcze jedno, podyktowane głównie ekonomią realizacji i eksploatacji przemysłu, spojrzenie na projektowanie części produkcyjnej. Otóż w Japonii utarło się przekonanie, że skoro wartość zaawansowanej technicznie technologii, w dużym stopniu zrobotyzowanej i zautomatyzowanej, stanowi ponad 90% kosztów inwestycji i skoro jej żywotność, a więc precyzyjne wymagania co do parametrów budynku to zaledwie 5 lat, to należy część budowlaną potraktować jako ścisłą obudowę, czyli „skarosowanie” technologii i wraz z maszynami w całości wymieniać na nową, w dostosowaniu do potrzeb zmian technologicznych. Takie podejście ma sporo korzystnych konsekwencji. Dopasowując architekturę do konkretnych wskazań technologicznych, oszczędza się na rezerwach powierzchniowych i kubaturowych stosowanych wtedy, gdy zakłada się wiele lat użytkowania i tworzy się możliwości wprowadzenia nowych maszyn o nieznanym parametrach. Również jakość rozwiązań materiałowo-budowlanych może być niższa, niż gdyby zakładano konieczność ich długowieczności.

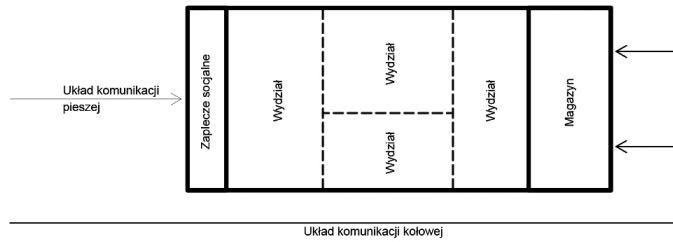
W zakresie układu przestrzennego części produkcyjnej zakładów dużych i wielkich wyodrębniły się dwa główne układy – układ pawilonowy i zblokowany. **Układ pawilonowy** zakłada tworzenie dla każdego dużego, wyróżniającego się wymaganiami technologicznymi wydziału, osobnego obiektu. Takim obiektom towarzyszą ich urządzenia socjalne i magazyny. Zaletą jest tu precyzyjne dostosowanie powierzchni, kubatury, konstrukcji i wyposażenia technicznego do potrzeb danej technologii. Stosunkowo łatwa jest też rozbudowa, a więc dodanie kolejnych modułów, stosownie do potrzeb. Łatwiej jest też zapewnić oświetlenie naturalne oknami w ścianach zewnętrznych, a także ułatwiona jest ewakuacja przez wyjście na zewnątrz. Natomiast istotnym minusem jest tu konieczność zapewnienia komunikacyjnych połączeń technologicznych pomiędzy wydziałami.

Układ zblokowany polega na połączeniu głównych wydziałów, a także ich magazynów w jednym układzie kubaturowym. Wtedy przeważnie zaplecza socjalne też są łączone w jeden układ. To podejście ma swoje zalety, głównie takie jak bliskość linii produkcyjnych i skrócenie transportu wewnętrznego. Ma też pewne zalety w zakresie elastyczności, gdyż umożliwia płynne, stosownie do potrzeb produkcyjnych, powiększanie jednych wydziałów kosztem innych albo przekształcanie stref magazynowych w produkcyjne i odwrotnie. Układ ten ma też swoje minusy. Umieszczenie wszystkich funkcji produkcyjnych pod jednym dachem wymaga, by wydziały o największych wymaganiach, w tym wysokościowych, narzucały parametry całości. Pewnym problemem jest też zapewnienie oświetlenia naturalnego, gdyż przy dużych głębokościach traktów praktycznie oddziaływanie okien w ścianach zewnętrznych jest znikome. Może to prowadzić do przykrego dla psychiki kadry odczucia klaustrofobii. Konieczne jest też wówczas zastosowanie oświetlenia górnego – przez różnego typu świetliki. Przy dużych, zblokowanych powierzchniach narasta też problem ochrony przeciwpożarowej oraz wytyczania i utrzymania bezpiecznych dróg ewakuacyjnych, a więc konieczność tworzenia wydzielonych stref pożarowych.

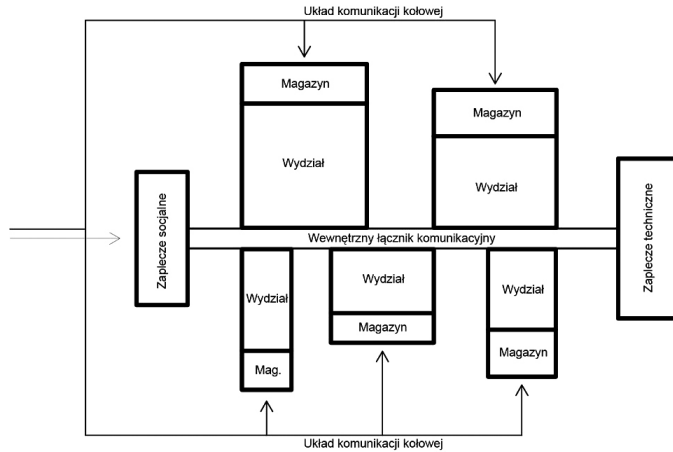
Układ pawilonowy



Układ zblokowy



Układ grzebieniowy



Ryc. 35. Idea układu pawilonowego i zblokowego zakładu przemysłowego oraz układu pośredniego – grzebieniowego.

W trakcie rozwoju dużych zakładów przemysłowych wypracowano też wiele rozwiązań pośrednich, korzystnie starających się połączyć obydwie układy. Przykładem może być **model grzebieniowy**, zbudowany na głównej osi komunikacji wewnętrznej – pieszej i transportu materiałowego. Pozwala on na zintegrowanie wszystkich funkcji, przy korzystnym, prostym skomunikowaniu, na wyraźne zblokowanie urządzeń pomocniczych – zaplecza socjalnego (głównie szatni) i bloku magazynów, przy swobodzie w uformowaniu i możliwości rozbudowy poszczególnych wydziałów (ryc. 35).

Jak wskazuje powyższy wywód, część produkcyjna zakładu przemysłowego stanowi jego zasadniczą część, dla działania której ten zakład powstał. Przeważnie jest to też powierzchniowo i kubaturowo część najobszerniejsza. Zarówno aspekty funkcjonalne (duży, ciągły ruch transportu wewnętrznego), jak i znaczne obciążenia pionowe, jakie dają maszyny, urządzenia i systemy przemieszczania, często związane z drganiami i uderzeniami, a więc z obciążeniami dynamicznymi, powodują, że wydziały produkcyjne w zdecydowanej większości mają charakter układów poziomych, zwykle jednokondygnacyjnych. W efekcie w kompozycji zakładów przemysłowych dominują **uformowania horyzontalne**. Oczywiście zdarzają się odejścia od tej reguły, spowodowane głównie nie wskazaniem technologii i ekonomiki eksploatacyjnej, a wymuszeniami zewnętrznymi, głównie szczupłością dostępnego terenu, co skutkuje spiętrzeniem układu. W takim przypadku efektem jest zagęszczenie podpór pionowych i znaczne rozmiary konstrukcji, monolitycznych stropów (ryc. 36 i 37).



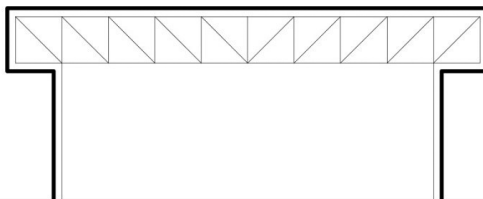
Ryc. 36. Strefa wejściowa drukarni Skleniarz w Krakowie, zrealizowanej w roku 2011 w relatywnie gęstej zabudowie dzielnicy mieszkaniowej Azory jako zblokowany obiekt trzykondygnacyjny.



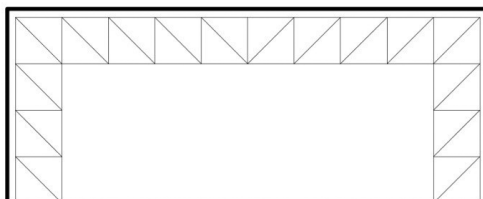
Ryc. 37. Drukarnia Skleniarz w Krakowie – fragment strefy produkcyjnej. Szczupłość terenu zakładu wymusiła jego zblokowanie i spiętrzenie do trzech kondygnacji, co skutkuje relatywnie gęstym układem słupów nośnych i rozbudowaną konstrukcją stropów.

Istotna różnica pomiędzy częściami produkcyjno-magazynowymi zakładów przemysłowych a obiektami innych funkcji wyraża się też w proporcji wysokości przestrzeni funkcjonalnej w stosunku do wysokości konstrukcji stropu, co określane jest czasem mianem **tektoniki bryły**. W realizacjach przemysłowych miąższość stropu bywa znaczna. Często wynika ona nie tylko z dużych rozpiętości konstrukcji przy dążeniu do maksymalnej elastyczności, ale też z prowadzenia instalacji i mediów, a czasem z obciążeń podwieszonym transportem wewnętrznym. I tak czasem taki strop przeradza się w całą kondygnację techniczną, osiągając miąższość dochodzącą w skrajnych przypadkach do kilku metrów. Ta sytuacja ma wpływ na ideę wyrazu koncepcji architektonicznej. W skrajnym przeciwieństwie do takich funkcji jak mieszkalnictwo, gdzie grubości stropów wahają się przeciętnie od 25 do 40 cm i przeważnie nie są artykułowane formalnie, w obiektach produkcyjnych przemysłu występują w tym względzie dwie główne tendencje. Pierwsza polega na obudowie (skarosowaniu) obiektu, a więc zawarciu całego budynku w jednej strukturze elewacyjnej, bez widocznego wyodrębniania przestrzeni hali i przestrzeni konstrukcji stropowej. Drugie podejście jest odwrotne i zmierza do podkreślenia tektonicznego – formą, materiałem i kolorem – tych różnych stref, a więc strefy pracy w której przebywa kadra (często w pełni przeszklonej) i strefy konstrukcyjno-technicznej (ryc. 38).

Idea eksponowania tektoniki konstrukcji



Idea maskowania konstrukcji



Ryc. 38. Idea wyrażania tektoniki bryły części produkcyjno-magazynowej zakładu przemysłowego – maskowanie konstrukcji w uformowaniu elewacji i podkreślanie odrębności przestrzeni pracy i części konstrukcyjno-technicznej.

14.5. ŚRODOWISKO PRACY

Strefa produkcyjna jest nie tylko wiodącym elementem, dla której zakład przemysłowy powstaje i w którym wytwarza się dobra materialne i uzyskuje przychody finansowe, ale jest też miejscem pracy dla większości załogi. To tu pracownicy spotykają się z technologią, maszynami, procesami i procedurami wytwórczymi. Tu też zagrożenie wypadkami i obciążeniami zagrażającymi zdrowiu są standardowo dla kadry największe. Wiele aspektów potencjalnych zagrożeń i niebezpieczeństw jest ujęte w regulacjach i wskazaniach aktów prawnych i normatywnych BHP, sanitarno-epidemiologicznych i Kodeksie pracy. To, co pozostaje w gestii architekta projektującego strukturę przestrzenną, to tworzenie korzystnego środowiska pracy, a więc zapewnienie właściwego oświetlenia stanowisk pracy i akustyki, a także umożliwienie realizacji instalacji utrzymania właściwego składu i termicznych parametrów powietrza.

Oświetlenie naturalne jest w obiektach przemysłowych jednym z wiodących problemów. Przy realizacjach o znacznych powierzchniach i często o głębokich traktach aspekt doprowadzenia światła naturalnego był zawsze czynnikiem rzutującym na koncepcję przestrzenną i wpływał na rozwiązania konstrukcyjne. Głębokość traktów powodowała konieczność, poza zastosowaniem okien pionowych w ścianach zewnętrznych, wprowadzenia oświetlenia górnosufitowego. Charakterystycznym, powszechnie stosowanym rozwiązaniem w XIX stuleciu i w pierwszej połowie XX wieku były **dachy szedowe**, określane też czasem jako *pilaste* lub *zębate* (ryc. 39 i 40). Takie rozwiązania dawały dostateczną ilość światła naturalnego na całej powierzchni hali,



Ryc. 39. Dach szedowy (pilasty) nad wzniesioną pod koniec XIX stulecia halą zakładów metalowych, nieczynnej już kopalni Zeche Ewald w Herten (Nadrenia Północna- Westfalia, Niemcy), stan z roku 2010.



Ryc. 40. Szedy doświetlające wielkoprzestrzenne wnętrza biur projektów kolei francuskich, zrealizowanych w zrewitalizowanym budynku dawnych zakładów przemysłu samochodowego (Renault), wzniesionego w Paryżu roku 1891.



Ryc. 41. Uzyskanie dachu w pełni płaskiego nie jest obecnie większą trudnością techniczną, ale wymaga wysokiego poziomu techniki budowlanej, dobrych materiałów, precyzyjnego wykonawstwa, a następnie systematycznej konserwacji.



Ryc. 42. Wysokie szedy stanowiące zarazem elementy nośne dachu o dużej rozpiętości w zakładzie montowni Renault (pawilon 57 Métal) w Boulogne-Billancourt pod Paryżem, stanowią atrakcyjną, rzeźbiarską, pełną ekspresji formę. Obiekt zrealizowano w roku 1984, według projektu Claude'a Vasconiego.

ale związane były z szeregiem uwarunkowań. Szedy musiały być orientowane na północ, a kąt nachylenia połączy ich okien musiał być większy niż kąt padania promieni słonecznych. Chodzi o to, by wprowadzić do wnętrza dużo światła, ale by było ono jak najbardziej rozproszone. Niedopuszczalne jest, by do wnętrza produkcyjnego wpadł promień słoneczny, gdyż odbłaski na metalu maszyn i urządzeń technologicznych, będących dodatkowo w ruchu, mogą doprowadzić do rozbłysków i olśnieni, a w konsekwencji do wypadków przy pracy. Ponadto szedy związane były z licznymi, długimi kosztami, odprowadzającymi wodę opadową, co wymagało precyzyjnego wykonawstwa, dobrych materiałów i systematycznej ich konserwacji, w tym częstego czyszczenia i udroźniania. Trudności eksploatacyjne związane też były, w krajach chłodniejszych, z usuwaniem śniegu i lodu, a także z utrzymaniem czystości wysoko położonych okien. W efekcie częste były przypadki awarii w postaci powstawania nieszczelności, a więc zacieków i przemarznięć struktur budowlanych.

W roku 1962 Walter Henn wydał książkę pt. *Das flache Dach (Płaski dach)*⁵⁹. Uważa się, że od tego czasu potrafimy w Europie zrealizować dach w pełni płaski (ryc. 41). Lata 70. XX wieku to okres ewidentnego odchodzenia w budownictwie przemysłowym od szedy, jako podstawowego elementu strukturalnego w zapewnieniu oświetlenia naturalnego hal przemysłowych. Po tym okresie ich realizacja jest już spektakularną rzadkością, podyktowaną głównie innymi przesłankami niż tylko konieczność zapewnienia oświetlenia naturalnego (ryc. 42). Obecnie w europejskim budownictwie przemysłowym dominującą formą doprowadzenia światła naturalnego do dużych wnętrz przemysłowych, poza oknami w ścianach zewnętrznych, są świetliki – elementy liniowe i kopułki – elementy punktowe (ryc. 43)⁶⁰. W rezultacie bryły zakładów zdążają do form o płaskich dachach (ryc. 44).

Rozporządzenie Ministra Budownictwa w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (1994 z późniejszymi, licznymi nowelizacjami) określa wymownie, że pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi (od 4 godzin dziennie), a więc i stanowiska pracy muszą mieć oświetlenie naturalne. Ilość światła jest określona powierzchnią okna netto (czyli samą powierzchnią szyb) w stosunku do powierzchni podłogi i musi wynosić nie mniej niż 1/8. W obiektach przemysłowych, o znacznych o głębokościach traktów spełnienie tego warunku wymaga, poza zastosowaniem okien pionowych w ścianach zewnętrznych, wprowadzenia oświetlenia górnosufitowego.

Oświetlenie górnosufitowe w postaci świetlików podłużnych i w formie punktowej – kopulek – jest obecnie szeroko stosowane i czasem stanowi podstawowe rozwiązanie

⁵⁹ Walter Erich Henn (1912–2006), profesor Uniwersytetu Technicznego w Brunshwiku, był czołową postacią w zakresie architektury i budownictwa niemieckiego przemysłu i obiektów biurowych w latach 60. i 70. XX wieku. Wniósł też istotny wkład w nawiązanie i rozwój kontaktów oraz współpracy pomiędzy architektami polskimi i niemieckimi pod auspicjami SARP (Stowarzyszenie Architektów Polskich) i BDA (Bund Deutscher Architekten). W roku 2001 otrzymał na Politechnice Krakowskiej tytuł *doctor honoris causa*.

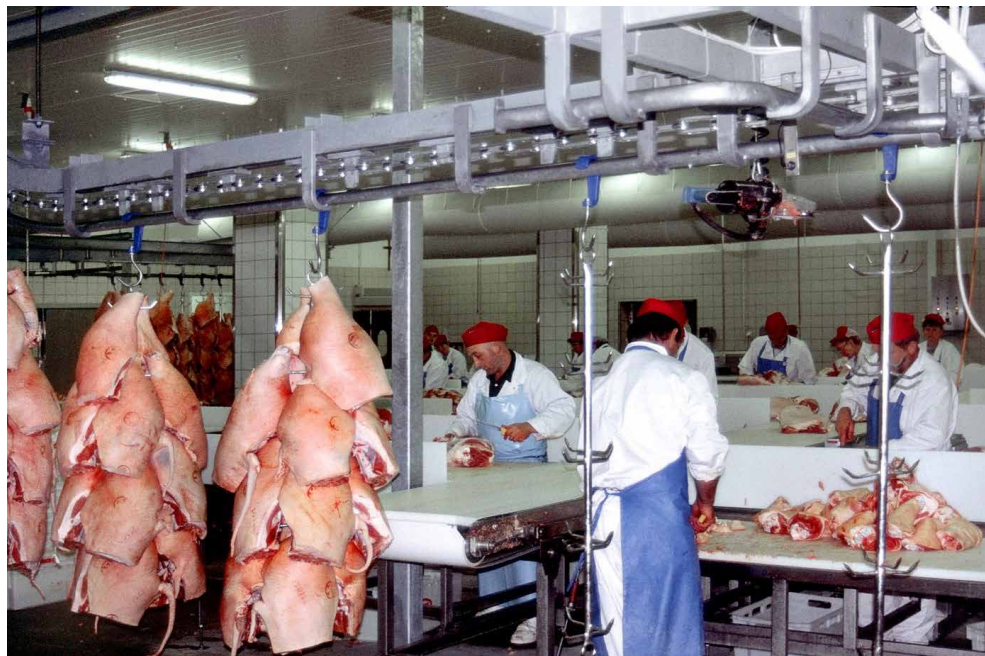
⁶⁰ Pojawiają się też obecnie nowe rozwiązania doprowadzenia światła naturalnego do wnętrz produkcyjnych, jak np. punktowe świetliki rurowe (produkcji firmy Solatube).



Ryc. 43. Podłużny świetlik nad przejściem w zakładzie produkcji mebli Ryś w Krzywczce (Małopolska).



Ryc. 44. Zakład produkcji maseczek higienicznych Agencji Rozwoju Przemysłu w Salowej Woli na Podkarpaciu – w trakcie realizacji w roku 2021.



Ryc. 45. Pomieszczenie rozbioru mięsa wieprzowego w zakładzie produkcji wędlin Krakmeat w Krakowie – w pełni hermetyczne i pozbawione oświetlenia naturalnego.

w zakresie dostarczenia wymaganego oświetlenia naturalnego. Z punktu widzenia dążności do otrzymania oświetlenia równomiernie rozłożonego w przestrzeni pracy i z punktu widzenia redukcji nagrzewania wnętrza promieniami słonecznymi, czyli efektu szklarniowego, korzystne jest stosowanie elementów mniejszych, a gęściej i równomiernie rozłożonych niż przeszkleń większych, a rozmieszczonych rzadziej.

Przy projektowaniu źródeł oświetlenia naturalnego w strefach produkcyjnych, często o dużych głębokościach traktów, oprócz zapewnienia dostępu światła naturalnego trzeba też pamiętać o aspekcie psychologicznym kontaktu z przestrzenią zewnętrzną. Zapewnienie możliwości widoku świata zewnętrznego redukuje zagrożenia klaustrofobiczne i jest ogólnie korzystnie postrzegane przez pracowników. Dlatego wskazane jest stosowanie okien poziomych w ścianach zewnętrznych na wysokości wzroku, które mogą przybierać formę układów wstęgowych⁶¹.

⁶¹ Znane są przypadki realizacji dużych założeń halowych, które powstały jako struktury bezokienne, w których ze względu na presję załogi musiano zrealizować *okna psychologiczne*. Taka sytuacja miała miejsce w Walcowni Blach Transformatorowych na terenie Kombinatu Huty im. Lenina w Krakowie, gdzie powstał wydział z technologią i jego budowlaną obudową zakupioną w Japonii. Zrealizowano obiekt w pełni hermetyczny. Spotkało się to jednak ze zdecydowanym sprzeciwem polskiej załogi i wymusiło zmianę elewacji pod groźbą samowolnego wycięcia palnikami okien w metalowych panelach.



Ryc. 46. Przykład w pełni hermetycznej hali rozbioru mięsa drobiowego w zakładach w Zhengzhou, prowincja Henan w Chinach.

Należy zaznaczyć, że wymóg oświetlenia naturalnego nie obowiązuje, gdy jest to sprzeczne z wymogami technologii i bezpieczeństwa sanitarnego. I tak przykładowo pełna hermetyzacja niezbędna jest w szpitalach, na blokach operacyjnych, gdzie dąży się do jak najdalej posuniętej sterylizacji. Również w zakładach produkcyjnych, w których występują materiały i produkty światłoczułe, nie stosuje się oświetlenia naturalnego. Odrębną grupę zakładów przemysłowych, w których nie stosuje się oświetlenia naturalnego i w których dąży się do pełnej hermetyzacji, są zakłady produkcji spożywczej, a szczególnie zakłady przeróbki mięs i produktów mięsopochodnych. W tych zakładach realizuje się najwyższe wymagania sanitarne i szczególne zabezpieczenia techniczne przed przedostaniem się do wnętrza insektów i gryzoni, w tym agresywnych i łasych na mięso szczurów (ryc. 45 i 46).

Oświetlenie sztuczne jest ważnym uzupełnieniem oświetlenia naturalnego strefy produkcyjnej, a czasem staje się nawet oświetleniem podstawowym. Z jednej strony przemysł pracuje w pełni niezależnie od pór roku i dnia. W niektórych zakładach praca jest na dwie, a czasem na trzy zmiany. Oznacza to aktywność i potrzebę oświetlenia w porach gdy światła naturalnego jest niewiele lub go nie ma. Z drugiej jednak strony postępująca mechanizacja, automatyzacja i robotyzacja procesów wytwórczych redukują istotnie obecność człowieka w przestrzeniach produkcyjnych i magazynowych, co obniża niezbędny poziom jasności. Należy bowiem pamiętać, że to

człowiek i uwarunkowania jego dobrego postrzegania są w zakresie oświetlenia podstawową wytyczną.

W zakresie **ilości światła** (natężenia) powinno się utrzymywać wartości minimalne (zgodnie z normą PN-EN 12464-1:2012):

- 200 do 250 luxów w ciągach komunikacyjnych, przestrzeniach magazynowych i pomocniczych;
- 500 luxów na płaszczyznach roboczych przy czynnościach zgrubnych i mało precyzyjnych;
- 1000 luxów na płaszczyznach roboczych wymagających precyzji działania, czytania i rozpoznawania drobnego druku i drobnych znaków oraz operowania drobnymi elementami⁶².

W zakresie **temperatury barwowej światła** zaleca się możliwe zbliżenie do barwy światła naturalnego, słonecznego, a więc o wartości od 3500 do 4500 kelwinów⁶³.

W zakresie trzeciego czynnika determinującego warunki świetlne w środowisku pracy, a mianowicie **stożka rozsyłu światła**, ważne są dwa czynniki – bezwzględna eliminacja olśnień i optymalizacja stopnia skupienia światła. Eliminacja olśnień jest warunkiem koniecznym i nader ważnym w sytuacji pracy i ruchu maszyn, urządzeń i robotów. Niedopuszczalne jest, by na obracające, wirujące elementy maszyn padał skupiony snop światła, bo to mogłoby prowadzić do efektu stroboskopowego (wrażenia pozornej nieruchomości wirujących elementów) oraz do odbłasków i w konsekwencji olśnień pracowników. Z tych to względów preferuje się światło rozproszone, a tylko na wybranych stanowiskach i w niektórych sytuacjach produkcyjnych światło skupione. Nowoczesnym i w pełni ergonomicznym rozwiązaniem sztucznego oświetlenia przestrzeni pracy jest *oświetlenie dynamiczne*, naśladujące naturalną jego zmienność (pochodzącą od zmian w różnych porach dnia) pod względem natężenia i temperatury barwowej.

Warunki akustyczne w produkcji przemysłowej są uważane za jedno z najbardziej rozpowszechnionych uciążliwości i zagrożeń szkodliwymi warunkami środowiska dla zdrowia ludzi. Najwięcej stwierdzonych uszczerbków zdrowia w przemyśle

⁶² Należy jednak mieć na uwadze fakt, że powyższe wskazania mają charakter ogólny i są podyktowane względami BHP. Z punktu widzenia ergonomii powinny być spełnione również dodatkowe potrzeby jakościowe i ilościowe oświetlenia, przede wszystkim właściwe wartości luminacji (jaskrawości wyrażonej w nitach, czyli cd/m^2) obserwowanych obiektów, kontrastu luminacji obiektów znajdujących się w polu widzenia, barwy światła i stabilności strumienia świetlnego (braku tętnienia światła). Luminacja określa tę część strumienia świetlnego, która po odbiciu od powierzchni przedmiotu (lub bezpośrednio ze źródła światła) wpada do oka i wywołuje wrażenie wzrokowe. Zbyt mały kontrast luminacji utrudnia rozróżnianie obiektów, a zbyt duży szybko męczy wzrok.

⁶³ Barwę światła mierzy się skalą temperatury wyrażonej w stopniach Kelwina. Jest to promieniowanie wydzielane przez platynę podgrzaną do danej temperatury wyrażonej w stopniach Kelwina. Dla orientacji:

- 1800 K to światło płomienia świeczki;
- do 2500 K to światło bardzo ciepłe;
- 2500 do 3500 K to światło ciepłe;
- 3500 do 4500 K to światło o barwie białej neutralnej;
- 4500 do 6000 K to barwa chłodno biała;
- powyżej 6000 K to światło bardzo zimne, czasem określane jako biel cynkowa.

dotyczy właśnie uszkodzeń i upośledzeń narządu słuchu. Generalnie stwierdza się, że przemysł hałasuje, i to znacznie. Hałasują urządzenia mechaniczne i maszyny, hałasuje transport wewnętrzny, najbardziej dolegliwe są urządzenia kuźni, młotów i pras – gnących, wykrawających i tłoczących. Kodeks pracy nakazuje ochronę pracowników przed nadmiernym, szkodliwym hałasem, precyzując dopuszczalny poziom głośności w zależności od czasu ekspozycji. Przy powszechnym czasie pracy wynoszącym 8 godzin, dopuszczalny, maksymalny poziom natężenia dźwięków to 85 dB (A). Jest to wartość dopuszczalna, ale korzystne jest uzyskiwanie we wnętrzach produkcyjnych możliwie jak najniższych poziomów głośności. Można wyodrębnić cztery kolejne kroki w zwalczaniu hałasu i jego skutków. I tak:

- Podstawowym działaniem jest eliminacja źródeł nadmiernego hałasu, przez inżynierską ingerencję w przyczyny generowania zjawisk wibroakustycznych oraz zastępowanie maszyn i urządzeń hałasujących urządzeniami i maszynami cichszymi. Oczywiście, maszyny i urządzenia wyższej klasy, nowocześniejsze konstrukcje i przyjaźniejsze środowisku pracy są też przeważnie droższe;
- Czasami powyższe działania nie są możliwe ze względów ekonomicznych, ale czasem są i niemożliwe ze względów technicznych. Jest wiele maszyn i urządzeń produkcji przemysłowej, które ze względu na charakter działania nie mogą być ciche. Przykładem mogą być maszyny rotacyjne w procesie druku, które zawsze, niezależnie od marki, hałasują, i to znacznie. W takich przypadkach kolejnym krokiem w eliminacji hałasu jest obudowanie i dylatowane posadowienia. Otoczenie źródła hałasu izolującą obudową i elastyczne oddzielenie ich od podłoża pozwala na eliminację hałasu i drgań w ogólnej przestrzeni wydziału produkcji;
- Istnieją jednak częste przypadki niemożności zastosowania dwóch pierwszych działań, wtedy konieczne staje się zastosowanie indywidualnych ochronników słuchu – stoperów, słuchawek, a czasem nawet, w skrajnych przypadkach, izolujących hełmów. Należy jednak pamiętać, że pracownicy niechętnie stosują indywidualne ochronniki słuchu. Chronią one oczywiście narząd słuchu, ale izolują też od dźwięków pożądaných, a więc przykładowo uniemożliwiają odbieranie komunikatów, słuchanie muzyki i prowadzenie rozmów pomiędzy pracownikami;
- Ostatnim działaniem zmierzającym do poprawy warunków głośności jest tłumienie dźwięków, a więc eliminacja zjawiska pogłosu – czyli cyrkulowania odbijanej fali głosowej. Uzyskuje się to przez stosowanie materiałów i wykładzin dźwiękochłonnych, co jednak, w przeciwieństwie do pomieszczeń biurowych, w zakładach produkcyjnych jest znacznie utrudnione i rzadkie.

W zakresie **klimatu wewnątrz** zakładów przemysłowych istotne jest zapewnienie czystości powietrza i jego termicznych parametrów korzystnych dla ludzi. Ochronę przed pyłami, zawiesinami, parami chemikaliów i gazami, a także drobnymi opiłkami metali i tworzyw sztucznych standardowo zapewniają systemy filtrów, wyciągów i nawiewów specjalistycznie projektowane, wykonane i systematycznie kontrolowane. Są one uważane za element immanentnie związany z technologią wytwarzania.

W zakresie termicznych parametrów powietrza w przemyśle przeważają sytuacje nadmiaru ciepła. Ciepło jest wytwarzane przez pracujące maszyny, roboty, podajniki, ale i przez ludzi. Często jest też produktem ubocznym procesów technologicznych. Jego nadmiar usuwany jest głównie w oparciu o wywiewną wentylację mechaniczną, a spore kubatury obiektów produkcyjnych z jednej strony stwarzają korzystną sytuację, lecz w przypadku używania wentylacji mechanicznej powodują konieczność zapewnienia dużych krotności wymian (objętości powietrza w pomieszczeniu w ciągu godziny). Często też wykorzystuje się rozwiązania umożliwiające uchylanie okien i świetlików, co pozwala na pozbycie się nagrzanego powietrza dzięki zjawisku konwekcji. W przypadku niedoboru ciepła w okresach chłodnych powszechnie stosuje się typowe rozwiązania instalacji grzewczych, czasem bazujące na zakładowych kotłowniach wytwarzających parę dla celów technologicznych lub ciepłą wodę dla celów sanitarnych. W ostatnich latach, zwłaszcza w zakładach małych i niewielkich, wykorzystuje się rekuperatory pozwalające na odzyskiwanie ciepła z usuwanego powietrza oraz elementy pozyskiwania energii odnawialnej. Głównie są to panele solarne i fotowoltaiczne, poprawiające bilanse energetyczne i stosowane do podgrzewania wody na cele socjalne. Ideałem są tu obiekty pasywne, niepobierające energii ze źródeł zewnętrznych, poza oczywiście potrzebami technologicznymi.

14.6. STREFA MAGAZYNÓW

Jest to czwarta strefa w strefowaniu poziomym zakładu przemysłowego. Ogólnie, ze względów funkcjonalnych przedsiębiorstwa, magazyny dzieli się na trzy podstawowe grupy: magazyny surowców i półproduktów do obróbki, magazyny gotowych wyrobów zakładu (czasem są to półprodukty przesyłane dalej do innych zakładów) oraz magazyny materiałów pomocniczych, w tym i opakowań, gazów technicznych, smarów, paliw itp.

Magazyny mają różne formy i sposoby przechowywania materiałów, surowców i produktów. Tu wiodący jest typ, charakter, konsystencja i forma materiału. Zakres jest duży, od zbiorników podziemnych i naziemnych, zamkniętych i otwartych, od silosów po pryzmy i stosy. We współczesnej gospodarce magazynowej w rozwiniętych krajach zdecydowanie dominują dwie podstawowe formy: składowanie w stosach i na regałach znormalizowanych jednostek ładunkowych. Podstawą organizacyjną są jednostki ładunkowe. Umowna jednostka to 1 m³ objętości i 1 t masy. Podstawą organizacji jest też europaleta o wymiarach 120 × 80 cm, zapewniająca standaryzację ładunków oraz możliwość podnoszenia i transportu przy użyciu powszechnie używanych wózków i manipulatorów widłowych⁶⁴.

⁶⁴ Por. polskie opracowania dotyczące magazynowania z okresu, gdy modernizowano polski przemysł i unowocześniano gospodarkę magazynową: R. Bąkowski: *Leksykon magazynowania* (1982); Z. Gęsiarz: *Konteneryzacja* (1974).

Składowanie w stosach – zarówno na zewnętrznych placach, jak i wewnątrz w magazynach, polega na najprostszej metodzie spiętrzania ładunków, jeden na drugim. Wymagane jest tu tylko odpowiednio wytrzymałe podłoże. Korzystne jest namalowanie na podłodze pól składowania i tras przejazdów transportowych. Jednostki na paletach składa się jeden na drugim. Wysokość piętrzenia zależy od rzeczywistego ciężaru i od wytrzymałości ładunków na nacisk – najczęściej piętrzy się trzy jednostki (ryc. 47 i 48).



Ryc. 47. Przykład składowania jednostek ładunkowych w stosach, w przestrzeni zewnętrznej zakładu. Takie postępowanie wymaga oczywiście zabezpieczenia materiałów przed wpływem czynników atmosferycznych i jest z reguły składowaniem krótkoterminowym.



Ryc. 48. Przykład składowania w stosach w przestrzeni magazynowej.

Składowanie regałowe jest uważane obecnie za dominującą formę magazynowa na standardowych ładunków w zakładach przemysłowych. Jest sprawne i wydajne, a w oparciu o pełną informatyzację daje dobre efekty operacyjne. W tego typu rozwiązaniach ustawia się regały w rzędach, po dwa „plecami” do siebie, a pomiędzy rzędami pozostawia przestrzeń dla obsługi transportowej, głównie wózków widłowych albo manipulatorów. W latach 70. XX wieku rozwinęło się, obecnie już szeroko stosowane, składowanie na regałach wysokich, dochodzących do ponad 40 m wysokości (ryc. 49)⁶⁵.

W zakresie ekonomiki wykorzystania powierzchni istotna jest możliwość składowania jak największej ilości ładunków na jak najmniejszej powierzchni. Stąd bierze się dążność do składowania wysokiego i do optymalizowania układów regałów. W efekcie ważna jest przestrzeń między regałami, a więc komunikacyjna, która z punktu widzenia pojemności magazynu nic nie wnosi, a wręcz szkodzi. Tak zatem dąży się do jej technologicznego zmniejszania. Tu konieczne wartości zależą od technologii transportowania jednostek, od sprawności i zwrotności wózków widłowych (ryc. 50), ewentualnie od wymagań automatycznych manipulatorów (ryc. 51 i 52).



Ryc. 49. Przykład składowania magazynowego z wykorzystaniem regałów wysokich.

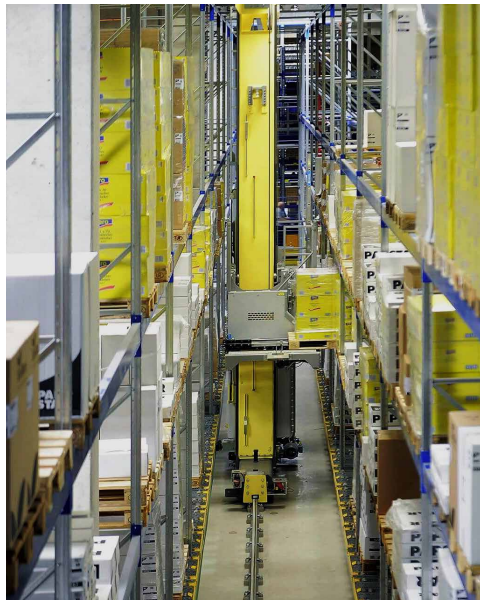
⁶⁵ Por. J. Fijałkowski: *Projektowanie magazynów wysokich* (1983). Za najwyższy w Polsce uważany jest obecnie, zrealizowany w roku 2017 we Wronkach, magazyn Amica SA, liczący aż 47 m wysokości regałów.



Ryc. 50. Użycie wózka widłowego w magazynie regalowym wysokiego składowania.



Ryc. 51. Przykład zautomatyzowanego magazynu regalowego wysokiego składowania z wykorzystaniem manipulatorów.



Ryc. 52. Przykład pola działania zautomatyzowanego manipulatora-podajnika w magazynie regalowym wysokiego składowania.

Reasumując, znając tendencję, w projektowaniu należy stosować aktualne normy i wytyczne przyjętej technologii transportowania i składowania jednostek, określane przez producentów maszyn i wyposażenia. W zakresie obecnie wykorzystywanych zaleceń i wskazań dla silnikowych pojazdów transportowych (wózków widłowych) poruszających się wewnątrz obiektów, minimalne szerokości dróg na odcinkach prostych określono w poniższej tabeli 1⁶⁶.

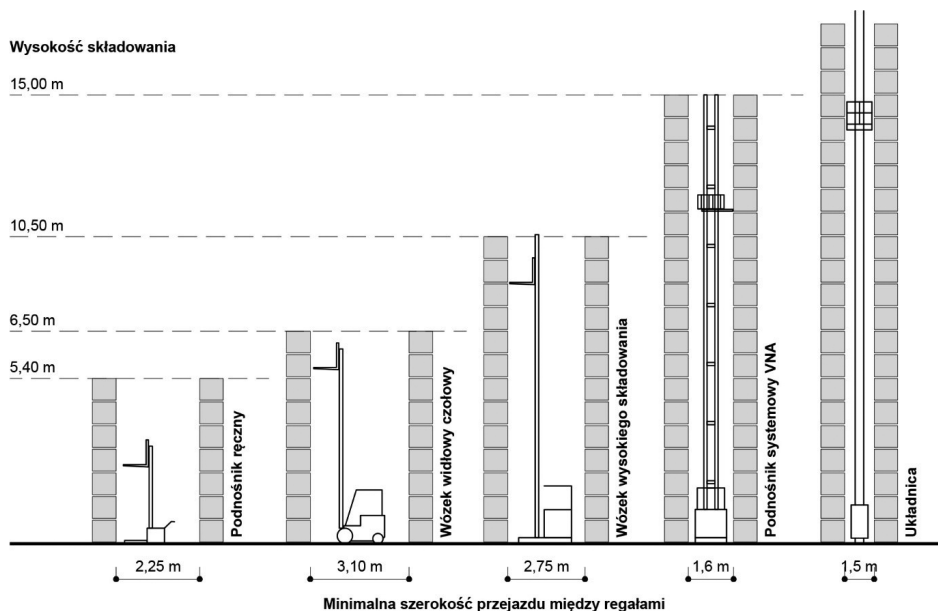
Tabela 1

Przeznaczenie drogi		Minimalna szerokość drogi [cm]	
		Dla bezsilnikowych środków transportowych	Dla silnikowych środków transportowych
Ruch jednokierunkowy	Tylko dla środków transportowych	$b = a + 60$	$b = a + 60$
	Dla środków transportowych i ruchu pieszego	$b = a + 90$	$b = a + 100$
Ruch dwukierunkowy	Tylko dla środków transportowych	$b = 2a + 90$	$b = 2a + 90$
	Dla środków transportowych i ruchu pieszego	$b = 2a + 180$	$b = 2a + 200$

gdzie: b – minimalna szerokość drogi [cm],
 a – szerokość wózka transportowego (ewentualnie ładunku, gdy przewożony ładunek jest szerszy) [cm].

Należy zauważyć, że powyższe wskazania określają jedynie minimalne szerokości dróg służących do przejazdu pojazdów mechanicznych – podnośników, wózków. Przy określaniu układu modularnego i szerokości światła wolnej przestrzeni między regałami w magazynach należy też uwzględnić wytyczne wynikające z rodzaju wózków widłowych lub rodzajów manipulatorów i projektowanej wysokości składowania. Dla regałów składowania ustawionych równoległe do jezdni, a więc wymagających obrotu i załadunku towaru pod kątem 90 stopni do osi drogi, co jest najczęstsze, minimalne szerokości korytarza roboczego pomiędzy regałami określa ryc. 53.

⁶⁶ Minimalne wymiary dróg i przejść pomiędzy regałami w budynkach magazynowych określała Polska Norma PN-M-78010:1968 – *Transport wewnętrzny. Drogi i otwory drzwiowe. Wytyczne projektowania*. Ze względu na szybki rozwój technik składowania oraz pojazdów transportowych postanowienia te z roku 1968 straciły na aktualności i w roku 2015 Polski Komitet Normalizacyjny wycofał tę normę. Od tego czasu nie powstały dokumenty regulujące prawnie szerokości dróg transportowych w budynkach produkcyjnych i magazynach.



Ryc. 53. Zalecane minimalne szerokości korytarza roboczego pomiędzy regałami.

Na obecnym etapie rozwoju techniki składowania, co dotyczy głównie centrów logistycznych, czyli centralnych, uniwersalnych, wielkich jednostek magazynowych, ale też i profesjonalnych magazynów towarzyszących bezpośrednio zakładom przemysłowym, realizowane są trzy następujące metody składowania:

- **FIFO** (ang. *first in, first out*) – towary pierwsze przywiezione do magazynu, pierwsze go opuszczają. Jest to obecnie najczęściej stosowany tryb zarządzania przestrzenią magazynową. Opiera się na zasadzie ciągłego przepływu towarów. Wykorzystuje się ją w magazynach o dużym przepływie towarów. Zastosowanie tej metody wymaga odpowiedniego układu i wyposażenia magazynu – najczęściej są to regały paletowe, półkowe, wspornikowe lub przesuwne, a kolejnością ekspedycji jednostek ładunkowych z magazynu kieruje system komputerowy. Czasami stosuje się również regały rolkowe lub przelotowe⁶⁷.
- **LIFO** (ang. *last in, first out*) jest zasadą odwrotną, nader ekonomiczną, ale rzadko spotykaną. Zasadę działania tego typu składowania porównać można do stacji dokującej dla wózków sklepowych w supermarketach. Można z niej korzystać wyłącznie w branżach, w których towary nie ulegają starzeniu i magazynuje się duże ilości tego samego asortymentu. Magazynowanie jest tu najprostsze, ponieważ nie zachodzi konieczność zachowania dostępu do każdej jednostki ładunkowej.

⁶⁷ Zasadę działania porównać tu można do dwustronnej zabudowy chłodniczej w supermarkecie – klient wyjmuje z jednej strony produkt, który pierwszy trafił na półkę, podczas gdy z drugiej strony zabudowy sprzedawca dokłada kolejne egzemplarze produktu.

Dzięki temu możliwe jest znaczne ograniczenie powierzchni magazynowej poprzez wykorzystanie regałów dwurzędowych lub regałów wjezdnych.

- **FEFO** (ang. *first expired, first out*) jest metodą działania przy produktach z określonymi terminami przydatności do użycia lub spożycia. Zgodnie z nią magazyn opuszczają w pierwszej kolejności produkty, których data przydatności przypada najwcześniej. W magazynach tego typu kładzie się duży nacisk na dostępność do każdej jednostki ładunkowej i konieczna jest pełna informatyzacja zarządzania magazynem. Pod względem wyposażenia regałowego w systemie tym stosuje się analogiczne rozwiązania jak w układzie FIFO (z pominięciem regałów przelotowych).

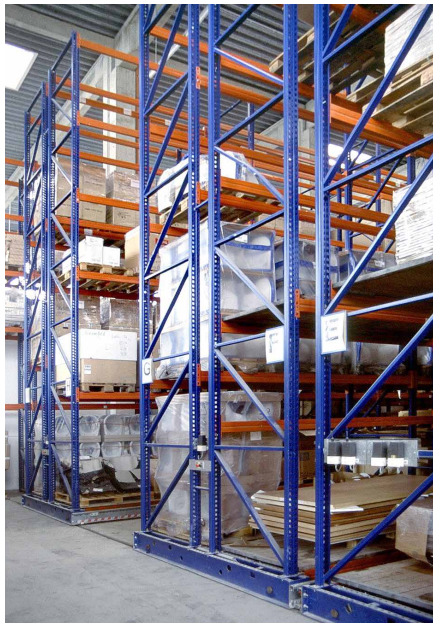
W ostatnim okresie pojawiły się nowe, ciekawe rozwiązania technologiczne i konstrukcyjne w magazynowaniu standardowych jednostek ładunkowych. Jedną z nowości jest **system przepływowy składowania** na regałach. Pozwala on na lepsze i pełniejsze wykorzystanie przestrzeni oraz na eliminację dróg między rzędami regałów. Istota działania polega tu na lekkim pochyleniu układu i wyposażeniu regałów w rolki. Jednostki ładunkowe są wkładane od czoła i przesuwane do drugiej strony, gdzie w miarę potrzeb są wyjmowane. Pozwala to na zsuniecie regałów i utworzenie stref operacyjnych tylko od ich dwóch czoł – z jednej strony wkładanie jednostek ładunkowych, z drugiej ich wyjmowanie. To korzystne ekonomicznie rozwiązanie ma pewne ograniczenie. Otóż w każdej z linii należy składować jeden typ ładunku. Chodzi o to, że jednostki znajdujące się w środku linii składowania przestają być dostępne i można je wyjąć dopiero wtedy, gdy zostaną przetoczone do czoła.

Drugą korzystną nowością są innowacje w zakresie koncepcji konstrukcji obiektu magazynu. Przy magazynach regałowych wysokiego składowania postanowiono bowiem wykorzystać konstrukcje regałów, które ze względu na przewidziane ciężary spiętrzonych jednostek muszą być dość masywne, a ze względu na układ stanowią gęstą strukturę. Zdecydowano te konstrukcje wykorzystać jako zarazem konstrukcję nośną obudowy magazynu, czyli konstrukcję do ułożenia dachu i ścian zewnętrznych. Regały w tego typu obiektach mają za zadanie nie tylko służyć do składowania towarów czy podtrzymywania układnic, ale też, jako że stanowią konstrukcję nośną, przenosić wszelkie naprężenia i siły związane z obciążeniami i pracą budynku. Dzięki takiemu rozwiązaniu koszty budowy są znacznie ograniczone w porównaniu ze wzniesieniem obiektów magazynowych z konwencjonalną konstrukcją obiektu (ryc. 54).

Zmiany technologii składowania i ustawienia regałów w magazynach nie następują tak często jak zmiany technologii i profilów produkcyjnych zakładów wytwórczych. Mimo to, zwłaszcza w zakładach małych i średniej wielkości, zaleca się wprowadzanie dużej elastyczności rozwiązań. Chodzi o możliwość łatwej zmiany powierzchni magazynowej na produkcyjną i odwrotnie bez angażowania kłopotliwego procesu budowlanego, a także o możliwość korekty rozstawu regałów w przypadku zmiany wyposażenia transportowego. Dlatego często w magazynach stosuje się mocną – o dużej wytrzymałości na nacisk – posadzkę i regały z własnymi podwalinami-ławami (ryc. 55).



Ryc. 54. Przykład realizacji magazynu regałowego, wysokiego składowania o samonośnej konstrukcji.



Ryc. 55. Konstrukcja regałów magazynowych w zakładzie prefabrykacji łazienek Deba w Salzwedel (Saksonia-Anhalt w Niemczech).

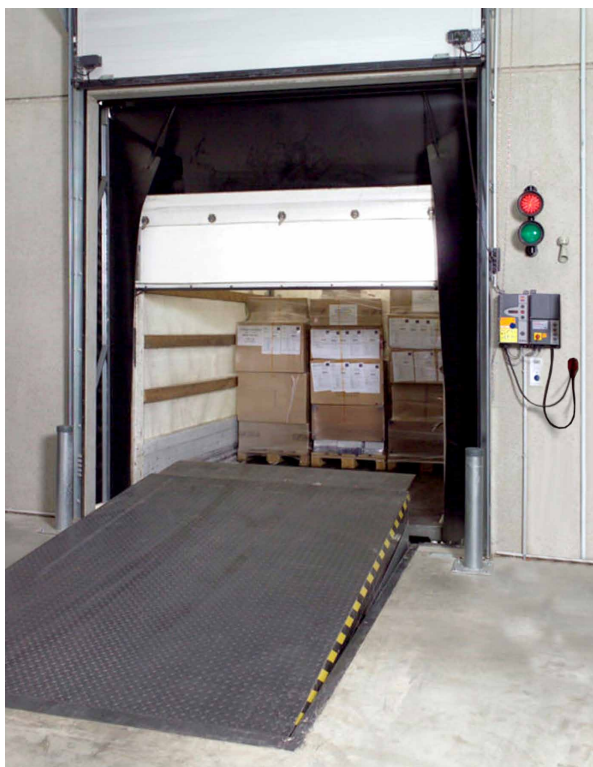
Magazyny muszą być wyposażone w urządzenia techniczne umożliwiające dowieszenie i rozładunek materiałów, a także ich załadunek na środki transportu i wywóz. Tak zatem do strefy magazynowej projektuje się stosowne dojazdy. Dla transportu kołowego tworzy się podjazdy o parametrach umożliwiających manewrowanie samochodem towarowym, czasem popularnie określane jako plac manewrowy. Należy pamiętać, że większość samochodów towarowych, zwłaszcza dużych, ładowanych i rozładowywanych jest od tyłu. Zatem samochód musi po wjeździe nawrócić i dojechać tyłem do magazynu. Należy też pamiętać, że aby sprawnie dokonać załadunku i wyładunku, należy doprowadzić do tego, by posadzka magazynu i podłoga samochodu ciężarowego znalazły się na jednym poziomie. Wtedy, po otwarciu drzwi, można sięgać po jednostki ładunkowe wewnątrz samochodu, nawet wjeżdżając do jego środka. Dla zniwelowania różnicy wysokości pomiędzy jezdnią, na której stoi samochód ciężarowy, i posadzką magazynu najczęściej obniża się podjazd co najmniej w części, na której stoi samochód po podjechaniu tyłem do magazynu (ryc. 56).

W miarę postępu profesjonalizacji i standaryzacji w przewozach towarów (przede wszystkim w zakresie gabarytów pojazdów) obecnie przyjmuje się, w zależności od indywidualnych potrzeb, jeden z dwóch wariantów różnicy poziomów drogi i podłogi samochodu ciężarowego:

- 110 cm – dla dużych samochodów ciężarowych, w tym członowych typu TIR, co jest obecnie najczęściej spotykane,
- 60 cm – dla samochodów dostawczych małych i średniej wielkości, z dostępem do ich wnętrza ładunkowych z tyłu, ale czasem i z boku samochodu.



Ryc. 56. Podjazd do magazynów zakładu Agmamito – Swarzędz-Jasin pod Poznaniem.



Ryc. 57. Wewnętrzna, magazynowa, ruchoma, mechaniczna platforma-podest o regulacji hydraulicznej.

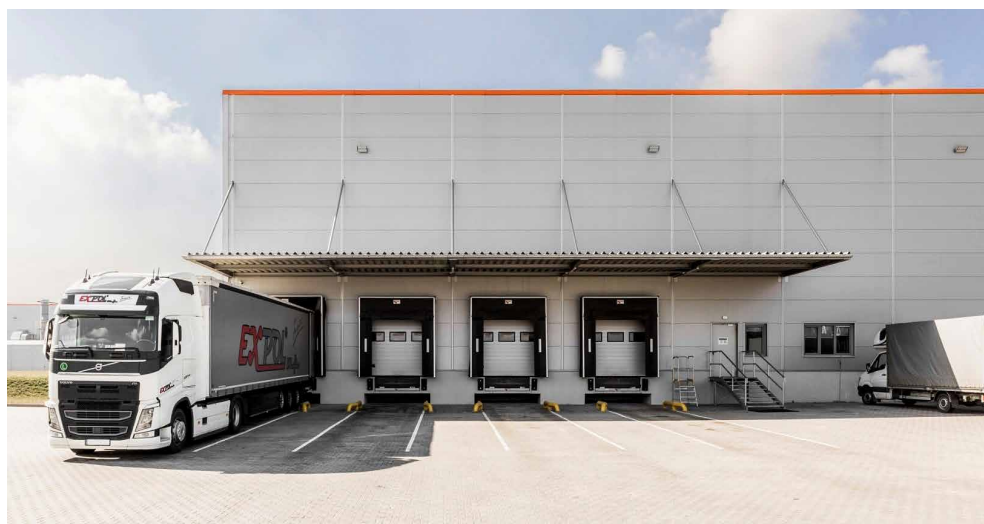
Pomimo postępów w standaryzacji rzeczywiste poziomy podłóg przestrzeni ładunkowych pojazdów często odbiegają od tej deklarowanej lub uznanej za właściwą. Dlatego w celu zniwelowania różnic wysokościowych nieraz wykorzystuje się w magazynach (najczęściej przy stanowisku dokowania pojazdu) regulowane rampy-pochylnie. Są to sterowane mechanicznie lub hydraulicznie platformy, nominalnie zlicowane z poziomem posadzki w hali, zmieniające, w zależności od potrzeb, nachylenie. Zakres pionowej ruchomości tego typu urządzeń może przekraczać 50 cm, co pozwala na elastyczne wykorzystanie przestrzeni dokowania pojazdów (ryc. 57)⁶⁸.

Dawniej używano ramp rozładowniczych i załadowniczych, które były elementami stałymi pomiędzy magazynem a samochodami. Są to pomosty wzdłuż ściany magazynu, przeważnie szerokości od 1,5 do 3 m. Obecnie powszechnie stosuje się rozwiązania dokujące, określane też czasem jako **porty**. Są wygodniejsze i dają bezpośrednie połączenie wnętrza samochodu z przestrzenią wewnętrzną magazynu, a więc

⁶⁸ Należy jednak zaznaczyć, że im bardziej stromo ustawiona jest ruchoma platforma-podest, tym trudniejsze staje się poruszanie i manewrowanie ładunkami, które mogą być ciężkie (nominalnie do 1 tony), a przy nachyleniu powyżej 3% nie ma już możliwości korzystania z ręcznych wózków widłowych.



Ryc. 58. Porta dokowania samochodów ciężarowych w magazynie zakładu produkcji puszek Pol Am Pack SA w Brzesku małopolskim.



Ryc. 59. Strefa za- i wyładunku w magazynach zakładu Nifco Korea Poland Sp. z o.o. w Żorach na Górnym Śląsku.



Ryc. 60. Przykład rozwiązania umożliwiającego wjazd samochodu ciężarowego do wnętrza strefy magazynowej w zakładzie produkcji szkła budowlanego Scholl Glas w Nossen w Saksonii, w Niemczech.

uniezależnienie od warunków atmosferycznych. Działanie w tym względzie polega na dosunięciu bezpośrednio samochodu do doku, osłonięcie go fartuchami ochronnymi przed wpływami atmosferycznymi, a następnie otwarciu bramy magazynu (często rolowanej) i drzwi samochodu. Dla precyzyjnego dosunięcia samochodu standardowo mocuje się w podjeździe prowadnice, określane popularnie jako: *naprowadzacze kół* (ryc. 58). Dla pełnej ochrony przed czynnikami atmosferycznymi korzystne jest osłonięcie doków zadaszaniem (ryc. 59). Czasem, zwłaszcza gdy przewożone ładunki są znacznie wrażliwe na czynniki zewnętrzne, wykorzystuje się wjazd samochodu ciężarowego (tyłem) do przestrzeni wewnętrznej magazynu (ryc. 60).

Podczas korzystania z kolejowego transportu materiałów tworzy się przy magazynach rampę kolejową. W przeciwieństwie do samochodów towarowych, wagony mają dostęp za- i wyładowniczy z ich boków, gdzie znajdują się przesuwne drzwi. Lokomotywa przytacza wagony towarowe, zostawia je na bocznicę, na torze przyległym do magazynu, a następnie drugim torem odjeżdża. Po rozładunku wagonów i po załadunku produktami ekspediowanymi lokomotywa przyjeżdża ponownie i odbiera wagony. Tak zatem kolejowe bocznicę wewnętrzne w zakładach przemysłowych mają przeważnie co najmniej dwa tory. Wysokość podłogi wagonów towarowych nad główką szyny wynosi standardowo 1,1 m. Tę wartość należy uwzględnić przy

projektowaniu podjazdów kolejowych, tak by zapewnić ten sam poziom podłogi magazynu, rampy kolejowej i podłogi wagonów towarowych, co umożliwi wjazd wózków widłowych do wnętrza wagonu.

Dla celu załadunku i wyładunku jednostek ładunkowych w magazynie tworzy się strefę formowania i rozformowywania oraz rozpakowywania ładunków. Przed ekspedycją kompletuje się i gromadzi jednostki ładunkowe w zestawy (w dostosowaniu do pojemności samochodu ciężarowego lub wagonu kolejowego), tak by sam załadunek przebiegł sprawnie i szybko. Analogicznie, po przywiezieniu ładunku, jest on wyjmowany z samochodu lub wagonu kolejowego, deponowany w strefie rozformowania i z niej rozwożony, a następnie wkładany do poszczególnych miejsc w magazynie albo w regały, albo składany na wyznaczonych polach w stosy według wskazań asortymentowych.

Rzeczą nader istotną jest, żeby tak samo jak przy urządzeniach socjalnych magazyny były połączone ze strefą produkcyjną (którą głównie obsługują) albo bezpośrednio przez zestawienie, albo krytymi przewiązkami. Pozwala to na płynne ruchy transportowe, niezakłócone czynnikami zewnętrznymi.

14.7. STREFA ZAPLECZA TECHNICZNEGO

Jest to ostatnia, piąta strefa w strefowaniu poziomym zakładu przemysłowego. Ogólnie można ją określić jako zbiór różnych, specyficznych dla każdego zakładu funkcji i urządzeń umożliwiających i zabezpieczających jego funkcjonowanie, czyli produkcję. W skład tej strefy wchodzi instalacje mediów, takie jak związane z energią elektryczną – przyłącza, stacje transformatorowe i rozdzielnie elektryczne (należy pamiętać, że zakłady przemysłowe zużywają znaczne ilości energii elektrycznej). W przypadku zużywania dla celów technologicznych gazu, konieczne są stacje przyłącza i reduktorownie. Nieraz zakłady przemysłowe zużywają dla celów technologicznych wodę. Dla tego celu, jak i dla celów socjalnych tworzy się stosowne przyłącza do sieci wodociągowej. Czasem potrzebne są stacje uzdatniania wody. Przy zrzucaniu ścieków zabrudzonych technologicznie, w zakładach potrzebne są punkty poboru nieczystości ze zbiorników bezodpływowych. Tworzy się odstożniki i oczyszczalnie, które doprowadzają ścieki do stanu ścieków komunalnych, co umożliwia ich spływ do ogólnej sieci ściekowej. Często buduje się zbiorniki wody na cele przeciwpożarowe i pompownie pożarowe. Dla gazów technicznych, wykorzystywanych w procesach produkcyjnych, tworzy się stosowne zbiorniki. W niektórych zakładach konieczne są własne bazy transportowe specjalistycznych samochodów. Wtedy na terenie zaplecza technicznego organizuje się odpowiednie miejsca postojowe, garaże, stacje tankowania, punkty mycia pojazdów, warsztaty naprawcze i pomieszczenia socjalne dla kierowców. Wiele zakładów potrzebuje ciepłej wody lub gorącej pary dla celów technologicznych, a także ciepła do ogrzewania pomieszczeń. Wtedy w strefie



Ryc. 61. Instalacja nowoczesnej kotłowni przemysłowej wytwarzającej gorącą parę na potrzeby technologiczne, opalanej gazem, holenderskiej firmy Horconex.

zaplecza technicznego realizuje się kotłownię – dawniej były to urządzenia opalane głównie koksem, dziś w większości kotłownie zasilane są gazem lub mazutem (ryc. 61). W strefach dostępności ogrzewania miejskiego często korzysta się z centralnie przygotowywanego ciepła. Wtedy powstają wymiennikownie ciepła. Jeśli dla potrzeb technologicznych konieczne są gazy techniczne, to buduje się ich magazyny i tłocznie. W wielu zakładach powstają znaczne ilości odpadów produkcyjnych (ścinki, zrzynki, wióry, pyły z filtrów), wtedy w strefie zaplecza technicznego tworzy się odpowiednie pojemniki, układy utylizujące i śmietniki, zapewniając dojazd dla specjalistycznych pojazdów i wywóz odpadów.

15. DROGI DOJAZDÓW, PARKINGI, PODJAZDY, PLACE MANEWROWE I PRZEJŚCIA PIESZE

Aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie zakładu przemysłowego, niezbędne jest zapewnienie płynnego przepływu towarów i materiałów oraz dojazdów i przejść dla kadry pracowniczej, a także osób spoza zakładu (interesantów, kontrahentów). W niektórych zakładach, zwłaszcza dużych i realizujących masową produkcję surowcową, występuje też czasami zewnętrzny (pomiędzy wydziałami) transport taśmowymi przenośnikami, rurociągami i transportem podwieszonym (ryc. 62). Na terenie zakładu projektuje się i tworzy wewnętrzny układ komunikacyjny. W przypadku zakładów dużych, wielkich i kombinatów jest to złożony, specjalistycznie projektowany i optymalizowany system, którego celem jest uproszczenie ruchu, skrócenie czasu



Ryc. 62. Transport pomiędzy wydziałami za pomocą taśmociągów i rurociągów w cementowni w Strzelcach Opolskich

dojść i dojazdów, zapewnienie bezpieczeństwa i zachowania tajemnicy. W większości zakładów produkcyjnych występują trzy podstawowe typy układów:

- ciągi i elementy pieszego ruchu komunikacyjnego pracowników zakładu⁶⁹,
- transport materiałów, surowców i półproduktów do zakładu, wewnątrz i z zakładu,
- ciągi ruchu interesantów i gości.

Podstawą wyznaczenia technicznych wielkości (szerokości, przepustowość) są potrzeby określone przez inwestora i wskazania technologii zakładu, zamierzenia co do ewentualnej rozbudowy oraz wymogi określone w formalno-prawnych warunkach technicznych.

15.1. RUCH PRACOWNIKÓW I INTERESANTÓW

Pracownicy zakładów produkcyjnych, aby dotrzeć do pracy, korzystają najczęściej z czterech podstawowych środków transportu: własnych samochodów osobowych, rowerów, motorowerów i skuterów, komunikacji miejskiej lub czasem transportu zbiorowego organizowanego przez pracodawcę. Dojścia do obiektów oraz infrastrukturę transportową (parkingi, przystanki, stojaki na rowery itp.) lokalizuje się w strefie przedpola.

Przy projektowaniu tych elementów infrastruktury należy przyjąć następujące zasady:

- parkingi dla samochodów osobowych należy projektować na terenie zakładu, z dostępem z dróg wewnętrznych;
- zaleca się, aby ciągi piesze lub pieszo-rowerowe umożliwiały swobodne poruszanie się pomiędzy wszystkimi strefami funkcjonalnymi części ogólnodostępnej;
- należy unikać krzyżowania potoków komunikacji, w szczególności ruchu pieszego z ruchem pojazdów osobowych, zwłaszcza transportowych ciężkich;
- parkingi samochodowe oraz stojaki i wiaty na rowery i motory należy lokalizować możliwie blisko wejść do budynków i blisko portierni pieszej;
- przed wejściem głównym do administracji i do portierni należy rozważyć lokalizację placu lub poszerzonego ciągu pieszo-rowerowego;
- należy starannie połączyć przystanki miejskiej komunikacji masowej prostymi, dostatecznie szerokimi przejściami z budynkami przedpola i portiernią pieszą;
- dla transportu zbiorowego organizowanego przez pracodawcę należy przewidzieć przystanek lub zatokę postojową.

Osoby spoza kadry zakładu, a więc głównie interesanci, często biznesowi, mogą korzystać z przystanków komunikacji masowej, a dalej przejść pieszych – tak jak pracownicy. Najczęściej jednak przybywają oni własnymi samochodami i dlatego tworzy się dla gości parkingi, zwykle niezbyt obszerne, w bliskości potencjalnych celów przybycia, głównie części administracyjnej, ekspozycji, spotkań itp., a więc na przedpolu zakładu. Miejsca te powinny być łatwo dostępne i dobrze oznakowane.

⁶⁹ W niektórych bardzo dużych i rozległych założeniach produkcyjnych stosuje się czasem układ wewnętrznej komunikacji kołowej rozwożenia pracowników do poszczególnych wydziałów lub odległych stanowisk pracy.

15.2. TRANSPORT TOWAROWY

Zdecydowana większość zakładów produkcyjnych wymaga, zależnie od profilu produkcji i jej wielkości, rozbudowanej obsługi transportowej, polegającej na dostawach surowców i półproduktów do przerobu, odbiorze produktów wytworzonych, a także odbiorze odpadów produkcyjnych i bytowych oraz obsłudze technicznej. W tym celu tworzy się na terenie zakładu wewnętrzny układ drogowy, prowadzący od wjazdu z drogi publicznej, poprzez portiernię kołową do zamkniętej strefy wewnętrznej, a dalej do dojazdów do strefy manewrowej przy magazynach i dojazdów do obiektów zaplecza technicznego wymagających dostaw. Należy również zapewnić dojazd środków transportu do stref produkcyjnych, a więc głównie hal produkcyjnych. Umożliwia to dowieszenie maszyn, urządzeń i wyposażenia technologicznego w celu jego zamontowania, a dalej, gdy jest taka potrzeba, do ich wywiezienia w całości lub w segmentach, gdy zakończą okres pracy, albo przy konieczności naprawy lub wymiany podzespołów.

Przy projektowaniu układu dróg na terenie zakładu należy pamiętać o oddzieleniu dojazdów dla samochodów transportowych od ciągów jezdnych samochodów osobowych oraz o minimalizowaniu ryzyka tworzenia zatorów, które mogą powstać przy zlokalizowaniu portierni kołowej zbyt blisko wjazdu z drogi publicznej. W przedsiębiorstwach posiadających własny tabor samochodów ciężarowych, konieczne jest zapewnienie odpowiednich dla niego miejsc postojowych, które standardowo lokalizuje się w ramach strefy zaplecza technicznego zakładu, a więc w strefie zakładu objętej nadzorem.

15.3. AKTY NORMATYWNE

W polskim ustawodawstwie obowiązujące przepisy i normy odnoszą się do *dróg publicznych*, a więc takich, których właścicielem i zarządcą jest Skarb Państwa. Z punktu widzenia realizacji inwestycji kluczowym elementem regulowanym prawnie jest wjazd na teren, a więc zjazd z drogi publicznej na teren zakładu, czyli punkt podłączenia wewnętrznego układu drogowego do sieci dróg ogólnodostępnych.

Pomimo iż większość przepisów nie ma zastosowania w przypadku dróg na terenie niepublicznym, zaleca się respektowanie parametrów technicznych w nich określonych jako wytycznych dla dróg wewnętrznych zakładu, gdyż poruszać się będą po nich te same pojazdy co po drogach zewnętrznych, a ponadto warunki zabezpieczeń przeciwpożarowych i kodeks drogowy są uniwersalne i obowiązujące niezależnie od aspektów własności terenów⁷⁰.

⁷⁰ Najważniejsze akty prawne regulujące projektowanie dróg w Polsce to:

– Ustanowiona w dniu 21 marca 1985 r. *Ustawa o drogach publicznych*, z licznymi późniejszymi nowelizacjami. Dla realizacji komunikacji na terenie zakładu przemysłowego szczególnie istotne są:

15.4. PODSTAWOWE ELEMENTY TECHNICZNE WEWNĘTRZNYCH UKŁADÓW DROGOWYCH W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH (ryc. 63 i 64)

W tworzeniu układu wewnętrznego dróg korzystne jest zachowanie następujących parametrów:

- Pas ruchu pojazdów, a więc część jezdni przeznaczona dla ruchu jednego rzędu pojazdów, powinien być nie mniejszy niż:
 - 2,5 m dla samochodów osobowych,
 - 3,0 m dla samochodów ciężarowych,
 - 3,25 m dla samochodów ciężarowych dużych, typu TIR i z przyczepami oraz dodatkowo zaleca się stosowanie poboczy minimum 0,5 m, jako zabezpieczenie skrajni jezdnej.

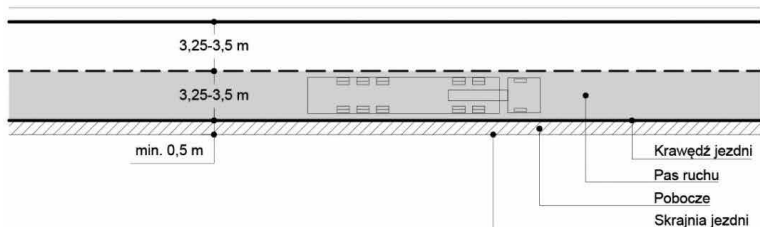
-
- art. 16, w którym ustawodawca precyzuje, że „budowa lub przebudowa dróg publicznych spowodowana inwestycją niedrogową należy do inwestora tego przedsięwzięcia” i należy ją realizować w oparciu o umowę z zarządcą drogi;
 - art. 19, określający, które organy administracji rządowej lub jednostki samorządu terytorialnego pełnią funkcję *zarządcy drogi*;
 - art. 29, w którym ustawodawca precyzuje, że „budowa lub przebudowa zjazdu z drogi publicznej należy do właściciela lub użytkownika nieruchomości przyległych do drogi”, po uzyskaniu stosownego zezwolenia zarządcy drogi.

Ustawa nie precyzuje zagadnień technicznych związanych z realizacją dróg, a jedynie wskazuje odrębne akty prawne, które należy stosować przy ich projektowaniu.

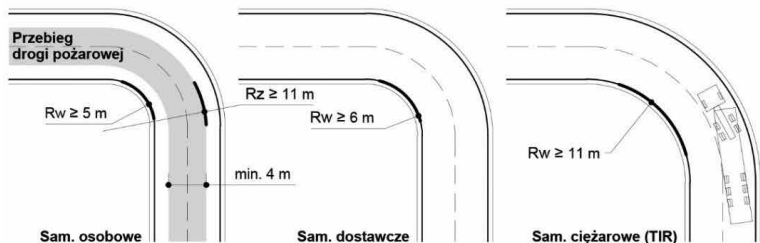
- *Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*, wprowadzone w życie 2 marca 1999 roku. Jest to akt wykonawczy do ustawy o drogach publicznych precyzujący warunki techniczne, a więc zagadnienia projektowe związane z budową dróg publicznych. W odniesieniu do projektowania układu dróg wewnętrznych dla zakładów przemysłowych najistotniejszymi, wiążącymi prawnie zapisami są wytyczne dotyczące zjazdu publicznego zawarte w par. 78 ust. 2 tego rozporządzenia.
- *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami* (t.j. Dz.U. z 2019 r., poz.1065) w dziale II – *Zabudowa i zagospodarowanie działki budowlanej* – zawiera zbiór wytycznych, a w odniesieniu do projektowania układów dróg wewnętrznych stanowi między innymi o dojazdach i dojazdach do drogi publicznej, parametrach miejsc postojowych, szerokościach dróg manewrowych na parkingach, wymiarach dla garaży wielopoziomowych oraz minimalnymi odległościami pomiędzy parkingami a obiektami kubaturowymi.
- *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych z dnia 24 lipca 2009* (Dz.U. z 2009 r., Nr 124, poz. 1030) określa, jakie obiekty wymagają zapewnienia przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę, do których z nich doprowadzić należy drogę pożarową, oraz jakie parametry techniczne powinna ona spełniać.

Na projektowanie wewnętrznego układu komunikacji zakładu przemysłowego mogą też wpływać akty prawa miejscowego, jakim jest *miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego* lub w przypadku jego braku *decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu*. W szczególnych okolicznościach również inne przepisy mogą tu być wiążące, jak np. w przypadku sąsiedztwa linii kolejowej, linii energetycznej wysokiego napięcia, strefy ochrony przyrody itp.

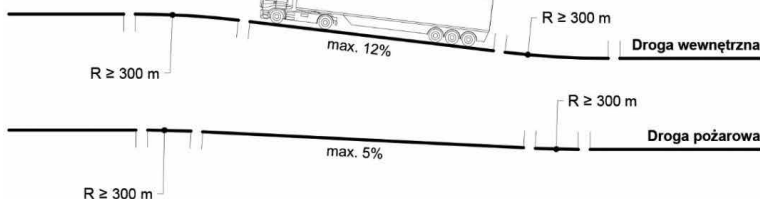
Elementy drogi wewnętrznej



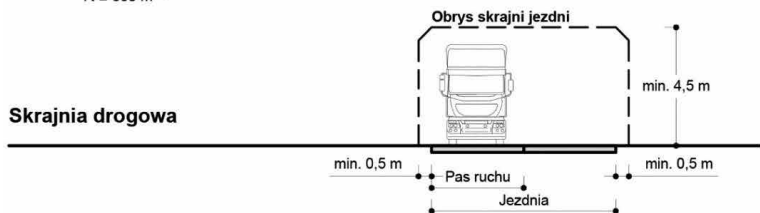
Promienie łuków poziomych



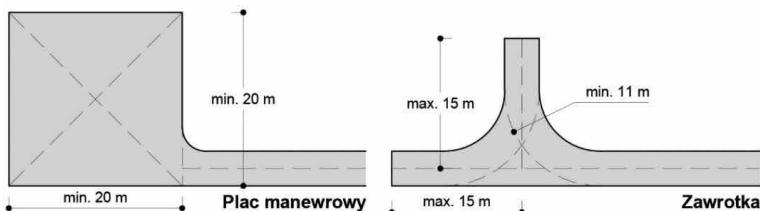
Nachylenie podłużne



Skrajnia drogowa

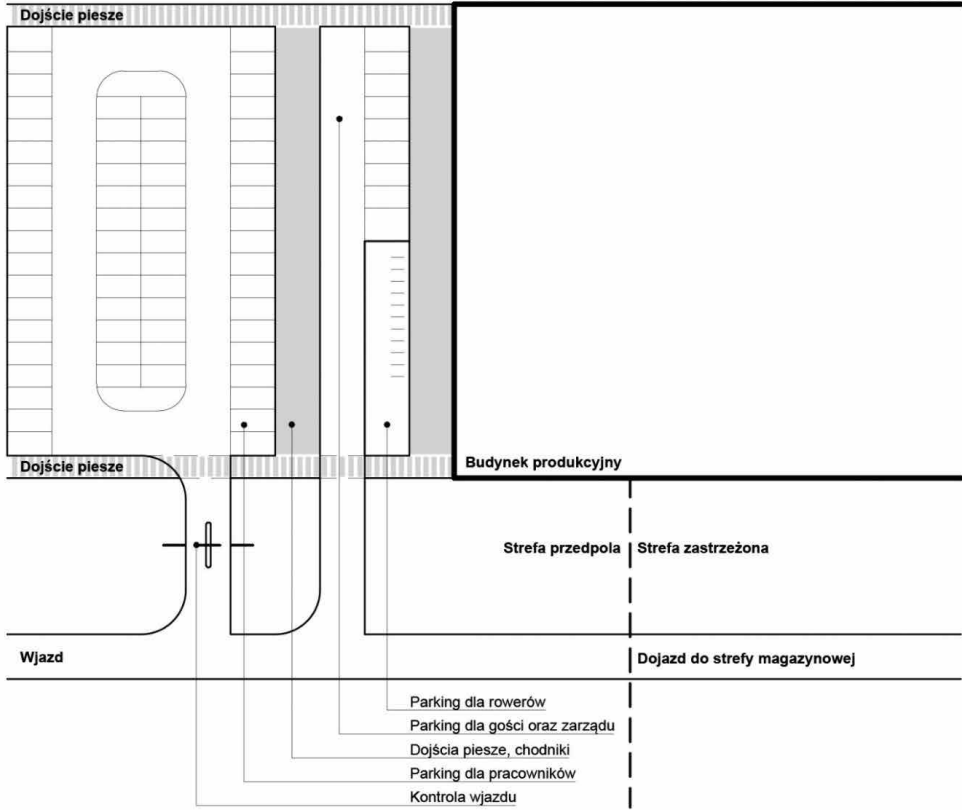


Przykłady zakończenia drogi pożarowej

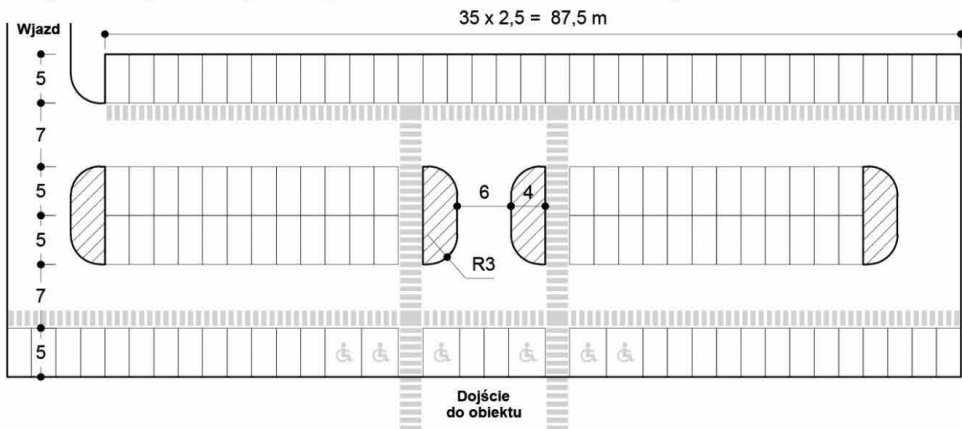


Ryc. 63. Podstawowe elementy techniczne wewnętrznych układów drogowych w zakładach przemysłowych.

Przykładowy układ przedpola zakładu produkcyjnego



Przykładowy układ parkingu dla samochodów osobowych



Ryc. 64. Przykładowe układy komunikacji kołowej przedpola zakładu przemysłowego.

Promienie wewnętrznych łuków dróg dla poszczególnych typów pojazdów nie powinny być mniejsze niż:

- 5,0 m dla samochodów osobowych, gdzie wyjątek stanowią mogą skrzyżować w obrębie parkingu, na których promień można zmniejszyć do 3,0 m (przy szerokości całkowitej jezdni nie mniejszej niż 5,0 m);
- 6,0 m dla samochodów dostawczych i ciężarowych małych i o średniej wielkości (o długości do 9,0 m);
- 12,0 dla samochodów ciężarowych dużych (typu TIR) i z przyczepami⁷¹.

Natomiast dla dróg pożarowych (ewakuacyjnych) określa się minimalny promień skrętu, ale tu łuku zewnętrznego na 11,0 m.

Na wszelkiego typu jezdniach wewnętrznych zaleca się stosowanie spadków podłużnych jezdni nieprzekraczających 12%, z zachowaniem krzywizny wypukłej i wklęsłej niwelety jezdni o promieniu nie mniejszym niż 300,0 m⁷². Natomiast nachylenie podłużne drogi pożarowej nie może przekraczać wartości 5%.

W celu zapewnienia spływu wód opadowych i roztopowych z powierzchni jezdni w kierunku urządzeń odprowadzających należy zapewnić minimalne spadki poprzeczne jezdni, które powinny wynosić:

- 2% dla nawierzchni twardej, takiej jak nawierzchnia betonowa, asfaltowa i kostka brukowa,
- nie mniej niż 4% dla nawierzchni gruntowej, czyli utwardzonej gleby lub ubitego kruszywa.

Ze względu na charakter dróg wewnętrznych, czyli stosunkowo małą intensywność ruchu oraz małą prędkość poruszania się pojazdów, nie stosuje się na ogół poboczy drogowych. Najczęściej wykonuje się krawężniki (przy standardowym wyniesieniu 12 cm powyżej poziomu jezdni) oraz odprowadzenie wód opadowych i roztopowych do ogólnej kanalizacji deszczowej.

Ze względów bezpieczeństwa nie należy sytuować żadnych urządzeń i obiektów (słupów oświetleniowych, tablic informacyjnych, drzew itp.) w obrębie skrajni jezdni o wymiarach:

- skrajnia pozioma – 0,5 m od zewnętrznej krawędzi jezdni,
- skrajnia pionowa – 4,5 m od powierzchni jezdni⁷³.

Wjazdy na teren zakładu przemysłowego z drogi publicznej uzgadnia się co do miejsca formy z zarządcą drogi. Praktyka pokazuje, że dla jednego zamierzenia inwestycyjnego zakładu przemysłowego możliwe jest uzyskanie zgody na wykonanie

⁷¹ W szczególnych sytuacjach, w celu zachowania odpowiedniej przejeźdności zakrętu, dopuszcza się stosowanie lokalnych poszerzeń jezdni, powinny one jednak być wyraźnie oddzielone od zasadniczej części pasa ruchu, przykładowo poprzez zastosowanie innej nawierzchni lub poprzez wyniesienie o 2 cm powyżej pasa ruchu.

⁷² Wyjątek w tym zakresie stanowią mogą drogi na terenach o trudnym ukształtowaniu terenu, gdzie ze względu na spadek ogólny działki nie jest możliwe uzyskanie należącego nachylenia podłużnego.

⁷³ W szczególnie uzasadnionych przypadkach możliwe jest zmniejszenie skrajni pionowej dróg wewnętrznych zakładu przemysłowego, ale należy pamiętać, że wysokość dużego samochodu ciężarowego typu TIR dochodzi do 4,0 m, a wysokość wozu bojowego straży pożarnej ze złożonymi drabinami to 4,5 m.

jednego wjazdu z drogi publicznej. Tylko przy bardzo dużych założeniach i o charakterze kombinatów stosuje się większą ilość wjazdów, a co a tym idzie – portierni kołowych. A zatem dla typowej sytuacji nieuwarunkowanej innymi względami należy projektować ruch dwukierunkowy, tj. dwa pasy ruchu w obrębie jezdni, o łącznej, zalecanej szerokości 6,5–7,0 m⁷⁴. Wjazd na teren zakładu z drogi publicznej powinien być wyokrąglony łukiem kołowym o promieniu nie mniejszym niż 5,0 m. Należy jednak pamiętać o konieczności uwzględnienia rodzaju pojazdów, które będą wjeżdżały, co odnosi się przede wszystkim do dużych samochodów ciężarowych i samochodów z przyczepami, oraz spełnienie wymogów drogi pożarowej. Często przy wjazdach na teren zakładów przemysłowych, o ile jest to możliwe, stosuje się poszerzenia jezdni, a nawet dodatkowe pasy zjazdów⁷⁵.

Parkingi dla samochodów osobowych, lokalizowane w strefie przedpola zakładu, wykonywane są najczęściej w następującym ujęciu funkcjonalnym:

- parking dla pracowników,
- parking dla samochodów osób zewnętrznych – gości i interesantów, nieraz też, zwłaszcza przy dużych zakładach:
- parking dla zarządu i dyrekcji firmy (zwłaszcza przy dużych zakładach).

Często parkingi pracowników są nie tylko wyodrębnione, ale też chronione – ogrodzeniem i nadzorem monitoringu – i są dostępne poprzez zamykane wjazdy, otwierane kartą magnetyczną pracownika. Na każdym z parkingów należy przewidzieć miejsca dla samochodów osób niepełnosprawnych. Jeżeli nie ma w tym względzie decyzji administracyjnej, dobrą praktyką jest przeznaczanie 5% miejsc na te cele.

Przy projektowaniu parkingów osobowych należy je odsunąć od granicy działki (terenu zakładu) na nie mniej niż:

- 3,0 m – dla parkingów do 10 stanowisk postojowych,
- 6,0 m – dla parkingów do 60 stanowisk postojowych,
- 16,0 m – dla parkingów dużych, liczących ponad 60 stanowisk postojowych.

⁷⁴ Należy przy tym pamiętać, że łączna szerokość wjazdu ta teren zakładu nie może być większa niż szerokość jezdni na drodze, do której jest on przyłączany.

⁷⁵ Ze względu na charakter, lokalizację oraz klasę drogi publicznej, a co za tym idzie – intensywność jej użytkowania, jej zarządca może wymagać zastosowania określonego typu rozwiązania wjazdu na teren zakładu przemysłowego, takiego jak:

- zjazd umożliwiający relację obuskrętną – dla dróg o małym natężeniu ruchu, takich jak drogi gminne i drogi powiatowe;
- zjazd umożliwiający relację prawoskrętną – dla dróg o wzmożonym ruchu, takich jak drogi wojewódzkie w terenie zurbanizowanym;
- zjazd umożliwiający relację prawoskrętną z dodatkowymi pasami wjazdu (wyłączenia) oraz wyjazdu (włączenia) – dla dróg o szczególnie wzmożonym ruchu, takich jak drogi krajowe;
- zjazd umożliwiający relację obuskrętną z dodatkowym pasem do lewoskrętu z drogi publicznej w zjazd. Mogą też być wymagane jeszcze inne, specyficzne rodzaje podłączeń wynikające ze szczególnych sytuacji określonych warunkami terenowymi, obciążeniem ruchem pojazdów i aspektami widoczności.

To zalecenie nie ma zastosowania przy granicy z drogami i nie dotyczy oznakowanych miejsc postojowych dla samochodów osób z niepełnosprawnością⁷⁶.

Minimalne parametry, jakie powinny spełniać parkingi i miejsca postojowe, podano w tabeli 2.

Tabela 2

Parametr		Wartość minimalna	Wartość optymalna	Uwagi
Wymiary miejsca postojowego	stanowiska prostopadłe i skośne	2,5 × 5,0 m	2,5 × 6,0 m	ze względu na długości obecnie produkowanych samochodów
	stanowiska równoległe	3,6 × 6,0 m	3,6 × 6,0 m	możliwe zwężenie do 2,5 m w przypadku możliwości korzystania z przylegającego ciągu pieszego
	miejsca dla samochodów osób z niepełnosprawnością	3,6 × 5,0 m	3,6 × 6,0 m	ze względu na długości obecnie produkowanych samochodów
Szerokość dróg dojazdowych	przy prostopadłym usytuowaniu miejsc postojowych	5,0 m	6,0 m	szerokość należy dodatkowo zwiększyć w przypadku zastosowania wyznaczonych dojeżdżających pieszych w obrębie jezdni
	przy usytuowaniu miejsc postojowych pod kątem 60 stopni	4,0 m	5,0 m	
	przy usytuowaniu miejsc postojowych pod kątem 45 stopni	3,5 m	4,0 m	
	przy równoległym usytuowaniu miejsc postojowych	3,0 m	3,0 m	

Należy zaznaczyć, że są to wartości nieprzekraczalne, co nie oznacza, że są one optymalne. Korzystne, a nawet niezbędne jest twórcze podejście, z uwzględnieniem ekonomiki rozwiązania w dostosowaniu do charakteru, wielkości, układu i spodziewanej intensywności użytkowania.

⁷⁶ Obiekty przemysłowe zazwyczaj lokalizowane są w miejscach, gdzie sąsiednia zabudowa ma podobny charakter, ale czasem może się zdarzyć, że będzie sąsiedować z takimi funkcjami jak:

- place zabaw dla dzieci,
- boiska dla dzieci i młodzieży,
- okna pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi w budynkach opieki zdrowotnej, oświaty i wychowania, mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego (poza: hotelami, motelami, pensjonatami, domami wypoczynkowymi, domami wycieczkowymi i schroniskami).

Wtedy minimalne odległości odsunięcia parkingów dla samochodów osobowych określone zostały na:

- 7,0 m – przy pojemności do 10 stanowisk postojowych,
- 10,0 m – przy pojemności do 60 stanowisk postojowych,
- 20,0 m – przy wielkości powyżej 60 stanowisk postojowych.

W znacznym uproszczeniu można przyjąć, że przy dobrze zaprojektowanym placu postojowym dla samochodów osobowych powierzchnia przypadająca na jeden samochód (miejsce postojowe i droga dojazdu do niego) zajmuje ok. 25 m².

Istotnym elementem przy koncyrowaniu bezpiecznego parkingu jest organizacja i prowadzenie po nim ruchu pieszego. Aktualnie formalnie nie wymaga się tworzenia wydzielonych chodników i przejść w obrębie parkingów samochodowych. Natomiast dla zapewnienia bezpieczeństwa i wygody, zwłaszcza na dużych, wielojezdniowych układach, korzystne jest zaprojektowanie przejść pieszych poprzez:

- wydzielenie chodników w przestrzeni pomiędzy miejscami postojowymi,
- odpowiednie oznakowania poziome, po jednej stronie jezdni, wzdłuż linii miejsc postojowych⁷⁷,
- wydzielenie niezależnego, „zbiorczego” ciągu pieszego wzdłuż granicy parkingu, zwłaszcza w parkingach o prostym układzie komunikacyjnym.

Przejścia piesze należy projektować o zalecanej szerokości minimum 1,5 m, z uwzględnieniem zwężeń, takich jak punkty informacyjne, reklamowe i oświetleniowe. Korzystne jest, gdy przejścia i ciągi piesze mają prosty, czytelny układ i gwarantują szybkie i wygodne dojście do obiektów przedpola i wejść na teren zakładu.

Parkingi dla samochodów ciężarowych, realizowane głównie w rejonie zaplecza magazynowego i technicznego zakładu, określane są w zakresie liczby miejsc na podstawie indywidualnej specyfiki danego zakładu produkcyjnego i z przyjętej rezerwy uwzględniającej zmianę potrzeb w perspektywie projekcyjnej. W zależności od natężenia ruchu, a także charakteru produkcji (ilości dostaw surowców i półproduktów oraz częstotliwości odbioru towarów) układ dróg wewnętrznych oraz placów manewrowych w strefie przeładunkowej może być uzupełniany wydzielonymi miejscami postojowymi lub zupełnie odrębnymi parkingami samochodów ciężarowych. W małych i średnich zakładach produkcyjnych standardowym rozwiązaniem jest wykorzystywanie części placu manewrowego oraz stanowisk przy magazynach na krótkotrwały postój samochodów.

W zakresie odległości od granic terenu zakładu i odległości od budynków obowiązują takie same wymogi jak w przypadku samochodów osobowych. Drogi wewnętrzne dla samochodów ciężarowych i miejsca postojowe dla nich powinny spełniać parametry podane w tabeli 3.

⁷⁷ Przy takim rozwiązaniu należy wziąć pod uwagę, że zasadnym jest odpowiednie poszerzenie całkowitej szerokości jezdni. Ponadto, oznakowanie poziome lepiej sprawdza się w przestrzeniach, które nie są narażone na opady śniegu (parkingi zamknięte, zadaszone lub osłonięte).

Tabela 3

Parametr		Typ pojazdu	Wartość	Uwagi	
Wymiary miejsca postojowego	Parkowanie prostopadłe i skośne	Samochód ciężarowy	3,5 × 8,0 m	Wymiary stanowisk postojowych przy innych kątach usytuowania w stosunku do krawędzi jezdni powinny być ustalone z zachowaniem wymiarów podanych dla najbliższego kąta większego.	
		Samochód ciężarowy w przyczepą lub członowy (TIR)	3,5 × 19,0 m		
	Parkowanie równoległe	Samochód ciężarowy	3,0 × 15,0 m		
		Samochód ciężarowy w przyczepą lub członowy (TIR)	3,0 × 30,0 m		
	Parkowanie pod kątem 60 stopni	Samochód ciężarowy	3,5 × 8,0 m		
		Samochód ciężarowy z przyczepą lub członowy (TIR)	3,5 × 19,0 m		
Szerokość dróg dojazdowych	Przy prostopadłym usytuowaniu miejsc postojowych	Wszystkie rodzaje samochodów ciężarowych	12,0 m	Przy kącie innym niż podany w tabeli powinna być przyjęta szerokość jezdni manewrowej jak dla najbliższego kąta większego.	
	Przy usytuowaniu miejsc postojowych pod kątem 60 stopni		7,5 m		
	Przy usytuowaniu miejsc postojowych pod kątem 45 stopni		6,0 m		Minimalna szerokość jezdni jednokierunkowej nie powinna być mniejsza niż 4,5 m.
	Przy równoległym usytuowaniu miejsc postojowych		3,5 m		

Powyższe wskazania oparto na zbiorze wymagań obowiązujących na drogach publicznych, a więc jak na przykład na parkingach przy autostradach (Miejscach Obsługi Podróżnych). Zachowane są więc tutaj standardowe gabaryty pojazdów korzystających z ogólnodostępnej infrastruktury drogowej. Należy więc zastrzec, że szczegółowe rozwiązania w obrębie dróg wewnętrznych w zakładach produkcyjnych powinny być poprzedzone indywidualną analizą parametrów wyjściowych do projektowania, obejmującą głównie:

- rodzaj wjeżdżających pojazdów,
- natężenie ruchu,
- czas obsługi rozładunku i załadunku pojazdów,
- swoistości lokalizacyjne, takie jak: ukształtowanie terenu, jego, wielkość i kształt.

Rozwiązania w zakresie komunikacji pieszej po parkingach dla samochodów ciężarowych stanowią zindywidualizowany element koncepcji projektowej, zależący od wielkości parkingu, natężenia ruchu, odległości pomiędzy obiektami na terenie zakładu itp. Korzystna jest, zwłaszcza przy parkingach dużych, organizacja ruchu pieszych w sposób analogiczny do organizacji parkingów dla samochodów osobowych.

Dobrą, sprawdzoną praktyką przy projektowaniu ruchu i postoju samochodów ciężarowych jest opracowanie dla indywidualnego rozwiązania komputerowej symulacji przejeźdnosci układu komunikacyjnego.

Podjazdy dla pojazdów technicznych do obiektów produkcyjnych, magazynowych i zaplecza technicznego (dowóz maszyn, urządzeń i części zamiennych) są podyktowane uwarunkowaniami technologicznymi i technicznymi, używanymi mediami i procesami okołoprodukcyjnymi zabezpieczającymi działanie zakładu. Dla większości tych urządzeń niezbędne jest zapewnienie dojazdu technicznego, umożliwiającego zarówno serwisowanie, wymiany podzespołów, jak i dostawę i wymianę materiałów eksploatacyjnych. Dlatego ważne, aby zaplecze techniczne zakładu wymagające dojazdu lokalizować w miejscach łatwo dostępnych z wewnętrznego układu drogowego. Dla urządzeń wymagających częstej obsługi należy dodatkowo przewidzieć wydzielone miejsca, zatoki postojowe umożliwiające postój pojazdów technicznych bez blokowania ruchu wewnętrznego zakładu. Rozmiary przejazdów i miejsc postojowych należy dostosować do przewidywanych gabarytów pojazdów obsługujących urządzenia, które mogą być znaczne (np. cysterny), z zachowaniem wskazań ogólnych.

Dojścia i przejścia piesze oraz dojazdy dla rowerów i modnych obecnie hulajnog są ważnym elementem składowym układu komunikacyjnego na terenie zakładu przemysłowego, występującymi głównie na terenie przedpola. Zdarza się jednak, że pojawiają się i w części zamkniętej, zwłaszcza gdy technologia produkcji wymaga stanowisk pracy poza budynkami. Oczywiście należy dążyć do tego, by komunikacja piesza pomiędzy wydziałami i obiektami przebiegała przejściami i przewiązkami chroniącymi od oddziaływań atmosferycznych, ale nieraz jest to niemożliwe, lub przy nikłym ruchu, nieopłacalne. Przy projektowaniu należy wziąć pod uwagę poniższe wskazania:

- ciągi piesze powinny umożliwiać wejście na teren zakładu z ciągów komunikacyjnych wzdłuż drogi publicznej (nie należy zakładać, że jedyny dostęp do zakładu produkcyjnego odbywać się będzie jezdnią samochodową);
- układ chodników powinien być zaprojektowaną kompozycją łączącą ze sobą elementy funkcjonalne z uwzględnieniem podziału na strefę przedpola i zamkniętą strefę kontrolowaną;
- ciągi komunikacyjne dla pieszych i rowerów należy projektować w możliwie prostym, czytelnym i łatwym dla intuicyjnego poruszania się układzie;
- należy unikać skrzyżowań ciągów pieszych z jezdniami samochodowymi, a przy tych koniecznych należy je czytelnie wyróżnić oznaczeniami pionowymi,

poziomymi i zróżnicowaną fakturą nawierzchni, korzystne jest stosowanie podniesień nawierzchni, spowalniających ruch pojazdów;

- przy głównych wejściach do części administracyjnej i przy budynkach biurowo-administracyjnych, będących reprezentacyjną częścią zakładu, należy to podkreślać odpowiednią szerokością i wystrojem;
- szerokość podstawowych ciągów pieszych nie powinna być mniejsza niż 1,5 m, ale należy pamiętać, że wejście i wyjście z pracy kadry ma charakter uderzeniowy, wobec tego przejścia powinny umożliwić szybkie, możliwe proste i pozbawione tłoczenia się przemieszczanie;
- ciągi piesze należy uzupełnić o elementy małej architektury, takie jak: kosze na śmieci, ławki, stojaki na rowery, wiaty rowerowe, tablice informacyjne i ogłoszeniowe, punkty oświetleniowe, a także atrakcyjną zielenią.

Drogi pożarowe są objęte szczególnymi, precyzyjnymi regulacjami. Określenie, czy dany zakład produkcyjny wymagać będzie zaprojektowania dodatkowego układu dróg pożarowych, wykonuje się w oparciu o zapisy rozporządzenia w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych⁷⁸. Należy pamiętać, że dodatkowa droga pożarowa albo w przypadku dużych założeń – dodatkowy układ dróg pożarowych, poza układem wewnętrznych dróg transportowych, powoduje dodatkowy wzrost obciążeń finansowych dla inwestora. Rodzi też koszty eksploatacyjne w zakresie sprzątanía, odśnieżania i utrzymywania w czystości. Jego wykorzystanie będzie miało charakter unikalny w przypadku zaistnienia pożaru, wybuchu lub sytuacji alarmowej wymagającej ewakuacji. Dlatego ze względów ekonomicznych należy, o ile jest to formalnie możliwe, projektować układ wewnętrznych dróg na terenie zakładu przemysłowego tak, by zarazem spełniały kryteria dróg pożarowych

⁷⁸ Decydujące w tym względzie są:

- rodzaje stref pożarowych projektowanych w budynkach,
- wielkość projektowanych stref pożarowych,
- gęstość obciążenia ogniowego,
- sposób zaopatrzenia ekip ratowniczych w wodę do celów przeciwpożarowych.

Dla zakładów przemysłowych konieczność zaprojektowania układu dróg pożarowych może wynikać z jednego z poniższych warunków:

- budynek administracyjno-biurowy zostanie zakwalifikowany do kategorii zagrożenia ludzi ZL I;
- budynek administracyjno-biurowy należeć będzie do grupy średniowysokich (rzadziej wysokich lub wysokościowych) i zostanie zakwalifikowany do kategorii zagrożenia ludzi ZL III;
- budynek administracyjno-biurowy należeć będzie do grupy niskich, będzie posiadać co najmniej dwie kondygnacje, zostanie zakwalifikowany do kategorii zagrożenia ludzi ZL III, a jego powierzchnia będzie przekraczać 1000 m²;
- budynek produkcyjny będzie zawierał strefę pożarową PM o gęstości obciążenia ogniowego przekraczającej 500 MJ/m² oraz spełniał co najmniej jeden z poniższych warunków:
 - powierzchnia strefy pożarowej przekraczać będzie 1000 m²;
 - w strefie pożarowej występować będą pomieszczenia zagrożone wybuchem;
 - budynek produkcyjny będzie zawierał strefę pożarową PM o gęstości obciążenia poniżej 500 MJ/m², a jego powierzchnia przekraczać będzie 20 000 m²;
- usytuowanie stanowisk czerpania wody do celów przeciwpożarowych lub hydrantów wymagać będzie dojazdu wozów bojowych po wewnętrznym układzie komunikacyjnym.

i ewakuacyjnych. Gdy mimo to konieczna jest realizacja dodatkowego układu dróg, często dąży się do tego, by był to twór techniczny o obniżonych kosztach i spełniający minimalne warunki techniczne. Czasem tworzy się więc drogę pożarową w formie nawierzchni tylko utwardzonej lub ażurowej, co zwiększa powierzchnię biologicznie czynną. Przebieg takiej drogi bywa oznaczany i chroni się go od zastawiania i porastania roślinnością, zwłaszcza wysoką (drzewami). Należy tu pamiętać, że jedną z najgroźniejszych przeszkód dla wozu bojowego straży pożarnej jest grząskość podłoża. Wóz taki, będąc w akcji, ma własny tender wypełniony wodą. Nacisk na osie jest zatem znaczny i wjazd na teren o słabej wytrzymałości grozi ugrzęźnięciem wozu, a więc jego unieruchomieniem. Podejmując decyzję o realizacji drogi pożarowej lub całego układu, należy też z drugiej strony wziąć pod uwagę charakter zakładów produkcyjnych. Jedną z cech dobrych budynków przemysłowych jest ich elastyczność i zdolność adaptacji do zmian profilu produkcji, modyfikacji technologicznych lub całkowitej zmiany charakteru wytwórczego. Aby zapewnić łatwość dostosowywania obiektów i zagospodarowania terenu do nowych wymagań, warto zapewnić możliwość przeprowadzenia drogi pożarowej wzdłuż budynku, nawet wtedy, gdy obowiązek jej wykonania nie wynika wprost z obowiązujących przepisów.

Drogi pożarowe powinny spełniać następujące wymagania:

- na drogach pożarowych należy stosować nawierzchnie twarde lub utwardzone, takie jak: kostka brukowa, płyty kamienne i betonowe, nawierzchnie bitumiczne, nawierzchnie betonowe lub utwardzone nawierzchnie „zielone” – biologicznie czynne powierzchnie ażurowe i wzmocnione geokrata;
- podbudowa drogi pożarowej powinna zapewniać minimalną nośność umożliwiającą przejazd pojazdów o nacisku osi na nawierzchnię 100 kN;
- droga pożarowa powinna przebiegać wzdłuż dłuższego boku budynku, na całej jego długości, a w przypadku większych obiektów, gdy krótszy bok budynku ma więcej niż 60,0 m, drogę pożarową należy poprowadzić z obydwu jego stron budynku;
- odległość bliższej krawędzi drogi pożarowej (lub drogi dostawczej pełniącej taką rolę) od budynku powinna wynosić:
- nie mniej niż 5,0 m i nie więcej niż 15,0 m w przypadku, gdy strefą chronioną jest strefa ZL;
- nie mniej niż 5,0 i nie więcej niż 25,0 m w przypadku, gdy strefą chronioną jest strefa PM;
- pomiędzy drogą pożarową (lub drogą dostawczą pełniącą taką rolę) i ścianą budynku nie mogą występować stałe elementy zagospodarowania terenu lub drzewa i krzewy o wysokości przekraczającej 3 m, uniemożliwiające dostęp do elewacji budynku za pomocą podnośników i drabin mechanicznych;
- droga pożarowa powinna zapewniać przejazd bez cofania lub powinna być zakończona placem manewrowym o wymiarach 20,0 × 20,0 m albo układem dróg umożliwiającym zawracanie;

- najmniejszy promień zewnętrznego łuku drogi pożarowej nie może wynosić mniej niż 11,0 m;
- minimalna szerokość drogi pożarowej powinna wynosić co najmniej 4 m, a jej nachylenie podłużne nie może przekraczać 5%.

Ponadto wyjścia z budynków i wyjścia ewakuacyjne należy połączyć z drogami pożarowymi (ewakuacyjnymi) układem dojsć o szerokości nie mniejszej niż 1,5 m i długości nieprzekraczającej 50,0 m. Ekipy ratownicze, po dostaniu się do budynków, powinny mieć możliwość dotarcia bezpośrednio lub wewnętrznymi drogami ewakuacyjnymi do każdej ze stref pożarowych w każdym obiekcie⁷⁹.

⁷⁹ Przepisy, wskazania i zalecenia odnośnie do dróg pożarowych i ewakuacyjnych, a także zabezpieczeń pożarowych i ewakuacyjnych są znacznie rozbudowane i wielotorowe, a także często aktualizowane i uzupełniane. Tu podano jedynie wskazania podstawowe i najczęściej przydatne, w opinii Autorów, w praktyce projektowej zakładów przemysłowych.

16. ASPEKTY TECHNICZNO-MATERIAŁOWE OBIEKTÓW SOCJALNO-ADMINISTRACYJNYCH I PRODUKCYJNO-MAGAZYNOWYCH

Często w zakładach małych i średniej wielkości, realizowanych w formie jednego, zblokowanego układu bryłowego, łączy się urządzenia socjalne ze strefą administracyjno-wejściową i ewentualnie laboratoryjną. Wtedy granica pomiędzy częścią ogólnodostępną i częścią zamkniętą, dostępną tylko dla pracowników, przebiega w sposób wyraźnie określony wewnątrz obiektu. Wtedy też przeważnie zakład składa się z dwóch połączonych struktur. Z zasadniczej strefy produkcyjnej i magazynowej, kształtowanej według swoistych dla niej wskazań, oraz z części pomocniczej, a więc administracyjnej, wejściowej, socjalnej i ewentualnie laboratoryjnej. O ile strefa produkcyjna kształtowana jest przestrzennie w sposób podporządkowany wymogom produkcji, w tym elastyczności i zmienności, to część pomocnicza, w której dominującym jest czynnik ludzki, przybiera odmienny charakter. Tu podatność na zmienność nie jest tak istotna, co więcej często jest to układ stały, trwający w swoim zarysie niezmiennie przez cały okres istnienia zakładu. W efekcie często zakłady małe i średniej wielkości mają część produkcyjną i magazynową realizowaną jako elastyczną, o dużych rozpiętościach konstrukcyjnych parterową strukturę, połączoną lub bezpośrednio przyległą do części pomocniczej – administracyjno-socjalnej z elementami towarzyszącymi, tworzoną jako odrębną strukturę konstrukcyjną, często spiętrzoną i często wznoszoną metodami bardziej tradycyjnymi. W takich wypadkach konstrukcję budynku administracyjno-socjalnego zakładu produkcyjnego stanowią zazwyczaj stosunkowo proste w wykonaniu i niedrogie układy słupowo ryglowe lub ścianowe. Zapewniają one wystarczające rozpiętości konstrukcyjne dla projektowanej funkcji.

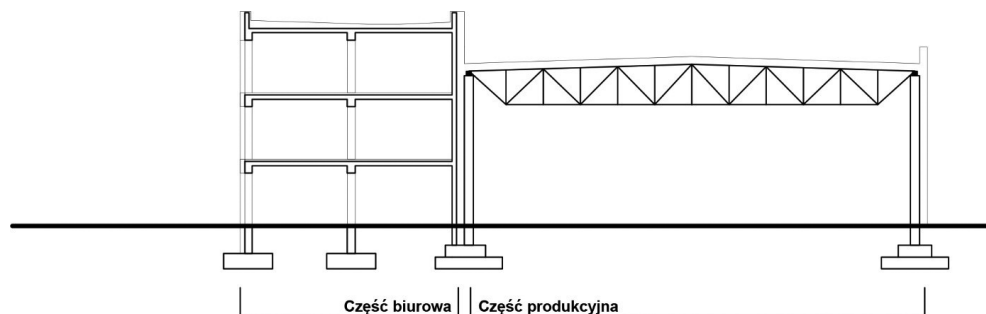
W zależności od znaczenia i profilu zakładu produkcyjnego materiałem wykańczającym elewacje części administracyjno-socjalnej są głównie materiały używane w metodzie lekkiej mokrej lub lekkiej suchej. Gdy strefa wejściowa i część administracyjno-socjalna mają stanowić wizytówkę przedsiębiorstwa i pełnić również rolę reklamy firmy, często elewacje są wykonywane w ramach metody lekkiej suchej z trwalszych i droższych materiałów – duże przeszklenia, metal, naturalny lub sztuczny kamień (por. ryc. 17).

Obiekty administracyjno-socjalne, zarówno te, które stanowią odrębne budynki, jak i te, które są częścią zablokowanego układu z zasadniczą częścią produkcyjno-

-magazynową zakładu, mają przeważnie odrębną strukturę konstrukcyjną i są dylatowane od struktur dużych rozpiętości (ryc. 65). Ze względu na ich charakter i ekonomikę stosuje się zazwyczaj proste układy monolityczne, słupowo-ryglowe (belkowe) lub układy ścianowe i płytowe, popularne w budownictwie niewielkich obiektów. Dość rzadko spotykane są przypadki, gdy strefa wejściowa z częścią administracyjno-socjalną jest tak skromna powierzchniowo, że tworzy się je z wyodrębnienia w ramach struktury części produkcyjno-magazynowej.

Konstrukcja słupowo-ryglowa (belkowa) to ustrój składający się z pionowych elementów nośnych w postaci słupów oraz poziomych belek. Całość ma połączenia sztywnymi węzłami. Na belkach opiera się płyty stropowe, zazwyczaj żelbetowe, krzyżowo zbrojone. Parametry takiego ustroju są określane obliczeniami konstrukcyjnymi na podstawie obciążeń stałych i zmiennych oraz wysokości (ilości kondygnacji) obiektu. Modułowy rozstaw słupów standardowo mieści się w granicach od 5,0 do 7,0 m (z preferencją 6,0 m jako wielkości modułowej, wielokrotności 0,3 m), co zapewnia optymalne wielkości konstrukcyjne i ilość zużytego materiału. Przy takich modułach i przy standardowym obciążeniu w obiektach administracyjno-socjalnych praktyka realizacyjna wskazuje na korzyści ze stosowania płyt stropowych grubości 15 cm. Również taką grubość zaleca się dla płyty posadzkowej dla kondygnacji spoczywającej na gruncie. Pozwala to na swobodny układ ścian działowych – czy to monolitycznych, czy przestawnych.

Posadowienie układu słupowo-ryglowego, poza szczególnie niekorzystnymi warunkami geotechnicznymi, projektuje się standardowo jako fundamenty punktowe – stopy fundamentowe żelbetowe, prefabrykowane lub wykonywane na mokro. Ich wielkości są określane obliczeniami konstrukcyjnymi, ale praktyka wskazuje na przewagę rozwiązań w postaci prostokątnego bloku o rzucie kwadratu – 80×80 cm i wysokości 30 cm. Pod stopowe fundamenty wykonuje się warstwy wyrównawcze z chudego betonu o grubości rzędu 10 cm, wylewane na ubity grunt. Obwodowo na poziomie fundamentów wykonuje się żelbetowe belki podwalinowe. Dół belek podwalinowych powinien być na poziomie posadowienia fundamentów, a wierzch,



Ryc. 65. Relacja struktur budowlanych obiektu administracyjno-socjalnego i produkcyjno-magazynowego.

w zależności od typu ścian zewnętrznych, przynajmniej na poziomie gruntu, z zaleceniem podyktowaną praktyką realizacyjną sięgnięcia 30 cm wyżej. Podwaliny o grubości standardowej rzędu 15–20 cm usztywniają konstrukcyjnie posadowienie budynku, chronią przed wypłukiwaniem warstw posadzkowych oraz umożliwiają izolowanie termiczne i przeciwwilgociowe budynku poniżej poziomu terenu.

Przy konstrukcjach słupowo-ryglowych w ścianach zewnętrznych najczęściej elementem wypełniającym jest mur z cegieł, pustaków ceramicznych lub betonowych. Nad wszystkimi otworami – drzwiami i oknami – stosuje się nadproża, wykonywane na mokro lub prefabrykowane – żelbetowe lub stalowo-ceramiczne.

W praktyce realizacyjnej często można spotkać obiekty wzniesione w oparciu o konstrukcję żelbetową słupowo-ryglową **prefabrykowaną**. Kształty i wymiary elementów prefabrykowanych zależą od projektu konstrukcji, obciążeń oraz możliwości transportowych i montażowych. Rygle mogą się tu bezpośrednio opierać na słupach bądź na ich żelbetowych lub stalowych wspornikach. Na belki układa się stropowe płyty żelbetowe, również prefabrykowane. Zaletą prefabrykacji jest precyzja wykonania poszczególnych elementów konstrukcyjnych i szybkość wznoszenia obiektu, którego konstrukcja jest składana i montowana, a nie wylewana na mokro.

Konstrukcja ścianowa żelbetowa monolityczna to ustrój, gdzie głównymi, pionowymi elementami nośnymi są ściany posadowione na ławach fundamentowych. Na ścianach wspierają się płyty stropowe, żelbetowe, zazwyczaj zbrojone jednokierunkowo, poprzecznie. Rozwiązanie to jest wykorzystywane rzadziej niż układ słupowo-ryglowy, ze względu na większe koszty realizacji oraz mniejszą swobodę kształtowania wnętrza. Wydaje się uzasadnione w przypadku, gdy beton ma być demonstrowaną fakturą wykończenia wnętrza lub elewacją zewnętrzną. Ściany nośne powinny być rozstawione w poprzecznym dla budynku module, mieszczącym się w granicach od 5,0 do 7,0 m (z preferencją dla 6,0 m, jako wielkości modularnej, wielokrotności 0,3 m). Taki rozstaw zapewnia optymalną grubość płyt stropowych. Grubość ścian konstrukcyjnych żelbetowych, monolitycznych, w budynku typu administracyjno-socjalnego, o wysokości dwóch, trzech kondygnacji, wynika z obliczeń konstrukcyjnych i przeważnie zbliżona jest do 20 cm. Natomiast grubość płyt stopowych przy standardowym obciążeniu ściankami działowymi i wyposażeniem, podyktowana praktyką realizacyjną określana jest na rząd 15 cm. Również taką grubość zaleca się dla płyty posadzkowej dla kondygnacji spoczywającej na gruncie. Pozwala to na swobodny układ ścian działowych – czy to monolitycznych, czy prefabrykowanych, przestawnych.

Posadowienie układu o ścianach konstrukcyjnych, poza szczególnie niekorzystnymi warunkami geotechnicznymi, projektuje się zwykle standardowo jako fundamenty liniowe – ławy fundamentowe. Wielkość ławy określa projekt konstrukcyjny, ale praktyka realizacyjna w tego typu obiektach o wysokości od dwóch do trzech kondygnacji zaleca układ prostokątny o wysokości ok. 40 cm i szerokości 80 cm. Pod ławy fundamentowe wykonuje się warstwy wyrównawcze z chudego betonu o grubości ok. 10 cm, wylewane na ubity grunt. Na ławach wznosi się ściany fundamentowe,

które mają kontynuację w ścianach nośnych. Ściany fundamentowe znajdujące się poniżej poziomu terenu pełnią funkcję fundamentu pośredniego, usztywniają konstrukcyjnie obiekt, chronią przed wypłukiwaniem warstwy posadzek oraz umożliwiają izolowanie termiczne i przeciwwilgociowe budynku poniżej poziomu terenu.

Pozostałe elementy konstrukcji są w tym układzie analogiczne do konstrukcji w układzie słupowo-ryglowym, z tym że w żelbetowych ścianach nośnych nie ma potrzeby tworzenia odrębnych nadproży nad otworami drzwiowymi i okiennymi.

W niektórych realizacjach można spotkać **konstrukcje ścianowe murowane**. W takich przypadkach mury wykonuje się z cegieł lub pustaków – ceramicznych lub betonowych. Są to jednak rozwiązania rzadko występujące, ze względu na konieczność używania nadproży i wzmocnień żelbetowych oraz większą pracochłonność robót.

Niekiedy w obiektach administracyjno-socjalnych stosowane są **przekrycia o dużych rozpiętościach**, tj. powyżej 10 m. Może to się zdarzyć przy w strefie wejściowej, zaprojektowanej jako obszerna, otwarta – pozbawiona pionowych podpór – wysoka, prestiżowa przestrzeń, często połączona z funkcją informacji, ekspozycji i reklamy firmy. Może to mieć miejsce w towarzyszącej, pomocniczej strefie narad, konferencji i prezentacji. W takich przypadkach najczęściej stosuje się żelbetowe konstrukcje prefabrykowane, często wstępnie sprężone⁸⁰.

Elewacje budynku administracyjno-socjalnego zakładu produkcyjnego, zastosowane materiały i sposób wykonania wpływają na efekt odbioru estetyczno-wrażeńiowego, a więc pełnią rolę marketingowo-reklamową. Często obiekt taki stanowi reprezentacyjną część zakładu, stając się jego wizytówką (por. ryc. 17). Świadomi tego inwestorzy, będący często w międzynarodowych relacjach produkcyjnych i handlowych, przykładają na ogół dużą wagę do estetyki i indywidualnego wyrazu strefy reprezentacyjnej zakładu. Stąd nieraz realizowane są tu starania o wysoki standard budowlany, a więc wysokiej jakości materiały i techniki elewacyjne, często projektowane i wykonywane indywidualnie, na specjalne zamówienie. Obecnie najczęściej wykorzystywanym rozwiązaniem kształtowania elewacji są systemy lekkich ścian osłonowych, mocowanych bezpośrednio do konstrukcji nośnej obiektu lub konstrukcji pośredniej, wsporczej – rusztowej. Takie rozwiązania dają duży zakres możliwości formalnych i kolorystycznych, zarówno w kwestii wielkości, proporcji i układu elementów, jak i materiałów, ich faktury i barw (ryc. 66 i 67).

Równocześnie w dużej części zakładów produkcyjnych obiekty nieprodukcyjne ze względów czysto ekonomicznych wykańczane są w sposób najtańszy, tj. tradycyjną metodą – lekką moką. Daje ona elewacje na niewysublimowanym poziomie. Dla zapewnienia minimum estetycznego wymaga okresowych, cyklicznych odnowień – czyszczenia i malowania. Korzystniejsza jest metoda lekka sucha, droższa

⁸⁰ Do najczęściej stosowanych należą:

- sprężone, stropowe płyty kanałowe z długością do ok. 20 m i wysokością konstrukcyjną do 0,5 m;
- sprężone, stropowe płyty żeberkowe z długością do ok. 32 m i wysokością konstrukcyjną dochodzącą do 0,8 m.



Ryc. 66. Przykład elewacji zrealizowanej metodą lekka sucha, z osłonowymi elementami ze szkliwionej ceramiki, Paryż, rue Claude Bernard 21 bis.



Ryc. 67. Detal elewacji realizowanej metodą lekka sucha, z osłonowymi elementami ze szkliwionej ceramiki, Paryż, rue Claude Bernard 21 bis.

w realizacji, ale wykazująca wiele przewag – estetycznych i eksploatacyjnych w zakresie utrzymania czystości⁸¹.

Z punktu widzenia konstrukcji przekrycia wyróżnić można dwie podstawowe sytuacje. Pierwsza, gdy część administracyjno-socjalna jest niewielka i zablokowana z częścią produkcyjno-magazynową i jest zadaszona jej konstrukcją halową. I druga, częściej występująca, gdy stanowi ona odrębną konstrukcyjnie całość. Wtedy to część administracyjno-socjalna zakładu jest przeważnie przykrywana **dachem płaskim – stropodachem** na bazie nośnej płyty stropowej. Tu płytę nośną zazwyczaj wykonuje się w monolitycznej technologii żelbetowej o przeciętnej grubości od 20 do 25 cm.

Z punktu widzenia odwodnienia powierzchni dachu technologię wykonania dachu można podzielić na dwie zasadnicze grupy: z odwodnieniem zewnętrznym z charakterystycznymi wówczas rynnami zewnętrznymi i okapami oraz z częściej stosowanym odwodnieniem wewnętrznym. Wówczas dachy są osłonięte ścianami atykowymi, a woda odprowadzana jest poprzez wpusty dachowe do wewnętrznego układu rur spustowych. Wówczas elementem zamykającym stropodach po obwodzie jest atyka. Wykonywana jest ona na ogół w całości z betonu zbrojonego (standardowo o grubości 20 cm) lub jako belka opierająca się na żelbetowych słupkach wypełniona elementami murowymi. Atyka konstrukcyjnie korzystnie usztywnia cały układ.

Z rozwiązań stropodachowych rzadko stosuje się stropodachy wentylowane i przełazowe, a głównie występują stropodachy pełne⁸². Wyraźnie zyskują tu na znaczeniu dobrze sprawujące się w naszym klimacie oraz przy obecnym poziomie dostępnych materiałów budowlanych i wykonawstwa stropodachy odwrócone⁸³. Wybór rodzaju stropodachu nie ma większego znaczenia estetycznego, ale wiąże się z kwestiami konstrukcyjno-materiałowymi realizacji oraz ekonomicznymi i eksploatacyjnymi.

⁸¹ Technika lekka mokra jest najtańszym rozwiązaniem dla elewacji budynku administracyjno-socjalnego. Warstwę termoizolacyjną (styropian) mocuje się do ściany budynku i zabezpiecza siatką z włókna szklanego, a następnie pokrywa cienkowarstwową zaprawą tynkarską. Możliwości uzyskania różnych efektów sprowadzają się tu do wyboru faktury tynku i jego kolorystyki.

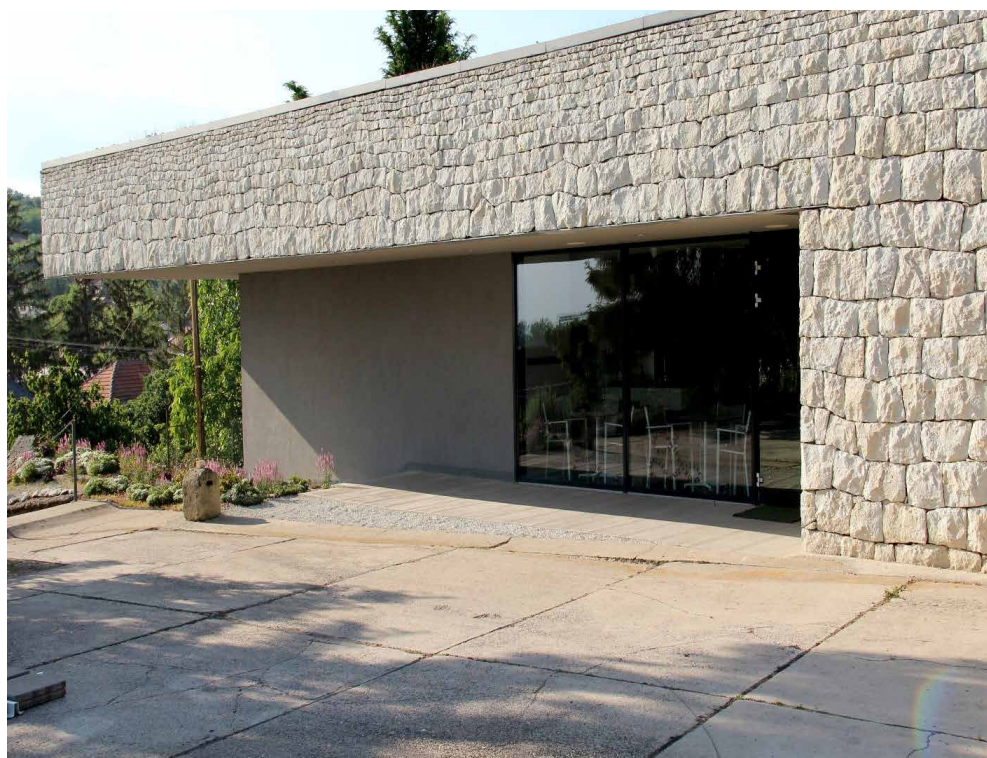
Technika lekka sucha, też powszechnie stosowana, jest metodą droższą w realizacji, ale dającą lepsze możliwości uzyskania dobrych efektów estetycznych i lepsze warunki eksploatacyjne. Tu konstrukcją nośną jest lekki ruszt stalowy mocowany do ściany budynku. Warstwę izolacji termicznej pełni wełna mineralna (dopuszcza się też użycie styropianu), która wypełnia przestrzeń rusztu. Od zewnątrz, do rusztu mocuje się elementy pokrycia. Mogą to być różnego rodzaju materiały: płyty elewacyjne włókno-cementowe, panele elewacyjne z płyt kompozytowych, panele i kasetony elewacyjne z jednolitego materiału, panele z blach trapezowych, elementy drewniane i ceramiczne (por. ryc. 28 i 29).

⁸² **Stropodach pełny** o tradycyjnym układzie warstw jest często występującym rozwiązaniem dachowym. Warstwą konstrukcyjną jest zazwyczaj monolityczna płyta żelbetowa, na której układane są kolejno: paroizolacja, izolacja termiczna (zazwyczaj styropian) oraz hydroizolacja – obecnie są to głównie membrany przeciwwodne (PVC lub EPDM).

⁸³ Coraz częściej stosowanym rozwiązaniem jest **stropodach pełny o odwróconym układzie warstw**. Jest to rozwiązanie droższe, bardziej wymagające w zakresie precyzyjnego wykonawstwa, ale gwarantujące bardzo dobre zabezpieczenia izolacyjne. Warstwą konstrukcyjną jest zazwyczaj monolityczna płyta żelbetowa, na której układane są kolejno: warstwa spadkowa w postaci chudego betonu, hydroizolacja (membrana przeciwwodna bitumiczna lub EPDM), izolacja termiczna z materiału nienasiąkliwego (styropian XPS lub pianka PIR), warstwa rozdzielająca (geowłóknina), warstwa balastowa – żwir.

Coraz modniejsze są też stropodachy zielone, a więc pokryte roślinnością. Takie rozwiązania wymagają dobrych materiałów i precyzyjnego wykonawstwa. Są też w realizacji droższe i droższe w eksploatacji. Wymagają bowiem stałej pielęgnacji ogrodniczej – koszenie traw, nawożenie roślin, nawadnianie w okresach suchych i usuwanie samosiejek drzew, które mogłyby korzeniami zniszczyć strukturę dachu – a także stałego kontrolowania i udrażniania odprowadzenia wód opadowych. Są coraz modniejsze, stanowią demonstrację proekologiczności i są uważane za obiecującą przyszłość rozwiązań budowlanych (ryc. 68, 68 i 70). Wykorzystywane w różnych lokalizacjach, stają się szczególnie pożądane na terenach silnie zurbanizowanych (ryc. 71).

W zakresie stosowania **okien i drzwi** budynki administracyjno-socjalne zakładów przemysłowych wyposażane są zwykle w typowe, katalogowe rozwiązania wykorzystywane w budynkach użyteczności publicznej, z uwzględnieniem odporności na wilgoć w częściach mokrych szatni. Dobór rodzajów materiałów, proporcje podziałów, wielkości, sposób wykończenia, a także kolorystyka są indywidualną cechą każdego projektu, wpływającą na aspekt estetyczno-wraźniowy. W zależności od rangi reprezentacyjności takich obiektów realizuje się okna i drzwi z PCV, aluminium lub



Ryc. 68. Wejście do zakładu produkcji win Holdvölgy w Mád na Pogórzu Tokajskim (Węgry), zrealizowanego w duchu minimalizmu z silnymi przesłankami architektury organicznej.



Ryc. 69. Świetlik w dachu zakładu produkcji win Holdvölgy w Mád na Pogórzu Tokajskim (Węgry).



Ryc. 70. Zakład produkcji wina na wzgórzu Padi pod Tokajem na Węgrzech według projektu Bord Architectural Studio.



Ryc. 71. Naturalny trawnik na zadaszeniu fragmentu drugiej kondygnacji w drukarni Skleniarz w Krakowie na Azorach.

stali. Stosunkowo rzadko używane jest drewno – głównie w przypadkach odwoływania się do profilu działalności firmy, formy zakładu lub materiału wykończeniowego elewacji. Przy częstym podkreślaniu aspektów prestiżowych i reprezentacyjnych strefy wejściowej nierzadko korzysta się ze szklanych ścian osłonowych⁸⁴.

⁸⁴ Przy projekcie pomieszczeń w częściach administracyjno-socjalnych, w zakresie ich doświetlenia światłem naturalnym, należy pamiętać o spełnieniu minimalnych wymagań sprecyzowanych w Rozporządzeniu odnośnie do warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki, które precyzuje: „W pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi stosunek powierzchni okien, liczonej w świetle ościeżnic, do powierzchni podłogi powinien wynosić co najmniej 1:8, natomiast w innym pomieszczeniu, w którym oświetlenie dzienne jest wymagane ze względów na przeznaczenie – co najmniej 1:12”.

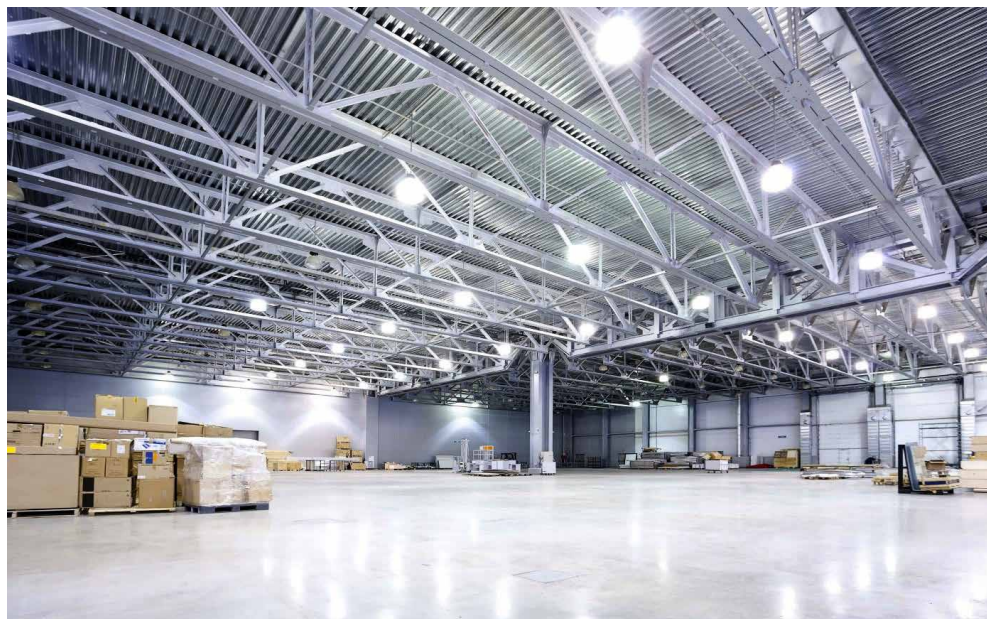
Część produkcyjna, która często w zakładach małych i średniej wielkości bezpośrednio łączy się z magazynami, tworząc blok produkcyjno-magazynowy, jest dominującym, największym powierzchniowo i najważniejszym z punktu widzenia funkcjonowania zakładu przemysłowego obiektem lub zespołem obiektów. To ona stanowi element kluczowy, dla którego wznoszony jest zakład, i który uzupełniają, podporządkowane jej pozostałe części, takie jak – zaplecze administracyjne, socjalne, układ komunikacyjny oraz zaplecza techniczne. O ile nieraz realizowane są zespoły, w których części funkcji nieprodukcyjnych powstają jako struktury sztywne, czasem nawet monolityczne i czasem realizowane w technologiach budowlanych tradycyjnych, to strefa produkcyjna i magazynowa powstaje jako struktura o właściwościach maksymalnej podatności na zmiany. Jednym z głównych czynników decydujących o tej cesze jest możliwie bezpodporowa konstrukcja w przestrzeni pracy, co daje dużą swobodę kształtowania ciągów i linii produkcyjnych oraz łatwość we wprowadzaniu zmian technologicznych (ryc. 72 i 73). Ważnym czynnikiem jest też szybkość wzniesienia i ewentualnego przekształcania, a więc by konstrukcje i pokrycia były sprefabrykowane i szybko montowalne (por. ryc. 10).

Projektowanie architektury części produkcyjnych zakładów przemysłowych uwarunkowane jest wieloma czynnikami, takimi jak:

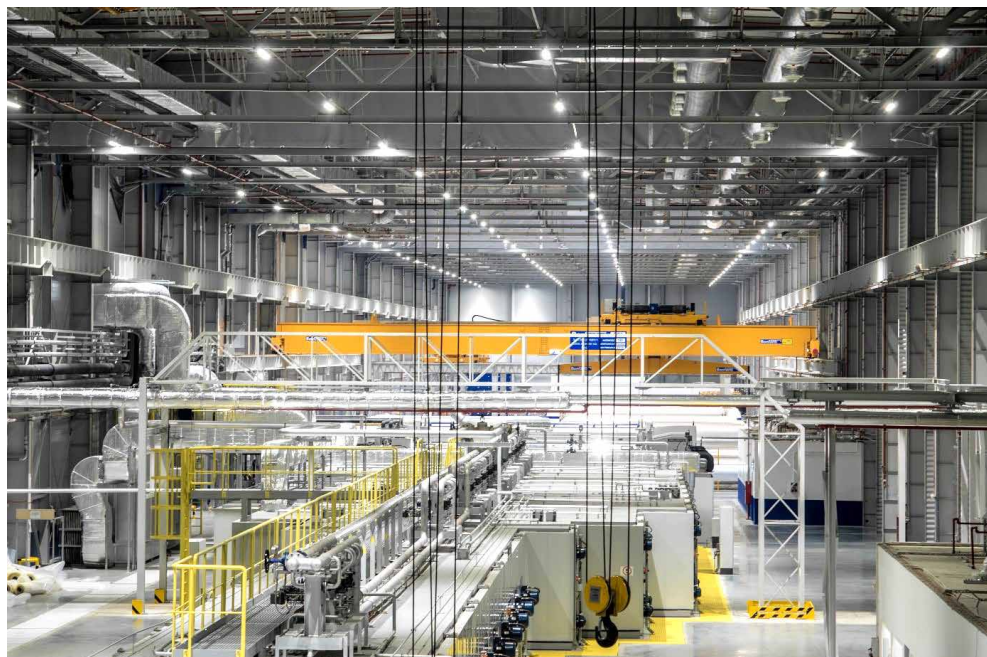
- zapewnienie prawidłowej funkcjonalności jako obudowy technologii produkcyjnej;
- optymalizacja procesu budowlanego pod względem obniżania kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych;
- techniczne zapewnienie możliwości szybkiej adaptacji do zmian technologii i profilu produkcji;
- uwzględnienie w projekcie układu i projektach obiektów warunków lokalizacyjnych, a więc wielkości i kształtu działki, ukształtowania terenu oraz zapisów przepisów i zaleceń formalno-prawnych, takich jak: miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, warunki zabudowy i zagospodarowania terenu, warunki ochrony środowiska i ludzi.

Przesłanki te wykształciły wskazania odnośnie do aspektów techniczno-materiałowych, które stają się podstawą do programowania i projektowania obiektów w sposób racjonalny i zapewniający ich funkcjonalność. Stanowią one uogólniony zestaw wytycznych adresowanych do typowych budynków produkcyjnych. Nie można jednak wykluczyć istnienia innych rozwiązań możliwych do zastosowania, w szczególności jeśli wynikają one ze specyficznych założeń dotyczących technologii produkcji lub niestandardowych warunków zdeterminowanych lokalizacją.

Techniczne rozwiązania budowlane mają za zadanie obudowanie linii technologicznych, a więc maszyn, urządzeń oraz stanowisk pracy, w sposób umożliwiający prawidłowy ich układ i wzajemne relacje, a jednocześnie zapewniający wygodne i zgodne z obowiązującymi przepisami funkcjonowanie. Wielkość powierzchni użytkowej obiektów wynika z przewidywanej technologii produkcji i dla różnych zakładów może



Ryc. 72. Przykład otwartej, modelowo elastycznej funkcjonalnie przestrzeni produkcyjnej w hali przemysłowej.



Ryc. 73. Hala produkcyjna zakładu Poligal Polska Sp. z o.o. w Skarbmierzu na Opolszczyźnie.

być bardzo różna – od kilkuset metrów kwadratowych przy niewielkim zakładzie do nawet kilku hektarów w dużych kompleksach produkcyjnych⁸⁵. Przy projektowaniu wydziałów zakładu przeważnie dąży się do rzutów prostokątnych, o proporcjach boków mieszczących się w zakresie pomiędzy 1:1 do 1:3. Pod względem wewnętrznej wysokości w świetle obiekty powinny spełniać trzy podstawowe wymagania:

- umożliwić poprawne ustawienie maszyn i ciągów technologii produkcji, a zarazem łatwy dostęp w celach konserwacji, napraw i wymiany podzespołów, w tym dostęp montażowy od góry;
- zapewniać dostęp do całego układu na jednym poziomie – stąd części produkcyjne zakładów przemysłowych w przeważającej części są obiektami parterowymi i niepodpiwniczonymi, z wyjątkiem podejść i rewizji technologicznych;
- ze względu na aspekty ochrony pożarowej mieścić się, w miarę możliwości, w grupie budynków niskich (N).

Jednym z najważniejszych wskazań dotyczących konstrukcji budynków produkcyjnych jest zapewnienie możliwości standaryzacji elementów, co wiąże się z ich rygorystyczną modularnością. Dalej modularność ta rzutuje na powtarzalność i modularność obudowy (ścian osłonowych), doświetleń naturalnych i instalacji w budynku. Praktyka projektowa i realizacyjna wypracowała dla przemysłu standard modułu 3 m, jako podstawowego i zwielokrotnianego, natomiast dla konstrukcji za uważany za sprawdzony i praktyczny w wielu zastosowaniach uważa się moduł strukturalny o wymiarach od 6×24 m do 6×36 m. Takie rozstawy podpór umożliwiają dobre zaprojektowanie elementów konstrukcyjnych – bez nadmiernego zużycia materiałów konstrukcyjnych, a jednocześnie dają zadowalającą elastyczność, nie powodując ograniczeń funkcjonalnych wewnątrz budynków, spowodowanych układem słupów i dźwigarów dachowych. Zarazem podstawowy, 6-metrowy moduł jest na tyle powszechnie używany, że dostosowano do niego większość elementów typowych wykończenia elewacji (płyty warstwowe), posadzek (dylatacje skurczowe) oraz stropodachów (blacha trapezowa, płyty warstwowe)⁸⁶.

Dla zakładów małych i średniej wielkości korzystne jest dążenie do układów jednonawowych części produkcyjnych, a więc posiadających podpory konstrukcyjne jedynie w linii elewacji. Dla większych założeń często niezbędne bywa wprowadzenie układów wielonawowych, które pozwolą na przekrycie głębokich traktów. Układy wielonawowe mogą mieć kierunek podłużny (nawy równoległe do dłuższej elewacji

⁸⁵ Z największym układem produkcyjnym zrealizowanym w XXI stuleciu, z jakim Autorzy mieli możliwość spotkać się w Polsce, był zakład produkcji szyb samochodowych – Pilkington Automotive Poland Sp. z o.o. w Chmielowie pod Tarnobrzegiem, z częścią produkcyjną o powierzchni blisko 10 hektarów, a więc 2,5 raza większą od powierzchni całego Rynku Głównego w Krakowie.

⁸⁶ Z początkiem lat 70. XX wieku popularność zyskały kratownice przestrzenne, umożliwiające przekrywanie dużych powierzchni, z relatywnie małą liczbą podpór pionowych. Jednakże praktyka projektowa i realizacyjna nie potwierdziła przewagi tego typu konstrukcji nad strukturami tradycyjnymi, tj. kratownicami z poprzecznymi stężeniami. Por. obszernie i wnikliwie opracowanie O. Büttnera i H. Stenkera: *Stahlhallen – Entwurf und Konstruktion* (1986).

budynku) lub poprzeczny (nawy prostopadłe do dłuższej elewacji budynku). Decyzja o wyborze kierunku rozpiętości naw powinna być podjęta w oparciu o analizę uwarunkowań funkcjonalnych.

Pod względem doboru rozwiązań z zakresu konstrukcji oraz rozwiązań techniczno-materiałowych budownictwo przemysłowe zostało zdominowane przez rozwiązania pozwalające na szybkie i efektywne ekonomicznie przeprowadzenie procesu inwestycyjnego. Przeważająca większość budowanych obecnie obiektów bazuje na lekkich, prefabrykowanych konstrukcjach szkieletowych oraz gotowych systemach przegród zewnętrznych. Prefabrykacja elementów umożliwia skrócenie czasu budowy i dokładne zaplanowanie montażu poszczególnych elementów, bez konieczności przerywania prac na poszczególnych etapach inwestycji. Daje też wiele atutów w zakresie czasu i kosztów przy naprawach, modyfikacjach i rozbudowach.

Obowiązujące w Polsce przepisy odnośnie do zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego w budynkach zawarte są w Dziale VI Warunków technicznych – *Bezpieczeństwo pożarowe* Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (2002). W zakresie elementów konstrukcji oraz materiałów budowlanych rozporządzenie określa minimalne wymagania dotyczące zapewnienia odpowiedniej nośności (R), szczelności (E) oraz izolacyjności (I) tych elementów. Na określenie wymaganych parametrów wpływa wiele zmiennych takich jak:

- przewidywane obciążenie ogniowe strefy pożarowej,
- powierzchnia strefy pożarowej,
- wysokość budynku,
- liczba kondygnacji budynku,
- wymagana klasa odporności ogniowej obiektu.

Spełnienie wymagań w tym względzie jest konieczne, ale obowiązek zapewnienia odporności ogniowej elementów budynku znacznie zwiększa koszty jego wzniesienia przez:

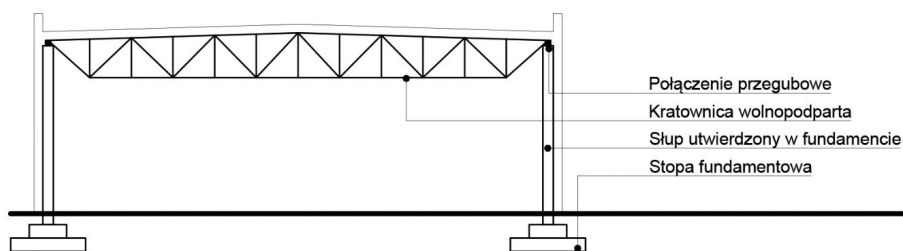
- zabezpieczenia izolacyjne konstrukcji głównej,
- uzyskanie szczelności przejść przez przegrody oddzielenia pożarowego na trasach wszystkich instalacji wewnątrz obiektu,
- uzyskanie odpowiedniej izolacyjności i szczelności drzwi, bram, okien, świetlików i tym podobnych otworów w strukturze budynku.

Ekonomika projektowania wskazuje na to, że najkorzystniejsze są rozwiązania w postaci obiektów niskich (N) i jednokondygnacyjnych, o przewidywanym obciążeniu ogniowym poniżej 500 MJ/m². Pozwala to zakwalifikować obiekt do klasy odporności ogniowej „E”, co z kolei eliminuje potrzebę wykonania drogich, specjalistycznych, przeciwpożarowych izolacji i zabezpieczeń głównych elementów konstrukcji i pokryć⁸⁷.

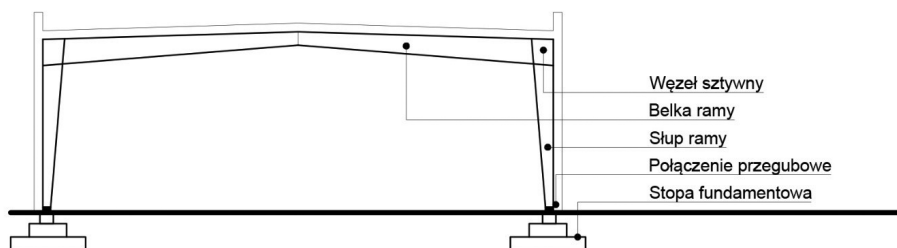
⁸⁷ Należy wspomnieć w tym miejscu o jeszcze jednym aspekcie praktyki realizacyjnej, jakim jest konieczne ubezpieczenie zakładu przemysłowego. Otóż powszechnie firmy ubezpieczające coraz częściej stawiają wyższe niż minimalne, formalne wymagania dotyczące obiektów. Przykładowo często wymagają zastosowania dodatkowo instalacji tryskaczowej. Spełnienie Ich wymagań wpływa na możliwość skorzystania

W realizacjach **konstrukcji głównej** w budownictwie obiektów typu halowego wykształciły się dwa podstawowe układy statyczne dźwigarów konstrukcji, obydwie o charakterze układów płaskich, tj. nieprzestrzennych, usztywnionych wzajemnie stężeniami poprzecznymi, pościowymi i ściennymi (ryc. 74). Najpopularniejszy w typowych obiektach przemysłowy układ konstrukcji składa się ze stóp fundamentowych, do których mocowane są w sposób sztywny słupy konstrukcyjne oraz wolnopodparte dźwigary dachowe – kratownicowe lub pełnościenne. Utwierdzenie słupów w fundamencie cechuje duża sztywność ustroju i korzystny rozkład sił wewnętrznych, co przekłada się z kolei na optymalne użycie materiału w konstrukcji. Pewną trudnością jest tu stosunkowo duży moment zginający oddziałujący na fundament w miejscu połączenia ze słupem. By zapewnić stateczność ustroju, powiększa się wymiary stóp fundamentowych.

Drugim układem konstrukcji nośnej struktur halowych jest dźwigar ramowy. Ten model nie wymaga sztywnego utwierdzenia elementów pionowych konstrukcji w fundamentach. Stateczność zapewniona jest poprzez usztywnienie węzłów pomiędzy słupami a ryglem, a co za tym idzie – stworzeniem jednego, sztywnego elementu posadowionego przegubowo na fundamentach. Układ ten związany jest



Schemat dźwigu słupowo-belkowego



Schemat dźwigu ramowego stalowego o zbieżnej geometrii przekroju

Ryc. 74. Idea typowych rozwiązań konstrukcji głównej obiektów halowych.

z polisy ubezpieczeniowej w pełnym zakresie oraz wpływa na wysokość składki ubezpieczeniowej. Zakłady ubezpieczeniowe w Polsce do określenia wymagań najczęściej posilają się obecnie amerykańskimi normami NFPA oraz FM Global.

z problemami realizacyjnymi. Otóż wykonanie węzła słup-rygiel w sposób przenoszący w pełni wszelkie siły jest stosunkowo trudne i wymaga precyzyjnego montażu. Dlatego też układy te są nieco rzadziej wykorzystywane, a główną przesłanką determinującą ich wprowadzenie są wymagania podwyższonej sztywności struktury obiektu w górnej strefie, przeważnie przy używaniu suwnic o dużym udźwigu.

W obecnej praktyce realizacyjnej dominują stalowe dźwigary dachowe – blachownicowe i kratowe. Te drugie dają mniejsze zużycie materiału i gwarantują dobrą sztywność ustrojów nośnych, lecz mają większą, w stosunku do blachownic, wysokość konstrukcyjną⁸⁸. Jednakże dzięki ażurowości wysokość ta może być wykorzystana do prowadzenia instalacji. W efekcie obecnie układy kratownicowe są często stosowane w obiektach przemysłowych. Czasem, ze względu na różne uwarunkowania, takie jak duże obciążenia pożarowe, lub wysoką agresywność środowiska wewnętrznego w budynku jako dźwigary dachowe stosuje się prefabrykowane belki żelbetowe i strunobetonowe.

Stateczność i odporność na działanie sił poziomych, pochodzących głównie od wiatru, obciążające konstrukcję składającą się z wielu płaskich dźwigarów zapewniają jej stężenia. W układach halowych wyróżnia się dwa rodzaje tężników:

- pionowe – zastrzały pomiędzy słupami sąsiadujących dźwigarów, które wykonuje się w skrajnych modułach budynku halowego oraz co trzy, cztery moduły konstrukcyjne wzdłuż z każdej ze ścian obiektu;
- poziome – zastrzały usytuowane równoległe do połaci dachowej, gdzie tężniki umieszcza się pomiędzy sąsiadującymi belkami dachowymi, a dla kratownic pomiędzy belkami pasa górnego w rozstawie analogicznym do tężników pionowych. Natomiast przy dachach bezpłatwiowych, w których blacha trapezowa pokrycia dachowego stanowi element konstrukcji zintegrowanej z konstrukcją główną budynku, przeważnie arkusze blachy przejmują rolę stężeń połaciowych.

Posadowienie konstrukcji nośnej obiektów halowych zwykle przybiera formę żelbetowych stóp fundamentowych. Określenie ich parametrów następuje na podstawie danych geotechnicznych (dokumentacji geologicznej podłoża gruntowego). Praktyka projektowa i realizacyjna wskazuje, że najczęściej występują fundamenty o wymiarach 250 × 250 × 60 cm. Taka wielkość pozwala zazwyczaj na przeniesienie momentu zginającego w układach słupowo-belkowych. W przypadku słabych gruntów pod budynkiem pozwala też na wykonanie fundamentu wspartego na układzie czterech pali (przy posadowieniu pośrednim lub przy posadowieniu na głęboko zlokalizowanej warstwie gruntów nośnych).

Elementem pomocniczym w układzie fundamentów są podwaliny, wykonywane pomiędzy stopami fundamentowymi i na nich oparte. Ich grubość konstrukcyjna wynosi 20–25 cm. Należy je wykonać co najmniej od poziomu przemarzania gruntu do poziomu posadzki wewnętrznej budynku, z tym że praktyka realizacyjna

⁸⁸ Relacja wysokości do rozpiętości, w zależności od obciążeń, dla kratownic waha się szacunkowo od 1/12 do 1/15, natomiast dla pełnych belek i blachownic od 1/18 do 1/22.

wskazuje na korzyści ich wyniesienia do aż 25 cm nad nią. Podstawową funkcją podwalin jest rozgraniczenie wewnątrz i zewnątrz obiektu. Stanowią też element podporowo-montażowy dla elewacji oraz termoizolacji w gruncie.

Dla standardowych układów konstrukcyjnych słupowo-belkowych obecnie najbardziej powszechnie stosowanym rozwiązaniem są słupy stalowe i prefabrykowane żelbetowe, te drugie o wymiarach 50 × 50 cm. Dla układów ramowych rozwiązania mają charakter bardziej indywidualny, a najczęściej można spotkać spawane blachownicze stalowe o przekroju zgodnym z rozkładem sił, tj. zwiększającym się w kierunku węzła – połączenia z rygłem.

Fundamenty pod maszyny i urządzenia technologiczne, a czasem i pod podręczne zbiorniki magazynowe są oddzielnym zagadnieniem konstrukcyjnym. Tu obciążenia bywają znaczne, sięgające czasem kilku ton na metr kwadratowy. Co więcej, nieraz procesy technologiczne powodują nie tylko duże, ale i dynamiczne obciążenia – drgania, wstrząsy i uderzenia, przykładowo przy młotach, wstrząsarkach, prasach, piłach, zgniataczach, zginaczach i nożycach gilotynowych. W takim wypadku dla wyposażenia technologicznego wykonuje się oddzielne, dylatowane od posadzki posadowienia fundamentowe.



Ryc. 75. Przykład ustawienia ciężkiego elementu wyposażenia technologicznego (autoklawu ciśnieniowego) na masywnej płycie podłogowej w zakładzie obróbki szkła budowlanego Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy).

Z czasem popularność tego typu technologii spadała, a za to rosła waga podatności na zmiany wyposażenia. Stąd z początkiem obecnego stulecia zarysowała się tendencja do tworzenia posadzki części produkcyjnej w postaci grubej, wytrzymałej i uniwersalnej płyty, na której można w dowolnym miejscu, podyktowanym technologią produkcji, ustawić maszyny i wyposażenie technologiczne, mocując je w razie potrzeby do płyty za pomocą wkrętów i dybli, a w przypadku drgań i wibracji neutralizować podkładkami tłumiącymi – wibroizolatorami. Taka mocna, gruba na standardowy wymiar 50 cm, płyta żelbetowa daje dużą swobodę w modyfikacjach technologicznych, bez konieczności włączania kłopotliwych i czasochłonnych procesów budowlanych (ryc. 75 i ryc. 76).

Posadzka nie jest zaliczana do elementów konstrukcji głównej budynku, to jednak jej prawidłowe zaprojektowanie i wykonanie jest szczególnie ważne dla użytkowania obiektów produkcyjnych i magazynowych. Gdy nie stosuje się masywnej, grubej płyty podłogowej i gdy pod maszyny i ciężkie wyposażenie technologiczne wykonuje się

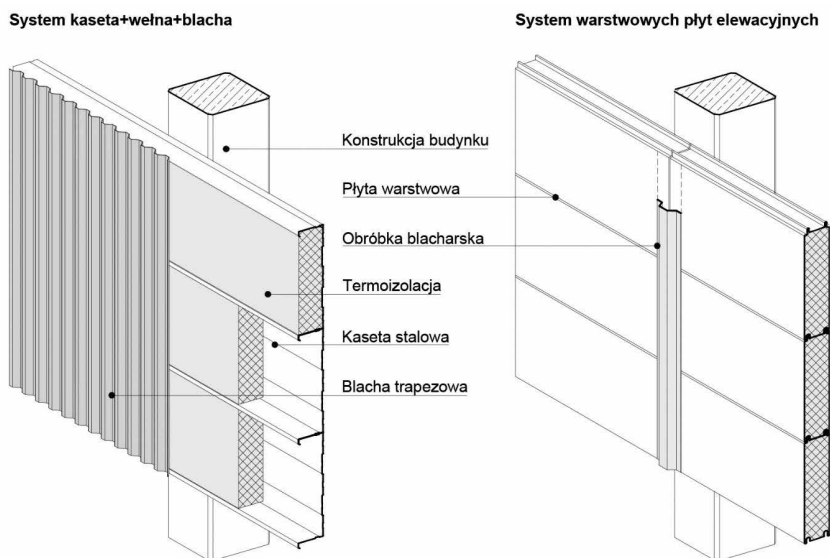


Ryc. 76. Przykład mocowania wsporczy dla technologii, pomocniczej konstrukcji do masywnej podłogi w zakładzie obróbki szkła budowlanego zakładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy).

indywidualne fundamenty, wtedy posadzki są realizowane najczęściej w technologii posadzki przemysłowej – zbrojonej płyty betonowej utwardzanej powierzchniowo. Zbrojenie ogólne wykonuje się najczęściej za pomocą *zbrojenia rozproszonego*, uzupełnianego w szczególnych miejscach, takich jak: narożniki, bardziej obciążone fragmenty, obniżenia i fundamenty wynikające ze wskazań technologicznych, tradycyjnym zbrojeniem kierunkowym. Parametry posadzek dobiera się w zależności od zakładanych obciążeń eksploatacyjnych, tj. uwzględniając naciski i intensywność ruchu wózków widłowych, obciążenia regałami składowania, wyposażeniem pomocniczym i urządzeniami technologicznymi. Grubość standardowa, najczęściej występująca, potwierdzona praktyką wynosi od 25 do 30 cm.

Wykończenie powierzchni posadzek zależy od konkretnej funkcji i przewidzianej formy eksploatacji obiektu. Obecnie najczęściej wykorzystuje się wielkopowierzchniowe wylewane lub malowane powłoki żywiczne albo poliuretanowe. W niektórych typach zakładów produkcyjnych, takich jak w zakładach produkcji żywnościowej, gdzie kwestia utrzymania czystości jest priorytetowa i gdzie codziennie myje się i dezynfekuje podłogi, wykończenie posadzek musi mieć właściwości nienasiąkliwe i odporne na działanie chemikaliów. Ponieważ posadzki w częściach produkcyjnych i w przejazdach w magazynach są intensywnie eksploatowane, głównie jeżdżym taborem transportowym, warstwy wierzchnie są systematycznie ścierane. Należy zatem założyć ich okresowe naprawy – ponowne malowania i odtwarzanie linii rozgraniczających pasy komunikacji wewnętrznej.

Elewacje **obiektów produkcyjnych i magazynowych w ostatnich latach** zostały zdominowane przez lekkie ściany osłonowe, mocowane bezpośrednio do konstrukcji



Ryc. 77. Przykładowe systemy elewacyjne w obiektach produkcyjnych i magazynowych.

głównej lub za pomocą konstrukcji wsporczej. Decydujące w tym względzie są aspekty ekonomiczne (obfity asortyment oferowanych produktów o umiarkowanych cenach) oraz łatwość i szybkość montażu. Dominują dwa systemy konstrukcji elewacji zewnętrznych (ryc. 77). Są to:

- **Płyty warstwowe**, które stanowią gotowe segmenty elewacji, niewymagające po montażu dodatkowej obróbki. Warstwa zewnętrzna i wewnętrzna wykonane są z blach stalowych powlekanych, dostępnych w szerokiej gamie kolorystycznej. Blacha od strony wewnętrznej może być dodatkowo perforowana, dzięki czemu przegroda może odpowiadać podwyższonym wymaganiom w tłumieniu pogłosu akustycznego w pomieszczeniach. Warstwa środkowa stanowi izolację termiczną przegrody i wykonana jest najczęściej z pianki PUR, pianki PIR, styropianu lub z wełny mineralnej⁸⁹. Systemowe rozwiązania dla elewacji płyt warstwowych dzielą się na dwa rodzaje, zależnie od układu płyt:
 - Układ poziomy – z punktu widzenia realizacji inwestycji najbardziej ekonomiczny, bo pozwalający na mocowanie płyt bezpośrednio do konstrukcji głównej budynku. Jego wadą jest brak możliwości montażu niewidocznego płyt, a więc konieczność wykonania dodatkowych elementów obróbek blaszanych pionowych na łączeniach płyt;
 - Układ pionowy – umożliwia zastosowanie łączników ukrytych, dzięki czemu powstaje jednolita elewacja, pozbawiona dodatkowych elementów mocowania. Niewątpliwym minusem tego rozwiązania jest konieczność zapewnienia miejsc mocowania płyt, niepokrywających się z konstrukcją główną budynku. Wymaga to wprowadzenia dodatkowej konstrukcji w postaci układu słupków i rygli rozpiętych pomiędzy słupami konstrukcyjnymi budynku;

⁸⁹ Podstawowe parametry standardowych płyt warstwowych stosowanych jako elewacje obiektów produkcyjnych, przemysłowych i magazynowych to:

- szerokość – 100 i 110 cm;
- długość – najczęstszym wymiarem jest tu wartość modularna 600 cm, przy innych długościach, na zamówienie, możliwe jest wykonanie płyt mieszczących się w przedziale od 250 do aż 1600 cm, co zależy jednak od możliwości wytwórczej producenta;
- grubość – 8, 10, 12 cm, w zależności od wymogów zakładanej izolacyjności termicznej; typ łączenia: systemowy zamek na pióro i wpust;
- montaż do konstrukcji – standardowe (łączniki widoczne, wymagające dodatkowej obróbki maskującej) lub mocowanie ukryte;
- profile blach wykończeniowych zależą od asortymentu producenta – możliwy jest dobór różnego rodzaju przetłoczeń blach; przetłoczenia są jednokierunkowe i różnią się gęstością oraz głębokością; z punktu widzenia trwałości elementów należy pamiętać, że przetłoczenia zwiększają sztywność blach i ich odporność na uszkodzenia mechaniczne.

Należy pamiętać, że dobór grubości przegrody zależy od charakterystyki energetycznej obiektu i zakładanej temperatury obliczeniowej wnętrza. Ze względu na rozszerzalność termiczną materiałów nie zaleca się stosowania płyt o długości większej niż 9 m (dla kolorów jasnych) oraz 7 m (dla kolorów ciemnych). Płyty o długości większej wykorzystywane są głównie we wnętrzach o regulowanej temperaturze, a więc tam, gdzie jej wahania są nieznaczne.

- **System elewacyjny typu kaseta + wełna + blacha**, który składa się z trzech podstawowych warstw:
 - Blaszane kasety – podłużne profile zimnocięte o przekroju ceowników, wyposażone w systemowe zamki umożliwiające łączenie sąsiednich paneli. Kasety o długości modularnej, dostosowanej do głównego modułu budynku, mocuje się bezpośrednio do konstrukcji głównej, w układzie poziomym;
 - Termoizolacja w postaci kaset wypełnianych płytami z wełny mineralnej lub innego materiału termoizolacyjnego;
 - Okładzina zewnętrzna tworzona z różnego rodzaju materiałów, z tym że najczęściej stosuje się blachy powlekane – trapezowe, fałdowe lub faliste. Ich montaż w układzie pionowym możliwy jest wówczas bezpośrednio do kasety elewacyjnej, bez konieczności wykonywania dodatkowej konstrukcji mocującej⁹⁰.

Oświetlenie naturalne jest w obiektach przemysłowych jednym z wiodących problemów. Przy realizacjach o znacznych powierzchniach i często o głębokich traktach aspekt doprowadzenia światła naturalnego był zawsze czynnikiem rzutującym na koncepcję przestrzenną i wpływał na rozwiązania konstrukcyjne. Głębokość traktów powodowała konieczność, poza zastosowaniem okien pionowych w ścianach zewnętrznych, wprowadzenia oświetlenia górnosufitowego. Charakterystycznym, powszechnie wykorzystywanym rozwiązaniem w okresach już historycznych były dachy szedowe, co omawiano przy okazji poruszania aspektów środowiska pracy. Obecnie w europejskim budownictwie przemysłowym dominującą formą doprowadzenia światła naturalnego do dużych wnętrz przemysłowych, poza oknami w ścianach zewnętrznych, są świetliki – elementy liniowe i kopułki – elementy punktowe, co pozwala na spełnienie wymogu doprowadzenia światła naturalnego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi (powyżej 4 godzin dziennie) w ilości nie mniejszej niż 1/8 powierzchni netto okien w stosunku do powierzchni podłogi. W efekcie korzystania z tych rozwiązań bryły zakładów zdążają do form o dachach płaskich lub o niewielkim spadku (por. rozdział 14.5).

Otwory okienne w budownictwie przemysłowym, analogicznie do otworów drzwiowych, a także bram wjazdowych oraz świetlików dachowych, wykonuje się obecnie głównie w oparciu o dostępne na rynku rozwiązania systemowe. Niezależnie od rodzaju wspólną dla każdego z elementów cechą charakterystyczną jest konieczność umożliwienia montażu do elewacji lub dachu po całym obwodzie otworu. Dlatego też dla każdego elementu należy, na etapie projektu wykonawczego, przewidzieć odpowiednią konstrukcję wsporczą, najczęściej w postaci *ramki*, korzystnie z profili stalowych zamkniętych, mocowanych do konstrukcji głównej budynku.

⁹⁰ System typu kaseta + wełna + blacha umożliwia zastosowanie szerokiej gamy materiałów wykończeniowych (płyt z laminatu, włóknocementu, paneli aluminiowych warstwowych lub paneli blaszanych, okładzin drewnianych, a nawet zielonych elewacji). Analogicznie jak przy typowej ścianie trójwarstwowej wentylowanej, okładziny zewnętrzne mocuje się do kaset za pośrednictwem odpowiednio dobranej podkonstrukcji wsporczej.

Światliki dachowe mogą pełnić w budynkach przemysłowych trzy funkcje. Podstawowa, dla której są realizowane, to doświetlanie wnętrza budynku, druga to przy zainstalowaniu systemów uchylających – przewietrzanie wnętrza, a trzecia – w sytuacji awaryjnej, usuwanie dymu w czasie pożaru, gdy zostaną zaprojektowane również jako klapy oddymiające. Obecnie najczęściej używa się dwóch rodzajów świetlików dachowych: kopułkowych oraz pasmowych. Światliki pasmowe najczęściej są realizowane nad ciągami komunikacji wewnętrznej albo wzdłuż kalenicy dachowej. Światliki punktowe – kopułki rozmieszcza się przeważnie w równomiernym układzie nad przestrzeniami pracy. Przy ich projektowaniu należy brać pod uwagę następujące aspekty:

- Uzyskanie równomierności oświetlenia stanowisk pracy i unikania zmienności natężenia oświetlenia w przestrzeni roboczej. Zaleca się zatem projektowanie większej liczby świetlików o mniejszych gabarytach, rozłożonych równomiernie na połaciach dachu, co jest znacznie korzystniejsze od mniejszej liczby większych świetlików. Należy też brać pod uwagę wykorzystanie w strefach przyelewacyjnych doświetlenia wnętrza przez okna pionowe. Stąd światliki dachowe pojawiają się przeważnie nad strefami centralnymi budynków;
- Z drugiej strony – należy pamiętać, że im więcej elementów perforuje strukturę dachu, tym większe jest ryzyko potencjalnych nieszczelności. Te wady minimalizują światliki rurowe typu *Tuba Light*;
- Przy wykorzystywaniu świetlików jako klap do oddymiania wnętrza, należy przy doborze ich wielkości i rozmieszczania na dachu uwzględnić obowiązujące normy przeciwpożarowe.

Dachy hal przemysłowych wykonuje się obecnie głównie w technologii lekkich, pełnych stropodachów płaskich, a minimalne spadki dachu osiąga się poprzez odpowiednie wyprofilowanie form dźwigarów konstrukcji głównej budynku.

Z punktu widzenia odwodnienia powierzchni dachu hale przemysłowe dzieli się na dwie zasadnicze grupy:

- z odwodnieniem zewnętrznym, w którym charakterystycznymi elementami są rynny zewnętrzne oraz okapy;
- z odwodnieniem wewnętrznym, w którym dachy są ukryte za ściankami attykowymi, a woda odprowadzana jest poprzez wpusty dachowe do wewnętrznego układu rur spustowych.

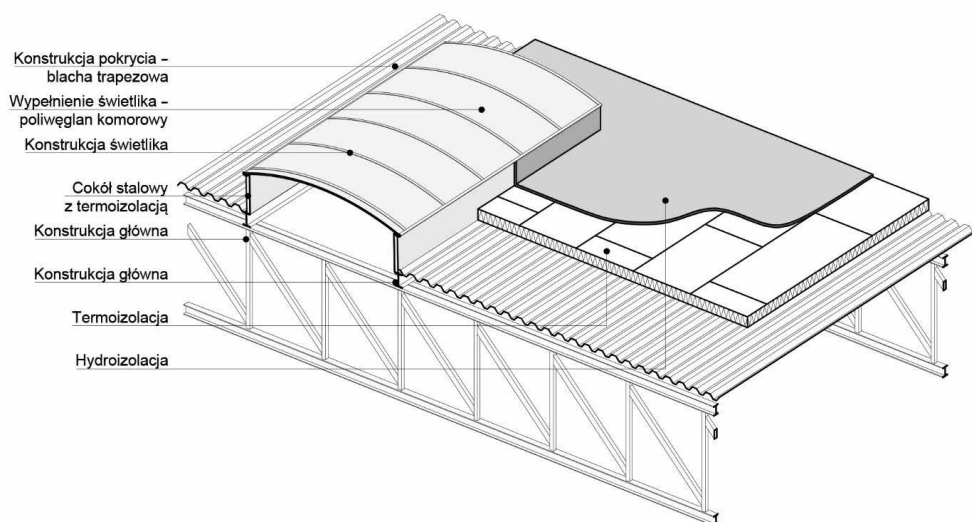
Natomiast z punktu widzenia konstrukcji przekrycia wyróżnić można dwa rozwiązania:

- dachy płatwiowe, gdzie warstwy przekrycia oparte są na stalowych płatwiach mocowanych do dźwigarów konstrukcji dachowej w odstępach przeważnie ok. 2 m;
- dachy samonośne, czyli bezpłatwiowe, gdzie funkcję konstrukcyjną spełnia spodnia warstwa stropodachu pełnego. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest tu lekki stropodach o tradycyjnym układzie warstw. Spodnią warstwę stanowi blacha trapezowa, na której układa się kolejno: folię paroizolacyjną, termoizolację (najczęściej płyty z pianki PIR, PUR lub wełny mineralnej) oraz membranę przeciwwodną (PVC lub EPDM).

W ostatnim czasie sporą popularnością w realizacjach obiektów przemysłowych i magazynowych cieszą się prefabrykowane warstwowe płyty dachowe o konstrukcji i układzie warstw analogicznych do warstwowych płyt elewacyjnych. Górna warstwa blachy jest w specjalny sposób wyprofilowana, dzięki czemu zapewniona jest szczelność przegrody bez konieczności układania membrany przeciwwodnej. Rozwiązanie to ma zalety prostoty wykonania i montażu, ale ma także pewne mankamenty. Tego typu konstrukcje nie przewidują wykonania dachów pogrążonych, a więc osłoniętych attykami, bez widocznych rynien i rur spustowych na elewacji. Dodatkowo w dachach z prefabrykowanych płyt stosunkowo kłopotliwe jest wykonanie wszelkiego typu przejść instalacyjnych, a więc czerpni i wyrzutni powietrza, przepustów kablowych, a także świetlików i klap oddymiających (ryc. 78).

W obiektach produkcyjnych i magazynowych występuje wiele swoistych **elementów konstrukcyjnych** drugiego rzędu. Często występują zewnętrzne zadaszenia placów i stref manewrowych. Dachy te miewają relatywnie spory wysięg (zwykle od 4 do 6 m). Mimo to należy unikać podpierania ich słupami, które utrudniałyby manewrowanie samochodów ciężarowych. Dlatego zadaszenia zewnętrzne projektuje się przeważnie jako elementy o lekkiej konstrukcji stalowej, wspornikowo mocowanej do konstrukcji głównej budynku. Spotyka się też nierzadko podwieszanie takich zadaszeń na cięgnach mocowanych do konstrukcji elewacji. Wymaga to oczywiście odpowiedniego zwiększenia jej wytrzymałości (por. ryc. 59).

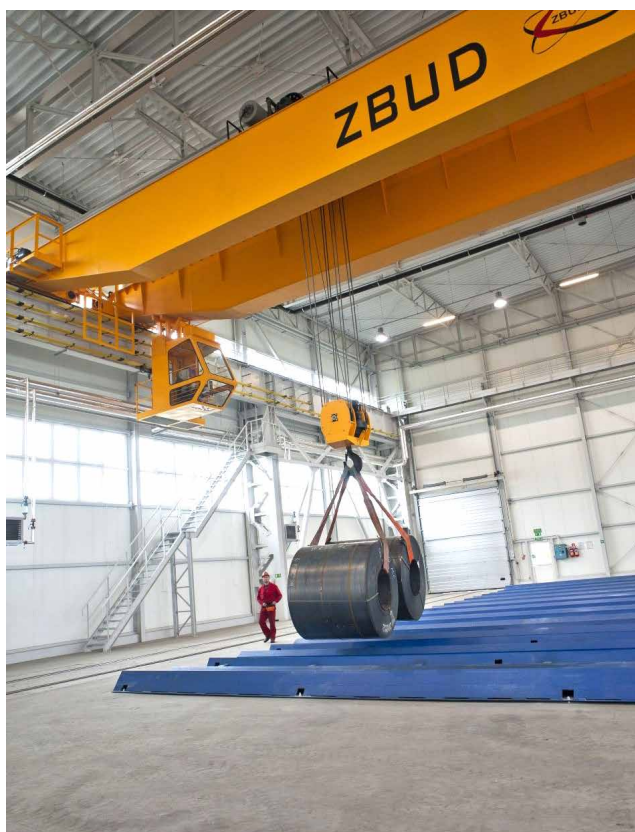
W zależności od potrzeb funkcjonalnych i wskazań technologicznych w przestrzeniach produkcyjnych, a czasem i magazynowych realizuje się **wewnętrzne przegrody** dzielące je na mniejsze sektory. Ze względu na znaczną wysokość takich ścian projektuje się w sposób analogiczny do podkonstrukcji ścian zewnętrznych – jako



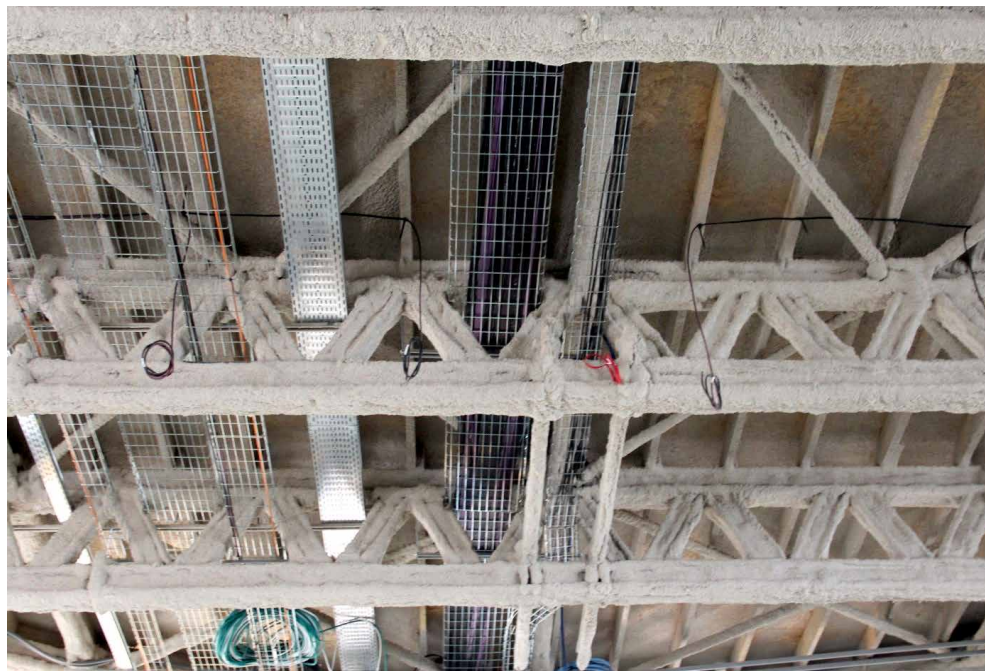
Ryc. 78. Schematyczny układ konstrukcji i pokrycia dachów przemysłowych.

układy stalowych słupów i rygli, do których następnie mocuje się materiał wykończeniowy, coraz częściej jako systemowe panele. Natomiast przy wewnętrznych ścianach oddzielenia pożarowego często niezbędne jest wykonanie ściany w masywnej technologii tradycyjnej – żelbetowej albo murowej, dodatkowo wzmocnionej układem uźbrowań żelbetowych.

W budynkach przemysłowych często konieczne jest wykonanie **elementów wsporczych** dla urządzeń technologicznych, takich jak pomosty technologiczne, pomosty dostępu obsługi i podkonstrukcje dla maszyn i wyposażenia. W zakładach przemysłowych często spotyka się suwnice transportowe. Ich projektowany udźwig podyktowany jest technologią i względami montażowymi maszyn i urządzeń. Przy udźwigu poniżej 3,5 tony zaleca się montowanie prowadnic suwnic do konstrukcji stropu, oczywiście przy odpowiednim jego wzmocnieniu na obciążenia dynamiczne. Przy udźwigu większym konstrukcją jezdnią, czyli szyny, po których porusza się suwnica, montuje się do belek podsuwnicowych, które spoczywają na wspornikach wypuszczanych ze słupów konstrukcji głównej wzdłuż naw budynku (ryc. 79).



Ryc. 79. Przemysłowa suwnica dwupomostowa z podwieszoną kabiną operatora, przeznaczona do przenoszenia ładunków o dużym ciężarze.

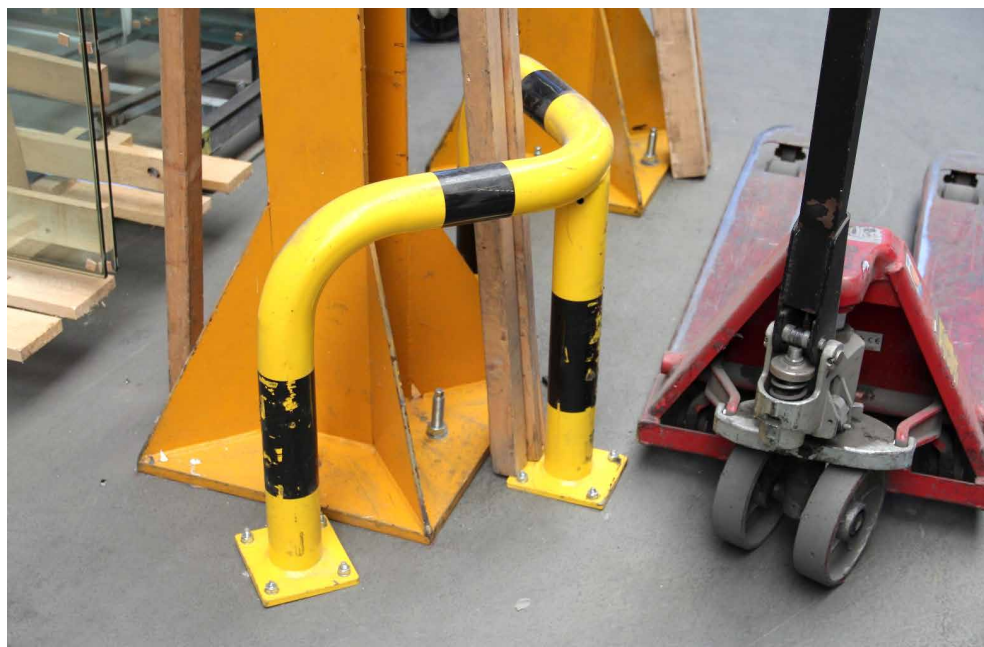


Ryc. 80. Przykład zabezpieczenia przeciwpożarowego konstrukcji stalowej natryskiem patentowej masy ochronnej na bazie cementu.

Ważnym zagadnieniem przy projektowaniu obiektów przemysłowych jest **zabezpieczenie konstrukcji** do określonej w przepisach wymaganej odporności ogniowej. Przy elementach żelbetowych istotna jest tylko odpowiednia grubość otuliny betonowej zbrojenia, a poza tym elementy te nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia powierzchniowego. Natomiast przy elementach konstrukcji stalowej dla ochrony przed wysoką temperaturą i dla utrzymania przez nie nośności niezbędne jest:

- zabezpieczenie powierzchniowe elementów metalowych poprzez malowanie specjalnymi farbami ognioochronnymi (pęczniejącymi pod wpływem wysokiej temperatury), stosowanie natrysku grubowarstwowego preparatu cementowego lub obudowy z niepalnych, ochronnych płyt (ryc. 80);
- dobranie odpowiedniej masywności profilu konstrukcyjnego, tj. odpowiedniego stosunku obwodu przekroju poprzecznego profilu do jego powierzchni, gdyż dla profili o zbyt niskiej masywności nie ma odpowiedniego, dostatecznie skutecznego środka zabezpieczającego.

Z punktu widzenia trwałości budynków w niektórych zakładach przemysłowych niezwykle istotne jest zabezpieczenie elementów budowlanych przed szkodliwym działaniem środowiska wewnętrznego, gdy w procesach technologicznych wydzielane są lotne substancje chemicznie agresywne. Oczywiście dąży się do tego, by zapewnić technologicznie maksymalnie obiegi zamknięte, obojętne środowiskowo albo,



Ryc. 81. Odbojnica zabezpieczająca wsporcą, pomocniczą konstrukcję w zakładzie obróbki szkła budowlanego za-kładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy).

gdy nie jest to w pełni możliwe, konieczne jest stosowanie wyciągów i pochłaniaczy. Nie zawsze jednak daje to pełne zabezpieczenie. Na konstrukcję, zwłaszcza stalową, oddziałuje też destrukcyjnie duża wilgotność, a więc gdy ma miejsce technologiczne wydzielanie pary wodnej. W takich trudnych sytuacjach do wykonania elementów betonowych stosuje się odpowiednio wzbogaconą wypełniaczami mieszankę cementową, które czynią je nienasiąkliwą i chemoodporną. Natomiast elementy stalowe konstrukcji można wykonać ze stali szlachetnych – nierdzewnych, chemoodpornych i kwasoodpornych. Należy jednak brać pod uwagę, że są one i drogie, i trudne w obróbce. Dlatego elementy konstrukcji głównej, jak i konstrukcji pomocniczych zabezpiecza się powszechnie ocynowywaniem ogniowym i pokrywaniem malarskimi powłokami miniowymi i odpornymi na agresywność danego środowiska.

Konstrukcję główną w obiektach przemysłowych, jak i konstrukcje wsporcze i pomocnicze należy chronić przed mechanicznymi uszkodzeniami ze strony pojazdów obsługujących transport towarowy. Tu działania idą w trzech kierunkach:

- precyzyjne oznakowanie tras przejazdów i poruszania się transportu, zwłaszcza ciężkiego;
- osłonę w postaci odbojów wokół słupów, maszyn, stałego wyposażenia technologicznego, przy przejazdach i przy bramach (ryc. 81);
- wzmocnienie konstrukcyjne elementów, które potencjalnie są najbardziej narażone na uderzenie i staranowanie.

17. ASPEKTY ESTETYCZNO-WRAŻENIOWE

Zakłady przemysłowe stanowią nader swoistą i specyficzną grupę tematyczną w zakresie kształtowania architektury. Aspekty technologiczne i funkcjonalne, a także ekonomiki, zwłaszcza ekonomiki eksploatacji, są tu wiodące. Tymczasem to, co wyróżnia architekturę od aspektów inżyniersko-technicznych, to względy estetyczno-wrażeńiowe, a więc kształtowanie z myślą o wartościach nadrzędnych, niewymiernych, ewentualnie trudno mierzalnych. W myśl triady witruwiańskiej (*venustas, utilitas, firmitas*) dobrą architekturę powinna cechować jedność formy, funkcji i konstrukcji, co jest uważane za najstarsze wskazanie teoretyczne, które dopiero w końcu XIX stulecia było modyfikowane i podważane⁹¹. W zakresie architektury przemysłowej można zaryzykować stwierdzenie, że to, co dla architektów wydaje się wiodące, tu jest przesłanką drugoplanową. Dowodem jest tu relatywnie mała liczba obiektów przemysłowych, które są uznawane za osiągnięcia wybitne w architekturze i omawiane w literaturze. Wielcy, prominentni twórcy architektury XX i XXI stulecia mają swoje osiągnięcia stymulujące rozwój i inspirujące głównie w zakresie architektury mieszkaniowej, użyteczności publicznej, architektury sakralnej, kultury i sztuki, nawet obiektów komunikacji, a w zakresie architektury miejsc pracy często architektury obiektów biurowych. Natomiast w zakresie obiektów przemysłu są to głównie wyjątki, potwierdzające tę tendencję⁹². Zdecydowana większość zakładów

⁹¹ Por. fundamentalną w tym względzie pracę Władysława Tatarkiewicza: *Dzieje sześciu pojęć. Sztuka, piękno, forma, twórczość, odtwórczość, przeżycia estetyczne* (1988).

⁹² W okresie industrializacji i rozwoju przemysłu europejskiego powstało kilka obiektów uważanych za awangardowe i znaczące dla rozwoju architektury. Najczęściej do tej grupy zalicza się takie realizacje jak:

- fabryka czekolady Meniera w Noisiel-sur-Marne pod Paryżem, zrealizowana w 1872 roku według projektu Jules'a Saulnier (ryc. 82);
- hala turbin koncernu AEG w Berlinie, powstała w roku 1909 według projektu Petera Behrensa;
- hala montażu wielkich maszyn AEG w Berlinie, powstała w roku 1909 według projektu Petera Behrensa;
- fabryka Fagus w Alfeld, produkująca kopyta szwskie, wzniesiona w 1914 roku według projektu Waltera Gropiusa i Adolfa Meyera;
- fabryka używek (kawa, herbata, tytoń, guma do żucia) Van Nelle w Rotterdamie, powstała w roku 1931, zaprojektowana przez zespół: Leendert van der Vlugt i Johannes Brinkman (ryc. 83);
- drukarnia MAME w Tours, powstała w roku 1950 według projektu Jeana Prouve.

Należy też wspomnieć o wkładzie w projektowanie przemysłu Le Corbusiera. W roku 1940, na zlecenie ministra uzbrojenia (*le ministre de l'Armement*) opracował pionierski, niezrealizowany projekt *Usine Verte* (zielona fabryka) w Aubusson (region Nowa Akwitania). Założenie miało układ powiązanych przeziękami pawilonów produkcyjnych, otoczonych zielenią. Wykorzystując różnice terenu, Le Corbusier



Ryc. 82. Jeden z pierwszych obiektów przemysłowych o metalowej konstrukcji nośnej i o metalowej konstrukcji fasad z wypełnieniem ceramicznym – fabryka czekolady Meniera w Noisiel-sur-Marne pod Paryżem, zrealizowana w 1872 roku według projektu Jules’a Saulnier’a – stan z roku 2012.



Ryc. 83. Fabryka Van Nelle w Rotterdamie, zrealizowana w roku 1931 według projektu zespołu Leendert van der Vlugt i Johannes Brinkman, produkująca pierwotnie używki – tytoń, kawa, herbata, a następnie gumę do żucia, pudding i ryż dmuchany. W roku 2014 została uznana za pomnik światowego dziedzictwa UNESCO.



Ryc. 84. Elewacja frontowa fabryki Claude-et-Duval w Saint-Dié-des-Vosges (region Wogezów we Francji), wytwarzającej dzianiny (skarpetki, pończochy, bielizna), ukończonej w roku 1951 według projektu Le Corbusiera. W roku 2016 obiekt został uznany za pomnik światowego dziedzictwa UNESCO.



Ryc. 85. Hala produkcyjna fabryki Claude-et-Duval w Saint-Dié-des-Vosges (region Wogezów we Francji), wytwarzającej dzianiny (skarpetki, pończochy, bielizna), ukończonej w roku 1951 według projektu Le Corbusiera.



Ryc. 86. Typowy przykład realizacji przemysłowej z końca XX wieku w duchu technicznego racjonalizmu. Fragment elewacji hali produkcyjnej zakładu prefabrykacji łaźienek Deba w Salzwedel w Saksonii-Anhalt.

przemysłowych, poza reprezentacyjnymi obiektami ich administracji, jest realizowana w kierunku twórczym określonym w systematyce współczesnej architektury przez Bohdana Lisowskiego jako – **techniczny racjonalizm**⁹³. Dominujące jest tu stosowanie rozwiązań poprawnych, sprawdzonych w realizacjach, żeby nie powiedzieć typowych, koncipowanych w oparciu o racjonalne koncepcje konstrukcyjne i dobre, nowoczesne materiały budowlane, ale bez widocznych starań o uzyskanie najwyższych wartości estetycznych i bez poszukiwań nowych ujęć formalnych (ryc. 86)⁹⁴.

Od lat 80. XX wieku wiele przesłanek wskazywało na możliwość zmiany sytuacji w tym względzie. Wśród dużych i zamożnych inwestorów w Europie Zachodniej rozwinęła się tendencja do powierzania projektowania nowo wznoszonych zakładów wybitnym architektom z zamiarem traktowania realizacji jako wizytówki firmy reklamującej jej nowoczesność oraz będącej marketingowo wyrazem jej progresywności i potęgi ekonomicznej. Powstało wiele obiektów awangardowych, znajdujących

wprowadzał załogę do poszczególnych wydziałów przewiązkami biegnącymi po dachach. Wdrażając niektóre tu opracowane rozwiązania oraz szeroko wprowadzając modularność na bazie Modulora, Le Corbusier zaprojektował też, oddaną do użytku w roku 1951, fabrykę Claude-et-Duval w Saint-Dié-des-Vosges (region Wożezów), produkującą dzianiny (skarpetki, pończochy, bielizna) – ryc. 84 i 85 .

⁹³ Systematyka architektury końca XX wieku została przez Bohdana Lisowskiego zawarta w kilku publikacjach, w tym w: *Stan istniejący i postulowany w architekturze końca XX wieku* (1990).

⁹⁴ Por. np. książka Emila Hlaváčka: *Architektura pohybu a proměn* (1985).

uznanie krytyki i szeroko omawianych w publikacjach architektonicznych⁹⁵. W tym względzie najczęściej wymienia się:

- fabryka silników wysokoprężnych Cummins w Shotts (Szkocja) autorstwa zespołu: Peter Ahrends, Richard Burton, Paul Koralek, powstała w roku 1980;
- zakład produkcji elektroniki Inmos w Newport (Południowa Walia), który zaprojektował Richard Rogers, a który zbudowano w roku 1982;
- centrum IBM w Basiano (Lombardia we Włoszech) autorstwa Gino Valle z zespołem, powstałe w 1983 roku;
- mleczarnię i zakład serowniczy Valio w Maikkula pod Oulu (Finlandia) powstałe w 1983 według projektu Antti Juha Katajamäki;
- fabryka odzieży wełnianej Benettona w Treviso pod Wenecją, autorstwa Afra Tobias Scarpa, wzniesiona w roku 1985;
- centrum badawcze i produkcyjne Thomson w Conflans-Sainte-Honorine (aglomeracja Paryża), które zaprojektowali Denis Valode i Jean Pistre, powstałe w 1986 roku;
- fabryka aparatury telefonicznej Alcatel Business System pod Strasburgiem (Francja), powstała w roku 1988, a którą zaprojektował Guy Calderon;
- fabryka i centrum techniczne Erco w Lüdenscheid (Nadrenia Północna-Westfalia), które powstało według projektu Uwe Kiesslera w roku 1988;
- stacja uzdatniania wody w Dietersheim w Bawarii, wzniesiona w roku 1989 według projektu Kurta Ackermanna;
- fabryka optoelektroniki Thomsona w Guyancourt w aglomeracji Paryża, powstałe w roku 1990 według projektu Renzo Piano;
- drukarnia Sddeutscher Zeitung pod Monachium, zrealizowana w roku 1988 według projektu Petera von Seidleina i jego zespołu w roku 1988;
- centrum Renault w Swindon w południowej Anglii, powstałe w roku 1982 według projektu lorda Normana Fostera i jego zespołu;
- drukarnia Financial Times w Londynie autorstwa Nicolasa Grimshawa, wzniesiona w roku 1988;
- fabryka podzespołów elektrycznych Thomsona w Valenciennes (północna Francja) zrealizowana w roku 1988, którą zaprojektował Claude Vasconi;
- fabryka Funder 3 w Sankt Veit an der Glan (południowa Austria), wzniesiona w 1989 roku według projektu Coop & Himmelblau;
- fabryka L'oreal w Aulnay-sous-Bois w aglomeracji Paryża, wzniesiona w roku 1992, według projektu zespołu Denis Valode i Jean Pistre.

Jednakże te nadzieje okazały się zbyt optymistyczne. Narastający wpływ wytwórczości do krajów Trzeciego Świata, głównie do Azji, przyhamował realizacje przemysłowe w Europie i nacisk oraz oczekiwania na wybitne, awangardowe realizacje⁹⁶.

⁹⁵ Por. dwutomowe opracowanie – J. Ferrier: *Usines* (1991).

⁹⁶ Znamiennym jest nieuwzględnienie żadnej nowej realizacji przemysłowej w opracowaniu poświęconym przyszłości architektury. Otóż Marc Kushner w opracowaniu o wiele mówiącym tytule: *Przyszłość architektury w 100 budynkach* (2016), w którym omawia 100 prominentnych realizacji, które potencjalnie mogą



Ryc. 87. Strefa wejściowa Szklanej Manufaktury koncernu Volkswagen AG w Dreźnie.

Jest tu sytuacja odwrotna od tej obserwowanej w zakresie architektury budynków i zespołów biurowych, które powstają w dużej ilości i reprezentują na ogół wysoki poziom jakości estetycznej, będąc spostrzeganymi jako marketingowy przekaz inwestorów i użytkowników. Oczywiście, poza dominującym racjonalizmem technicznym, jako wiodącym ilościowo nurtem, powstają obiekty z zauważalnym staraniem o wartości estetyczno-wrażeńiowe. Są to jednak przypadki w zdecydowanej mniejszości w całości realizacji przemysłowych. Spośród obiektów wiele wnoszących w rozwój architektury przemysłu XXI wieku można wskazać przykładowo cztery następujące:

- **Szklana Manufaktura** (*Gläserne Manufaktur*), fabryka (montownia) koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Obiekt zrealizowany według projektu Guntera Henna i jego biura został oddany do użytku w roku 2001. Znamienne jest jego usytuowanie, w strefie śródmiejskiej dużego miasta i w sąsiedztwie parku miejskiego (Grosser Garten). Ciekawostką jest transport montowanych podzespołów, które są dowożone transportem szynowym wykorzystującym linie tramwajowe (sic!). Od roku 2017 montuje się tylko samochody elektryczne. Funkcja produkcji została tu połączona z interaktywnym centrum informacji i całość jest uważane za centrum innowacji oraz miejsce wymiany doświadczeń i spotkań ekspertów motoryzacyjnych z potencjalnymi klientami i użytkownikami samochodów, a zarazem za miejsce promocji elektromobilności. Zgodnie z nazwą obiekt jest w przeważającej mierze przeszklony, z dominującą bryłą wielopoziomowego garażu o formie szklanego walca. By zabezpieczyć obiekt w zakresie bilansu termicznego, zastosowano w częściach przeszklonych podwójną elewację (ryc. 87–90).

wyznaczać kierunki rozwoju architektury w przyszłości, nie uwzględnia żadnej realizacji przemysłowej.



Ryc. 88. Hol wejściowy Szklanej Manufaktury koncernu Volkswagen AG w Dreźnie.



Ryc. 89. Linia montażowa samochodów elektrycznych w Szklanej Manufakturze koncernu Volkswagen AG w Dreźnie.

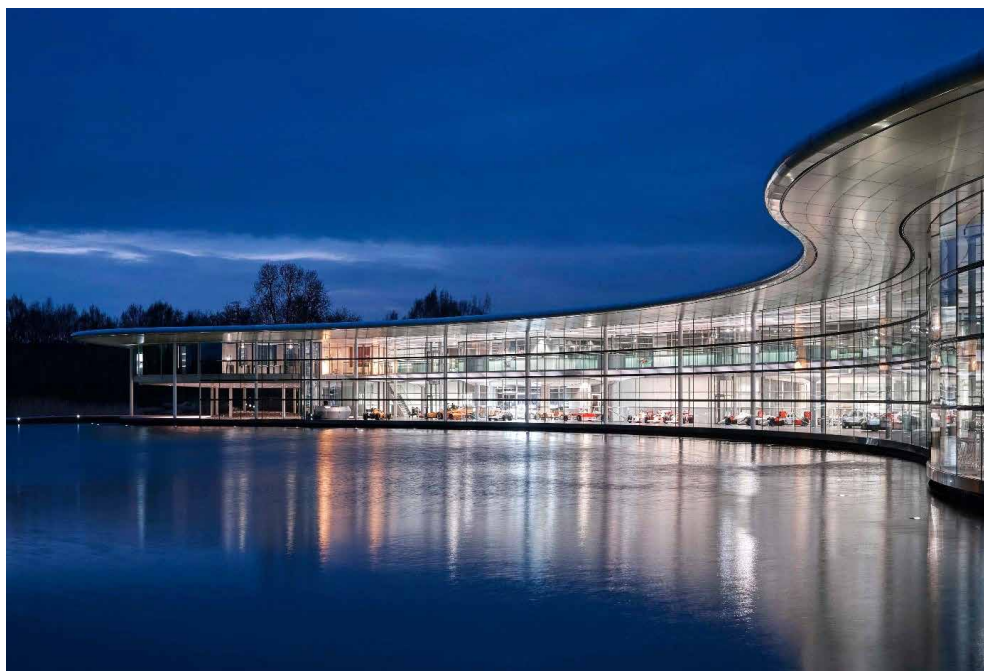


Ryc. 90. Detal podwójnej, przeszklonej elewacji w Szklanej Manufakturze koncernu Volkswagen AG w Dreźnie.

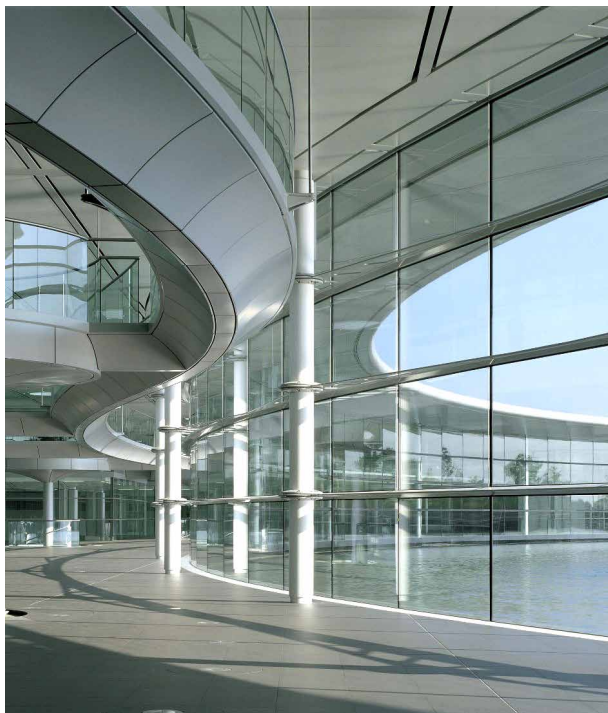
- **Centrum technologiczne McLaren** (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem, zostało ukończone (pierwszy etap realizacji założenia) w roku 2004, według projektu lorda Normana Fostera i jego biura. To, co zwraca tutaj uwagę i wyróżnia ten obiekt, to nader elegancka, płynna, rzadko w realizacjach przemysłowych spotykana forma zarysu – nieco biomorficzna, a nieco czerpiąca z poetyckiego emocjonalizmu. Ponadto istotne są tutaj perfekcyjnie zaprojektowane i wykonane detale oraz lokalizacja obiektu. Centrum zostało wzniesione w naturalnym krajobrazie. Zakład powstał 37 km na południowy zachód od centrum stolicy, w naturalnym, wiejskim krajobrazie. Wyraźne jest kompozycyjne podkreślenie wpisania się w otoczenie, nieco na zasadzie graficznego kontrapunktu i skontrastowania regularnej geometrii dróg i zadrzewień w stosunku do swobody natury i naturalnego charakteru biotypu (ryc. 91–94).



Ryc. 91. Centrum Technologiczne McLaren (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem zrealizowane w roku 2004, według projektu lorda Normana Fostera i jego zespołu (Foster and Partners).



Ryc. 92. Nocny widok architektury centrum technologicznego McLaren (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem z roku 2004.



Ryc. 93. Elegancja i perfekcyjne wykonanie detalu architektonicznego w Centrum Technologicznym McLarena (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem z roku 2004.

- **Ekospalarnia w Krakowie**, czyli Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA. Zakład został zrealizowany według projektu wybranego w drodze konkursu w roku 2010, autorstwa zespołu: Bogusław Wowrzeczka (z Manufaktura 1), Michał Taller (z Taller Architekci), Filip Łapiński (z Łapiński Architekci) i Jakub Baczyński (z Prochem). Pełne uruchomienie eksploatacji, po wstępnych próbach i testach, nastąpiło w czerwcu roku 2016. Zakład kosztował ponad 800 mln zł, z czego ponad połowę stanowiło dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej. Zakład został zlokalizowany w południowo-wschodniej części miasta, na terenie dzielnicy Nowa Huta, w relatywnej bliskości koryta Wisły. Jego koncepcja była inspirowana układem pasmowym, tradycyjnych, polskich pól uprawnych i wielobarwnymi pasami spódnic wiejskich. Powstała budowla modułarna, podzielona na liczne, różne kubaturowo segmenty, o zaokrąglonych narożach. Konstrukcja całości przekrycia jest stalowa, pokryta aluminiową blachą, barwioną na kolorowe pasy⁹⁷.

⁹⁷ Obiekt został dostrzeżony i wysoko oceniony, głównie za wkład w ekologię. Otrzymał następujące nagrody i wyróżnienia:

- *Lider Małopolski 2015* w kategorii *Najlepsze przedsięwzięcie roku* w konkursie organizowanym przez Stowarzyszenie Gmin i Powiatów Małopolski,



Ryc. 94. Relacja z otaczającym, naturalnym środowiskiem Centrum Technologicznego McLarena (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem z roku 2004.



Ryc. 95. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA zrealizowany w roku 2016 według projektu zespołu: Bogusław Wórczewski, Michał Taller, Filip Łapiński i Jakub Baczyński w widoku z lotu ptaka.



Ryc. 96. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA w widoku z wysokości pieszego.



Ryc. 97. Fragment instalacji technologicznej w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA.



Ryc. 98. Fragment elewacji Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA.



Ryc. 99. Detal konstrukcji obudowy w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA.

Charakterystyczna dla tej inwestycji, zgodnie z aktualnymi trendami w nowoczesnym budownictwie przemysłowym, jest też proporcja kosztów. Otóż część technologiczna (aparatura, wyposażenie maszynowe, instalacje wewnętrzne) stanowi zdecydowaną większość kosztów całej realizacji (ryc. 95–99)⁹⁸.

- Zakład **Pivexin Technology** w miejscowości Nędza (powiat raciborski na Śląsku) – relatywnie niewielki obiekt, bo o powierzchni całkowitej 3,8 tys. m², mieszczący część biurową oraz produkcyjno-magazynową. Zakład firmy z branży produkcji wyposażenia przemysłu różnych sektorów – głównie maszynowego, elektro- i infotechnicznego, medycznego, farmaceutycznego i automatyki przemysłowej. Obiekt powstały według projektu śląskiej pracowni MUS Architects (Adam Zwierzyński, Anna Porębska), został uruchomiony w roku 2018. To, co zwraca tutaj uwagę, to lokalizacja na terenie wiejskim i zawarcie w jednej bryle całości funkcji. Zblokowano całość, tworząc jedną, prostokątną bryłę o ciemnej kolorystyce. W tym układzie część biurowo-socjalna, dwukondygnacyjna, wyróżnia się dużymi przeszkleniami z charakterystycznym, przestrzennym obramowaniem w postaci pionowych pilastrów i poziomych gzymsów, co akcentuje jej reprezentacyjny, wejściowy i frontowy charakter. Jednokondygnacyjna część produkcji i magazynów wysokiego składowania jest kontrastowo prosta i tylko kolorystycznie i kubaturowo spójna. Mimo iż obiekt jest niewielki i zlokalizowany poza głównymi szlakami komunikacyjnymi, jego poprawność funkcjonalna i elegancja zostały zauważone i docenione przez krajową krytykę (ryc. 100–102)⁹⁹.

Rozważając kierunki twórcze, w których realizowane są zakłady przemysłowe, poza najczęstszym racjonalizmem technicznym, a więc poprawnością i nowoczesnością bez starań o uzyskanie wysokich wartości estetycznych, dominującą tendencją jest obecnie *high-tech* i przejawy minimalizmu. Dają one możliwość, w przekonaniu

-
- *Lider Małopolski 2015* w kategorii *Lider Ochrony Środowiska* oraz Grand Prix przyznawane przez Dziennik Polski,
 - wyróżnienie w kategorii *obiekt użyteczności publicznej* w konkursie Nagroda Roku SARP 2015,
 - nagroda *Top Inwestycje Komunalne 2016* w kategorii strategicznych oraz prestiżowych inwestycji komunalnych w Polsce,
 - nagroda *Lider Restrukturyzacji 2016* przyznawana przez Wydział Zarządzania Katedry Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie,
 - nagroda *ekoLIDER 2016* przyznawana przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w kategorii *ekoPRZEDSIĘWZIĘCIE* w zakresie ochrony powierzchni ziemi i gospodarki odpadami.

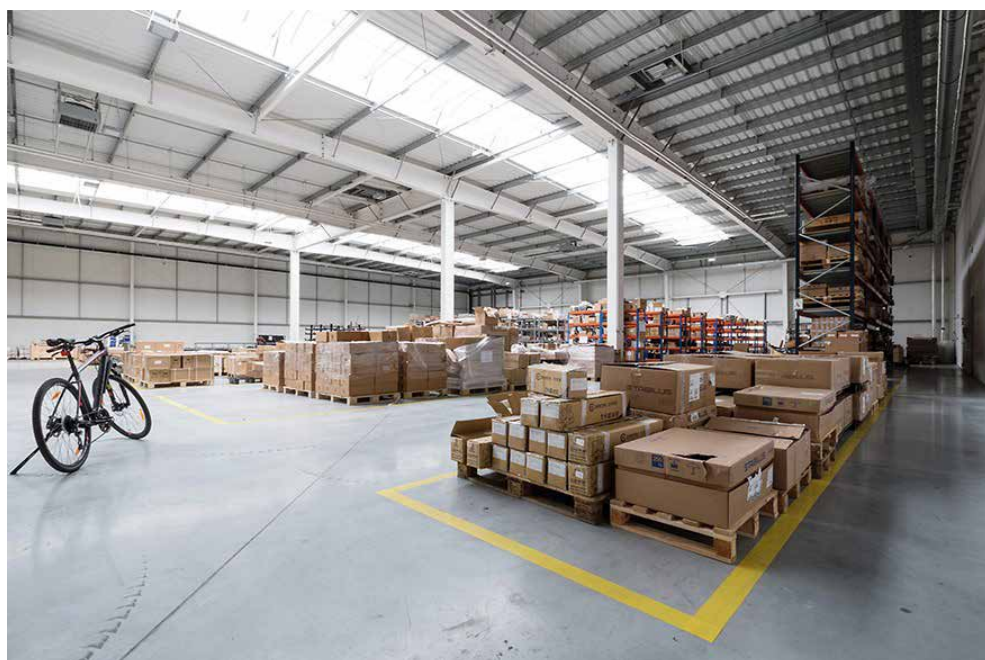
⁹⁸ Sporą część nakładów na ekospalarnię pochłonęły sieci, instalacje oraz drogi zewnętrzne, stabilizacja gruntu i zabezpieczenia przeciwpowodziowe, a także elementy budowlane technologii w tym potężny, żelbetowy silos na składowanie odpadów. Mimo, to koszt aparatury technologicznej znacznie przekroczył połowę kosztów realizacji całego zamierzenia.

⁹⁹ Zakład firmy Pivexin Technology w Nędzy uzyskał:

- nominacja ArchDaily w konkursie Building of the Year 2020 w kategorii obiekty biurowe i w kategorii najlepiej zastosowany produkt – 2020;
- pierwsza nagroda w Property Design Award 2019 w kategorii Bryła Biurowiec;
- Nominacja do nagrody Architektura Roku Województwa Śląskiego w kategorii Obiekt w roku 2018.



Ryc. 100. Widok zakładu firmy Pivexin Technology w miejscowości Nędza na Górnym Śląsku (powiat raciborski), zrealizowanego w roku 2018 według projektu pracowni MUS Architects – Adam Zwierzyński i Anna Porębska.



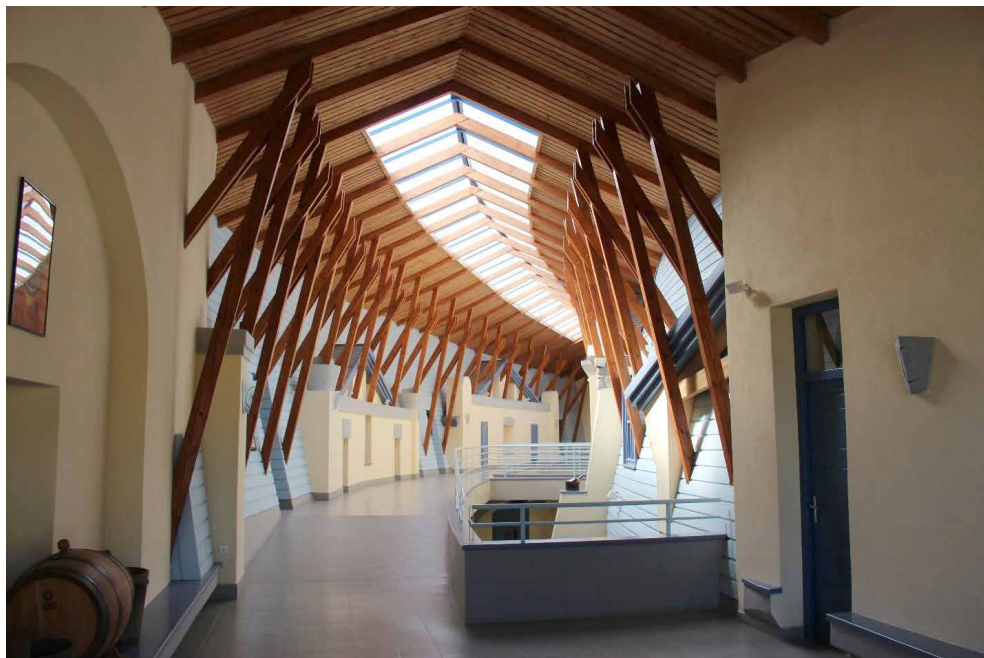
Ryc. 101. Część magazynowa w fabryce Pivexin Technology w miejscowości Nędza (powiat raciborski) na Górnym Śląsku.



Ryc. 102. Detal, fragment elewacji bocznej w fabryce Pivexin Technology w miejscowości Nędza (powiat raciborski) na Górnym Śląsku.

inwestorów, wykazania nowoczesności, progresywności, perfekcji technicznej i możliwości firm, a więc sprzyjają budzeniu zaufania i przekonania o przynależności do czołowych przedsiębiorstw w zakresie globalnym. Niezależnie od tego powstaje też wiele obiektów w bardzo różnych uformowaniach stylistycznych, czasem oryginalnych, interesujących i nietypowych jak dla przemysłu, które można traktować jako ciekawe wyjątki, potwierdzające ogólną tendencję (ryc. 103).

Sięgając myślą w przyszłość i zastanawiając się nad kierunkiem dalszej ewolucji architektury przemysłowej, przy aktualnym bogactwie i różnorodności podejść formalnych, trudno się nie oprzeć wrażeniu, że wyraźne sprecyzowanie byłoby tylko niezobowiązującym domniemaniem. Natomiast zmiany technologiczne w krajach wysoko rozwiniętych, idące coraz wyraźniej w stronę wizji Przemysłu 4.0, a więc postępującej automatyzacji, robotyzacji i organizacji procesu wytwórczego w oparciu o sztuczną inteligencję, zdają się wskazywać, że zakłady przemysłowe w przyszłości będą mały wyraźnie zróżnicowane dwie części. Podstawową z punktu widzenia



Ryc. 103. Główne przejście na drugim poziomie w zakładzie produkcji win francuskiej firmy AXA-Millésimes w Disznókő pod Tarcalem w regionie Tokaju na Węgrzech. Obiekt został zrealizowany w kierunku twórczym węgierskiej architektury organicznej w roku 1995 według projektu Dezso Eklera.

wytwórczości i skali kubaturowej będzie część produkcyjna z architekturą zmierzającą w stronę obudowy, skarosowania technologii. Jej wyraz będzie w coraz mniejszym stopniu pod wpływem wymogów i zaleceń stawianych pomieszczeniom przeznaczonym na pobyt ludzi, gdyż liczba pracowników zaangażowanych bezpośrednio w produkcję będzie szybko spadać. Tak zatem w coraz większym stopniu będzie to zakres decyzji z jednej strony ekonomicznych, a więc w konsekwencji jakości materiałów i rozwiązań technicznych, a z drugiej aspekt kompozycji i pożądanych efektów estetyczno-wrażeńiowych lub traktowania ich jako nieistotne i ograniczania się do technicznego racjonalizmu.

Drugą część zakładów przemysłowych będą stanowiły budynki i pomieszczenia przeznaczone dla kadry zarządzającej i kierującej produkcją oraz dla funkcji pomocniczych i towarzyszących, typu – spotkania, narady, konsultacje, negocjacje, promocja, reklama, ekspozycje, pokazy, a także gastronomia, sport i rozrywka. Można domniemywać, że ta część będzie dążyć w zakresie struktury i formy w stronę budynków biurowych i funkcji z nimi związanymi i że będzie podlegać analogicznym jak one formom ewolucji. Można też domniemywać wzrostu znaczenia lokalizacji dla liczby i wielkości funkcji towarzyszących. Otóż wysoko zaawansowane technologie produkcyjne zmierzają w krajach rozwiniętych do zasadniczej redukcji oddziaływania

na środowisko, przez układy technologiczne zamknięte, obojętne ekologicznie, niedymiące, niepyłące, a także o wysokim poziomie zabezpieczeń przed niepożądanymi zdarzeniami (wybuchami, rozszczelnieniami, skażeniami). Tak zatem coraz mniej stoi na przeszkodzie do ich integracji z innymi funkcjami miejskimi, głównie mieszkalnictwem, ale i węzłami komunikacji masowej, usługami, a nawet sportem i rekreacją. W myśl odchodzenia od modernistycznego strefowania ku strukturom wielofunkcyjnym, a nawet realizacji idei *miasta 15 minut* można się spodziewać włączenia wytwórczości materialnej wysokich technologii w wielofunkcyjne struktury miejskie¹⁰⁰. Wtedy aspekty kontekstu urbanistycznego będą znacznie zyskiwały na znaczeniu. Tak zatem rodzaj i liczba funkcji towarzyszących i uzupełniających będzie tu zależała i od struktury funkcjonalnej kontekstu. Również rozwiązania formalne, w tym gabaryty kubaturowe, wysokościowe i wyraz estetyczny, będą w tych przypadkach podlegały określeniom kontekstualnym, w tym sformułowanych we wskazaniach w zakresie warunków zabudowy. Można tu widzieć dwie drogi – albo nawiązanie i wpisywanie w kontekst przestrzenny, albo świadomy, wyróżniający kontrast, wprowadzany na zasadzie kontrapunktu. W takich lokalizacjach aspekty estetyczno-wrażeńiowe i oddziaływanie marketingowo-reklamowe architektury zyskiwałyoby na istotnym znaczeniu.

Z zakresu tendencji rozwoju form architektury przemysłu przyszłości można się spodziewać kontynuacji i systematycznego wzmocnienia roli ekologiczności i demonstrowania formowania prośrodowiskowego. Obecnie wyraża się to szerokim wprowadzaniem uporządkowanej i zadbanej zieleni na teren zakładów, co ma szczególnie miejsce przy lokalizacjach na terenach zurbanizowanych, a także demonstracyjnym respektowaniu naturalnego, czasem dzikiego, zastanego stanu uformowania i biotypu miejsca, co widać zwłaszcza w lokalizacjach poza strefami zurbanizowanymi. Można domniemywać, że to podkreślanie demonstracji proekologiczności będzie się nasilało równoległe z wdrażaniem wizji Przemysłu 4.0.

¹⁰⁰ Ideę *15-minutowego miasta* rozpropagowała w roku 2014 Anne Hidalgo, mer Paryża. W przeciwieństwie do modernistycznego strefowania i wyspecjalizowanych dzielnic, ta koncepcja zakłada wielofunkcyjność struktury dużego ośrodka, a więc przemieszania funkcji. Chodzi o to by w zasięgu 15 minut marszu, a więc na obszarze o promieniu ok. 1,5 km, znajdowały się wszystkie podstawowe funkcje potrzebne mieszkańcom, a więc: mieszkanie, praca, edukacja, kultura, rozrywka i sport, handel i usługi. Chodzi o zaspokojenie stałych potrzeb, a więc funkcji podstawowych, wykorzystywanych w tygodniu. Pozwala to na radykalne ograniczenie używania na co dzień samochodu, faworyzuje ruch i dojeżdża piesze oraz komunikację rowerową, a ponadto ma sprzyjać większej integracji mieszkańców.

BIBLIOGRAFIA

- Barber B.R. (2001): *Dżihad kontra męświat*. Warszawa: Muza.
- Bąbiński Cz. (1962): *Projektowanie zakładów przemysłowych – tendencje postępu*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Bąkowski R. (1982): *Leksykon magazynowania*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Büttner O., Stenker H. (1975): *Lekkie budownictwo metalowe*. Warszawa: Arkady.
- Büttner O., Stenker H. (1986): *Stahlhallen – Entwurf und Konstruktion*. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen.
- Domińczyk W. i inni (1974): *Elementy lekkich przekryć i ścian budynków przemysłowych*. Warszawa: Arkady.
- Fijałkowski J. (1983): *Projektowania magazynów wysokoregółowych*. Warszawa: Arkady.
- Ferrier J. (1991): *Usines*, tome 1 et 2. Milan–Paris: Edition du Moniteur.
- Furtak M. (2014): *Centralny Okręg Przemysłowy (1936–1939). Architektura i urbanistyka*. Łódź: Księży Młyn.
- Gasidło K. (1998): *Problemy przekształceń terenów poprzemysłowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 1408. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Gawłowski J.T., Niezabitowska E. (red.) (1990): *Wybrane zagadnienia projektowania architektonicznego zakładów przemysłowych*. Skrypty Uczelniane, 1457. Gliwice: Wydawnictwa Politechniki Śląskiej.
- Gęsiarz Z. (1974): *Konteneryzacja*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Hlaváček E. (1985): *Architektura pohybu a proměn*. Praha: Odeon.
- Huntington, S.P. (1998): *Zderzenie cywilizacji*. Warszawa: Muza.
- Harari Y.N. (2018a): *Sapiens. Od zwierząt do bogów*. Kraków: Wydawnictwo Literackie.
- Harari Y.N. (2018b): *Homo deus. Krótka historia jutra*. Kraków: Wydawnictwo Literackie.
- Harari Y.N. (2018c): *21 lekcji na XXI wiek*. Kraków: Wydawnictwo Literackie.
- Hazlitt, H. (2012): *Ekonomia w jednej lekcji*. Kraków: Znak.
- Henn W. (1962): *Das flache Dach*. München: Verlag Georg D.W. Callwey.
- Henn W. i H. (1974): *Obiekty socjalne w zakładach przemysłowych*. Warszawa: Arkady.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Working Paper 01/2015. Dortmund: Technische Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau – Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management.

- Industrie 4.0 – Innovationen für Produktion von Morgen* (2017). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Referat Produktion und Dienstleistung – Zukunft der Arbeit. Berlin: W. Bertelsmann Verlag.
- Juzwa N. (1988): *Kształtowanie przestrzenne przemysłu na obszarach silnie zurbanizowanych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 925. Gliwice: Wydawnictwa Politechniki Śląskiej.
- Juzwa N. (red.) (2010): *Architektura i urbanistyka współczesnego przemysłu*. Gliwice: Wydział Architektury Politechniki Śląskiej.
- Kushner M. (2016): *Przyszłość architektury w 100 budynkach*. Warszawa: TEDBooks-Grupa Wydawnicza Relacja.
- Le Corbusier (2012): *W stronę architektury*. Warszawa: Centrum Architektury – Fundamenty.
- Lindenberg G. (2018): *Ludzkość poprawiona. Jak najbliższe lata zmienią świat, w którym żyjemy*. Kraków: Wydawnictwo Otwarte.
- Lisowski B. (1990): *Stan istniejący i postulowany w architekturze końca XX wieku. Materiały do studiów i dyskusji*. Kraków: Politechnika Krakowska.
- Łuczuk P. (2017): *Cyberwojna – wojna bez amunicji?* Kraków: Biały Kruk.
- Marek T., Ogińska H., Pokorski J., Costa G., Folkard S. (red.) (2000): *Shiftwork 2000 – Implications for science, practice and business*. Kraków: Institute of Management Jagiellonian University.
- Matusiak K.B. (red.) (2011): *Strategiczne obszary rozwoju parków technologicznych*. Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- Niezabitowska E. (1987): *Infrastruktura społeczna i przyrodnicza przemysłu. Stan istniejący. Prognozy rozwoju*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 902. Gliwice: Wydawnictwa Politechniki Śląskiej.
- Niezabitowska E. (1997): *Architektura i przemysł. Nowe spojrzenie*. Katowice: Śląsk Sp. z o.o.
- Nowak K. (2019): *Dzieci rewolucji przemysłowej. Kto naprawę zbudował współczesny świat*. Prawdziwe Historie. Kraków: Znak.
- Olender-Skorek M. (2017): *Czwarta rewolucja przemysłowa a wybrane aspekty teorii ekonomii. Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 51(3), s. 38–49.
- Phillips T. (2019): *Ludzie. Krótka historia o tym, jak spieprzyliśmy wszystko*. Warszawa: Albatros Sp. z o.o.
- Popkiewicz M., Kardaś A., Malinowski Sz. (2019): *Nauka o klimacie. Mechanizmy działania systemu klimatycznego. Zmiany klimatu w przeszłości i obecnie*. Warszawa: Post Factum–Sonia Draga–Nieoczywiste.
- Propst R. (1971): *Le bureau evolutif – un nouveau concept*. Paris: Reboul & Fils.
- Rotter T. (1984): *Czas jako determinanta działalności człowieka*. Rozprawy Habilitacyjne, 87. Kraków: Uniwersytet Jagielloński.
- Rynek pracy w Polsce w 2019 roku* (2020): Warszawa: Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej, Departament Rynku Pracy.

- Schmidt K. (1969): *Zblokowane budynki przemysłowe*. Warszawa: Arkady.
- Suzman J. (2020): *Praca. Historia tego, jak spędzamy swój czas*. Poznań: Zysk i S-ka.
- Szparkowski Z. (1999): *Architektura współczesnej fabryki*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Świątkowska B. (red.) (2011): *Coś, które nadchodzi. Architektura XXI wieku*. Warszawa: Fundacja Bęc Zmiana.
- Tadeusiewicz R., Złowodzki M. (2020): *Ergonomia wobec idei sztucznej inteligencji – o sztucznej inteligencji i ergonomii*. Kraków: Politechnika Krakowska, Uniwersytet Rolniczy i Polska Akademia Umiejętności.
- Tatarkiewicz W. (1988): *Dzieje sześciu pojęć. Sztuka, piękno, forma, twórczość, odwrotność, przeżycia estetyczne*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Naukowe.
- Walsh T. (2018): *To żyje! Sztuczna inteligencja – od logicznego fortepianu po zabójcze roboty*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Wańkiewicz M. (1939): *Sztafeta – książka o polskim pochodzie gospodarczym*. Warszawa: Wydawnictwo Biblioteka Polska.
- Wisłocka I. (1971): *Dom i miasto jutra*. Warszawa: Arkady.
- Wosińska W. (2008): *Oblicza globalizacji*. Sopot: Smak Słowa.
- Złotowski E. (red.) (1974): *Elementy lekkich przekryć i ścian budynków przemysłowych*. Warszawa: Arkady.
- Złowodzki M. i inni (red.) (2012): *Ergonomia w warunkach gospodarki opartej na wiedzy*. Kraków–Lublin: Komitet Ergonomii PAN.

SPIS I ŹRÓDŁA ILUSTRACJI

ROZDZIAŁ 2

- Ryc. 1. Idealistyczna wizja przemysłu XIX stulecia – hala maszynowa w fabryce Hartmana w Chemnitz (Niemcy) w roku 1868. Za: Wikipedia, *Rewolucja przemysłowa*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 2. Linia montażowa Forda T w zakładach w Detroit – lata 20. XX wieku. Za: Wikipedia, *Linia produkcyjna*; dostęp 16.08.2021.

ROZDZIAŁ 5

- Ryc. 3. Przesunięcia w podstawowych grupach zatrudnienia w USA. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński na podstawie danych i publikacji KAMPiR IPA PK.

ROZDZIAŁ 7

- Ryc. 4. Ideowe przedstawienie czterech etapów rozwoju przemysłu. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński na podstawie danych i publikacji KAMPiR IPA PK.
- Ryc. 5. W pełni zrobotyzowana przemysłowa linia produkcyjna. Za: Wikipedia, *Robotyzacja*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 6. Stanowisko montera budowlanych zestawów szybowych w zakładzie Scholl Glas w Nossen w Saksonii. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 7. Idea pracy w Przemysle 4.0. Fotografia ze zbiorów ilustracji i fotografii KAMPiR IPA PK.

ROZDZIAŁ 10

- Ryc. 8. Idea rozwoju cywilizacji technicznej i okres jej ewolucji, a następnie rewolucji w interpretacji Roberta Propsta. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński, za: Propst 1971; s. 12.

ROZDZIAŁ 12

- Ryc. 9. Fragment konstrukcji metalowej (żeliwno-stalowej) z browaru Carlsberg w Kopenhadze – połowa XIX stulecia. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 10. Detal mocowania zewnętrznej ściany w krakowskim zakładzie termicznej utylizacji odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA. Fot. Maciej Złowodzki.

ROZDZIAŁ 13

- Ryc. 11. Idea *miasta przemysłowego* jako protomodernistycznej wizji miast przyszłości, którą zaproponował w roku 1901 Tony Garnier, zaś w całościowej koncepcji opublikował w roku 1917. Ze zbiorów *MBA Lyon – Tony Garnier; Cité industrielle*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 12. Banknot stużłotowy z roku 1948 przedstawiający wizję ówczesnego przemysłu. Ciemne dymy wydobywające się z kominów były wówczas radosnym świadectwem działania zakładów, a więc synonimem pracy i możliwości zarobku robotników. Za: Wikipedia, *Banknoty Narodowego Banku Polskiego 1948–1993*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 13. Widok realizowanej Łódzkiej Specjalnej Podstrefy Ekonomicznej w Kutnie z roku 2008. Za: Wikipedia, *SSE w Polsce*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 14. Siedziba zarządu i administracji Krakowskiego Parku Technologicznego na Ruczaju. Za: Wikipedia, *Siedziba KPT*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 15. Centrum badawczo-rozwojowe koncernu Bosch (Robert Bosch GmbH Zentrum für Forschung und Vorausbewicklung) w kampusie Renningen pod Stuttgartem, zrealizowane w roku 2015 dla 1770 pracowników, głównie inżynierów, techników i informatyków. Z materiałów informacyjnych *Bosch Corporate information*; dostęp 16.08.2021.

ROZDZIAŁ 14

- Ryc. 16. Idea strefowania poziomego i podział na strefy terenu zakładu przemysłowego. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński na podstawie materiałów studialnych KAMPiR IPA PK.
- Ryc. 17. Budynek strefy wejścia w fabryce mebli RYŚ w Krzywaczce (Małopolska). Zakład jest fabryką średniej wielkości, specjalizującą się w projektowaniu i wykonawstwie mebli kuchennych na zamówienie. W budynku strefy wejściowej znajdują się poza holem i kontrolą wejścia: część administracyjna, socjalna, biuro projektów i ekspozycja przykładowych układów mebli kuchennych. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 18. Budynek biurowy (forma odwróconej piramidy) oraz część badawczo-laboratoryjna (horyzontalna) zakładu produkcji niealkoholowych napojów Penod-Ricard w Créteil pod Paryżem. Fot. Maciej Złowodzki.

- Ryc. 19. Strefa wejścia pracowników w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 20. Wejście pracownicze do części produkcyjnej w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 21. Duża portiernia kołowa w zakładzie Philip Morris Polska SA na Czyżynach w Krakowie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 22. Portiernia główna – kołowa i piesza w fabryce papieru w Świeciu (Mondi Świecie SA) w województwie kujawsko-pomorskim. Z materiałów informacyjnych grupy Mondi; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 23. Pracownicze szafki szatniowe i zalecany układ szatni w zakładzie przemysłowym na wydziałach średnio brudzących. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 24. Śniadalnica pracownicza w drukarni Skleniarz w Krakowie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 25. Śniadalnica pracownicza w siedzibie firmy CDN w Krakowie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 26. Przykład szafek śniadaniowych w śniadalni przemysłowej. Z materiałów reklamowych i informacyjnych producenta takiego wyposażenia – Malow – grupa Litpol; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 27. Hala obróbki mechanicznej blach w zakładzie DEBA w Salzwedel (Saksonia-Anhalt w Niemczech). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 28. Hala główna obróbki szkła budowlanego zakładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 29. Strefa przeznaczona dla montowni końcowej samochodów przed instalacją wyposażenia technologicznego w fabryce koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 30. Przykład zautomatyzowanego transportu podwieszonego w hali przemysłowej. Z materiałów fotograficznych i ilustracyjnych KAMPSiU.
- Ryc. 31. Wytyczone trakty komunikacyjne w strefie produkcji w drukarni Sklaniarz w Krakowie. Z materiałów fotograficznych i ilustracyjnych KAMPSiU.
- Ryc. 32. Schematy idei kształtowania obiektów produkcyjnych. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 33. Strop technologiczny i podłoga służąca tylko do komunikacji technologicznej i zaopatrzeniowej w hali montowni samochodów ciężarowych firmy MAN (MAN Trucks Sp. z o.o.) w Niepołomicach pod Krakowem. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 34. Zasilanie stanowisk pracy z instalacji prowadzonych pod stropem w hali montowni samochodów ciężarowych firmy MAN (MAN Trucks Sp. z o.o.) w Niepołomicach pod Krakowem. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 35. Idea układu pawilonowego i zblokowanego zakładu przemysłowego oraz układu pośredniego – grzebieniowego. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.

- Ryc. 36. Strefa wejściowa drukarni Skleniarz w Krakowie zrealizowanej w roku 2011 w relatywnie gęstej zabudowie dzielnicy mieszkaniowej Azory jako zblokowany obiekt trzykondygnacyjny. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 37. Drukarnia SKleniarz w Krakowie – fragment strefy produkcyjnej. Szczupłość terenu zakładu wymusiła jego zblokowanie i spiętrzenie do trzech kondygnacji, co skutkuje relatywnie gęstym układem słupów nośnych i rozbudowaną konstrukcją stropów. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 38. Idea wyrażania tektoniki bryły części produkcyjno-magazynowej zakładu przemysłowego – maskowanie konstrukcji w uformowaniu elewacji i podkreślenie odrębności przestrzeni pracy i części konstrukcyjno-technicznej. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 39. Dach szedowy (pilasty) nad wzniesioną pod koniec XIX stulecia halą zakładów metalowych, nieczynnej już kopalni Zeche Ewald w Herten (Niemcy, Nadrenia Północna Westfalia), stan z roku 2010. Za: Wikimedia Commons, *Dach pilasty*, fot. Frank Vincentz; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 40. Szedy doświetlające wielkoprzestrzenne wnętrza biur projektów kolei francuskich, zrealizowanych w zrewitalizowanym budynku dawnych zakładów przemysłu samochodowego (Renault), wzniesionego w Paryżu w roku 1891. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 41. Uzyskanie dachu w pełni płaskiego nie jest obecnie większą trudnością techniczną, ale wymaga wysokiego poziomu techniki budowlanej, dobrych materiałów, precyzyjnego wykonawstwa, a następnie systematycznej konserwacji. Z materiałów informacyjnych i reklamowych firmy Rheinzink.
- Ryc. 42. Wysokie szedy stanowiące zarazem elementy nośne dachu o dużej rozpiętości w zakładzie montowni Renault (pawilon 57 *Métal*) w Boulogne-Billancourt pod Paryżem, stanowią atrakcyjną, rzeźbiarską, pełną ekspresji formę. Obiekt zrealizowano w roku 1984, według projektu Claude'a Vasconiego. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 43. Podłużny świetlik nad przejściem w zakładzie produkcji mebli Ryś w Krzywoczce (Małopolska). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 44. Zakład produkcji maseczek higienicznych Agencji Rozwoju Przemysłu w Salowej Woli na Podkarpaciu – w trakcie realizacji w roku 2021. Z materiałów informacyjnych TVN24 – dostęp 7.07.2021.
- Ryc. 45. Pomieszczenie rozbioru mięsa wieprzowego w zakładzie produkcji wędlin Krakmeat w Krakowie – w pełni hermetyczne i pozbawione oświetlenia naturalnego. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 46. Przykład w pełni hermetycznej hali rozbioru mięsa drobiowego w zakładach w Zhengzhou, prowincja Henan w Chinach. Fotografia ze zbiorów ilustracji i fotografii KAMPSiU.
- Ryc. 47. Przykład składowania jednostek ładunkowych w stosach, w przestrzeni zewnętrznej zakładu. Takie postępowanie wymaga oczywiście zabezpieczenia materiałów przed wpływem czynników atmosferycznych i jest z reguły składowaniem krótkoterminowym. Z materiałów fotograficznych ilustracyjnych KAMPSiU.

- Ryc. 48. Przykład składowania w stosach w przestrzeni magazynowej. Z materiałów fotograficznych i ilustracyjnych KAMPSiU.
- Ryc. 49. Przykład składowania magazynowego z wykorzystaniem regałów wysokich. Za: Wikipedia, *Regał magazynowy*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 50. Użycie wózka widłowego w magazynie regałowym wysokiego składowania. Z materiałów fotograficznych i ilustracyjnych KAMPSiU.
- Ryc. 51. Przykład zautomatyzowanego magazynu regałowego wysokiego składowania, z wykorzystaniem manipulatorów. Z materiałów reklamowych i informacyjnych firmy Mecalux; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 52. Przykład pola działania zautomatyzowanego manipulatora-podajnika w magazynie regałowym wysokiego składowania. Z materiałów reklamowych i informacyjnych BITO Technika Magazynowania.
- Ryc. 53. Zalecane minimalne szerokości korytarza roboczego pomiędzy regałami. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński (na podstawie Normy PN-EN 15512:2021-04).
- Ryc. 54. Przykład realizacji magazynu regałowego, wysokiego składowania o samo-nośnej konstrukcji. Z materiałów reklamowych i informacyjnych Stow Poland; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 55. Konstrukcja regałów magazynowych w zakładzie prefabrykacji łazienek Deba w Salzwedel (Saksonia-Anhalt w Niemczech). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 56. Podjazd do magazynów zakładu Agmamito Swarzędz-Jasin pod Poznaniem. Z materiałów reklamowych i informacyjnych firmy projektowo-budowlanej Amwin.
- Ryc. 57. Wewnętrzna, magazynowa, ruchoma, mechaniczna platforma-podest o regulacji hydraulicznej. Za: materiałami reklamowymi i informacyjnymi producenta urządzeń Porta Poznań.
- Ryc. 58. Porta dokowania samochodów ciężarowych w magazynie zakładu produkcji puszek Pol Am Pack SA w Brzesku małopolskim. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 59. Strefa za i wyładunku w magazynach zakładu Nifco Korea Poland Sp. z o.o. w Żorach, na Górnym Śląsku. Z materiałów reklamowych i informacyjnych firmy Bauren Renke Piotr.
- Ryc. 60. Przykład rozwiązania umożliwiającego wjazd samochodu ciężarowego do wnętrza strefy magazynowej w zakładzie produkcji szkła budowlanego Scholl Glas w Nossen w Saksonii, w Niemczech. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 61. Instalacja nowoczesnej kotłowni przemysłowej wytwarzającej gorącą parę na potrzeby technologiczne, opalanej gazem, holenderskiej firmy Horconex. Z materiałów reklamowych i informacyjnych Horconex BV.

ROZDZIAŁ 15

- Ryc. 62. Transport pomiędzy wydziałami taśmociągami i rurociągami w cementowni w Strzelcach Opolskich. Fot. Maciej Złowodzki.

- Ryc. 63. Podstawowe elementy techniczne wewnętrznych układów drogowych w zakładach przemysłowych. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 64. Przykładowe układy komunikacji kołowej przedpola zakładu przemysłowego. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.

ROZDZIAŁ 16

- Ryc. 65. Relacja struktur budowlanych obiektu administracyjno-socjalnego i produkcyjno-magazynowego. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 66. Przykład elewacji zrealizowanej metodą lekka sucha, z osłonowymi elementami ze szkliwionej ceramiki, Paryż, rue Claude Bernard 21 bis. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 67. Detal elewacji realizowanej metodą lekka sucha, z osłonowymi elementami ze szkliwionej ceramiki, Paryż, rue Claude Bernard 21 bis. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 68. Wejście do zakładu produkcji win Holdvölgy w Mád na Pogórzu Tokajskim (Węgry), zrealizowanego w duchu minimalizmu z silnymi przesłankami architektury organicznej. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 69. Światlik w dachu zakładu produkcji win Holdvölgy w Mád na Pogórzu Tokajskim (Węgry). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 70. Zakład produkcji wina na wzgórzu Padi pod Tokajem na Węgrzech według projektu Bord Architectural Studio. Za materiałami informacyjnymi i reklamowymi Bord AS.
- Ryc. 71. Naturalny trawnik na zadaszeniu fragmentu drugiej kondygnacji w drukarni Skleniarz w Krakowie na Azorach. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 72. Przykład otwartej, modelowo elastycznej funkcjonalnie przestrzeni produkcyjnej w hali przemysłowej. Z materiałów informacyjnych i reklamowych Axis LED Group.
- Ryc. 73. Hala produkcyjna zakładu Poligal Polska Sp. z o.o. w Skarbimierzu na Opolszczyźnie. Z materiałów informacyjnych i reklamowych Nowaled ILL.
- Ryc. 74. Idea typowych rozwiązań konstrukcji głównej obiektów halowych.
- Ryc. 75. Przykład ustawienia ciężkiego elementu wyposażenia technologicznego (autoklawu ciśnieniowego) na masywnej płycie podłogowej w zakładzie obróbki szkła budowlanego Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 76. Przykład mocowania wsporczej dla technologii, pomocniczej konstrukcji do masywnej podłogi w zakładzie obróbki szkła budowlanego zakładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 77. Przykładowe systemy elewacyjne w obiektach produkcyjnych i magazynowych.
- Ryc. 78. Schematyczny układ konstrukcji i pokrycia dachów przemysłowych. Opracowanie graficzne: Marek Bystron i Wojciech Duliński.
- Ryc. 79. Przemysłowa suwnica dwupomostowa z podwieszoną kabiną operatora, przeznaczona do przenoszenia ładunków o dużym ciężarze. Z materiałów informacyjnych i reklamowych Zakładu Budowy Urządzeń Dźwignicowych Zbud sp. z o.o.

- Ryc. 80. Przykład zabezpieczenia przeciwpożarowego konstrukcji stalowej natryskiem patentowej masy ochronnej na bazie cementu. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 81. Odbojnica zabezpieczająca wsporczą, pomocniczą konstrukcję w zakładzie obróbki szkła budowlanego zakładu Scholl Glas w Nossen w Saksonii (Niemcy). Fot. Maciej Złowodzki.

ROZDZIAŁ 17

- Ryc. 82. Jeden z pierwszych obiektów przemysłowych o metalowej konstrukcji nośnej i o metalowej konstrukcji fasad z wypełnieniem ceramicznym – fabryka czekolady Meniera w Noisiel-sur-Marne pod Paryżem, zrealizowana w 1872 roku według projektu Jules’a Saulnier’a – stan z roku 2012. Za: Wikimedia Commons, *Chocolaterie Menier moulin Saulnier*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 83. Fabryka Van Nelle w Rotterdamie, zrealizowana w roku 1931 według projektu zespołu Leendert van der Vlugt i Johannes Brinkman, produkująca pierwotnie używki – tytoń, kawa, herbata, a następnie gumę do żucia, pudding i ryż dmuchany. W roku 2014 została uznana za pomnik światowego dziedzictwa UNESCO. Za: Wikimedia Commons, *Usine Van Nelle*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 84. Elewacja frontowa fabryki Claude-et-Duval w Saint-Dié-des-Vosges (region Wogezów we Francji), wytwarzającej dzianiny (skarpetki, pończochy, bielizna), ukończonej w roku 1951 według projektu Le Corbusiera. W roku 2016 obiekt został uznany za pomnik światowego dziedzictwa UNESCO. Za: Wikimedia Commons, *Usine Claude-et-Duval*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 85. Hala produkcyjna fabryki Claude-et-Duval w Saint-Dié-des-Vosges (region Wogezów we Francji), wytwarzającej dzianiny (skarpetki, pończochy, bielizna), ukończonej w roku 1951 według projektu Le Corbusiera. Za: *Magazine-DEZE-EN*, dostęp 14.07.2021.
- Ryc. 86. Typowy przykład realizacji przemysłowej z końca XX wieku w duchu technicznego racjonalizmu. Fragment elewacji hali produkcyjnej zakładu prefabrykacji łazienek Deba w Salzwedel w Saksonii-Anhalt (Niemcy). Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 87. Strefa wejściowa Szklanej Manufaktury koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Za: Wikimedia Commons, *Gläserne Manufaktur*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 88. Hol wejściowy Szklanej Manufaktury koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 89. Linia montażowa samochodów elektrycznych w Szklanej Manufakturze koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Fot. z materiałów informacyjnych *Volkswagen AG – Dresden*; dostęp 16.08.2021.
- Ryc. 90. Detal podwójnej, przeszklonej elewacji w Szklanej Manufakturze koncernu Volkswagen AG w Dreźnie. Fot. Maciej Złowodzki.

- Ryc. 91. Centrum Technologiczne McLaren (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem zrealizowane w roku 2004, według projektu lorda Normana Fostera i jego zespołu (Foster and Partners). Fot. ze zbiorów archiwum McLaren.
- Ryc. 92. Nocny widok architektury centrum technologicznego McLaren (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem z roku 2004. Fot. ze zbiorów archiwum McLaren.
- Ryc. 93. Elegancja i perfekcyjne wykonanie detalu architektonicznego w Centrum Technologicznym McLaren (McLaren Technology Centre) w Woking pod Londynem z roku 2004. Fot. ze zbiorów archiwum McLaren.
- Ryc. 94. Relacja z otaczającym, naturalnym środowiskiem Centrum Technologicznego McLaren (*McLaren Technology Centre*) w Woking pod Londynem z roku 2004. Fot. ze zbiorów archiwum McLaren.
- Ryc. 95. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA zrealizowany w roku 2016 według projektu zespołu: Bogusław Wórzeczka, Michał Taller, Filip Łapiński i Jakub Baczyński w widoku z lotu ptaka (fot. z materiałów Urzędu Miast Krakowa).
- Ryc. 96. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA w widoku z wysokości pieszego. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 97. Fragment instalacji technologicznej w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 98. Fragment elewacji Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 99. Detal konstrukcji obudowy w Zakładzie Termicznego Przekształcania Odpadów Krakowskiego Holdingu Komunalnego SA. Fot. Maciej Złowodzki.
- Ryc. 100. Widok zakładu firmy Pivexin Technology w miejscowości Nędza na Górnym Śląsku (powiat raciborski), zrealizowanego w roku 2018 według projektu pracowni MUS Architects – Adam Zwierzyński i Anna Porębska. Fot. z materiałów informacyjnych MUS Architects.
- Ryc. 101. Część magazynowa w fabryce Pivexin Technology w miejscowości Nędza (powiat raciborski) na Górnym Śląsku. Fot. z materiałów informacyjnych MUS Architects.
- Ryc. 102. Detal elewacji bocznej w fabryce Pivexin Technology w miejscowości Nędza (powiat raciborski) na Górnym Śląsku. Fot. z materiałów informacyjnych Mus Architects.
- Ryc. 103. Główne przejście na drugim poziomie w zakładzie produkcji win francuskiej firmy AXA-Millésimes w Disznókő pod Tarcalem w regionie Tokaju na Węgrzech. Obiekt zrealizowany w kierunku twórczym węgierskiej architektury organicznej w roku 1995, według projektu Dezso Eklera. Fot. Maciej Złowodzki.

SPIS TABEL

- Tab. 1. Minimalne szerokości prostych odcinków dróg transportowych dla pojazdów silnikowych wewnątrz zakładów produkcyjnych. Opracowanie: Wojciech Duliński (na podstawie Polskiej Normy N-M-78010:1968 Transport wewnętrzny – Drogi i otwory drzwiowe – Wytyczne projektowania).
- Tab. 2. Minimalne parametry geometryczne parkingów i miejsc postojowych w obrębie wewnętrznych układów komunikacyjnych. Opracowanie: Wojciech Duliński (na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie).
- Tab. 3. Minimalne wymiary miejsc postojowych oraz szerokości dróg dojazdowych w obrębie wewnętrznych układów komunikacyjnych. Opracowanie: Wojciech Duliński (na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie).

eISBN 978-83-67188-17-3



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki