

TITAN One Specification 2026

TITAN One – Performance Specification
Syngas Project sp. z o.o.

Design & Build Contract (FIDIC 2017 Plant & Design–Build)
Employer's Requirements – Part A: General Requirements
Version: Issue for Pricing

Date: _____

TITAN One – Specyfikacja Wydajnościowa
Syngas Project sp. z o.o.
Kontrakt Projektuj i Buduj (FIDIC 2017 – Plant & Design–Build)
Wymagania Zamawiającego – Część A: Wymagania Ogólne
Wersja: Wydanie na potrzeby wyceny

Data: _____



TMF Works

INTRODUCTION

The TMF Centre 5a produces FUELS CHEMICALS MATERIALS AND NUTRIENTS (FCMN) TITAN 2026 (Swing/Swing) has the capacity to produce a steady 25MW RNG LHV and 80,000 litres 2G EtOH daily. Space and facility are available for upgrading either of the outcomes in future by increasing the number of fermenters in a future ramp-up phase. For convenience of pricing, this section is divided into two parts:

1. The equipment and facilities located outside of the TMF on hard standing North 4c and elsewhere, specifically for enabling Sector 5.
2. The equipment and facilities located in each room and by technical room description, both descriptions are supported by BCIS tables that correspond with the pricing document

Centrum TMF 5a produkuje PALIWA, CHEMIKALIA, MATERIAŁY ORAZ SKŁADNIKI ODŻYWCZE (FCMN). Platforma TITAN w konfiguracji Swing/Swing posiada zdolność do stabilnej produkcji 25MW LHV odnawialnego metanu (RNG) oraz 80000 litrów dziennie etanolu drugiej generacji (2G EtOH). Dostępna przestrzeń oraz infrastruktura umożliwiają w przyszłości zwiększenie zdolności produkcyjnych w jednym lub obu kierunkach poprzez instalację dodatkowych fermentorów w kolejnej fazie rozbudowy. Dla celów wyceny i jednoznacznego określenia zakresu, niniejsza sekcja została podzielona na dwie części:

1. Urządzenia i instalacje zlokalizowane poza budynkiem TMF, w tym na Hardstanding North (Sektor 4C) oraz w innych obszarach zakładu, dedykowane obsłudze i umożliwieniu funkcjonowania Sektora 5.
2. Urządzenia i instalacje zlokalizowane w poszczególnych pomieszczeniach TMF, opisane poprzez techniczne charakterystyki pomieszczeń.

Oba zakresy są wspierane przez tabele BCIS, które bezpośrednio odpowiadają dokumentowi cenowemu załączonemu do niniejszej specyfikacji.

Room Core Purpose and Floor Area/Podstawowa funkcja pomieszczenia i powierzchnia użytk



TITAN One Specification 2026

Room	Room Name	Nazwa Pomieszczenia	Powierzchnia m ²
(i)	Reception TMF	Recepcja TMF	200
(ii)	Plant Room	Pomieszczenie Techniczne	150
(iii)	Fermentation Centre	Centrum Fermentacyjne	900
(iv)	Filter Room	Pomieszczenie Filtracji	150
(v)	Loading and Despatch	Załadunek i Wysyłka	150
(vi)	Visitors Gallery	Galeria Zwiedzających	150
(vii)	Control and Inoculation	Sterownia i Inokulacja	150
(viii)	Nursery	Inkubator Kultur	150
(*)	Central Corridor	Korytarz Główny	200

Design and guide specification of utility routing is clarified in the following tables
 Projektowe i wytyczne specyfikacji prowadzenia instalacji zostały doprecyzowane w poniższych tabelach

OVERHEAD UTILITIES / INSTALACJE GÓRNE – TMF AREAS

Ref	Utility / Instalacja	Height (m) / Wysokość (m)	Description (EN)	Opis (PL)
OH.01	Clean Steam Supply / Zasilanie parą czystą	4.5m	Serviceable below mezzanine slab; feeds JSVs & inoculators	Dostępna pod płytą antresoli; zasila naczynia JSV i inokulatory
OH.02	Broth In (from Sector 5B) / Dopływ bulionu (z Sektora 5B)	3.5m	Gravity-fed or pressurised supply to inoculators	Zasilanie grawitacyjne lub pod ciśnieniem do inokulatorów
OH.03	Broth Return (to Room IV) / Powrót bulionu (do Pokoju IV)	3.0m	Returns to biomass separation and CIP/SIP	Powrót do separacji biomasy i CIP/SIP
OH.04	Compressed Air / Powietrze sprężone	4.8m	Primary compressed air loop (dry zone + wet zone)	Główna linia powietrza sprężonego (strefa sucha i mokra)
OH.05	Nitrogen / Azot	4.8m	Purge & headspace inerting for vessels and broth	Do odpowietrzania i inertyzacji przestrzeni gazowej
OH.06	Data Bus (Fibre/Control) / Magistrala danych (światłowod/sterowanie)	5.5m	SCADA + BRAD connectivity overhead tray	Połączenia SCADA i BRAD na trasie sufitowej
OH.07	District Heat (Future) / Ciepło sieciowe (rezerwa)	5.2m	Stub for future heat recovery loop	Rezerwa pod przyszłą pętlę odzysku ciepła



TITAN One Specification 2026

OH.08	Condensate Return / Powrót kondensatu	3.2m	From sterilisation and steam heating loops	Z układów sterylizacji i ogrzewania parowego
-------	---------------------------------------	------	--	--

UNDERFLOOR UTILITIES / INSTALACJE PODZIEMNE – TMF AREAS

Ref	Utility / Instalacja	Route / Trasa	Description (EN)	Opis (PL)
UF.01	Electrical (Power/Control) / Zasilanie i sterowanie	Sector 4 → Plant Room I → Rooms III/IV	Power from Island 4 North via under-slab conduits	Zasilanie z Island 4 North przez kanały podposadzkowe
UF.02	Potable Water / Woda pitna	Ring main to Rooms III/IV	Treated domestic supply via insulated ducts	Uzdatniona woda pitna w kanałach izolowanych
UF.03	Wastewater Return / Powrót ścieków	From all TMF rooms to ACU	Process and washdown drainage	Odpiływy technologiczne i zmywające
UF.04	CIP/SIP Return / Powrót CIP/SIP	From Rooms III/IV to neutralisation	Return line from cleaning/sterilisation	Powrót z mycia i sterylizacji do neutralizacji
UF.05	Spent Broth / Bulion zużyty	Room III → Room IV → processing	Spent broth routed to biomass handling	Zużyty bulion kierowany do obsługi biomasy
UF.06	Foul Water / Ścieki sanitarne	Toilets and sinks (III/IV/V)	Connected to foul discharge network	Podłączone do kanalizacji sanitarnej
UF.07	Nitrogen / Azot	Parallel to overhead / pod równoległą trasą	Back-up line via underfloor	Linia zapasowa podposadzkowa
UF.08	Compressed Air / Powietrze sprężone	Parallel to nitrogen	Secondary compressed air loop	Druga linia powietrza sprężonego
UF.09	Control Signal Ducts / Kanały sterujące	Fibre/data backbones	Secure underfloor SCADA routing	Bezpieczne trasy SCADA pod posadzką

TITAN TMF Cost Guideline

Budget Based on Similar Projects and Noted Influences
(Used for appraisal, EPC benchmarking, and funding guidance)

Total Reference Budget: €38,000,000

Line	Category	% of Total	Value (€)	Description
------	----------	------------	-----------	-------------



TITAN One Specification 2026

1	Commissioned Modules (Main Supplier)	40%	€15,200,000	Complete TMF process units engineered, built, tested, and commissioned by the lead process supplier. Disassembled, shipped, and reassembled on site. Includes inoculators, gas conditioning, recycling loops, and analytical systems.
2	Specialist Packages (Vendors/ Subcontractors)	40%	€15,200,000	Packages sourced from specialist suppliers: gas compression, wastewater treatment, distillation systems. Integrated by the EPC contractor into the main process.
3	Piping and Connectors	10%	€3,800,000	On-site interconnecting systems (pipes, valves, fittings, trays, supports, E&I links). Supplied and installed under EPC scope.
4	Bespoke Works (Custom Fabrication)	10%	€3,800,000	Fabricated components specific to TITAN layout or site geometry, including vessels, manifolds, racks, or one-off interfaces. Built in workshop or on site under EPC supervision.

Notes:

- This structure reflects cost experience from comparable gas fermentation platforms, with typical supplier/EPC splits.
- The appraisal breakdown is indicative only and does not bind procurement or contract values.
- EPC packages will include final engineering, delivery coordination, installation, and commissioning scope.
- This allocation aids in benchmarking vendor offers, grant applications, and capital planning.

Wskaźnik Kosztów TMF TITAN

Budżet opracowany na podstawie podobnych projektów i znanych uwarunkowań
(Wykorzystywany do oceny kosztów, porównań EPC oraz wytycznych finansowania)

Łączny budżet referencyjny: 38,000,000EUR

Poz.	Kategoria	% całości	Wartość (€)	Opis
1	Moduły uruchomione (dostawca główny)	40%	15200000EUR	Kompleksowe jednostki procesu TMF projektowane, budowane, testowane i uruchamiane przez głównego dostawcę technologii. Dostarczane na miejsce w częściach, montowane i integrowane na placu budowy. Obejmuje m.in. inokulatory, grupę kondycjonowania gazu, układ recyklingu biomasy, pakiet analityczny.
2	Pakiety specjalistyczne (podwykonawcy/ dostawcy)	40%	15200000EUR	Zakupy od wyspecjalizowanych dostawców: sprężarki gazu, instalacje oczyszczania ścieków, układy destylacji. Instalacja i integracja wykonywana przez generalnego wykonawcę (EPC).
3	Rurociągi i połączenia technologiczne	10%	3800000EUR	Połączenia technologiczne na miejscu budowy: rurociągi, zawory, złączki, koryta kablowe, wsporniki, połączenia E&I. Dostarczane i montowane w ramach kontraktu EPC.



TITAN One Specification 2026

4	Prace jednostkowe (komponenty na zamówienie)	10%	3800000EUR	Komponenty wykonywane indywidualnie zgodnie z geometrią obiektu TITAN: zbiorniki, kolektory, ramy, łączniki. Produkcja w warsztacie lub na miejscu pod nadzorem EPC.
---	--	-----	------------	--

Uwagi:

- Struktura opiera się na doświadczeniach kosztowych z podobnych platform fermentacji gazowej, z typowym podziałem obowiązków między dostawców technologii i wykonawców EPC.
- Podział ten ma charakter poglądowy i nie stanowi podstawy do wyceny ofert ani kontraktów.
- Zakres EPC obejmuje finalne opracowanie projektu, koordynację dostaw, montaż oraz uruchomienie.
- Taki układ kosztów wspiera ocenę ofert, aplikacje grantowe oraz planowanie kapitałowe.

Part 1: Boiler House 4C North Hard Standing

The TITAN Boiler House is a dedicated enclosed shed located at the North end of the Hard Standing North canopy. It provides permanent housing for two high-capacity gas-fired steam boilers, with future allowance for a third. The boilers serve multiple downstream users, including the WGS process and the TMF fermentation–distillation systems in Sector 5a.

The structure measures 30m (L) × 8m (W) with an internal height of 6 m. It is steel-framed with insulated sandwich panels and daylight inserts, integrated into the canopy system. Two fire-rated roller shutter doors provide access for the delivery and maintenance of the boiler skid. The enclosure is fitted with full 3-phase power, strip and emergency lighting, and external floodlighting. Gas and fire detection is installed with a siren and a beacon.

The two boilers are dual-fuel 12–15t/h steam units, designed to run on RNG and header gas via a manifold system. Pipework connects the boiler outputs to the WGS reactor, the Steam Turbine, and the TMF Centre via overhead lagged headers. Starter bar pads and capped pipework are provided for a third boiler, enabling future capacity expansion. The structure is fitted with eye-wash and fire extinguisher units as standard.

Ref	Cross-Ref	Description	Notes
5N.BH.01	BH.01	Boiler House Shed – Steel Frame + Roof Canopy	30m × 8m enclosure; polycarbonate inserts; height 6m
5N.BH.02	BH.02	Roller Shutter Doors (x2)	4.0m wide x 4.5m high; fire rated; electric + manual
5N.BH.03	BH.03	Wall & Roof Panels – Insulated Sandwich Type	100mm PIR core; grey powder coat; vent louvres
5N.BH.04	BH.04	Power & Lighting Installation	3-phase distribution; emergency lighting; cable trays
5N.BH.05	BH.05	Fire & Gas Detection System	CO ₂ , CH ₄ , temp sensors; beacon + siren



TITAN One Specification 2026

5N.BH.06	BH.06	Steam Boiler Installation – Dual Gas-Fired Units	2x 12–15t/h; RNG + header gas manifold; skid-mounted
5N.BH.07	BH.07	Starter Bar Foundations – Future Boiler	For optional 3rd boiler; capped pipework
5N.BH.08	BH.08	Steam Header Piping to WGS / TMF / Turbine	Lagged pipe rack; north-facing
5N.BH.09	BH.09	Safety Equipment – Fire Extinguisher & Eye Wash	Powder & CO ₂ ; stainless floor-mounted
5N.BH.10	BH.10	EPC-ADD1	Reserved
5N.BH.11	BH.11	EPC-ADD2	Reserved

TITAN TMF Boiler & STG System Specification

Ref	Cross-Ref	Description	Remarks / Spec Details
5N.BH.20	BH.20	Superheated Steam Boiler – Lean Gas Recovery	3-burner water-tube boiler: 10t/h nominal (13t/h max); 45bar, 395°C; wall-tube type with 3 flue paths (2x superheaters, 2x convective evaporators, 2x economisers); mounted on concrete slab; insulated with Isoxal-wrapped rock wool
5N.BH.21	BH.21	Boiler Burners	Primary burner: lean gas (SG); secondary burners: natural gas (GN) and syngas; burner manifold and controls included
5N.BH.22	BH.22	STG – Steam Turbine Generator (Back-Pressure Type)	11t/h superheated steam input (45bar, 395°C); 10t/h output (10bar, 185°C); Woodward 3161 inlet governor; maintains stable rotor speed and turbine efficiency
5N.BH.23	BH.23	Alternator – Electrical Output	2MW net power at STG alternator terminals; ~16,000,000kWh/year production assuming 8500h/year uptime
5N.BH.24	BH.24	Pressurised Feedwater Tank with Degasser	4m ³ feedwater vessel at 1.5bar(a); accepts return condensates, make-up water, degassing steam; insulated and balanced for stable feedwater delivery
5N.BH.25	BH.25	Emergency Air Condenser System	Dual-stage bypass loop: desuperheats steam from 10bar/200°C to 1.05bar/95°C; activates during STG or plant downtime; steam routed to air condenser; antifreeze protection via steam + electric backup
5N.BH.26	BH.26	External Steam Pipeline (DN100)	DN100 alloy steel pipe; insulated with rock wool in Isoxal casing; spans ~250m overhead; max 10t/h slightly superheated steam (10bar, 200°C) to distillation unit
5N.BH.27	BH.27	External Condensate Return (DN80)	DN80 return line from distillation; insulated with mineral wool and Isoxal casing; routed on same rack as steam pipe
5N.BH.28	BH.28	Instrumentation & Control	Includes metering stations (steam/condensate), control valves, sensors, SCADA integration; turbine inlet control and boiler supervisory systems

TITAN One Specification 2026

5N.BH.29	BH.29	Steel Structures & Access Platforms	Walkways, access ladders, pipe bridges, consoles and structural supports for boiler, STG, tanks, and lines
----------	-------	-------------------------------------	--

Część 1- Budynek Kotłowni

Kotłownia TITAN to dedykowany budynek zlokalizowany na południowym krańcu utwardzonej nawierzchni północnej (Hard Standing North), w obrębie zadaszzonego obszaru. Zapewnia ona stałe zadaszenie dla dwóch wysokowydajnych kotłów parowych opalanych gazem, z rezerwą miejsca pod trzeci kocioł. Kotły dostarczają parę wodną do reaktora WGS oraz procesów fermentacji i destylacji TMF w Sektorze 5a.

Budynek ma wymiary 30m (dł.) × 8m (szer.) i 6m wysokości wewnętrznej. Konstrukcja stalowa, z izolowanymi panelami typu sandwich i świetlikami dachowymi. Dwa bramy rolowane ognioodporne umożliwiają dostęp do kotłów. Wewnątrz znajdują się instalacje zasilania trójfazowego, oświetlenie awaryjne i przemysłowe oraz zewnętrzne oświetlenie LED.

Zainstalowane zostaną dwa kotły parowe 12–15t/h, przystosowane do spalania biogazu (RNG) i gazu z głowicy (header gas) w układzie kolektorowym. Rurociągi doprowadzają parę do reaktora WGS, turbiny parowej oraz centrum TMF przez izolowane przewody podwieszane. Fundamenty i uzbrojenie dla trzeciego kotła zostaną wykonane jako opcja przyszłościowa. Budynek wyposażony jest w gaśnice i urządzenia BHP (myjki oczu).

Ref	Cross-Ref	Opis	Uwagi
5N.BH.01	BH.01	Hala Kotłowni – konstrukcja stalowa + dach	30m × 8m; panele świetlikowe; wys. 6m
5N.BH.02	BH.02	Bramy rolowane (2 szt.)	4,0m × 4,5m; ognioodporne; elektryczne + awaryjne
5N.BH.03	BH.03	Ściany i dach – panele typu sandwich	Rdzeń PIR 100mm; lakier proszkowy; kratki wentylacyjne
5N.BH.04	BH.04	Instalacja elektryczna i oświetlenie	Zasilanie 3-fazowe; oświetlenie awaryjne
5N.BH.05	BH.05	System detekcji gazu i pożaru	Czujniki CO ₂ , CH ₄ , temp.; sygnalizacja świetlna-dźwiękowa
5N.BH.06	BH.06	Kotły parowe – instalacja dwóch jednostek	2× 12–15t/h; RNG + header gas; montaż na ramach
5N.BH.07	BH.07	Fundamenty pod 3. kocioł – rezerwa	Przygotowane startery + podłączenia rurociągów
5N.BH.08	BH.08	Rurociągi parowe do WGS / TMF / Turbiny	Izolowane; prowadzone na północ
5N.BH.09	BH.09	Wyposażenie BHP – gaśnice + myjka oczu	Gaśnice proszkowe + CO ₂ ; myjka stalowa
5N.BH.10	BH.10	EPC-ADD1	Zarezerwowane
5N.BH.11	BH.11	EPC-ADD2	Zarezerwowane

Specyfikacja systemu kotła i STG – TITAN TMF



TITAN One Specification 2026

Ref	Cross-Ref	Opis (PL)	Uwagi techniczne
5N.BH.20	BH.20	Kocioł pary przegrzanej – odzysk gazu ubogiego	Kocioł wodnorurkowy 3-palnikowy: 10t/h nominalnie (13t/h max); 45bar, 395°C; typ ścian wodnych z 3 ciągami spalinowymi (2x przegrzewacze, 2x parowniki konwekcyjne, 2x ekonomizery); posadowiony na płycie betonowej; izolacja z mat z wełny skalnej w płaszczu Isoxal
5N.BH.21	BH.21	Palniki kotła	Palnik główny: gaz ubogi (SG); palniki pomocnicze: gaz ziemny (GN) i gaz syntezowy; w zestawie kolektor palnikowy i sterowanie
5N.BH.22	BH.22	STG – Generator turbiny parowej (typ przeciwnieprężny)	Dopływ pary przegrzanej: 11t/h (45bar, 395°C); wyjście: 10t/h (10bar, 185°C); regulacja wlotowa: regulator Woodward 3161; stabilizacja obrotów i wydajności turbiny
5N.BH.23	BH.23	Alternator – Moc elektryczna	Moc netto: 2MW na zaciskach alternatora STG; roczna produkcja energii: ok. 16 000 000kWh przy dostępności 8500h/rok
5N.BH.24	BH.24	Zbiornik wody zasilającej pod ciśnieniem z odgazowywaczem	Zbiornik 4m³, 1.5bar(a); odbiera kondensaty procesowe i z chłodnicy powietrznej, wodę uzupełniającą i parę do odgazowania; izolowany, zbilansowany hydraulicznie
5N.BH.25	BH.25	System awaryjny – chłodnica powietrzna	Dwustopniowy bajpas: obniżenie temperatury i ciśnienia pary z 10bar/200°C do 1.05bar/95°C; uruchamiany przy postoju STG lub procesu; zawór próbkujący dla procesu EtOH; zabezpieczenie przeciwzamrażaniowe: para + zasilanie elektryczne
5N.BH.26	BH.26	Zewnętrzna linia pary (DN100)	Rura DN100 ze stali stopowej, izolowana wełną skalną, płaszcz Isoxal; długość ~250m w prowadzeniu nadziemnym; maks. przepływ 10t/h pary lekko przegrzanej (10bar, 200°C) do instalacji destylacyjnej
5N.BH.27	BH.27	Powrót kondensatu (DN80)	Linia powrotna DN80 z destylacji; izolacja z wełny mineralnej + płaszcz Isoxal; prowadzenie na tym samym racku co para
5N.BH.28	BH.28	Instrumentacja i automatyka	Stacje pomiarowe (para/kondensat), zawory regulacyjne, czujniki, integracja z SCADA, sterowanie dopływem do turbiny i kontrola kotła
5N.BH.29	BH.29	Konstrukcje stalowe i platformy serwisowe	Pomosty, drabiny, estakady rurowe, konsole i ramy wsporcze pod urządzenia parowe i zbiorniki

Part 2: Water Gas Shift (WGS) Unit 4C North Hard Standing

The WGS Unit at TITAN One is a skid-mounted modular system installed on the Hard Standing North, directly adjacent to the Boiler House and within 15m of the Steam Turbine and Sector 5a Fermentation Centre. Its purpose is to upgrade hydrogen-rich Producer Gas by reacting CO with steam to produce additional H₂ via the Water Gas Shift Reaction. The output is used for RNG methanation (Electrochaea) and potentially other hydrogen applications.



TITAN One Specification 2026

The WGS Unit is fed with:

- Steam from the Boiler House (lagged pipe over canopy),
- Producer Gas from the ANKUR HPG Island 2 header line,
- Power and control via the CC ducting spine.

It includes:

- A multi-stage catalytic shift reactor skid (HT and LT zones),
- Steam input manifold, valves, and pressure controls,
- Heat recovery system for energy efficiency,
- SCADA-connected instrumentation for continuous monitoring and remote operation.

The WGS system is housed in a purpose-built 6m × 12m steel shed under the canopy. The structure includes side access doors, roof vents, ATEX-rated ventilation, and local fire/gas detection. The output gas line is routed directly to the RNG methanation connection manifold near the Electrochaea unit.

Ref	Cross-Ref	Description	Notes
5N.WGS.01	WGS.01	WGS Enclosure Shed – Steel Frame + Roof	6m × 12m under canopy; side doors + vents
5N.WGS.02	WGS.02	Fire-Rated Door and Access System	Insulated double steel doors + panic bar
5N.WGS.03	WGS.03	ATEX Ventilation & Roof Extraction	ATEX-certified roof vents + axial fans
5N.WGS.04	WGS.04	Fire & Gas Detection System	Integrated with TITAN SCADA system
5N.WGS.05	WGS.05	Power & Lighting Installation	3-phase; SCADA-ready; emergency lighting
5N.WGS.06	WGS.06	Steam Supply Line from Boiler House	Insulated line with valve set + trap
5N.WGS.07	WGS.07	Producer Gas Supply Line (from HPG2)	From Island 2 header; with shutoff + meter
5N.WGS.08	WGS.08	WGS Reactor Skid – HT + LT Stages	Dual-stage catalyst beds; pre-mounted
5N.WGS.09	WGS.09	Heat Recovery Unit – WGS Integration	Pre-mounted on skid; controls included
5N.WGS.10	WGS.10	SCADA Controls & Monitoring	Onboard + bus connection to Control Room 5A
5N.WGS.11	WGS.11	Output Line to Methanation Unit	Includes pressure valve + header connection
5N.WGS.12	WGS.12	EPC-ADD1	Reserved
5N.WGS.13	WGS.13	EPC-ADD2	Reserved

Część 2: Jednostka WGS

Jednostka WGS na obiekcie TITAN One to modułowy układ montowany na płycie fundamentowej Hard Standing North, bezpośrednio obok kotłowni i w odległości 15m od turbiny parowej i centrum fermentacji 5a. Celem systemu jest wzbogacenie gazu syntezowego poprzez reakcję CO z parą wodną, co umożliwi zwiększenie zawartości wodoru w procesie metanizacji (RNG) oraz w innych zastosowaniach.



TITAN One Specification 2026

Dostarczane media:

- Para wodna z kotłowni (rura izolowana),
- Gaz syntezowy z kolektora wyspowego ANKUR (Island 2),
- Zasilanie i sterowanie przez kanał CC.

Skład zestawu:

- Reaktor katalityczny WGS (strefa wysoka i niska temp.),
- Kolektor pary, zawory, regulatory ciśnienia,
- System odzysku ciepła dla podniesienia sprawności,
- Pełna integracja z systemem SCADA TITAN.

WGS jest zainstalowany w dedykowanym budynku 6m × 12m pod zadaszeniem, z wentylacją ATEX, drzwiami stalowymi, czujnikami gazu i pożaru oraz lokalną sygnalizacją. Gaz wyjściowy jest przesyłany bezpośrednio do zespołu metanizacji (Electrochaea).

Ref	Cross-Ref	Opis	Uwagi
5N.WGS.01	WGS.01	Obudowa WGS – konstrukcja stalowa + dach	6m × 12m; drzwi boczne; pod zadaszeniem
5N.WGS.02	WGS.02	Drzwi stalowe ognioodporne z dostępem	Podwójne drzwi + zamek awaryjny
5N.WGS.03	WGS.03	Wentylacja ATEX + wyciąg dachowy	Certyfikowane; wentylatory osiowe
5N.WGS.04	WGS.04	System detekcji gazu i pożaru	Zintegrowany z systemem SCADA
5N.WGS.05	WGS.05	Instalacja elektryczna + oświetlenie	Trójfazowe; awaryjne; SCADA-ready
5N.WGS.06	WGS.06	Zasilanie parą z kotłowni	Izolowana rura + zawór + odpowietrznik
5N.WGS.07	WGS.07	Zasilanie gazem syntezowym (HPG2)	Z kolektora; zawór + licznik
5N.WGS.08	WGS.08	Reaktor WGS – dwa stopnie HT i LT	Zainstalowany na ramie
5N.WGS.09	WGS.09	Jednostka odzysku ciepła – WGS	Zintegrowana ze sterowaniem
5N.WGS.10	WGS.10	Sterowanie SCADA i monitoring	Lokalne + połączenie z CR 5A
5N.WGS.11	WGS.11	Rurociąg wyjściowy do metanizacji	Zawór + przyłącze do kolektora
5N.WGS.12	WGS.12	EPC-ADD1	Zarezerwowane
5N.WGS.13	WGS.13	EPC-ADD2	Zarezerwowane

Part 3 Steam Turbine/Steam Turbine Shed 4C North Hard Standing

Sector 4C – Steam Turbine Shed, Steam Turbine System



TITAN One Specification 2026

The Steam Turbine Shed is a dedicated infrastructure element integrated into the TITAN energy and process utility network. It is constructed within the reinforced hard-standing slab on Sector 4C (Hard Standing North), beneath the planned open steel canopy.

- The shed footprint is 6.0m wide × 20.0m long, forming a controlled environment for the turbine, alternator, and degasser skids.
- The structure is located directly opposite the Fermentation Centre (Sector 5A) and enables overhead pipe routing for process steam transfer to Rooms III and IV, both of which are within the blast zone.
- The shed may be designed to co-house the steam boiler skid and WGS reactor skid, forming a consolidated heat and process gas island.
- The concrete slab includes integrated earthing, utility stub-outs, and SCADA duct connections.
- A minimum roof height of 5.0m is maintained to permit access for installation/removal by gantry or mobile crane.
- Overhead pipe bridge supports are installed to carry the steam manifold, insulated and routed through Plant Room (ii) and the blast wall into Room III (Fermentation Hall).

Steam Turbine, Alternator, Degasser Skid Package

The TITAN platform includes a modular, back-pressure steam turbine system with the following integrated skids:

1. Steam Turbine Skid:

- Inlet: 45bar, 395°C superheated steam
- Outlet: 10bar, 185°C steam (remains above saturation to prevent condensation)
- Nominal flow: 11t/h input → 10t/h output
- Inlet regulation: Woodward 3161 governor (or equivalent)
- Designed for the continuous supply of process steam to TMF & RNG systems

2. Alternator Skid:

- Directly coupled to the turbine output shaft
- Net electrical output: 2.0MW (read at terminals)
- Connection to TITAN CC cable system (5m cable run)
- Annual production: ~16,000,000kWh at 8500h/year availability

3. Degasser Skid:

- 4.0m³ pressurised tarp with 1.5bar(a) pressure
- Receives condensate returns from the process and air condenser
- Injects low-pressure steam for O₂ removal
- Discharges feed water to the boiler + vents dissolved gases to the drain

All units are controlled via local SCADA modules and connected to the CC duct fibre ring, linking to the Control Room in Sector 2a and the Main SCADA Room in Sector 5a (Room VII).



TITAN One Specification 2026

Ref	Cross-Ref	Description	Remarks
4C.ST.01	CC.4C.01	Construction of Steam Turbine Shed (6×20m)	Reinforced slab, containment bund, canopy tie-ins, earthing, utility routing
4C.ST.02	CC.4C.02	Structural steel framing & roof covering	5m clear height, integration with canopy
4C.ST.03	CC.4C.03	Access doors, lighting, ventilation	Insulated roller shutter, task lighting, natural and forced air
4C.ST.04	CC.4C.04	Steam Turbine Skid	45→10 bar, 2MW net power, SCADA control
4C.ST.05	CC.4C.05	Alternator Skid	Direct-coupled, 2.0MW output, 5m cable to CC
4C.ST.06	CC.4C.06	Degasser Skid	4.0m³ pressurised, condensate loop treatment
4C.ST.07	CC.4C.07	Local SCADA integration	Skid-level control panels, CC duct interface
4C.ST.08	CC.4C.08	Overhead pipe bridge supports (steam line)	Routed via Plant Room (ii) to Room III/IV manifold
4C.ST.09	CC.4C.09	EPC-ADD1	Reserved EPC installation item
4C.ST.10	CC.4C.10	EPC-ADD2	Reserved EPC installation item

Szopa Turbiny Parowej

Szopa turbiny parowej jest dedykowaną jednostką infrastrukturalną zintegrowaną z systemem energii i mediów procesowych TITAN One. Konstrukcja zlokalizowana jest na utwardzonym fundamencie w Sektorze 4c (Hard Standing North), pod planowanym dachem stalowym.

- Powierzchnia: 6,0m szerokości × 20,0m długości
- Zlokalizowana naprzeciwko Centrum Fermentacji (Sektor 5a)
- Umożliwia górne prowadzenie rur parowych do pomieszczeń III i IV (strefa wybuchowa)
- Może współmieścić kocioł parowy oraz reaktor WGS
- Fundament z uziemieniem, przepustami SCADA i zasilaniem
- Minimalna wysokość dachu: 5,0m (montaż dźwigiem lub suwnicą)
- Mostki rurowe prowadzą parę przez Pomieszczenie (ii) → ścianę ogniową → Pomieszczenie III (Fermentacja)

Zespół Skidów: Turbina, Alternator, Degazer

System TITAN obejmuje modułową turbinę parową przeciwcisnieniową z następującymi skidami:

Turbina parowa:

- Wejście: 45bar, 395°C
- Wyjście: 10bar, 185°C
- Przepływ: 11t/h → 10t/h
- Regulator: Woodward 3161
- Ciągła dostawa pary procesowej

Alternator:



TITAN One Specification 2026

- Sprzężony bezpośrednio z turbiną
- Moc netto: 2,0MW
- Podłączenie: kabel 5m do systemu CC
- Roczna produkcja: ~16000000kWh

Degazer:

- Objętość: 4,0m³, ciśnienie 1,5bar(a)
- Zasilanie: kondensaty powrotne + para niskociśnieniowa
- Wyjście: woda zasilająca + gaz do kanalizacji

Sterowanie odbywa się lokalnie na skidach i przez magistralę SCADA w kanałach CC – z połączeniem do Sterowni 2a oraz Głównego SCADA w 5a (Pomieszczenie VII).

Ref	Cross-Ref	Opis	Uwagi
4C.ST.01	CC.4C.01	Budowa Szopy Turbiny Parowej (6×20m)	Wzmocniona płyta, opaski ochronne, integracja z dachem, uziemienie
4C.ST.02	CC.4C.02	Konstrukcja stalowa i pokrycie dachowe	5m światła, montaż pod dachem
4C.ST.03	CC.4C.03	Drzwi, oświetlenie, wentylacja	Brama segmentowa, oświetlenie zadaniowe, wentylacja mieszana
4C.ST.04	CC.4C.04	Skid Turbiny Parowej	45→10 bar, 2MW netto, sterowanie SCADA
4C.ST.05	CC.4C.05	Skid Alternatora	Sprzężony, 2,0MW, kabel 5m do CC
4C.ST.06	CC.4C.06	Skid Degazera	4,0m ³ , uzdatnianie kondensatu
4C.ST.07	CC.4C.07	Integracja z SCADA lokalnie	Panele kontrolne, interfejs SCADA
4C.ST.08	CC.4C.08	Mostki rurowe (para)	Trasa: Pom. (ii) → Pom. III/IV
4C.ST.09	CC.4C.09	EPC-ADD1	Pozycja rezerwowa EPC
4C.ST.10	CC.4C.10	EPC-ADD2	Pozycja rezerwowa EPC

Part 4: Air Condenser 4c North Hard Standing

The TITAN plant includes an Air Condenser system positioned at the northern edge of the turbine shed (Sector 4c), either on an elevated platform or on the shed roof. Its purpose is to condense steam during emergency or non-process conditions.

The system activates in two main scenarios:

- Scenario A: The turbine is offline (e.g. maintenance or failure), but the process line continues to demand steam (e.g. for WGS or distillation). In this case, the bypass manifold redirects



TITAN One Specification 2026

superheated steam (10 bar, 200°C) through a staged de-superheating and expansion sequence. A portion is extracted for ethanol separation; the remainder is expanded to 1.05 bar at ~95°C and sent to the air condenser for condensation and closed-loop return.

- Scenario B: The entire process line is idle. In this case, all steam is routed to the condenser via the second bypass path, expanded from 10 bar/185°C to 1.05 bar/95°C.

The condenser includes dual antifreeze protection:

- Primary source: electric heaters
 - Secondary source: residual low-pressure steam
- If both fail, the condenser drains automatically and isolates itself.

The unit includes automatic drain valves, condensate traps, SCADA integration, and corrosion-resistant structure suitable for harsh environments.

Air Condenser – Specification Note

Function and Purpose

The air condenser is a critical safety and process control element of the TITAN platform, designed to dissipate up to 20 MW of thermal energy in steam during bypass or emergency shutdown conditions. It is not used in continuous operation, but must be capable of handling full steam output when the turbine is offline or when the fermentation/distillation processes are inactive.

Location: The air condenser will be installed on Hard Standing North (Sector 4C). Its most likely position is on the roof of the turbine shed, directly above the Steam Turbine, Alternator, and Degasser skids. This ensures vertical alignment with the bypass line and short pipe runs for condensate return. The rack supporting the condenser will be designed to withstand vibration, thermal movement, and weather exposure.

Capacity and Operating Conditions

- Design capacity: up to 20 MW thermal dissipation
- Steam flow: up to 10 tonnes/hour at 10 bar, 200°C, reduced to 1.05 bar, 95°C before condensation
- Dual-mode antifreeze protection: Steam and Electric
- Automatic fail-safe: condensate dump and shutdown if both antifreeze sources fail
- External piping: DN100 (steam) and DN80 (condensate), both insulated with rock wool and clad in ISOXAL casing, installed on the overhead pipe rack

Dimensions and Structure

- Estimated dimensions: 10–15 m (L) × 3–4 m (H) × 2–3 m (W)
- Structure: prefabricated condenser frame with integrated fan banks and weatherproof housing
- Support: installed on a dedicated steel platform with vibration dampers and access catwalks



TITAN One Specification 2026

Additional Notes

The system is integrated into TITAN's SCADA and alarm system. It is only activated during turbine or process downtime to maintain safe boiler operation and pressure management.

Part 4 – Air Condenser

Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
6.1.5.01	ACU.STEAM.01	Supply and installation of air condenser unit, 20 MW thermal dissipation capacity, roof-mounted on Turbine Shed	Includes frame, fan banks, casing, electrical, antifreeze
6.1.5.02	ACU.STEAM.02	Structural platform and vibration dampers for air condenser unit, with access walkways and maintenance ladder	Hot dip galvanised steel; weatherproof for external use
6.1.5.03	ACU.STEAM.03	Bypass steam expansion and desuperheating system (2-stage), 10 bar to 1.05 bar, incl. valves, instrumentation	Includes sampling point for EtOH process before final expansion
6.1.5.04	ACU.STEAM.04	DN100 steam pipe (10 bar, 200°C) with rockwool insulation and ISOXAL casing, 250 m installed on external pipe rack	Pipe capacity 6.5–10 t/h; overhead routing
6.1.5.05	ACU.COND.01	DN80 condensate return pipe, insulated and ISOXAL-clad, routed overhead to condensate return header	Follows same rack as steam pipe
6.1.5.06	ACU.STEAM.05	Dual antifreeze protection system – steam trace and electric trace, with automatic shut-off and condensate dump safety	Auto-drain system if both protections fail
6.1.5.07	ACU.SCADA.01	SCADA integration, remote sensor connections and emergency notification system	Local and remote alarms via Sectors 2A and 5A Control Rooms
6.1.5.08	EPC-ADD4	EPC Contractor Optional Addition – full condenser system design and M&E integration	Optional if EPC procures alternative condenser system

Część 4: Skraplacz Powietrzny

Instalacja TITAN obejmuje skraplacz powietrzny zlokalizowany na północnej krawędzi budynku turbiny (Sektor 4C), zamontowany na dachu lub na platformie wyniesionej. Jego zadaniem jest kondensacja pary wodnej w sytuacjach awaryjnych lub podczas postoju instalacji technologicznej.

System aktywuje się w dwóch głównych scenariuszach:

- Scenariusz A: Turbina jest wyłączona (np. konserwacja lub awaria), ale linia procesowa nadal wymaga pary (np. dla WGS lub destylacji). W takim przypadku para przegrzana (10 bar, 200°C) jest kierowana na obejście, gdzie następuje jej stopniowe rozprężenie i odparowanie. Część zostaje pobrana do separacji etanolu, reszta jest rozszerzana do 1,05 bar i ~95°C i trafia do skraplacza.
- Scenariusz B: Linia procesowa jest całkowicie zatrzymana. Całość pary trafia do skraplacza przez drugą linię obejścia.

Skraplacz wyposażony jest w podwójny system ochrony przed zamarzaniem:



TITAN One Specification 2026

- Główne źródło: grzałki elektryczne
 - Źródło zapasowe: para niskociśnieniowa
- W przypadku awarii obu systemów następuje automatyczne opróżnienie i izolacja skraplacza.

Jednostka zawiera automatyczne zawory spustowe, pułapki kondensatu, integrację z systemem SCADA oraz odporną na korozję konstrukcję dostosowaną do trudnych warunków zewnętrznych.

Kondensator Powietrzny – Nota Specyfikacyjna

Funkcja i Przeznaczenie

Kondensator powietrzny to kluczowy element zabezpieczający i sterujący procesami w instalacji TITAN. Jego zadaniem jest rozpraszanie do 20 MW energii cieplnej w postaci pary w sytuacjach awaryjnych lub podczas pracy obejściowej. Kondensator nie działa w trybie ciągłym, ale musi być w stanie obsłużyć całkowity przepływ pary, gdy turbina parowa jest wyłączona lub proces fermentacji/destylacji jest zatrzymany.

Lokalizacja: Kondensator zostanie zainstalowany na utwardzonym placu północnym (Sektor 4C). Najbardziej prawdopodobne miejsce montażu to dach wiaty turbiny, bezpośrednio nad zespołem turbina–alternator–odgazowywacz. Umożliwia to pionowe połączenie z linią obejściową i minimalizuje długość rurociągów kondensatu. Konstrukcja wsporcza zostanie zaprojektowana z uwzględnieniem drgań, rozszerzalności cieplnej i warunków atmosferycznych.

Wydajność i Warunki Pracy

- Wydajność projektowa: do 20 MW rozproszenia ciepła
- Przepływ pary: do 10 ton/godz. przy 10 barach, 200°C, redukowane do 1,05 bara, 95°C przed kondensacją
- Dwukanałowa ochrona przeciwzamrożeniowa: para i zasilanie elektryczne
- Automatyczne zabezpieczenie: zrzut kondensatu i wyłączenie, jeśli obie formy ochrony zawiodą
- Rurociągi zewnętrzne: DN100 (para) i DN80 (kondensat), izolowane wełną skalną i osłonięte płaszczem ISOXAL, montowane na zewnętrznej estakadzie

Wymiary i Konstrukcja

- Wymiary szacunkowe: 10–15 m (dł.) × 3–4 m (wys.) × 2–3 m (szer.)
- Konstrukcja: prefabrykowana rama kondensatora z zespołami wentylatorów i obudową odporną na warunki atmosferyczne
- Wsparcie: montaż na stalowej platformie z tłumikami drgań i podestami serwisowymi

Uwagi Dodatkowe

System zostanie zintegrowany z układem SCADA TITAN oraz systemem alarmowym. Aktywowany tylko w przypadku awarii turbiny lub zatrzymania procesów, w celu zapewnienia bezpiecznej pracy kotłów i kontroli ciśnienia.

TITAN One Specification 2026

Część 4 – Skraplacz Powietrzny (Air Condenser)

Ref	Pricing Ref	Opis	Uwagi
6.1.5.01	ACU.STEAM.01	Dostawa i montaż skraplacza powietrznego o mocy rozpraszania ciepłego 20 MW, montowanego na dachu hali turbiny	Obejmuje konstrukcję nośną, zespoły wentylatorów, obudowę, instalację elektryczną oraz zabezpieczenie przeciwzamrożeniowe
6.1.5.02	ACU.STEAM.02	Konstrukcja platformy nośnej oraz tłumiki drgań pod skraplacz powietrzny, z pomostami serwisowymi i drabiną dostępową	Konstrukcja stalowa ocynkowana ogniowo, przystosowana do warunków zewnętrznych
6.1.5.03	ACU.STEAM.03	Układ obejścia pary z dwustopniową redukcją i odgazowaniem (desuperheating), z 10 bar do 1,05 bar, wraz z armaturą i aparaturą kontrolno-pomiarową	Obejmuje punkt poboru pary dla procesu produkcji etanolu przed końcową redukcją
6.1.5.04	ACU.STEAM.04	Rurociąg parowy DN100 (10 bar, 200°C) z izolacją z wełny mineralnej i płaszczem ISOXAL, długość ok. 250 m, prowadzony na zewnętrznym estakadzie	Zdolność przesyłu 6,5–10 t/h; trasa napowietrzna
6.1.5.05	ACU.COND.01	Rurociąg powrotu kondensatu DN80, izolowany, z płaszczem ISOXAL, prowadzony napowietrznie do kolektora kondensatu	Prowadzony równolegle do rurociągu parowego
6.1.5.06	ACU.STEAM.05	Podwójny system ochrony przeciwzamrożeniowej – grzanie parowe oraz elektryczne, z automatycznym odcięciem i awaryjnym zrzutem kondensatu	Automatyczne opróżnienie układu w przypadku awarii obu źródeł ochrony
6.1.5.07	ACU.SCADA.01	Integracja z systemem SCADA, podłączenie czujników lokalnych oraz system powiadamiania awaryjnego	Alarmy lokalne i zdalne – Sterownie Sektorów 2A i 5A
6.1.5.08	EPC-ADD4	Opcjonalny zakres EPC – pełne zaprojektowanie systemu skraplacza oraz integracja M&E	Opcja stosowana w przypadku alternatywnego rozwiązania EPC

Part 5 Nitrogen Supply System

5.1 Introduction and Design Basis (300 Nm³/hr PSA Max)

Nitrogen is a critical site-wide utility within TITAN, providing inerting, purging, and process protection across hydrogen producer gas (HPG), TMF, WGS, fermentation, and tanking systems. The nitrogen system is fundamental to the safe operation, maintenance, and availability of the plant and is treated as a core utility rather than an auxiliary service.

The primary function of the nitrogen system is to prevent oxygen ingress and the formation of flammable or explosive atmospheres within gas-handling systems. Nitrogen is used for commissioning purges, maintenance isolation, re-inerting following intervention, and controlled depressurisation of process pipework. In addition, nitrogen is utilised within the TMF Fermentation Centre and associated external fermentation and WGS systems for process protection, vessel inerting, and operational



TITAN One Specification 2026

safety. Nitrogen is also required for inerting and purging of ethanol handling, tanking, and loading systems.

The nitrogen demand associated with purging and inerting the HPG Bus represents the highest instantaneous flow requirement on the site and therefore governs the sizing of nitrogen production, compression, and primary distribution infrastructure. Continuous nitrogen consumption within fermentation, WGS, and tanking systems is comparatively low and does not drive system capacity.

The nitrogen system is therefore designed around intermittent, high-duty purge events combined with lower, sustained operational demands.

All nitrogen production for TITAN is provided from a single, central nitrogen generation and supply facility. Locating nitrogen production on one skid avoids duplication of compression and drying equipment, reduces maintenance burden, simplifies control, and minimises overall energy consumption. Redundancy, where required, is achieved within the central system rather than through multiple distributed units.

The nitrogen production infrastructure is located at the southern end of the North Hardstanding in Sector 4. This location provides direct access to the largest nitrogen demand users while maintaining safe separation from gasification islands and allowing efficient routing of nitrogen distribution pipework across the site.

From the central nitrogen facility, nitrogen is distributed via three functional distribution circuits, all supplied from the same source:

- A high-capacity nitrogen header running parallel to the HPG Bus above head height along Sector 4, sized for HPG Bus purging and inerting and serving WGS and external TMF / RNG systems
- A process nitrogen header supplying the TMF Fermentation Centre (Sector 5A), providing controlled nitrogen supply for internal fermentation and process protection duties
- A logistics nitrogen header routed via the ethanol pipe corridor, providing inerting and purging capability to Sector 6 tanking, loading, and ethanol handling systems

In addition, a central nitrogen distribution line runs parallel to the main site road and provides branch connections at the mezzanine level to individual HPG lines at Sector 4a Islands One and Two. These connections allow localised purging and inerting of individual lines without requiring depressurisation of the entire HPG Bus.

The nitrogen system is designed to allow sectional purging and isolation. Individual plant areas can be inerted, maintained, and returned to service independently, while other areas remain operational. Nitrogen injection points, isolation valves, and purge connections are provided at defined locations to support this operational philosophy.

Nitrogen system capacity is sized to achieve controlled purging of the governing HPG Bus section within a defined, non-emergency time envelope, while maintaining supply to essential background users. The system is not designed for simultaneous full-scale purging of all plant areas. Purge operations are procedural, staged, and controlled to minimise peak flow and compressor energy demand.

Energy consumption is reduced by adopting the following principles:



TITAN One Specification 2026

- A single nitrogen generation and compression system rather than multiple distributed skids
- Use of distribution line volume (line-pack) as inherent buffering, reducing instantaneous compressor demand
- Controlled purge sequencing rather than uncontrolled blowdown
- Avoidance of unnecessary local nitrogen storage vessels
- Nitrogen purity is specified only to the level required for inerting and safety, not laboratory or ultra-high purity

Under no circumstances is air permitted to enter the HPG Bus, TMF gas feed systems, WGS units, fermentation systems, or associated branch pipework. Nitrogen purging is mandatory prior to opening any part of these systems, and purge operations are monitored and controlled in accordance with TITAN operating procedures.

This nitrogen supply system forms a critical safety and operability backbone for TITAN One and is designed to be robust, energy-efficient, and scalable to future site expansion without fundamental redesign.

5.2 The nitrogen generation skid

The nitrogen generation skid provides the sole source of nitrogen for the TITAN One site and is designed as a centralised, industrial-grade utility system. Nitrogen is generated on site to avoid dependence on delivered liquid nitrogen and to minimise operating cost, logistics risk, and carbon intensity.

The nitrogen generation system is sized to meet the governing purge duty associated with inerting and purging the HPG Bus, while simultaneously supplying lower-duty continuous and intermittent users within TMF, WGS, fermentation, and tanking systems. The system is not sized for simultaneous full-plant purging; purge operations are procedural and staged.

Nitrogen purity is specified only to the level required for inerting and oxygen displacement in combustible gas systems. Ultra-high purity nitrogen is not required and shall not be provided. The nitrogen system shall be optimised for reliability, energy efficiency, and ease of maintenance. The nitrogen generation skid is located at the southern end of the North Hardstanding in Sector 4, providing efficient access to the highest nitrogen demand users and minimising distribution distances for high-flow purge duties.

5.3 Nitrogen Compression Drying and Controls

Nitrogen produced by the generation skid is compressed, dried, and conditioned before distribution. Compression capacity is sized to support the peak purge flow requirement without excessive oversizing, relying on purge sequencing and distribution line-pack to manage transient demand. Drying equipment ensures nitrogen supplied to the distribution system is free from moisture that could contribute to condensation or corrosion within downstream pipework. Drying performance is specified for inert gas service, not instrument-grade nitrogen unless separately required. The nitrogen system is fully integrated with the TITAN control system. Operating parameters, alarms, and purge permissives are monitored and controlled via SCADA to ensure safe and repeatable purge operations.



TITAN One Specification 2026

Energy consumption is minimised through variable-speed compression, avoidance of unnecessary standby losses, and controlled purge logic.

5.4 Nitrogen Distribution Headers

Nitrogen is distributed from the central generation facility via three functional distribution headers, all supplied from the same source but independently regulated and isolatable.

The primary nitrogen header runs parallel to the HPG Bus above head height along Sector 4 and is sized for high-flow purge and inerting duties. This header serves the HPG Bus, WGS units, and external TMF / RNG fermentation systems.

A secondary process nitrogen header supplies the TMF Fermentation Centre (Sector 5A), providing controlled nitrogen for internal process protection, vessel inerting, and maintenance operations. A third nitrogen header is routed via the ethanol pipe corridor and supplies Sector 6 tanking, loading, and ethanol handling systems.

All headers are welded steel pipework designed for inert gas service and installed to minimise dead legs and trapped volumes.

5.5 Mezzanine Branch Supplies

A central nitrogen distribution line runs parallel to the main site road and provides branch connections at the mezzanine level to individual HPG lines at Sector 4A Islands One and Two.

Each branch supplies an approximately 120 m wide mezzanine line from an approximately 80 m branch connection. These branches provide local nitrogen access for purging and inerting individual HPG lines and associated equipment without requiring depressurisation of the entire HPG Bus.

No nitrogen buffer tanks or local storage vessels are installed at the mezzanine level. Nitrogen availability is achieved through central storage and the inherent line-pack of the distribution network.

5.6 Purge and Isolation Points

Defined nitrogen purge and isolation points are provided throughout the TITAN site to support commissioning, maintenance, and safe re-entry operations. Purge points are located to allow sectional inerting of the HPG Bus, individual HPG lines, WGS units, TMF systems, fermentation facilities, and tanking systems.

Purge operations are controlled, monitored, and routed to appropriate vent or flare systems. Open venting is not permitted.

Under no circumstances is air permitted to enter inerted systems during maintenance or operation.

PART 5 – NITROGEN SUPPLY SYSTEM



TITAN One Specification 2026

Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
5.00	N2.ALL	Nitrogen Supply System – complete scope including generation, compression, drying, controls, distribution, purging, isolation, commissioning, documentation, training, and spares	Single central nitrogen system serving entire TITAN One site
5.01	N2.GEN.01	Nitrogen generation skid (PSA or equivalent) including nitrogen production unit, integrated buffer volume, base frame, and internal pipework	Sized for governing HPG Bus purge duty; inerting-grade purity only
5.02	N2.GEN.02	Foundations, plinths, anchor bolts, earthing, and installation of nitrogen generation skid on North Hardstanding	Outdoor industrial installation
5.03	N2.GEN.03	Nitrogen equipment shed / enclosure including structure, weather protection, ventilation, access doors, lighting, and maintenance clearance	Allowance item; final dimensions to suit skid and servicing
5.04	N2.COMP.01	Nitrogen compression system including compressors, receivers, pressure regulation, and safety relief	Designed for intermittent high-flow purge duty
5.05	N2.DRY.01	Nitrogen drying and filtration system including dryers, filters, moisture monitoring, and condensate management	Suitable for inert gas distribution; not instrument-grade nitrogen
5.06	N2.CTRL.01	Nitrogen system controls including local panels, instrumentation, SCADA integration, alarms, purge logic, and interlocks	Integrated with TITAN control system
5.07	N2.HDR.HPG	Primary nitrogen distribution header running parallel to HPG Bus above head height along Sector 4	High-capacity purge header; welded steel
5.08	N2.HDR.HPG.300	Nitrogen distribution pipework allowance per 300 m run – primary HPG purge header	Includes pipe, supports, welding, insulation where required, identification
5.09	N2.HDR.TMF	Process nitrogen distribution header supplying TMF Fermentation Centre (Sector 5A)	Regulated lower-flow header
5.10	N2.HDR.TMF.300	Nitrogen distribution pipework allowance per 300 m run – TMF process header	As above
5.11	N2.HDR.LOG	Nitrogen distribution header routed via ethanol corridor supplying Sector 6 tanking and loading	Inerting and purge duty
5.12	N2.HDR.LOG.300	Nitrogen distribution pipework allowance per 300 m run – logistics header	As above
5.13	N2.MEZ.01	Central nitrogen distribution line parallel to main site road with branch supplies to Sector 4A mezzanine levels (Islands One and Two)	Supplies individual HPG lines; no local storage
5.14	N2.MEZ.300	Nitrogen distribution pipework allowance per 300 m run – mezzanine and branch pipework	Includes all supports, welding, identification
5.15	N2.PURGE.01	Nitrogen purge and isolation points for HPG Bus, individual HPG lines, WGS units, TMF systems, fermentation centre, and tanking systems	Enables sectional purging; open venting not permitted
5.16	N2.VALVES.01	Isolation valves, non-return valves, pressure regulators, purge valves, and fittings across nitrogen system	Welded or flanged steel only; no threaded fittings
5.17	N2.TEST.01	Nitrogen system pressure testing, leak testing, purge trials, and commissioning	Demonstration of purge performance required

TITAN One Specification 2026

5.18	N2.DOCS.01	Documentation including as-built drawings, P&IDs, operating manuals, maintenance manuals, and purge procedures	English language; electronic and hard copy
5.19	N2.TRAIN.01	Operator and maintenance training for nitrogen system	On-site training covering purge, safety, and maintenance
5.20	N2.SPARES.01	Initial spare parts, consumables, and recommended spares list for nitrogen system	Minimum two-year operational spares

Część 5 – System Zasilania Azotem

5.1 Wprowadzenie i Podstawy Projektowe (300 Nm³/hr PSA Max)

Azot stanowi kluczową instalację pomocniczą o znaczeniu ogólnotechnologicznym w zakładzie TITAN One i jest wykorzystywany do inertyzacji, przedmuchiwania oraz ochrony procesowej w systemach gazu generatorowego wodoru (HPG), TMF, WGS, fermentacji oraz instalacjach magazynowania i załadunku. System azotowy jest fundamentalny dla bezpiecznej eksploatacji, utrzymania ruchu oraz dostępności instalacji i traktowany jest jako podstawowa instalacja technologiczna, a nie system pomocniczy.

Podstawową funkcją systemu azotowego jest zapobieganie przedostawaniu się tlenu oraz tworzeniu się atmosfer palnych lub wybuchowych w systemach obsługujących gazy procesowe. Azot wykorzystywany jest do przedmuchów rozruchowych, izolacji instalacji na potrzeby prac utrzymaniowych, ponownej inertyzacji po ingerencji oraz kontrolowanego obniżania ciśnienia w rurociągach procesowych. Dodatkowo azot stosowany jest w Centrum Fermentacji TMF oraz w powiązanych zewnętrznych instalacjach fermentacyjnych i systemach WGS w celu ochrony procesowej, inertyzacji aparatów oraz zapewnienia bezpieczeństwa operacyjnego. Azot wymagany jest również do inertyzacji i przedmuchiwania instalacji obsługi etanolu, systemów magazynowania oraz załadunku.

Zapotrzebowanie na azot związane z przedmuchiwaniem i inertyzacją magistrali HPG stanowi największe chwilowe zapotrzebowanie przepływowe na terenie zakładu i w związku z tym determinuje dobór mocy wytwarzania azotu, sprężania oraz głównej infrastruktury dystrybucyjnej. Stałe zużycie azotu w systemach fermentacji, WGS oraz instalacjach magazynowych jest relatywnie niewielkie i nie stanowi kryterium wymiarującego system.

System azotowy zaprojektowano zatem w oparciu o okresowe zdarzenia przedmuchowe o dużej intensywności, połączone z niższymi, stabilnymi obciążeniami eksploatacyjnymi.

Całość produkcji azotu dla zakładu TITAN One realizowana jest z jednego, centralnego zespołu wytwarzania i zasilania azotem. Zastosowanie jednego zespołu eliminuje konieczność dublowania sprężarek i osuszaczy, ogranicza zakres utrzymania ruchu, upraszcza sterowanie oraz minimalizuje całkowite zużycie energii. Redundancja, tam gdzie wymagana, realizowana jest w obrębie systemu centralnego, a nie poprzez wiele rozproszonych jednostek.

Infrastruktura wytwarzania azotu zlokalizowana jest na południowym krańcu North Hardstanding w Sektorze 4. Lokalizacja ta zapewnia bezpośredni dostęp do odbiorców o największym



TITAN One Specification 2026

zapotrzebowaniu na azot, przy jednoczesnym zachowaniu bezpiecznego oddzielenia od wysp zgazowania oraz umożliwia efektywne prowadzenie rurociągów dystrybucyjnych na terenie zakładu. Z centralnego źródła azot dystrybuowany jest trzema funkcjonalnymi magistralami, zasilanymi z tego samego systemu:

- magistralą azotową o dużej przepustowości, prowadzoną równolegle do magistrali HPG powyżej poziomu głowy wzdłuż Sektora 4, przeznaczoną do przedmuchów i inertyzacji HPG oraz zasilającą systemy WGS i zewnętrzne instalacje TMF / RNG
- magistralą azotu procesowego zasilającą Centrum Fermentacji TMF (Sektor 5A), zapewniającą kontrolowane zasilanie azotem dla procesów fermentacji oraz ochrony procesowej
- magistralą azotu logistycznego prowadzoną korytarzem rurociągów etanolu, zapewniającą inertyzację i przedmuchi systemów magazynowania, załadunku i obsługi etanolu w Sektorze 6

Dodatkowo centralna linia dystrybucji azotu prowadzona jest równolegle do głównej drogi zakładowej i wyposażona w odgałęzienia na poziomie antresoli do poszczególnych linii HPG na Wyspach 1 i 2 w Sektorze 4A. Odgałęzienia te umożliwiają lokalne przedmuchiwanie i inertyzację pojedynczych linii bez konieczności dekompresji całej magistrali HPG.

System azotowy zaprojektowany jest w sposób umożliwiający sekcyjne przedmuchiwanie i izolację. Poszczególne obszary instalacji mogą być inertyzowane, poddawane pracom utrzymaniowym i przywracane do eksploatacji niezależnie, przy jednoczesnym zachowaniu pracy pozostałych części zakładu. Punkty wtrysku azotu, zawory odcinające oraz przyłącza przedmuchowe zlokalizowane są w określonych punktach w celu realizacji tej filozofii eksploatacyjnej.

Pojemność systemu azotowego dobrana jest tak, aby umożliwić kontrolowany przedmuch wiodącego odcinka magistrali HPG w określonym, nieawaryjnym przedziale czasowym, przy jednoczesnym utrzymaniu zasilania niezbędnych odbiorców podstawowych. System nie jest projektowany do jednoczesnego pełnoskalowego przedmuchu wszystkich obszarów zakładu. Operacje przedmuchowe realizowane są w sposób proceduralny, etapowy i kontrolowany w celu ograniczenia szczytowych przepływów oraz zapotrzebowania mocy sprężarek.

Zużycie energii ograniczane jest poprzez zastosowanie następujących zasad:

- jednego centralnego systemu wytwarzania i sprężania azotu zamiast wielu rozproszonych zespołów
- wykorzystanie objętości rurociągów dystrybucyjnych (line-pack) jako naturalnego bufora, ograniczającego chwilowe zapotrzebowanie sprężarek
- sterowaną sekwencję przedmuchów zamiast niekontrolowanego odpowietrzania
- unikanie niepotrzebnych lokalnych zbiorników magazynowych azotu
- określenie czystości azotu wyłącznie na poziomie wymaganym dla inertyzacji i bezpieczeństwa, bez stosowania azotu o czystości laboratoryjnej lub ultra-wysokiej

Pod żadnym pozorem powietrze nie może dostać się do magistrali HPG, systemów zasilania gazowego TMF, instalacji WGS, systemów fermentacji ani powiązanych rurociągów odgałęzionych. Przedmuchiwanie azotem jest obowiązkowe przed otwarciem jakiegokolwiek części tych instalacji, a operacje przedmuchowe są monitorowane i prowadzone zgodnie z procedurami operacyjnymi TITAN. System zasilania azotem stanowi kluczowy element bezpieczeństwa i niezawodności eksploatacyjnej zakładu TITAN One i został zaprojektowany jako system trwały, energooszczędny oraz skalowalny, umożliwiający przyszłą rozbudowę zakładu bez konieczności zasadniczych zmian projektowych.



TITAN One Specification 2026

5.2 Zespół Wytwarzania Azotu

Zespół wytwarzania azotu stanowi jedyne źródło azotu dla zakładu TITAN One i zaprojektowany jest jako scentralizowany system przemysłowy. Azot wytwarzany jest na miejscu w celu uniknięcia zależności od dostaw ciekłego azotu oraz w celu ograniczenia kosztów eksploatacyjnych, ryzyk logistycznych i śladu węglowego.

System wytwarzania azotu dobrany jest tak, aby spełniać wiodące zapotrzebowanie przedmuchowe związane z inertyzacją magistrali HPG, przy jednoczesnym zasilaniu odbiorców o niższym, ciągłym lub okresowym zapotrzebowaniu w systemach TMF, WGS, fermentacji i magazynowania. System nie jest projektowany do jednoczesnego przedmuchu całego zakładu; operacje przedmuchowe realizowane są sekwencyjnie i proceduralnie.

Czystość azotu określona jest wyłącznie na poziomie wymaganym do inertyzacji oraz wypierania tlenu w systemach gazów palnych. Azot o ultra-wysokiej czystości nie jest wymagany i nie będzie stosowany. System azotowy zaprojektowany jest z naciskiem na niezawodność, efektywność energetyczną oraz łatwość utrzymania ruchu.

Zespół wytwarzania azotu zlokalizowany jest na południowym krańcu North Hardstanding w Sektorze 4, co zapewnia bezpośredni dostęp do odbiorców o największym zapotrzebowaniu na azot oraz minimalizuje długości tras dystrybucyjnych dla przedmuchów o dużym przepływie.

5.3 Sprężanie, Osuszanie i Sterowanie Azotu

Azot wytwarzany w zespole produkcyjnym jest sprężany, osuszany i kondycjonowany przed wprowadzeniem do systemu dystrybucji. Zdolność sprężania dobrana jest tak, aby obsłużyć maksymalne zapotrzebowanie przedmuchowe bez nadmiernego przewymiarowania, przy wykorzystaniu sekwencji przedmuchów oraz objętości rurociągów dystrybucyjnych do zarządzania obciążeniami przejściowymi.

Układy osuszania zapewniają, że azot dostarczany do systemu dystrybucyjnego jest wolny od wilgoci, która mogłaby powodować kondensację lub korozję w rurociągach downstream. Parametry osuszania określone są dla gazu obojętnego, a nie dla azotu aparaturowego, o ile nie określono inaczej.

System azotowy jest w pełni zintegrowany z systemem sterowania TITAN. Parametry pracy, alarmy oraz warunki dopuszczenia przedmuchów są monitorowane i nadzorowane poprzez SCADA, co zapewnia bezpieczne i powtarzalne operacje przedmuchowe.

Zużycie energii ograniczane jest poprzez zastosowanie sprężarek o zmiennej prędkości obrotowej, eliminację niepotrzebnych strat postoju oraz sterowaną logikę przedmuchów.

5.4 Magistrale Dystrybucji Azotu

Azot dystrybuowany jest z centralnego zespołu wytwarzania poprzez trzy funkcjonalne magistrale dystrybucyjne, wszystkie zasilane z tego samego źródła, lecz niezależnie regulowane i izolowane.



TITAN One Specification 2026

Główna magistrala azotu prowadzona jest równolegle do magistrali HPG powyżej poziomu głowy wzdłuż Sektora 4 i dobrana jest do przedmuchów o dużym przepływie oraz inertyzacji. Magistrala ta zasila magistralę HPG, instalacje WGS oraz zewnętrzne systemy fermentacji TMF / RNG.

Druuga, procesowa magistrala azotu zasila Centrum Fermentacji TMF (Sektor 5A), zapewniając kontrolowane dostawy azotu do ochrony procesowej, inertyzacji aparatów oraz prac utrzymaniowych. Trzecia magistrala azotu prowadzona jest korytarzem rurociągów etanolu i zasila instalacje magazynowania, załadunku oraz obsługi etanolu w Sektorze 6.

Wszystkie magistrale wykonane są jako rurociągi stalowe spawane, przeznaczone do pracy z gazem obojętnym i prowadzone w sposób minimalizujący martwe odcinki oraz możliwość gromadzenia się medium.

5.5 Odgałęzienia Antresolowe

Centralna linia dystrybucji azotu prowadzona jest równolegle do głównej drogi zakładowej i wyposażona w odgałęzienia na poziomie antresoli do poszczególnych linii HPG na Wyspach 1 i 2 w Sektorze 4A.

Każde odgałęzienie zasila antresolową linię o długości około 120 m z odcinka przyłączeniowego o długości około 80 m. Odgałęzienia te zapewniają lokalny dostęp do azotu w celu przedmuchu i inertyzacji poszczególnych linii HPG oraz powiązanych urządzeń bez konieczności dekompresji całej magistrali HPG.

Na poziomie antresoli nie przewiduje się instalacji lokalnych zbiorników buforowych ani magazynowych azotu. Dostępność azotu zapewniona jest poprzez centralne magazynowanie oraz naturalną pojemność rurociągów dystrybucyjnych (line-pack).

5.6 Punkty Przedmuchu i Izolacji

Na terenie zakładu TITAN przewidziano zdefiniowane punkty przedmuchu i izolacji azotem w celu wsparcia rozruchu, prac utrzymaniowych oraz bezpiecznego ponownego wejścia do instalacji. Punkty przedmuchowe rozmieszczone są w sposób umożliwiający sekcijną inertyzację magistrali HPG, poszczególnych linii HPG, instalacji WGS, systemów TMF, instalacji fermentacyjnych oraz systemów magazynowania i załadunku.

Operacje przedmuchowe są sterowane, monitorowane i kierowane do odpowiednich systemów odpowietrzania lub pochodni. Otwarta wentylacja do atmosfery nie jest dopuszczalna. Pod żadnym pozorem powietrze nie może dostać się do systemów poddanych inertyzacji w trakcie eksploatacji lub prac utrzymaniowych.

CZĘŚĆ 5 – SYSTEM ZASILANIA AZOTEM

Ref	Ref. Cenowy	Opis	Uwagi
-----	-------------	------	-------



TITAN One Specification 2026

5.00	N2.ALL	System zasilania azotem – pełny zakres obejmujący wytwarzanie, sprężanie, osuszanie, sterowanie, dystrybucję, przedmuchiwanie, izolację, rozruch, dokumentację, szkolenia i części zamienne	Jeden centralny system azotowy obsługujący cały zakład TITAN One
5.01	N2.GEN.01	Zespół wytwarzania azotu (PSA lub równoważny) obejmujący jednostkę produkcji azotu, zintegrowaną pojemność buforową, ramę podstawy i rurociągi wewnętrzne	Wymiarowany na wiodący przypadek przedmuchu magistrali HPG; czystość do celów inertyzacji
5.02	N2.GEN.02	Fundamenty, cokoły, kotwy, uziemienie oraz montaż zespołu wytwarzania azotu na North Hardstanding	Instalacja zewnętrzna, przemysłowa
5.03	N2.GEN.03	Obudowa / wiata dla urządzeń azotowych obejmująca konstrukcję, ochronę przed warunkami atmosferycznymi, wentylację, drzwi dostępu, oświetlenie i przestrzeń serwisową	Pozycja ryczałtowa; wymiary do potwierdzenia na etapie projektu wykonawczego
5.04	N2.COMP.01	System sprężania azotu obejmujący sprężarki, zbiorniki, regulację ciśnienia i zabezpieczenia	Zaprojektowany dla okresowych, wysokoprzepływowych przedmuchów
5.05	N2.DRY.01	System osuszania i filtracji azotu obejmujący osuszacze, filtry, monitoring wilgotności i odprowadzenie kondensatu	Do dystrybucji gazu obojętnego; nie jest to azot klasy aparaturowej
5.06	N2.CTRL.01	System sterowania instalacją azotu obejmujący szafy sterownicze, aparaturę kontrolno-pomiarową, integrację SCADA, alarmy, logikę przedmuchów i blokady	Zintegrowany z systemem sterowania TITAN
5.07	N2.HDR.HPG	Główna magistrala dystrybucji azotu prowadzona równolegle do magistrali HPG powyżej poziomu głowy wzdłuż Sektora 4	Magistrala o dużej przepustowości; rurociąg stalowy spawany
5.08	N2.HDR.HPG.300	Rurociąg dystrybucji azotu – rozliczenie na każde 300 m długości – magistrala przedmuchu HPG	Obejmuje rury, podpory, spawanie, izolację (jeśli wymagana), oznakowanie
5.09	N2.HDR.TMF	Magistrala azotu procesowego zasilająca Centrum Fermentacji TMF (Sektor 5A)	Magistrala o niższym przepływie, regulowana
5.10	N2.HDR.TMF.300	Rurociąg dystrybucji azotu – rozliczenie na każde 300 m długości – magistrala TMF	Jak wyżej
5.11	N2.HDR.LOG	Magistrala dystrybucji azotu prowadzona korytarzem etanolu, zasilająca tankowanie i załadunek w Sektorze 6	Do inertyzacji i przedmuchów
5.12	N2.HDR.LOG.300	Rurociąg dystrybucji azotu – rozliczenie na każde 300 m długości – magistrala logistyczna	Jak wyżej
5.13	N2.MEZ.01	Centralna linia dystrybucji azotu równoległa do głównej drogi zakładowej z odgałęzieniami na poziomie antresoli do Sektora 4A (Wyspy 1 i 2)	Zasilanie pojedynczych linii HPG; brak lokalnych zbiorników
5.14	N2.MEZ.300	Rurociąg dystrybucji azotu – rozliczenie na każde 300 m długości – rurociągi antresoli i odgałęzień	Obejmuje podpory, spawanie i oznakowanie
5.15	N2.PURGE.01	Punkty przedmuchu i izolacji azotem dla magistrali HPG, pojedynczych linii HPG, instalacji WGS, systemów TMF, fermentacji oraz tankowania	Umożliwia sekcyjne przedmuchy; otwarte odpowietrzanie niedozwolone
5.16	N2.VALVES.01	Zawory odcinające, zawory zwrotne, regulatory ciśnienia, zawory przedmuchowe i armatura w całym systemie azotu	Wyłącznie stal spawana lub kołnierzysta; brak połączeń gwintowanych
5.17	N2.TEST.01	Próby ciśnieniowe, próby szczelności, testy przedmuchów i rozruch systemu azotu	Wymagane potwierdzenie skuteczności przedmuchu

TITAN One Specification 2026

5.18	N2.DOCS.01	Dokumentacja obejmująca rysunki powykonawcze, P&ID, instrukcje obsługi, instrukcje utrzymania i procedury przedmuchów	Język polski i angielski; wersja elektroniczna i papierowa
5.19	N2.TRAIN.01	Szkolenie operatorów i personelu utrzymania ruchu w zakresie systemu azotu	Szkolenie na obiekcie, obejmujące bezpieczeństwo i procedury
5.20	N2.SPARES.01	Pakiet początkowych części zamiennych, materiałów eksploatacyjnych oraz lista części zalecanych	Minimum dwuletni zapas eksploatacyjny

Part 6 Tall Boy Fermentation Cluster Zone North

6.1 RNG Process Overview

The TITAN RNG system converts hydrogen-rich producer gas into Renewable Natural Gas (RNG) via biological methanation. The RNG installation is sized at 25 MW (LHV) to accommodate up to 50% of the total Hydrogen Producer Gas (HPG) generated by the TITAN platform under maximum production conditions. In normal operation, a portion of the HPG is retained on the distribution bus to support on-site power generation, including peak electrical call-up of the engine array. As a result, the nominal RNG output is circa 20 MW (LHV), providing a stable and dispatchable supply of grid-grade renewable methane for compression, transport, or grid injection.

6.1 Przegląd procesu RNG

System RNG na platformie TITAN przekształca bogaty w wodór gaz producentowy (HPG) w odnawialny gaz ziemny (RNG) za pomocą metanizacji biologicznej. Instalacja RNG została zaprojektowana na moc 25MW (LHV), co pozwala zagospodarować do 50% całkowitej produkcji gazu HPG generowanego przez platformę TITAN w warunkach maksymalnej wydajności. W standardowym trybie pracy część HPG pozostaje w systemie dystrybucji w celu zasilania lokalnej produkcji energii, w tym pokrycia szczytowego zapotrzebowania na moc elektryczną przez układ silników. W efekcie nominalna moc wyjściowa RNG wynosi około 20MW (LHV), zapewniając stabilne i dyspozycyjne źródło odnawialnego metanu o parametrach sieciowych, przeznaczonego do sprężania, transportu lub włączania do sieci gazowej.

6.2 RNG Process Boundary, Site Context, and Gas Specification

The RNG system at TITAN comprises the process chain from the Water Gas Shift (WGS) unit to the point of gas dispatch. All upstream gasification and Hydrogen Producer Gas (HPG) generation systems are treated as feedstock supply to the RNG process and are specified elsewhere in this document.



TITAN One Specification 2026

At Terespol Gmina – TITAN One, located at Małaszewicze, the site is not connected to the national gas grid. The nearest available grid connection point is located approximately 34 km away at Biała Podlaska. As a result, RNG produced at TITAN One is conditioned and compressed on site and dispatched as Compressed Renewable Natural Gas (CRNG) via road and rail logistics.

By contrast, TITAN Two benefits from an existing on-site gas grid connection, allowing RNG produced at that location to be injected directly into the gas grid. The RNG process architecture is common to both sites; only the final dispatch and export configuration differs to reflect local infrastructure availability.

Gas Quality Conditioning and Applicable Standards

Following biological methanation in the Tall Boy reactor array, RNG is routed through the Wobbe Index (WOB) conditioning skid, where gas quality is adjusted, stabilised, and verified. After the WOB skid, the RNG meets the applicable European standards for renewable methane, making it suitable for grid injection or transport use.

Table 6.2.A – RNG Gas Standards After WOB Conditioning

Standard	Description	Applicability
EN 16723-1	Biomethane for injection into the natural gas network	Grid-connected sites (e.g. TITAN Two)
EN 16723-2	Biomethane for use as transport fuel	CRNG for road and rail logistics

Compliance with these standards includes control of:

- Calorific value and Wobbe Index
- Methane concentration
- Oxygen content
- Residual hydrogen and inert gases

Once conditioned to specification, RNG is suitable for direct grid injection (where a connection is available) or for compression to CRNG for off-site distribution.

Functional Scope of the RNG Process (TITAN One)

For TITAN One, the RNG system comprises the following functional stages.

Table 6.2.B – RNG Process Stages (Defined Boundary)

Stage	Description
-------	-------------



TITAN One Specification 2026

Water Gas Shift (WGS)	Conversion of HPG to a hydrogen- and carbon-dioxide-rich gas suitable for methanation
Tall Boy Methanation Array	Biological conversion of H ₂ and CO ₂ into methane
WOB Conditioning Skid	Adjustment and verification of gas quality to EN standards
Gas Buffering	Short-term buffering and flow stabilisation
RNG → CRNG Compression	Compression of RNG to transport pressure
Dispatch	Road and rail loading for off-site delivery

The RNG system is fully integrated with the TITAN gas distribution and energy management architecture. This integration allows flexible allocation of HPG between on-site power generation and RNG production, while maintaining stable, standards-compliant operation under variable load and dispatch conditions.

6.2 Granice procesu RNG, kontekst lokalizacyjny oraz specyfikacja gazu

System RNG w projekcie TITAN jest zdefiniowany jako łańcuch procesowy od instalacji Water Gas Shift (WGS) do punktu dyspozycji gazu. Wszystkie instalacje gazyfikacji oraz wytwarzania Wodoru Producentowego (HPG) traktowane są jako źródło zasilania procesu RNG i zostały opisane w innych częściach niniejszej Specyfikacji.

W lokalizacji TITAN One (Gmina Terespol, Małaszewicze) zakład nie posiada przyłącza do krajowej sieci gazowej. Najbliższy dostępny punkt przyłączenia do sieci gazowej znajduje się w Białej Podlaskiej, w odległości około 34 km. W związku z tym RNG wytwarzany w TITAN One jest kondycjonowany i sprężany na terenie zakładu, a następnie dystrybuowany jako Sprężony Odnawialny Gaz Ziemny (CRNG) z wykorzystaniem transportu drogowego i kolejowego.

Dla porównania, TITAN Two korzysta z istniejącego przyłącza do sieci gazowej na terenie zakładu, co umożliwia bezpośrednie zatłaczanie RNG do sieci gazowej. Architektura procesu RNG jest wspólna dla obu lokalizacji; różnice dotyczą wyłącznie końcowej konfiguracji dyspozycji i eksportu gazu, wynikającej z lokalnej dostępności infrastruktury.

Kondycjonowanie jakości gazu i obowiązujące normy

Po biologicznej metanizacji w reaktorach typu Tall Boy, RNG kierowany jest do układu kondycjonowania Wskaźnika Wobbego (WOB), gdzie następuje regulacja, stabilizacja oraz weryfikacja jakości gazu. Po przejściu przez układ WOB, RNG spełnia wymagania obowiązujących europejskich norm dla biomethanu, co umożliwia jego dalsze wykorzystanie w sieci gazowej lub w transporcie.

Tabela 6.2.A – Normy jakości RNG po kondycjonowaniu WOB

Norma	Opis	Zastosowanie
EN 16723-1	Biomethan do zatłaczania do sieci gazowej	Lokalizacje z przyłączem do sieci (np. TITAN Two)
EN 16723-2	Biomethan do stosowania jako paliwo transportowe	CRNG dla transportu drogowego i kolejowego



TITAN One Specification 2026

Zgodność z powyższymi normami obejmuje kontrolę:

- wartości opałowej oraz Wskaźnika Wobbego
- zawartości metanu
- zawartości tlenu
- pozostałego wodoru oraz gazów obojętnych

Po kondycjonowaniu do wymaganej specyfikacji RNG nadaje się do bezpośredniego zatłaczania do sieci gazowej (tam, gdzie dostępne jest przyłącze) lub do sprężania do postaci CRNG w celu dystrybucji poza terenem zakładu.

Zakres funkcjonalny procesu RNG (TITAN One)

W lokalizacji TITAN One system RNG obejmuje następujące etapy funkcjonalne.

Tabela 6.2.B – Etapy procesu RNG (zdefiniowane granice)

Etap	Opis
Water Gas Shift (WGS)	Konwersja HPG do gazu bogatego w wodór i dwutlenek węgla, odpowiedniego do metanizacji
Reaktory Tall Boy	Biologiczna konwersja H ₂ i CO ₂ do metanu
Układ kondycjonowania WGR	Regulacja i weryfikacja jakości gazu zgodnie z normami EN
Buforowanie gazu	Krótkoterminowe buforowanie i stabilizacja przepływu
Sprężanie RNG → CRNG	Sprężanie RNG do ciśnienia transportowego
Dyspozycja	Załadunek drogowy i kolejowy do dystrybucji poza zakład

System RNG jest w pełni zintegrowany z architekturą dystrybucji gazu i zarządzania energią w TITAN. Integracja ta umożliwia elastyczny podział HPG pomiędzy wytwarzanie energii elektrycznej na miejscu a produkcję RNG, przy jednoczesnym zachowaniu stabilnej, zgodnej z normami pracy instalacji w warunkach zmiennego obciążenia i dyspozycji.

6.3 Producer Gas Input, WGS Chemistry, and Pre-Methanation Conditioning

Hydrogen Producer Gas (HPG) is delivered from the TITAN gasification system at a flow rate of approximately 19,000Nm³/h, representing 50% of the total HPG output. Flow is metered at the distribution manifold between Island One and Island Two and routed through an overhead line to the RNG Zone North (Sector 4C).

The composition of raw HPG depends on feedstock and reactor tuning. Representative values are shown below.

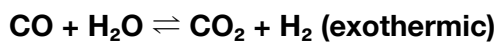


TITAN One Specification 2026

Table 6.3.A – Raw HPG Input Gas Composition (Pre-WGS)
Representative values at 19,000Nm³/h

Component	Volume % (v/v)	Comments
H ₂	35–45%	Valuable for methanation; primary feed for RNG
CO	25–30%	Converted into CO ₂ + H ₂ in WGS; essential input
CO ₂	15–20%	Required for biological methanation; beneficial
CH ₄	2–5%	Already usable methane; small bonus contribution
H ₂ O (vapour)	5–10%	Required for WGS reaction; consumed in process
N ₂ + trace gases	Balance	Inert; does not participate but dilutes gas slightly

The Water Gas Shift (WGS) process converts carbon monoxide and water vapour into carbon dioxide and hydrogen:



Steam is supplied internally from TITAN's TMF Steam Turbine, located on Island Two, powered by Header Gas. The turbine sits on North Hard Standing (Sector 4C) next to the RNG line — no external boiler is required.

After WGS, gas is cooled, dried, and fed to the Tall Boy methanation reactor. Updated composition is shown below.

Table 6.3.B – Gas Composition Post-WGS, Pre-Methanation

Representative values after WGS and cooling

Component	Volume % (v/v)	Comments
H ₂	50–55%	Optimal feedstock for methanation
CO	<5%	Mostly converted; trace amounts remain
CO ₂	20–25%	Key input for microbes; beneficial
CH ₄	2–5%	Early methane content; small positive effect
H ₂ O (vapour)	<2%	Residual moisture; mostly removed
N ₂ + trace gases	Balance	Inert; has no impact on methanation process

6.3 Gaz producentowy, reakcja WGS i kondycjonowanie przed metanizacją



TITAN One Specification 2026

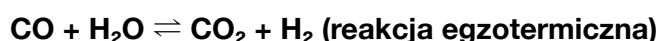
Gaz producentowy bogaty w wodór (HPG) dostarczany jest z instalacji zgazowania TITAN z przepływem około 19000Nm³/h, co odpowiada 50% całkowitej produkcji HPG. Przepływ ten jest monitorowany na kolektorze pomiędzy Wyspą Pierwszą a Wyspą Drugą, a następnie kierowany rurociągiem napowietrznym do Strefy RNG Północ (Sektor 4C).

Skład surowego HPG zależy od rodzaju biomasy i parametrów reaktora. Wartości reprezentatywne podano poniżej.

Tabela 6.3.A – Skład surowego gazu HPG (przed WGS)
Wartości reprezentatywne przy 19000Nm³/h

Składnik	Udział objętościowy (v/v)	Komentarz
H ₂	35–45%	Wartościowy składnik metanizacji; główny nośnik energii
CO	25–30%	Przekształcany w CO ₂ + H ₂ w reakcji WGS; istotny składnik wejściowy
CO ₂	15–20%	Niezbędny dla metanizacji biologicznej; korzystny składnik
CH ₄	2–5%	Już obecny metan; niewielki dodatkowy wkład
H ₂ O (para)	5–10%	Potrzebna do reakcji WGS; zużywana w procesie
N ₂ + gazy śladowe	Reszta	Obojętne; nie uczestniczą w reakcjach, ale rozcieńczają gaz

Proces Water Gas Shift (WGS) przekształca tlenek węgla i parę wodną w dwutlenek węgla i wodór:



Para wodna pochodzi z wewnętrznej turbiny parowej TMF, zlokalizowanej na Wyspie Drugiej, zasilanej gazem kolektorowym. Turbina znajduje się na Północnym Twardym Placu (Sektor 4C), bezpośrednio przy linii RNG — nie jest wymagany zewnętrzny kocioł.

Po WGS gaz jest schładzany, osuszany i kierowany do reaktora metanizacji typu Tall Boy. Zaktualizowany skład przedstawiono poniżej.

Tabela 6.3.B – Skład gazu po WGS, przed metanizacją
Wartości reprezentatywne po reakcji WGS i osuszeniu

Składnik	Udział objętościowy (v/v)	Komentarz
H ₂	50–55%	Optimalny surowiec do metanizacji
CO	<5%	W większości przekształcony; śladowe ilości pozostają



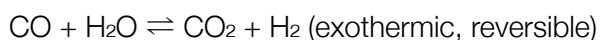
TITAN One Specification 2026

CO ₂	20–25%	Kluczowy składnik dla mikroorganizmów; korzystny
CH ₄	2–5%	Wczesna obecność metanu; pozytywny efekt uboczny
H ₂ O (para)	<2%	Reszkowa wilgoć; w większości usunięta
N ₂ + gazy śladowe	Reszta	Obojętne; nie wpływają na proces metanizacji

7.0 Water Gas Shift (WGS) System

The Water Gas Shift (WGS) system is a catalytic reactor installed upstream of the Tall Boy Fermentation Array. It increases the hydrogen content of TITAN's producer gas by converting carbon monoxide (CO) and steam (H₂O) into carbon dioxide (CO₂) and additional hydrogen (H₂), optimising the syngas mixture for biological methanation.

Core Reaction:



The WGS system operates continuously at a nominal inlet flow of 19,000Nm³/h, fed from the TITAN gas bus. It forms part of TITAN's zero-waste, closed-loop gas upgrading strategy.

7.1 WGS Skid – Description and Electrical Integration

Table 7.1.A – Skid Layout and Utilities

Parameter	Specification
Skid Type	Modular steel-frame unit with weatherproof housing
Location	Sector 4C – adjacent to Island Two fermentation area
Dimensions (typical)	Length: 10m; Width: 3m; Height: 3.5m
Internal Systems	Catalytic reactor, heat exchanger, condensate separator, control valves
Steam Inlet	DN100, insulated, routed overhead from steam turbine system
Condensate Return	DN80, insulated, routed back to Feedwater Tank 3
Power Supply	400V 3-phase industrial circuit
Installed Load	~ 45–60kW (actuators, sensors, pumps, HMI)
Control Integration	PLC with full SCADA interface (remote and local HMI)



TITAN One Specification 2026

7.2 Steam Supply and Residue Management

Steam for the WGS skid is supplied by TITAN's dedicated Steam Turbine system located on Island Two, Sector 4C. This system includes:

Table 7.2.A – Steam Supply Infrastructure

Element	Specification
Steam Boilers	4x water-tube boilers with burners for lean gas, syngas, and GN
Steam Output	45bar, 395°C (superheated)
Steam Turbine	Counter-pressure turbine, 2MW electrical output, continuous-duty
Turbine Exhaust Steam	10bar, 185°C, routed to WGS skid and Sector 5 ethanol purification
Steam Line to WGS	DN100, alloy steel, ISOXAL insulation, overhead rack
Nominal Flow to WGS	1.0–1.5t/h
Bypass Logic	If WGS or turbine is offline, steam is routed to rooftop air condenser

Condensate Handling:

- Condensate from the WGS skid is collected in-line and returned via DN80 pipeline
- Returned to Boiler Feed water Tank 3, which includes degassing, dosing, and buffer systems

7.3 Technology Maturity and Industrial Provenance

Table 7.3.A – Industrial Deployment and Relevance

Attribute	Detail
Technology Maturity	>70 years of deployment in hydrogen, ammonia, and FT synthesis sectors
Common Industries	Oil refining, petrochemicals, methanol, gas-to-liquid (GTL), IGCC
Process Vendors	Johnson Matthey, Haldor Topsoe, Air Liquide, Linde, BASF
Reactor Type	Fixed-bed catalytic reactor with indirect steam interface
Relevance to TITAN	Enables microbial fermentation by boosting hydrogen content in gas mixture
Integration Advantage	Low-pressure, high-stability hydrogen enrichment; supports circular gas valorisation

7.4 Water Gas Shift (WGS) System Specification



TITAN One Specification 2026

Ref No	Spec No	Description	Comments
7.01	WGS-01	Modular WGS skid, steel frame, weatherproof enclosure	Installed in Sector 4C; enclosed structure with access platforms
7.02	WGS-02	Fixed-bed catalytic reactor with steam injection loop	Converts $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$; supports methanation
7.03	WGS-03	DN100 steam supply line (from Island Two)	Overhead pipe, alloy steel, ISOXAL insulated
7.04	WGS-04	DN80 condensate return line to Feedwater Tank 3	Insulated pipe routed overhead back to boiler area
7.05	WGS-05	Condensate separator and collection sump	Captures condensate pre-return; monitored level control
7.06	WGS-06	Skid-mounted heat exchangers and bypass cooler	For thermal stabilisation and redundancy
7.07	WGS-07	Instrumentation: pressure, temperature, condensate sensors	PLC-integrated with SCADA; supports remote alarms
7.08	WGS-08	400V 3-phase power supply and internal control panel	Load approx. 45–60kW; includes emergency shutoff
7.09	WGS-09	WGS gas inlet from HPG bus (Sector 4)	Receives 19,000Nm ³ /h of filtered HPG
7.10	WGS-10	WGS outlet connection to Tall Boy Array	Post-WGS syngas routed to manifold distributor
7.11	WGS-11	Integrated bypass to air condenser (shutdown mode)	Automatic routing if skid or turbine is offline
7.12	WGS-12	Access ladders, platforms, maintenance lighting	EPC to ensure ATEX compliance and lighting design

7.0 System konwersji wodnej (WGS)

System WGS (Water Gas Shift) to reaktor katalityczny zainstalowany przed zespołem fermentacyjnym Tall Boy, którego zadaniem jest zwiększenie zawartości wodoru w gazie producentowym poprzez reakcję tlenku węgla z parą wodną.

Reakcja podstawowa:



System pracuje w trybie ciągłym i przyjmuje strumień 19000Nm³/h gazu HPG. Stanowi kluczowy element w strategii TITAN dotyczącej cyrkularnego i bezodpadowego przetwarzania gazów.

7.1 Zespół WGS – budowa i integracja elektryczna

Tabela 7.1.A – Zespół WGS i przyłącza



TITAN One Specification 2026

Parametr	Specyfikacja
Typ modułu	Jednostka kontenerowa na ramie stalowej, z obudową odporną na warunki
Lokalizacja	Sektor 4C – sąsiedztwo Wyspy Drugiej i strefy fermentacji TMF
Wymiary (typowe)	Długość: 10m; Szerokość: 3m; Wysokość: 3,5m
Wypożenie wewnętrzne	Reaktor katalityczny, wymiennik ciepła, separator kondensatu, zawory
Zasilanie parą	DN100 – rurociąg nadziemny z systemu turbiny parowej
Powrót kondensatu	DN80 – rurociąg nadziemny do Zbiornika Zasilającego nr 3
Zasilanie elektryczne	400V, 3-fazowe, przemysłowe
Pobór mocy	~45–60kW (napędy, pompy, czujniki, HMI)
Integracja sterowania	Sterownik PLC z interfejsem SCADA, lokalne i zdalne HMI

7.2 Zasilanie parą i gospodarka kondensatem

Para do systemu WGS dostarczana jest z systemu turbiny parowej Wyspy Drugiej (Sektor 4C), obejmującego kotłownię i jednostkę wytwarzania energii.

Tabela 7.2.A – Infrastruktura zasilania parą

Element	Parametr
Kotły parowe	4x kotły wodnorurowe (gaz ubogi, syngaz, GN jako rezerwa)
Parametry pary	45bar, 395°C (przegrzana)
Tłokowa turbina parowa	Turbina przeciwnieprężna, 2MW energii elektrycznej, tryb ciągły
Para z wylotu turbiny	10bar, 185°C , kierowana do WGS i do procesu destylacji etanolu
Linia parowa do WGS	DN100, stal stopowa, izolacja ISOXAL, prowadzona nadziemnie
Przepływ do WGS	1,0–1,5t/h, regulowany
Tryb obejścia	W przypadku awarii – przekierowanie do skraplacza powietrznego na dachu

Gospodarka kondensatem:

- Kondensat ze skidu WGS zbierany i kierowany przez linię DN80
- Powrót do Zbiornika Zasilającego nr 3, z odgazowywaczem i uzupełnianiem wodą uzdatnioną



TITAN One Specification 2026

7.3 Dojrzałość technologii i pochodzenie przemysłowe

Tabela 7.3.A – Geneza przemysłowa i zastosowanie

Atrybut	Opis
Dojrzałość technologii	Powszechnie stosowana od lat 1950–60 w przemyśle wodorowym
Branże docelowe	Petrochemia, rafinerie, metanol, GTL, IGCC
Dostawcy technologii	Johnson Matthey, Topsoe, Air Liquide, BASF, Linde
Typ reaktora	Reaktor katalityczny ze złożem stałym, z pośrednią wymianą ciepła
Znaczenie dla TITAN	Umożliwia wzrost H_2 i skuteczną fermentację metanogenną
Korzyści integracyjne	Praca niskociśnieniowa, wysoka stabilność, pełne wykorzystanie węgla

7.4 Specyfikacja systemu konwersji wodnej (WGS)

Tabela BCIS – Część 7: Water Gas Shift (WGS)

Ref No	Nr specyfikacji	Opis (PL)	Uwagi
7.01	WGS-01	Modułowy skid WGS na ramie stalowej, z obudową odporną na warunki atmosferyczne	Montaż w Sektorze 4C; obudowa umożliwiająca dostęp serwisowy
7.02	WGS-02	Reaktor katalityczny ze złożem stałym z układem wtrysku pary	Reakcja $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$; przygotowanie gazu do metanizacji
7.03	WGS-03	Linia zasilania parą DN100 z Wyspy Drugiej	Rurociąg nadziemny, stal stopowa, izolacja ISOXAL
7.04	WGS-04	Linia powrotu kondensatu DN80 do Zbiornika Zasilającego nr 3	Rurociąg izolowany, prowadzony estakadą
7.05	WGS-05	Separator kondensatu i misa zbiorcza skidu	Oddzielanie kondensatu przed powrotem do układu parowego
7.06	WGS-06	Wymienniki ciepła skidu WGS oraz chłodnica obejściowa	Stabilizacja temperaturowa i tryb awaryjny
7.07	WGS-07	Aparatura kontrolno-pomiarowa: czujniki ciśnienia, temperatury, poziomu kondensatu	Integracja z PLC i systemem SCADA; alarmy zdalne
7.08	WGS-08	Zasilanie elektryczne 400V, 3-fazowe oraz szafa sterownicza	Pobór mocy ok. 45–60kW; wyłączniki bezpieczeństwa
7.09	WGS-09	Przylącze gazu HPG do skidu WGS z magistrali gazowej	Przepływ nominalny 19000Nm ³ /h oczyszczonego HPG
7.10	WGS-10	Wylot gazu po WGS do zespołu fermentacyjnego Tall Boy	Gaz po reakcji kierowany do kolektora dystrybucyjnego
7.11	WGS-11	Układ obejścia pary do skraplacza powietrznego	Automatyczne przełączenie przy postoju turbiny lub WGS
7.12	WGS-12	Pomosty, drabiny, oświetlenie serwisowe i dostęp obsługowy	EPC zapewnia zgodność ATEX i wymagania BHP



8.0 Tall Boy Fermentation Array – Methanogenic Conversion

The Tall Boy Fermentation Array is a biological methanation cluster composed of twelve (12) vertical fermentation towers. Each tower houses a population of methanogenic archaea suspended in nutrient broth. These microbes convert the incoming hydrogen-rich gas stream into pipeline-grade Renewable Natural Gas (RNG) under thermophilic anaerobic conditions (~60°C).

The array receives a total input of approximately 19,000Nm³/h of producer gas – equivalent to 50% of total Hydrogen Producer Gas (HPG) generated by TITAN, i.e., half of the 38,000Nm³/h produced platform-wide under peak conditions.

This input is fully converted into RNG through microbial metabolism, with a combined nominal output

of approximately 24MW (LHV) across the twelve towers.

The core stoichiometric reaction driving this biological conversion is shown below.

Table 8.0.A – Biological Methanation Stoichiometry and Output Calculation

Reaction Type	Equation	Notes
Biological Reaction	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Methanogenic archaea convert CO ₂ and H ₂ into methane
Molar Ratio	1 : 4 → 1 : 2	One mole of CO ₂ reacts with four moles of H ₂
Gas Input	19,000Nm ³ /h	From TITAN's total 38,000Nm ³ /h HPG
CH ₄ Yield	~4,000–4,400Nm ³ /h	Based on full conversion at design conditions
Energy Value	CH ₄ LHV ≈ 10kWh/Nm ³	Used to calculate total RNG output
RNG Output	~24MW (LHV)	Across all 12 towers

The process is entirely biological, requires no combustion or catalyst, and is exothermic – producing recoverable low-grade heat. This heat is reused to maintain broth temperature, support thermal balance, and pre-warm incoming gas. The system offers high methane selectivity and minimal residuals, making it optimal for circular RNG production.

8.1 Tall Boy Reactor Operation and Integration

The Tall Boy Array operates as a vertical-flow cluster of twelve Continuous Stirred Tank Reactors (CSTRs). Each tower receives producer gas at its base, distributed via a pressurised manifold and gas distributor ring. The gas rises through the fermentation column.



TITAN One Specification 2026

Inside each reactor, the gas interacts with thermophilic broth containing suspended methanogenic archaea, which carry out the biological methanation. The archaea are self-regenerating and remain viable under stable conditions. The broth has a long operational life, requiring only partial replacement every 6–12 months.

Broth Supply and Archaea Maintenance

The fermentation broth is topped up periodically from the inoculation and control room (Room VII, first floor, Sector 5A). A dedicated pipeline carries broth through the TMF building (Sector 5.1) and passes through a penetration in the blast wall of Room III to reach the fermentation zone.

The array is also connected to Tank 3 in the Broth House, which provides additional capacity for flushing, reserve volume, and batch rotation during maintenance cycles.

Environmental Discharge and Recovery

Although the process discharge is non-toxic, all effluent is routed to the below-ground ACU (Automated Collection Unit) to ensure environmental safety and meet future compliance.

This includes:

- Process discharge from the Tall Boy array
- Residual broth containing archaea
- Foul surface runoff from hardstanding zones (5A/5C)

All collected liquids enter a shared collection tank and are filtered and recycled as next-generation process water for future fermentation cycles.

RNG Output Collection

Methane produced by the archaea exits at the top of each reactor and is collected into a common gas manifold. From there, the RNG is routed to the WOB skid (the Wobbe Index conditioning unit) for stabilisation, quality control, and export preparation.

8.2 Tall Boy Fermentation Array (Phase 1)

Ref No	Spec Code	Description (EN)	Remarks
8.201	TB-PL-01	Foundations for 12 × CSTR-type reactors	Reinforced concrete foundations min. 3.2m diameter × 0.6m deep with anchor bolts; spacing per EPC plan
8.202	TB-PL-02	Anchor sets and rebar cages	Stainless steel M24 bolts (or equivalent), chemical set; provisions for measurement and certification
8.203	TB-PL-03	Supply and installation of 12 × Tall Boy reactors	Vertical CSTR reactors; diameter 3.0m, height 15.0m, working volume ~90–95m ³



TITAN One Specification 2026

8.204	TB-PL-04	Thermophilic broth circulation connections	DN65/80 nozzles – bottom (supply) and middle (return); all flanged
8.205	TB-PL-05	Side port for optional agitator	Double-flanged blind port; reserved for future retrofit
8.206	TB-PL-06	Fixed service ladders with safety cages (x12)	Steel or aluminium; full-height access; anti-corrosion coating
8.207	TB-PL-07	Service platform between reactors (N–S direction)	Width 2.5m; grating + bump rails; access to reactor heads
8.208	TB-PL-08	Pipe racks – gas, broth, condensate	Three-tier rack with compensators and colour-coded markings
8.209	TB-PL-09	ATEX lighting above reactor heads	Dual-circuit LED luminaires; no flicker; zone 2 rated
8.210	TB-PL-10	Escape ladders, handrails, edge protection	Ladders at platform ends; full-length edge protection
8.211	TB-PL-11	Safety valve with flame arrestor and condensate trap	DN100 venting from each reactor; common exhaust manifold
8.212	TB-PL-12	Reactor insulation and outer cladding	100mm mineral wool + aluminium cladding; sealed lower skirt
8.213	TB-PL-13	Reactor labelling and registration	TB-01 to TB-12; stainless steel ID tags; EPC supplies logbook
8.214	TB-PL-14	Operator zone around reactors	Min. 1.2m concrete strip; no pipelines or installations permitted
8.215	TB-PL-15	Earthing and equipotential bonding	All metal elements bonded to TITAN earthing ring; Cu 16mm ² cable
8.216	TB-PL-16	ATEX compliance – structures, covers, fittings	Min. Zone 2; all metallic components certified or shielded
8.217	TB-PL-17	Mechanical construction and pressure certification	Compliant with PED / EN 13445; design pressure 0.5bar(g), hydro test to 1.5bar(g)
8.218	TB-PL-18	Vendor qualification and references	Preferred vendors: Zeton (NL), Praj (IN), Bionet (ES), GICON (DE), WABAG (AT)

8.3 Wobbe Skid Interface

Ref No	Spec No	Description	Comments
8.3.01	WOB.01	RNG piping outlet from Tall Boy manifold	12 RNG lines from reactor tops merge into a common overhead manifold.
8.3.02	WOB.02	RNG condensate trap and line slope	Downward slope to trap low-point; purge valve for liquid removal.
8.3.03	WOB.03	WGS–RNG interface point (post WGS conversion)	Piping includes flame arrestor and backflow protection.
8.3.04	WOB.04	Wobbe Skid inlet manifold	Collects and meters final RNG mix from fermentation towers.
8.3.05	WOB.05	Skid size and housing	Skid size: approx. 3.5m × 2.5m; housed in steel shelter, ventilated.
8.3.06	WOB.06	Utility connections	Includes gas detection, electrical cabinet, and condensate purge.
8.3.07	WOB.07	Output connection to RNG storage or compression	Final RNG routed to either buffer storage or compressor line.

TITAN One Specification 2026

8.3.08	WOB.08	SCADA interface for gas quality monitoring	Skid includes real-time Wobbe Index sensor + SCADA feedback.
--------	--------	--	--

8.0 Zespół fermentacyjny Tall Boy – konwersja metanogenna

Zespół fermentacyjny Tall Boy to klaster biologicznej metanizacji składający się z dwunastu (12) pionowych wież fermentacyjnych. Każda wieża zawiera populację metanogennych archeonów zawieszonych w cyrkulującym bulionie odżywczym. Mikroorganizmy te przekształcają gaz bogaty w wodór w sieciowy odnawialny gaz ziemny (RNG) w warunkach beztlenowych i termofilnych (~60°C).

Do zespołu kierowany jest strumień o natężeniu ok. 19000Nm³/h, co stanowi 50% całkowitej produkcji gazu HPG na platformie TITAN – czyli połowę z 38000Nm³/h w warunkach maksymalnych.

Ten strumień jest w całości konwertowany przez mikroorganizmy, co daje moc wyjściową na poziomie ok. 24MW (LHV) z dwunastu wież fermentacyjnych.

Tabela 8.0.A – Stechiometria metanizacji biologicznej i obliczenie wydajności

Rodzaj reakcji	Równanie	Uwagi
Reakcja biologiczna	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Archeony przekształcają CO ₂ i H ₂ w metan
Stosunek molowy	1 : 4 → 1 : 2	Jedna cząsteczka CO ₂ reaguje z czterema cząsteczkami H ₂
Strumień wejściowy	19000Nm ³ /h	Z całkowitej produkcji HPG TITAN – 38000Nm ³ /h
Uzysk CH ₄	~4000–4400Nm ³ /h	Przy pełnej konwersji w warunkach projektowych
Wartość opałowa	CH ₄ LHV ≈ 10kWh/Nm ³	Wykorzystywana do przeliczenia całkowitej mocy
Moc RNG	~24MW (LHV)	Łączna wydajność 12 reaktorów

Proces jest w pełni biologiczny, nie wymaga spalania ani katalizatorów, a jego charakter jest egzotermiczny – generuje niskotemperaturowe ciepło odpadowe, które jest odzyskiwane do podgrzewania bulionu, stabilizacji termicznej oraz podgrzewu gazu wejściowego. System wyróżnia się wysoką selektywnością metanową i minimalnymi pozostałościami, co czyni go idealnym dla cyrkularnej produkcji RNG.

8.1 Praca reaktorów Tall Boy i integracja systemowa

Zespół Tall Boy pracuje jako klaster dwunastu reaktorów typu CSTR (ciągły reaktor mieszany) z przepływem pionowym. Każda wieża otrzymuje gaz producentowy od dołu, rozprowadzany przez kolektor ciśnieniowy i pierścień dystrybucyjny. Gaz przemieszcza się ku górze kolumny fermentacyjnej.



TITAN One Specification 2026

Wewnątrz każdego reaktora gaz kontaktuje się z termofilnym bulionem, zawierającym zawieszone archeony metanogenne, które przeprowadzają metanizację biologiczną. Archeony są samoodtwarzające się i zachowują trwałość w stabilnych warunkach. Bulion ma długą żywotność i wymaga jedynie częściowej wymiany co 6–12 miesięcy.

Zasilanie bulionem i utrzymanie kultury

Bulion fermentacyjny jest uzupełniany okresowo z Pokoju VII (pierwsze piętro, Sektor 5A). Dedykowany rurociągprowadzi bulion przez budynek TMF (Sektor 5.1) i przechodzi przez przepust w ścianie przeciwwybuchowej Pokoju III, docierając do zespołu reaktorów.

Zespół jest również połączony ze Zbiornikiem nr 3 w Budynku Bulionowym, który zapewnia dodatkową pojemność, możliwość płukania i rotacji bulionu w czasie cykli serwisowych. Odprowadzanie i odzysk ścieków

Choć odpływ procesowy jest nietoksyczny, całość kierowana jest do podziemnej jednostki zbiorczej ACU (Automated Collection Unit) w celu pełnego zabezpieczenia środowiskowego i spełnienia przyszłych wymogów.

Do ACU trafiają:

- Odpływ procesowy z reaktorów Tall Boy
- Pozostałości bulionu z archeonami
- Spływy powierzchniowe z nawierzchni 5A/5C

Zebrana ciecz trafia do wspólnego zbiornika, gdzie jest filtrowana i ponownie wykorzystywana jako woda procesowa w kolejnych cyklach fermentacji.

Odbiór i eksport RNG

Powstały metan opuszcza górną część każdej wieży i jest zbierany do wspólnego kolektora gazowego. Następnie kierowany jest do skid'u WOB (stacja kondycjonowania Wskaźnika Wobbego) w celu stabilizacji jakości i przygotowania do eksportu.

8.2 Zespół fermentacyjny Tall Boy (Faza 1)

Ref No	Nr spec.	Opis (PL)	Uwagi
8.201	TB-PL-01	Fundamenty pod 12 × reaktorów typu CSTR	Fundamenty żelbetowe min. 3,2m średnicy × 0,6m głębokości z kotwami; rozstaw wg planu EPC
8.202	TB-PL-02	Zestawy kotwiące i klatki zbrojeniowe	Śruby M24 ze stali nierdzewnej (lub równoważne), osadzone chemicznie; lokalizacje do pomiaru i certyfikacji
8.203	TB-PL-03	Dostawa i montaż 12 × reaktorów Tall Boy	Reaktory pionowe CSTR; średnica 3,0m, wysokość 15,0m, objętość robocza ~90–95m ³
8.204	TB-PL-04	Przyłącza cyrkulacji bulionu termofilnego	Dysze DN65/80 – dolne (zasilanie) i środkowe (powrót); wszystkie kołnierzowe
8.205	TB-PL-05	Port boczny pod opcjonalny mieszalnik	2-kołnierzowy port zaślepiony; rezerwacja pod możliwy retrofit



TITAN One Specification 2026

8.206	TB-PL-06	Stałe drabiny serwisowe z koszem bezpieczeństwa (x12)	Stal lub aluminium; dostęp pełnej wysokości; powłoka antykorozyjna
8.207	TB-PL-07	Pomost serwisowy między reaktorami (kierunek N-S)	Szerokość 2,5m; krata + listwy odbojowe; dostęp do głowic reaktorów
8.208	TB-PL-08	Estakady rurowe – gaz, bulion, kondensat	Trójpoziomowa estakada z kompensatorami i oznaczeniami kolorystycznymi
8.209	TB-PL-09	Oświetlenie ATEX nad głowicami reaktorów	Oprawy LED w układzie 2-obwodowym; brak migotania; strefa 2
8.210	TB-PL-10	Drabiny ewakuacyjne, barierki, listwy ochronne	Drabiny przy końcach pomostów; ochrona krawędzi na całej długości
8.211	TB-PL-11	Zawór bezpieczeństwa z arrestorem i pułapką kondensatu	Odpowietrzanie DN100 z każdego reaktora; zbiorczy przewód wywiewny
8.212	TB-PL-12	Izolacja i obudowa zewnętrzna reaktorów	100mm wełny mineralnej + płaszcz aluminiowy; fartuch dolny uszczelniony
8.213	TB-PL-13	Oznakowanie i rejestracja reaktorów	TB-01 do TB-12; tabliczki nierdzewne; EPC dostarcza log montażowy
8.214	TB-PL-14	Strefa obsługowa wokół reaktora	Opaska betonowa min. 1,2m; zakaz prowadzenia rur lub instalacji
8.215	TB-PL-15	Uziemienie i połączenia wyrównawcze	Wszystkie elementy metalowe podłączone do pierścienia uziemiającego TITAN; linka Cu 16mm ²
8.216	TB-PL-16	Zgodność ATEX – konstrukcja, pokrywy, łączniki	Min. strefa 2; wszystkie metalowe elementy certyfikowane lub ekranowane
8.217	TB-PL-17	Konstrukcja mechaniczna i certyfikacja ciśnieniowa	Zgodność z PED / EN 13445; ciśnienie projektowe 0,5 bar(g), próba hydrauliczna do 1,5 bar(g)
8.218	TB-PL-18	Kwalifikacja dostawców i referencje	Preferowani dostawcy: Zeton (NL), Praj (IN), Bionet (ES), GICON (DE), WABAG (AT)

8.3 Interfejs Wobbe Skid — Tabela Specyfikacji BCIS

Ref No	Spec No	Opis	Uwagi
8.3.01	WOB.01	Rurociąg RNG z kolektora Tall Boy	12 linii RNG z górnych części reaktorów łączy się w jeden wspólny kolektor nad głowami.
8.3.02	WOB.02	Pułapka kondensatu i spadek rurociągu	Rurociąg poprowadzony ze spadkiem; zawór spustowy kondensatu na najniższym punkcie.
8.3.03	WOB.03	Punkt połączenia WGS–RNG (po konwersji)	Instalacja zawiera zabezpieczenia: płomieniodporność i zawór zwrotny.
8.3.04	WOB.04	Kolektor wejściowy do Skidu Wobbe	Zbiera i mierzy końcową mieszaninę RNG z wież fermentacyjnych.
8.3.05	WOB.05	Rozmiar skidu i obudowa	Rozmiar skidu: ok. 3,5m × 2,5m; zabudowa stalowa z wentylacją.
8.3.06	WOB.06	Przyłącza mediów	Zawiera czujniki gazu, szafkę elektryczną i spust kondensatu.
8.3.07	WOB.07	Wyjście do magazynu RNG lub kompresji	Końcowy gaz kierowany do bufora lub linii sprężania.
8.3.08	WOB.08	Interfejs SCADA do monitorowania jakości gazu	Skid zawiera czujnik Wobbe Index i przekazuje dane do SCADA.

TITAN One Specification 2026

9.0 Wobbe and Compression Station

The Wobbe and Compression Station is the final process unit in Sector 5. It is located at the eastern edge of Sector 5, immediately south of the railway gate at the north end of Sector 2, where the main north–south road crosses the rail line.

RNG from the Tall Boy fermentation array is delivered via an overhead supply line. This line runs parallel to the ethanol pipe and is routed to maintain permanent separation. The two systems never cross.

The Wobbe Skid performs calorific index correction and gas quality verification. Compliant gas is passed to the compression unit, where it is pressurised to the dispatch level and becomes CRNG. The CRNG is immediately sunk into a dedicated DD duct, positioned north of the ethanol duct, and routed underground beneath the railway to Sector 6. There, it enters buffer storage and loading systems.

The station is fully containerised in a 20-foot modular enclosure and includes integrated ATEX safety, isolation, and control systems. It defines the operational handover from Sector 5 (production) to Sector 6 (logistics).

9.0a Wobbe and Compression Station

Ref No	Spec No	Description	Comments
9.0a.01	WOB.01	Supply and install containerised 20-foot Wobbe Skid unit with full calorific correction and gas quality analysis system	Includes control panel, ATEX-rated enclosures, analysers (CH ₄ , CO ₂ , H ₂ , O ₂ , N ₂), Wobbe Index calc, local ESD panel
9.0a.02	WOB.02	Anchor Wobbe Skid on reinforced RC pad with anti-vibration base	Located east end of Sector 5, aligned to overhead gas input and DD duct output
9.0a.03	WOB.03	Connect overhead RNG gas inlet pipe to Wobbe Skid flange	Overhead pipe from fermentation gantry; includes final pipework, supports, and flange
9.0a.04	COMP.01	Supply and install twin-head compressor unit (≥8 bar outlet) in integrated enclosure	Oil-free heads, auto-sequencing, air cooling, downstream buffer-compatible
9.0a.05	COMP.02	Install interconnection pipework from Wobbe outlet to compressor inlet	Short rigid pipe with vibration joints and pressure gauges
9.0a.06	DD.01	Supply and install two parallel pressurised CRNG outlet pipes, 30m each, from compressor outlet to DD duct	DN80–DN100 alloy pipes; includes fixed brackets, supports, and condensate protection (insulated + trace-heated or equivalent)
9.0a.07	DD.02	Connect both CRNG pipes into DD duct north of ethanol line	Epoxy-sealed entry, EPC to confirm separation zones and gradient
9.0a.08	SAF.01	Install ATEX-rated emergency shutoff valves at gas inlet and CRNG outlet	Fail-safe position, fire-rated, local + SCADA triggered
9.0a.09	SAF.02	Install local overpressure vent and inline burst disc on CRNG outlet	Vents to defined safe zone; EPC to confirm duct termination

TITAN One Specification 2026

9.0a.10	CTRL.01	Integrate all signals (Wobbe and Compressor) to Sector 5 SCADA	Modbus/Profibus interface, ESD integration, ATEX rated junction boxes
9.0a.11	ELEC.01	Supply and install LV electrical connection from main CC duct to Wobbe and Compression Station	Includes cable pull, connection box, containment, ATEX-compliant routing, earthing as per Sector 5 MEP

9.1 Pipeline and Loading Narrative

Following compression, the CRNG is transferred from the Wobbe and Compression Station into a dedicated DD underground conduit located to the north of the ethanol DD ducting. This conduit begins at the base of the skid structure in Sector 5 and runs beneath the railway crossing into Sector 6, maintaining strict separation from the liquid fuel corridor at all times.

The dual CRNG outlet pipes from the compressor are sunk directly into this DD duct. These two parallel pipelines (each approx. 30 metres in length) are installed with insulation and anti-condensation measures, ensuring year-round operability. The conduit system includes sealed entries and expansion-tolerant supports. All pipework is pressure-rated and monitored from Sector 5 SCADA. The CRNG arrives in Sector 6 at the buffer storage area. Here, it is received into a static pressurised buffer tank system that provides operational decoupling between fermentation/production and logistics/dispatch. The buffers are configured to hold up to two days' worth of output, allowing batch loading even in cases of logistics delay.

From the buffer tanks, CRNG is routed to the Carbis LoadTec gantry, which serves both road tankers and rail wagons. All loading operations are ATEX-certified and pressure-balanced. The final point of custody transfer is located at the gantry discharge valve. Flow metering, certification, and pressure/temperature logging are managed by the integrated load control panel, connected via SCADA to TITAN's main control room.

All piping, containment, grounding, metering, and gantry controls are designed to ensure full traceability and separation of gaseous and liquid fuels throughout the loading process. The ethanol and RNG systems operate independently, and at no point do the pipelines or access systems intersect.

9.1a BCIS Specification Table – Pipeline and Loading

Ref No	Spec No	Description	Comments
9.1a.01	DD.03	Excavate and prepare trench for CRNG DD conduit from Sector 5 to Sector 6 (under rail)	Approx. 30m run; install below ethanol duct; maintain grade, compaction, separation
9.1a.02	DD.04	Supply and install dual CRNG carrier pipes (30m each) in dedicated DD conduit	DN80–DN100 alloy or composite; insulated and protected against condensation
9.1a.03	DD.05	Install sealed duct entries at Sector 5 outlet and Sector 6 inlet	Epoxy seal, vapour barrier, waterproofed; includes standoff blocks and duct collars
9.1a.04	BUF.01	Supply and install 3× CRNG buffer tanks, rail-tanker equivalent (≈60m³ each)	Above-ground static tanks; ATEX-rated, pressurised, sized for 2-day operational buffer (3 tanks × 1.5/day output)
9.1a.05	BUF.02	Install reinforced RC slab with anchor bolts and earthing mesh for tanks	Includes bunding, perimeter standoff, and drainage channel



TITAN One Specification 2026

9.1a.06	BUF.03	Supply and install inlet piping from DD duct outlet to tanks, with isolation valves	DN100 alloy; 3-way manifold; allows staggered fill or bypass logic
9.1a.07	BUF.04	Install pressure monitoring, ATEX-certified pressure relief, and SCADA feedback	Includes local gauges + digital sensors; hardwired to Sector 6 SCADA
9.1a.08	LOAD.01	Supply and install CRNG loading line from buffer tanks to Carbis LoadTec gantry	DN80–DN100; heat-traced if required; high-pressure certified
9.1a.09	LOAD.02	Supply and install LoadTec-compatible loading arms (road + rail)	Flexible dropline + arm; fixings, grounding, and vapour recovery if required
9.1a.10	LOAD.03	Install certified custody metering system	MID-approved; includes logger, printout, SCADA sync
9.1a.11	SAF.03	Install emergency shutoff valves and grounding at gantry loading points	Tagged chains, flame arrestors, hardwired isolation
9.1a.12	CTRL.02	Integrate full loading and buffer system into Sector 6 SCADA and weighbridge logic	ESD, access control, dispatch synchronisation, loading authorisation

9.0 Stacja Wobbe i Kompresji

Stacja Wobbe i Kompresji stanowi końcową jednostkę procesową w Sektorze 5. Znajduje się na wschodnim krańcu Sektora 5, bezpośrednio na południe od bramy kolejowej na północnym końcu Sektora 2, w miejscu przecięcia głównej drogi północ–południe z linią kolejową.

RNG z zespołu fermentacyjnego Tall Boy jest dostarczany rurociągiem napowietrznym. Linia ta biegnie równolegle do rurociągu etanolu, przy zachowaniu stałej separacji procesowej. Oba systemy nigdy się nie przecinają.

Skid Wobbe odpowiada za korekcję wartości opałowej i weryfikację jakości gazu. Gaz zgodny z parametrami przesyłany jest do układu kompresji, gdzie następuje jego sprężenie do ciśnienia dystrybucyjnego i przekształcenie w CRNG.

CRNG jest następnie kierowany do dedykowanego kanału DD, zlokalizowanego na północ od kanału etanolowego, prowadzonego pod ziemią w kierunku Sektora 6 (pod torami kolejowymi). Tam gaz trafia do układu buforowania i załadunku.

Cała stacja mieści się w kontenerze 20-stopowym, w pełni zintegrowanym z systemami ATEX, izolacją i układami sterowania. Stanowi granicę operacyjną pomiędzy produkcją (Sektor 5) a logistyką (Sektor 6).

9.0a Tabela Specyfikacji BCIS – Stacja Wobbego i Kompresji

Ref No	Spec No	Opis	Uwagi
9.0a.01	WOB.01	Dostawa i montaż kontenerowego skid'u Wobbego 20' z systemem korekcji wartości opałowej i analizy jakości gazu	Panel sterowania, obudowy ATEX, analizatory (CH ₄ , CO ₂ , H ₂ , O ₂ , N ₂), kalkulacja Wobbe, lokalny ESD
9.0a.02	WOB.02	Zakotwiczenie skid'u Wobbego na zbrojonej płycie żelbetowej z podstawą antywibracyjną	Wschodni kraniec Sektora 5; wyrównanie z napowietrznym wejściem gazu i kanałem DD



TITAN One Specification 2026

9.0a.03	WOB.03	Podłączenie napowietrznego rurociągu RNG do kołnierza skid'u Wobbego	Rurociąg z galerii fermentacyjnej; obejmuje wsporniki, ostatni odcinek, kołnierz
9.0a.04	COMP.01	Dostawa i montaż sprężarki dwu-głowicowej (≥ 8 bar) w zintegrowanej obudowie	Głowice bezolejowe, auto-sekwencja, chłodzenie powietrzem, zgodność z buforem
9.0a.05	COMP.02	Montaż rurociągu między wyjściem ze skid'u Wobbego a wejściem sprężarki	Sztynny rurociąg z kompensatorami drgań i manometrami
9.0a.06	DD.01	Dostawa i montaż dwóch równoległych rur CRNG (po 30m) od wyjścia sprężarki do kanału DD	Rury DN80–DN100; uchwyty, wsporniki, ochrona przed kondensatem (izolacja + trace-heating)
9.0a.07	DD.02	Podłączenie obu rur CRNG do kanału DD na północ od linii etanolu	Uszczelnienie epoksydowe; EPC określa strefy separacji i spadki
9.0a.08	SAF.01	Montaż zaworów odcinających ATEX na wejściu gazu i wyjściu CRNG	Pozycja bezpieczna, ognioodporne, aktywacja lokalna + SCADA
9.0a.09	SAF.02	Instalacja odpowietrznika i tarczy pękającej na wyjściu CRNG	Odpływ do strefy bezpiecznej; EPC określa zakończenie kanału
9.0a.10	CTRL.01	Integracja sygnałów (Wobbe i Sprężarka) z SCADA w Sektorze 5	Modbus/Profibus, integracja ESD, puszkki ATEX
9.0a.11	ELEC.01	Dostawa i montaż zasilania niskonapięciowego z głównego kanału CC	Ciąg kablowy, skrzynka przyłączeniowa, uziemienie zgodne z MEP Sektora 5

9.1 Rurociąg i Załadunek

Po sprężeniu gaz CRNG jest przesyłany ze stacji wobbego i kompresji do dedykowanego podziemnego kanału DD, zlokalizowanego na północ od kanału DD dla etanolu. Ten kanał zaczyna się u podstawy struktury skid w Sektorze 5 i przebiega pod przejazdem kolejowym do Sektora 6, przy zachowaniu całkowitej separacji od korytarza paliw płynnych.

Podwójne rurociągi CRNG wychodzące ze sprężarki są bezpośrednio zakotwiczone w tym kanale DD. Oba rurociągi (po około 30 metrów długości) są izolowane i zabezpieczone przed kondensacją, co zapewnia ich funkcjonowanie przez cały rok. System kanałów zawiera uszczelnione wejścia oraz wsporniki odporne na rozszerzalność cieplną. Całe orurowanie jest przystosowane do pracy pod ciśnieniem i monitorowane poprzez system SCADA w Sektorze 5.

W sektorze 6 gaz CRNG trafia do systemu buforowego składającego się ze statycznych, ciśnieniowych zbiorników buforowych. System ten oddziela operacyjnie etap fermentacji/produkcji od logistyki/załadunku. Bufory mogą pomieścić do dwóch dni produkcji, umożliwiając załadunek nawet przy opóźnieniach transportowych.

Z buforów CRNG kierowany jest do rampy załadunkowej Carbis LoadTec, która obsługuje zarówno cysterny drogowe, jak i wagony kolejowe. Wszystkie operacje załadunkowe są certyfikowane ATEX i wyważone ciśnieniowo. Ostateczny punkt przekazania znajduje się przy zaworze wylotowym rampy. Pomiary przepływu, certyfikacja oraz rejestracja parametrów ciśnienia i temperatury są obsługiwane przez zintegrowany panel sterowania załadunkiem, podłączony do głównej SCADA TITAN. Wszystkie instalacje orurowania, zabezpieczeń, uziemienia, pomiarów i elementów sterujących rampą są zaprojektowane w celu zapewnienia pełnej identyfikowalności i separacji gazów i paliw płynnych w całym procesie załadunku. Systemy etanolu i RNG funkcjonują niezależnie i nigdy się nie krzyżują.

9.1a Tabela Specyfikacji BCIS – Rurociąg i Załadunek



TITAN One Specification 2026

Ref No	Spec No	Opis	Uwagi
9.1a.01	DD.03	Wykop i przygotowanie wykopu pod kanał DD dla CRNG z Sektora 5 do 6 (pod torami)	Okolo 30m; instalacja pod kanałem dla etanolu; utrzymanie spadku, zagęszczenie, separacja
9.1a.02	DD.04	Dostawa i montaż podwójnych rur nośnych CRNG (po 30m) w dedykowanym kanale DD	DN80–DN100, stop lub kompozyt; izolowane i chronione przed kondensacją
9.1a.03	DD.05	Instalacja uszczelnionych wejść kanału w punkcie wyjścia (Sektor 5) i wejścia (Sektor 6)	Uszczelnienie epoksydowe, bariera paroszczelna, wodoodporne; bloki dystansowe, kolnierze
9.1a.04	BUF.01	Dostawa i montaż 3x zbiorników buforowych CRNG (≈60m³ każdy, odpowiadających cysternom kolejowym)	Zbiorniki naziemne, ciśnieniowe, certyfikowane ATEX; pojemność operacyjna = 2 dni (3 × 1,5 dnia produkcji)
9.1a.05	BUF.02	Budowa zbrojonej płyty fundamentowej z kotwami i siatką uziemiającą pod zbiorniki	Obejmuje system odprowadzenia, odstępy obwodowe, rynienki
9.1a.06	BUF.03	Dostawa i montaż rurociągów doprowadzających z kanału DD do zbiorników z zaworami odcinającymi	DN100, stop; rozdzielacz 3-drożny; logika napełnienia sekwencyjnego lub obejściowego
9.1a.07	BUF.04	Instalacja pomiaru ciśnienia, zaworów bezpieczeństwa ATEX i integracja z SCADA	Czujniki lokalne + cyfrowe; połączenie przewodowe z SCADA Sektora 6
9.1a.08	LOAD.01	Dostawa i montaż linii załadunkowej CRNG z buforów do rampy Carbis LoadTec	DN80–DN100; trace-heating w razie potrzeby; certyfikacja wysokociśnieniowa
9.1a.09	LOAD.02	Dostawa i montaż ramion załadunkowych kompatybilnych z LoadTec (drogowe i kolejowe)	Elastyczne ramię, kroplówka; mocowania, uziemienie, system odzysku oparów
9.1a.10	LOAD.03	Montaż certyfikowanego systemu pomiarowego transferu własności (custody metering)	Certyfikat MID; rejestrator, wydruk, integracja SCADA
9.1a.11	SAF.03	Montaż zaworów bezpieczeństwa i systemu uziemienia przy punktach załadunku rampy	Łączuchy uziemiające, zabezpieczenia przeciwwybuchowe, izolacja przewodowa
9.1a.12	CTRL.02	Integracja pełnego systemu załadunku i buforów z SCADA Sektora 6 i logiką wagi	ESD, kontrola dostępu, synchronizacja załadunku, autoryzacja wysyłki

10.0 TMF Acetogenic Ethanol Production

TITAN's acetogenic ethanol platform is housed in Building 5a, located within Sector 5. It forms the core of the TMF (Targeted Microbial Fermentation) system, converting hydrogen-rich syngas (HPG) into second-generation ethanol via a proprietary acetogenic pathway.

Producer gas (HPG) is generated in Sector 4 by the biomass gasification islands and delivered via the main overhead HPG gas bus, which runs from Hard Standing 4b (south) to Hard Standing 4c (north). A dedicated T-connection channels the HPG into Building 5a in an easterly direction through the west façade, entering at Room (ii) — the plant room.

The gas line runs overhead through Room (ii), which has a width of 10 metres, and continues through a reinforced blast wall into Room (iii), the main fermentation zone. Room (ii) remains non-process classified, as no gas processing or reaction takes place until the line crosses into Room (iii).

Inside Room (iii), the gas is compressed and brought to the correct temperature for fermentation. The compression skid is installed entirely within Room (iii) to preserve zoning boundaries. Compressed gas



TITAN One Specification 2026

is then distributed to two proprietary continuous stirred-tank reactors (CSTRs) — known as the Fat Boys — each operating at approx. 650m³ working volume. These vessels convert CO, CO₂, and H₂ into ethanol and water under anaerobic conditions, using LanzaTech™ microbial strains.

The fermentation system is supported by inoculation and nutrient dosing systems in Room (vii), which also houses the main TMF control cabinets. Broth and off-gas are routed through downstream purification steps: ethanol-rich permeate is extracted for recovery, biomass-rich purge is sent to treatment, and cleaned lean gas is routed to the steam boiler.

This section defines the interface between the TITAN HPG gas supply and the TMF fermentation systems installed in Building 5a.

The fermentation process operates in quasi-batch mode. Each of the two 650m³ CSTRs (Fat Boys) is filled, inoculated, and allowed to ferment continuously over a typical period of 8–14 days. The vessels operate alternately, ensuring that one is always in fermentation while the other is in loading, recovery, or cleaning phase. BRAD monitors the process via integrated control cabinets located in Room (vii), logging real-time parameters including pressure, temperature, gas flow, broth composition, and internal environment (air quality, temperature, humidity). Nitrogen (N₂) is used for system blanketing.

At the end of each fermentation cycle, ethanol-rich permeate is extracted from the broth and separated using a rotary screen mounted in Room (iii). This screen divides biomass from ethanol-containing fluid. Biomass cake is screw-threaded into Room (iv) for moisture removal and dewatering, then transferred to Room (v), where it is loaded manually into 1-tonne reusable canvas bags for off-site use (e.g. compost, pellet fuel, or raised bed feedstock).

The ethanol-rich fluid — often called "beer" — is fed from Room (iii) into the vertical distillation unit known as the beer column. The beer column, also housed in Room (iii), is designed to strip and concentrate the ethanol to azeotropic levels. Following this, the vapour is condensed and passed to the dehydration unit — located on the mezzanine of Room (iii) — where the remaining water is removed via molecular sieves or membrane systems, yielding fuel-grade anhydrous ethanol compliant with EN 15376.

Recovered ethanol is routed through underfloor DD conduit to the ethanol tank farm in Sector 6, where it enters a three-stage storage and loading process. Non-ethanol water and grey-water byproducts are diverted to the fluid collection zone on Hard Standing North and ultimately routed to the submerged ACU tank in the northwest corner of the site for recycling or safe disposal.

This completes the core acetogenic ethanol pathway from syngas intake to product separation and storage.

All fermentation and recovery equipment is installed within Room (iii), which serves as the primary process hall for ethanol production. With a floor area of 900m² and internal clearance exceeding 25m, Room (iii) accommodates the full fermentation and primary separation system, including:

- 2× Fat Boy acetogenic fermenters (CSTRs), each 720m³ gross capacity
- 1× vertical Beer Column (first-stage distillation, 1.5m Ø × 15m high)
- 1× EtOH buffer tank (5m Ø × 6m high), positioned between the Beer Column and the dehydration skid
- 1× twin-column 3A molecular sieve system for final dehydration



TITAN One Specification 2026

- Overhead gantries for access and maintenance (15m clearance)
- Full process interconnects: header gas inlet, steam manifold, broth supply, inoculation line, ethanol export, and gas return line

Process steam is supplied via an overhead DN65/100 manifold and routed to each unit requiring thermal input (Beer Column, sieve regeneration, and CIP/SIP). All residual lean gas is returned via an insulated DN100 line to the Sector 4C boiler skid.

Instrumentation includes a local SCADA cabinet (linked to Room VII), gas monitoring points, thermal and flow sensors, and a nitrogen (N₂) blanketing system for safety and inerting. The room is continuously monitored by the BRAD control backbone, which tracks air quality, pressure, humidity, and safety compliance in real-time.

All Room (iii) equipment items referenced above are fully detailed and costed in the Room (iii) specification table provided in the next section.

10.0 Produkcja Etanolu Acetogennego TMF – Wprowadzenie

Platforma etanolu acetogennego TITAN jest zlokalizowana w Budynku 5a, w obrębie Sektora 5. Stanowi ona rdzeń systemu TMF (Targeted Microbial Fermentation), przekształcając bogaty w wodór gaz syntezowy (HPG) w etanol drugiej generacji poprzez zastrzeżoną ścieżkę acetogenną.

Gaz procesowy (HPG) jest wytwarzany w Sektorze 4 przez wyspy zgazowania biomasy i dostarczany główną nadziemną magistralą HPG, biegnącą od Hard Standing 4b (południe) do Hard Standing 4c (północ). Dedykowane odgałęzienie wprowadza HPG do Budynku 5a w kierunku wschodnim przez elewację zachodnią, do Pomieszczenia (ii) — maszynowni.

Rurociąg prowadzony jest nadziemnie przez Pomieszczenie (ii), które ma szerokość 10 metrów, a następnie przechodzi przez wzmocnioną ścianę przeciwwybuchową do Pomieszczenia (iii), będącego główną strefą fermentacji. Pomieszczenie (ii) pozostaje strefą nieprocesową, ponieważ żadna obróbka ani reakcja gazu nie zachodzi do momentu przekroczenia granicy Pomieszczenia (iii).

W Pomieszczeniu (iii) gaz jest sprężany i doprowadzany do właściwej temperatury procesu fermentacji. Skid sprężający jest w całości zainstalowany w Pomieszczeniu (iii), co pozwala zachować jednoznaczne granice stref procesowych. Sprężony gaz jest następnie rozdzielany do dwóch zastrzeżonych reaktorów CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactor), zwanych „Fat Boys”, z których każdy pracuje przy objętości roboczej ok. 650m³. Reaktory te przekształcają CO, CO₂ oraz H₂ w etanol i wodę w warunkach beztlenowych, z wykorzystaniem szczepów mikroorganizmów LanzaTech™.

System fermentacji jest wspierany przez układy inokulacji i dozowania składników odżywczych zlokalizowane w Pomieszczeniu (vii), w którym znajdują się również główne szafy sterowania TMF. Brzeczka oraz gazy odlotowe są kierowane do dalszych etapów oczyszczania: permeat bogaty w etanol jest wydzielany do odzysku, frakcja bogata w biomasę kierowana jest do obróbki, a oczyszczony gaz resztkowy trafia do kotła parowego.



TITAN One Specification 2026

Niniejszy rozdział definiuje interfejs pomiędzy systemem zasilania HPG TITAN a instalacjami fermentacji TMF zainstalowanymi w Budynku 5a.

Proces fermentacji pracuje w trybie quasi-batch. Każdy z dwóch reaktorów CSTR o pojemności roboczej 650m³ („Fat Boys”) jest kolejno napełniany, inokulowany i prowadzony w trybie ciągłej fermentacji przez typowy okres 8–14 dni. Reaktory pracują naprzemiennie, co zapewnia, że jeden z nich zawsze znajduje się w fazie fermentacji, podczas gdy drugi jest w trakcie napełniania, odzysku produktu lub czyszczenia. System BRAD monitoruje proces za pośrednictwem zintegrowanych szaf sterowniczych zlokalizowanych w Pomieszczeniu (vii), rejestrując w czasie rzeczywistym parametry takie jak ciśnienie, temperatura, przepływ gazu, skład brzezki oraz warunki wewnętrzne (jakość powietrza, temperatura i wilgotność). Do inertyzacji i zabezpieczenia procesu stosowany jest azot (N₂).

Po zakończeniu cyklu fermentacji permeat bogaty w etanol jest oddzielany z brzezki za pomocą sita obrotowego zainstalowanego w Pomieszczeniu (iii). Urządzenie to rozdziela biomasę od cieczy zawierającej etanol. Masa biomasy jest transportowana ślimakiem do Pomieszczenia (iv) w celu dalszego odwodnienia i redukcji wilgotności, a następnie przekazywana do Pomieszczenia (v), gdzie jest ręcznie ładowana do wielorazowych worków płóciennych o pojemności 1 tony. Worki te są obsługiwane wózkiem widłowym i przeznaczone do dalszego wykorzystania poza instalacją (np. kompostowanie, pellet, materiał do podniesionych grządek).

Ciecz bogata w etanol — określana jako „beer” — jest kierowana z Pomieszczenia (iii) do pionowej kolumny destylacyjnej, zwanej kolumną piwną. Kolumna ta, również zlokalizowana w Pomieszczeniu (iii), służy do odparowania i zatężenia etanolu do poziomu azeotropowego. Następnie para jest skraplana i przekazywana do układu odwadniania, zainstalowanego na antresoli Pomieszczenia (iii), gdzie pozostała woda jest usuwana przy użyciu sit molekularnych lub systemów membranowych. W efekcie uzyskiwany jest bezwodny etanol paliwowy spełniający wymagania normy EN 15376.

Odzyskany etanol jest odprowadzany poprzez podposadzkowy kanał DD do farmy zbiorników etanolu w Sektorze 6, gdzie trafia do trzystopniowego systemu magazynowania i załadunku. Pozostałe frakcje wodne oraz wody szare są kierowane do strefy zbiorczej na Hard Standing North, a następnie do zanurzonego zbiornika ACU w północno-zachodnim narożniku terenu, w celu recyklingu lub bezpiecznego zagospodarowania.

Na tym etapie zamyka się pełna ścieżka acetogennej produkcji etanolu — od doprowadzenia gazu syntezowego, poprzez fermentację i separację produktu, aż do magazynowania.

Całość urządzeń fermentacyjnych i odzysku produktu jest zainstalowana w Pomieszczeniu (iii), które stanowi główną halę procesową produkcji etanolu. Przy powierzchni 900m² oraz wysokości wewnętrznej przekraczającej 25m, Pomieszczenie (iii) mieści kompletny układ fermentacji i separacji pierwotnej, w tym:

- 2× reaktory acetogenne Fat Boy (CSTR), każdy o pojemności brutto 720m³
- 1× pionową kolumnę piwną (pierwszy stopień destylacji, Ø 1,5m × 15m wysokości)
- 1× zbiornik buforowy etanolu (Ø 5m × 6m wysokości), zlokalizowany pomiędzy kolumną piwną a układem odwadniania
- 1× dwu-kolumnowy układ sit molekularnych 3A do końcowego odwadniania
- nadziemne pomosty serwisowe i ciągi komunikacyjne (prześwit 15m)



TITAN One Specification 2026

- pełne połączenia procesowe: doprowadzenie gazu, kolektor pary, zasilanie brzeczek, linia inokulacji, wyprowadzenie etanolu oraz linia powrotu gazu

Para procesowa dostarczana jest poprzez nadziemny kolektor DN65/100 i rozprowadzana do wszystkich urządzeń wymagających zasilania cieplnego (kolumna piwna, regeneracja sit, CIP/SIP). Cały oczyszczony gaz resztkowy jest odprowadzany izolowanym rurociągiem DN100 do kotła w Sektorze 4C.

System pomiarowy obejmuje lokalną szafę SCADA (połączoną z Pomieszczeniem VII), punkty monitoringu gazu, czujniki temperatury i przepływu oraz system inertyzacji azotem (N₂). Pomieszczenie jest stale nadzorowane przez platformę BRAD, która monitoruje jakość powietrza, ciśnienie, wilgotność oraz zgodność z wymaganiami bezpieczeństwa w czasie rzeczywistym. Wszystkie elementy wyposażenia Pomieszczenia (iii) wymienione powyżej są w pełni opisane oraz skosztorysowane w tabeli specyfikacji Pomieszczenia (iii), przedstawionej w kolejnym rozdziale.

11. Water Recycling

The system is engineered to circulate, treat, and reuse more than 1,000m³ of water per day, with full redundancy and buffer capacity — meeting and exceeding the fermentation demand for 80,000 litres per day of 2G ethanol.

TITAN operates a zero-waste water management philosophy. Daily water demand equals the needs of 60 staff on-site, primarily for drinking, hygiene, and food preparation. This is the only category for which a permanent city water connection exists. All other uses — process, irrigation, wash down, and fire security — are served by a closed-loop internal water cascade that prioritises reuse and circularity at every stage.

TITAN's ESG strategy exceeds CSRD baseline requirements. Our objective is zero net withdrawal: we aim to eliminate external water dependency by treating what we generate, capturing rainfall, and storing surplus for dry periods. This approach minimises environmental impact while ensuring full operational resilience — including during drought conditions when municipal pressure or availability may be reduced under Polish policy.

Fire protection is secured by a dedicated deluge lake and two ACU underground retention tanks (Sector 4), fully isolated from potable and process loops. These buffers guarantee fire readiness at all times, even in peak summer stress scenarios.

Blackwater is discharged in accordance with public health standards. By contrast, process water used in the fermentation and gasification systems operates in a closed loop: condensates and filtrates are recovered and reprocessed to the highest possible purity level. Irrigation for green roofs and planted areas reduces TITAN's urban heat footprint, while optional tree watering along the site perimeter helps mitigate the risk of forest fire spread.

11.1 Internal Water Cascade: Tiered System Design



TITAN One Specification 2026

TITAN's internal water cascade is a reverse-call-up system, structured around three active tiers and five levels of water cleanliness. All water flows pass through a purification cascade that matches output quality to intended use.

Water Cleanliness Levels (WTR 1–5)

WTR Level	Description	Usage Tier
WTR 5	Raw water from surface runoff or rainfall	Tier 3 – Washdown
WTR 4	Mechanically filtered (turbidity/particles)	Tier 3 – Washdown
WTR 3	Chemically neutral and biologically stable	Tier 2 – Process
WTR 2	Fully neutral, mineral-balanced	Tier 2 – Process
WTR 1	Polished water, suitable for broth preparation	Tier 1 – Broth

Each Tier is designed as a looped cascade: water is drawn upward only when higher-quality reserves deplete. This prevents overuse of clean water and ensures optimal reuse efficiency.

- Tier 3 (WTR 5–4): ACU runoff and rainwater collection are stored in buried HDPE clusters, then treated in Skid C before being stored in SS Retention Tanks C for wash down and irrigation.
- Tier 2 (WTR 4–3–2): If Tier 3 is exhausted, Tier 2 triggers. HDPE Cluster B feeds Skid B, supplying SS Retention Tanks B for process applications (e.g., lab water, pump loops).
- Tier 1 (WTR 2–1): Dedicated for Broth House operations. When needed, Tier 1 draws from Tier 2. Treated by Skid A and stored in SS Tanks A, it directly feeds the 4× Broth Mixing Tanks (Sector 5B). These are auto-filled and always operational (3 active, 1 in reserve).

The system is SCADA-controlled, with flow logic, fill priorities, and surge-mode alignment (e.g., solar PV generation peaks). Overflow from Tier 3 is automatically diverted to the deluge lake to prevent flooding or excess.

11.2 Location and Configuration of Cascade System

The TITAN internal water cascade system is delivered through a modular integration of submerged HDPE tank clusters and surface-mounted stainless steel (SS) retention tanks and skids, all located within Sector 4C.

Submerged Water Storage (HDPE Tank Arrays)

Each Tier is served by a standardised buried cluster of 12 × 30m³ double-skin vertical HDPE tanks, installed in three rows of four. All three clusters are embedded within a single 50m × 20m raised-bed planter constructed from reclaimed railway sleepers (three high; total height ~0.75–0.80m). This planter is situated in the 20m-wide green buffer zone along the western edge of Sector 4C, directly behind the H500 hard standing.



TITAN One Specification 2026

- Planter dimensions: 50m (L) × 20m (W)
- Excavation depth: 3.8m below finished soil level
- Total buried volume: $3 \times 360\text{m}^3 = 1,080\text{m}^3$ active storage

The raised-bed format allows for temperature regulation, surface water retention, and regenerative planting around the tank access points. Overflow pathways are gravity-routed to the ACU and deluge lake.

Surface Infrastructure (SS Tanks and Skid Plinths)

Located within the western 10m aisle of the 28m-wide H500 North Hard Standing (Sector 4C) are the surface components of each Tier, aligned directly opposite their buried counterparts.

Each Tier includes:

- 1 × Skid Plinth (approx. 1.5m × 10m), mounted flush to slab
- 1 × Pair of Stainless Steel Retention Tanks, each 50m³, mounted above ground

In total:

- 3 Skid Plinths
- 3 Pairs of SS Tanks (6 tanks total × 50m³ = 300m³)

The SS tanks serve as surge and holding buffers for treated water after skid filtration. Each is hard-piped to its HDPE cluster and integrates level sensors, high/low alarms, and cascade control via SCADA. The above-ground location allows:

- Safe separation from the process plant
- Direct access for maintenance and visual inspection
- Anchored plinths and clean routing

11.3 AI Moderation of Process to Maximise Energy Efficiency Against Availability

Unlike fixed-level or pressure-based trigger systems, the TITAN water cascade is moderated by BRAD, the platform's embedded AI layer, which dynamically balances retention, energy efficiency, and availability across all tiers.

BRAD continuously monitors:

- Inflow, outflow, and storage levels in all HDPE and SS tanks
- Pump energy consumption and activation frequency
- Rainfall forecasts, evaporation potential, and ambient weather data
- Real-time solar PV output and overall site energy balance
- TMF demand patterns and nutrient injection windows



TITAN One Specification 2026

BRAD Cascade Principles

- Retention First: Water is held unless overflow risk + weather model justifies evacuation.
- Energy-Aware Cycling: Pumping and treatment are delayed unless surplus energy is available.
- SS Tanks as Buffers: Skid-treated water is stored at grade to allow sub-surface clusters to remain dormant.
- Forecast-Driven Release: Evacuation to ACU or deluge is conditional on a verified dry weather window.

Energy Model: Electrons Must Work

In the BRAD model, spare electrons = pumped and processed water — not lost electrons.
This philosophy ensures that:

- Excess solar generation is not dumped or curtailed, but used to move water where it has the highest process value
- Pumping is aligned with Phase 2 PV output curves, especially during summer
- The cascade becomes an active energy sink, not a passive system — one that stores both water and time-shifted energy

Through this intelligent moderation layer, TITAN achieves both:

- >70% guaranteed availability across all cascade assets
- Maximised energy productivity from every watt generated on-site

11.3 AI Moderation of Process to Maximise Energy Efficiency Against Availability

Unlike fixed-level or pressure-based trigger systems, the TITAN water cascade is moderated by BRAD, the platform's embedded AI layer, which dynamically balances retention, energy efficiency, and availability across all tiers.

BRAD continuously monitors:

- Inflow, outflow, and storage levels in all HDPE and SS tanks
- Pump energy consumption and activation frequency
- Rainfall forecasts, evaporation potential, and ambient weather data
- Real-time solar PV output and overall site energy balance
- TMF demand patterns and nutrient injection windows

BRAD Cascade Principles

- Retention First: Water is held unless overflow risk + weather model justifies evacuation.
- Energy-Aware Cycling: Pumping and treatment are delayed unless surplus energy is available.



TITAN One Specification 2026

- SS Tanks as Buffers: Skid-treated water is stored at grade to allow sub-surface clusters to remain dormant.
- Forecast-Driven Release: Evacuation to ACU or deluge is conditional on a verified dry weather window.

Energy Model: Electrons Must Work

In the BRAD model, spare electrons = pumped and processed water — not lost electrons. This philosophy ensures that:

- Excess solar generation is not dumped or curtailed, but used to move water where it has the highest process value
- Pumping is aligned with Phase 2 PV output curves, especially during summer
- The cascade becomes an active energy sink, not a passive system — one that stores both water and time-shifted energy

Through this intelligent moderation layer, TITAN achieves both:

- >70% guaranteed availability across all cascade assets
- Maximised energy productivity from every watt generated on-site

11.4 Manholes, Collars, Monitoring & Planter Infrastructure

Each Tier of the TITAN water cascade consists of a buried array of 12 × 30m³ HDPE tanks, housed in raised planter beds constructed from reclaimed railway sleepers. These clusters are supported by surface-mounted SS retention tanks and filtration skids. Full access, monitoring, and lighting infrastructure is embedded within the planter and collar architecture to ensure long-term serviceability, safety, and resilience — without overhead gantries or exposed sensor lines.

Manhole and Riser Access

Each HDPE tank includes a dedicated vertical riser (Ø600–800mm), terminating just above the 3-sleeper planter bed (~0.8–1.0m above crown). Risers are:

- Gas-tight, lockable, and vented (Tier 3 only)
- Embedded in recessed planted zones with a minimum 0.8m clearance
- Equipped with optional ladder sleeves for periodic entry
- Kept free of sensors, cables, or intrusion hardware

Risers allow manual inspection, sampling, and maintenance as part of a four-month rotating Tier service cycle.

Sensor Integration at Collar Level

All sensors are installed via pre-formed penetrations in the tank collar wall, sealed using IP68-rated glands and caulking. Sensors include:



TITAN One Specification 2026

- Level probes (ultrasonic, radar, or float, Tier-dependent)
- Temperature sensors
- Overflow alarms (Tier 3 only)

Sensor cables terminate in a female fibre-optic port housed in the collar, allowing direct interface with BRAD via a waterproof lateral conduit to the skid SCADA panel. This dry-side configuration ensures:

- No intrusion into risers
- Easy above-grade servicing
- Continuous live reporting of tank status to BRAD

Water Line Monitoring (HDPE → SS Tanks)

Each transfer line between the HDPE tanks and the SS retention tanks is equipped with:

- Inline flow meters (electromagnetic or clamp-on ultrasonic)
- Inlet/outlet temperature sensors
- Check valves and back flow alarms (Tier-specific)
- Pressure loss or obstruction detection (optional at Tier 1)

These lines allow BRAD to track treatment volumes, detect anomalies, and confirm that all skids are performing to specification — or signal fallback logic.

Planter Lighting

Planter zones include 200–330mm dark-skies-compliant LED units, which are:

- Solar-powered with integrated storage
- Fully relocatable and self-standing
- Used selectively during inspections or servicing
- Shielded to comply with all ecological lighting standards

These lamps can remain in situ or be rotated across the cascade as needed. Their low profile supports nighttime work without disrupting biodiversity or visual integration.

11.4.1 Integrated Monitoring: Static + Process Retained Water Balance

The TITAN platform's water resilience depends not only on tracking stored volumes, but also on understanding how much water is actively retained across the system at any given moment — including dynamic volumes circulating through process loops, fermentation, wash down systems, and heat recovery circuits.



TITAN One Specification 2026

BRAD monitors both static reservoirs (e.g. tanks, lakes, ACU) and process-retained water, generating a live system-wide water balance. This allows it to make intelligent decisions about availability, pumping, and whether or not to unlock the city water inlet.

Static Water Monitoring – Stored Cascade & Buffers

All water-bearing assets in the TITAN system are continuously monitored and mapped within BRAD.

These include:

Location	Description	Volume
Tier 1 Cluster (12 × 30m³)	Broth water HDPE tanks	360m³
Tier 2 Cluster (12 × 30m³)	Process water HDPE tanks	360m³
Tier 3 Cluster (12 × 30m³)	Utility/washdown HDPE tanks	360m³
SS Tanks A, B, C (3 pairs × 50m³)	Treated water surge buffers	300m³
Broth House Tanks (5b)	4 × 50m³ active/standby	200m³
ACU Tanks (North & South)	Underground runoff retention	~240–300m³
Deluge Lake	600m² × 2.5m deep	1,500m³

These tanks are fitted with collar-level sensors, flow meters, overflow alarms, and temperature probes. Combined, they provide BRAD with the complete available storage map.

B. Dynamic Process Water Monitoring – Retained Water in Use

BRAD also monitors the volume of water currently held in process, including:

- Broth circuit loops (5b)
- Filtration skids (A, B, C) and surge heads
- Ethanol pipelines (wet headers)
- Wash down piping (5c, Sector 1)
- Heat recovery water (jacket loops, trommel dryers)
- CIP/SIP loops
- Holding tanks in the TMF system (permeate, purge)
- Any retained condensate or grey water pending re-entry to the cascade

Estimates are updated based on sensor inputs, back flush timers, and confirmed draw events. This allows BRAD to continuously assess:

TITAN One Specification 2026

- Retained-but-recoverable water
- Losses or dead volumes
- Recovery opportunities vs expected use

C. Availability Logic and City Water Trigger Conditions

BRAD uses a composite formula to calculate true water availability:

Total Available = Static Capacity + Recoverable Retained Volume – Committed Process Draw
The city water inlet remains locked unless the following four conditions are simultaneously met:

- Static + recoverable retained water < 25% of total system capacity
- No forecasted rainfall in the next 48 hours
- No deferred process recovery (e.g. purge-to-feed cycle pending)
- Site activity exceeds projected availability over the next 24–48 hours

If even one of these is unmet, BRAD holds the cascade as closed-loop and delays inlet access.

D. Reporting & Visibility

BRAD displays live dashboards of water availability across all assets

It maintains predictive reporting on:

- Days of availability remaining at current load
- Expected recovery from retained process water
- Buffer utilisation curves (SS, ACU, deluge)
- City water inlet activation countdown (if pending)

This system allows TITAN to operate with true water autonomy, meeting its zero-net-withdrawal ESG commitment, and ensuring operational security during drought, load spikes, or utility failure.

11.5 Skids A–B–C: Filtration and Treatment Equipment Summary

Skid A – Tier 1 (Broth Water Supply)

Item	Description
Tier	Tier 1 – Broth water supply
Purpose	Final-stage treatment for microbial broth preparation (Sector 5b)
Treatment Grade	WTR 2 → WTR 1
Pre-treatment Source	SS Tanks B (Tier 2), city top-up via Tier 2



TITAN One Specification 2026

Filtration Units	Carbon filter, inline microfilter (absolute rated)
Disinfection	UV chamber (or ozone loop – optional)
Thermal Interface	Pre-heater line (optional integration with TMF loop)
Pumping	Low-volume VFD pump; tuned to TMF batching logic
Sensors	Turbidity sensor, TOC sensor, temperature sensor
Output Tanks	SS Tanks A – 2 × 50m³
Control Logic	Auto-feed to 4 × broth tanks; interlocked to fermentation schedule
BRAD Integration	Yes – prioritised Tier; scheduled for PV generation peaks

Skid B – Tier 2 (Process Water Supply)

Item	Description
Tier	Tier 2 – Process water supply
Purpose	Recycled/process water for lab, pumps, equipment washdown
Treatment Grade	WTR 4 → WTR 3 → WTR 2
Pre-treatment Source	Tier 3 HDPE tanks or city top-up
Filtration Units	Dual-stage sand and carbon filters
Disinfection	UV or chemical dosing unit (depending on process needs)
Bag Filtration	Bag filter unit with interchangeable cartridges
City Water Inlet	Pressure-regulated; normally locked via BRAD
Pumping	Standard duty pump with auto-fill logic
Backwash	Drain to Tier 3 or overflow sump
Output Tanks	SS Tanks B – 2 × 50m³
Control Logic	Only active when Tier 1 calls up or city tap triggered
BRAD Integration	Yes – manages inlet, timing, and source prioritisation

Skid C – Tier 3 (Wash down, Irrigation, Utility Water)

Item	Description
Tier	Tier 3 – Utility & washdown water
Purpose	First-stage filtration of greywater, rainfall, ACU inflow
Treatment Grade	WTR 5 → WTR 4



TITAN One Specification 2026

Pre-treatment Source	ACU tanks, rainwater drains, CIP return
Filtration Units	Grit separator, coarse mesh filters
Disinfection	UV unit (Tier 3 rated, low-intensity)
Pumping	Utility pump with auto-purge mode
Overflow Routing	Gravity discharge to ACU or deluge lake
Sensors	Inflow rate sensor, tank-level feedback, overflow alarm
Output Tanks	SS Tanks C – 2 × 50m ³
Control Logic	Flow-on-demand for irrigation, cleaning, biomass shed use
BRAD Integration	Yes – Tier 3 always active unless in overflow or pause state

11.6.1 Broth Mixing Tanks (Sector 5b)

Located within the Broth House (Sector 5b), TITAN's four 50m³ Broth Mixing Tanks are the final recipients of Tier 1 treated water, used for preparing nutrient solutions, inoculants, and process broth for the acetogenic fermentation line. These tanks are SCADA-integrated, auto-filled via the Tier 1 loop, and are critical to the TMF system's daily operations.

Broth Mixing Tank Specification (Sector 5b)

Item	Description
Tank Type	Stainless steel, vertical, jacketed fermenter-ready
Quantity	4 tanks (3 operational, 1 rotational/spare)
Location	Sector 5b (Broth House), adjacent to Skid Room and CIP Station
Capacity per Tank	50m ³
Operational Volume	150m ³ active, 50m ³ spare
Construction	Welded 316L stainless steel, food-grade finish
Heating Jacket	Integrated low-pressure steam jacket with insulation
Manway Access	Ø600mm top access with internal safety ladder
Agitation	Top-mounted variable-speed mixer (frequency-controlled)
Level Sensing	Ultrasonic sensor with BRAD integration
Temperature Sensing	PT100 thermocouple looped into CIP system
Overflow Management	Overflow routed to Tier 2 or neutralised and drained
Filling Logic	Auto-filled from SS Tanks A (Tier 1), prioritising solar pump cycles
Discharge	Bottom outlet with sanitary valve, direct to fermentation feed line

TITAN One Specification 2026

Cleaning Protocol	CIP looped, connected to Sector 5b central CIP skid
Lighting/Monitoring	Internal inspection light + external process LED indicators
SCADA	Fully integrated; monitored for temperature, fill status, and mixer RPM

These tanks are filled and drained according to the fermentation schedule logic and are also accessible for manual nutrient addition. The fourth tank ensures operational continuity during cleaning, downtime, or inoculant isolation.

11.6.2 Water Storage Cascade Configuration (Tiered Tanks Layout)

TITAN's internal water cascade system is composed of twelve 30m³ HDPE double-skin underground tanks and six 50m³ stainless steel (SS) surface retention tanks, arranged across three tiers. Each tier includes four HDPE tanks and two SS tanks, forming a complete treatment-storage-reuse loop.

All HDPE tanks are fully submerged within a 50m × 20m raised planter bed (three levels of reclaimed railway sleepers) with integrated planting for environmental enhancement and heat mitigation. The SS tanks and Skids A–C are located above-ground in the western maintenance aisle (10m wide) of the North Hard Standing (Sector 4C).

Tank Cluster and Cascade Summary

Ref.	Tier	HDPE Tanks (Buried)	SS Retention Tanks (Surface)	Function
011.6.2.001	Tier 1	4× 30m ³ (120m ³ total)	2× 50m ³ (100m ³ total)	Supplies Broth House (5B)
011.6.2.002	Tier 2	4× 30m ³ (120m ³ total)	2× 50m ³ (100m ³ total)	Supplies CIP/SIP, pump loops, lab/process
011.6.2.003	Tier 3	4× 30m ³ (120m ³ total)	2× 50m ³ (100m ³ total)	Supplies hydrants, irrigation, washdown

Each SS tank pair is directly fed by its corresponding Skid Unit (A, B, or C), which draws water from the associated HDPE cluster. The entire system is SCADA-controlled and moderated by BRAD AI to optimise storage levels, flow scheduling, and energy efficiency based on availability, demand, and solar generation forecasts.

11.6.3 Water Cascade Utility Interconnection (CC Duct + Pipework + Sensors)

All three water tiers — including submerged HDPE clusters and above-ground stainless retention tanks — are connected to the TITAN site-wide service infrastructure through the existing Conduit CC utility duct. This allows real-time visibility, operational flexibility, and a hybrid supply of recycled and potable water.



TITAN One Specification 2026

Interconnection Table (Ducts, Pipes, Sensors)

Ref.	Connection	Description	Max Length (m)
011.6.3.001	Potable Water Inlet (City Main → 1A Plant Room)	City water enters the site at Sector 1A, supplying the Potable Water Pipe in Conduit CC	–
011.6.3.002	Potable Water Distribution (CC Duct)	Potable water runs through Conduit CC to supply: Tier 2 Tanks, 2A Control Room, 5A Wet Stacks (mess), and 5A CIP/SIP	–
011.6.3.003	Tier 2 ↔ Potable Pipe Interface	Tier 2 SS tanks connect directly to Potable Water Pipe in CC duct (hybrid recycled + city water)	10m
011.6.3.004	CIP/SIP Supply Line	Tier 2 water (plus city water) routed to 5A CIP/SIP via dedicated HDPE pipe; steam mixed at point of use	100m
011.6.3.005	Tier 1 Broth House Supply	Direct pipe from Tier 1 SS tanks to Broth House (5B); isolated from potable loop	100m
011.6.3.006	Tier 3 ↔ Hydrant Network	Tier 3 connects to hydrant and washdown loop in CC duct; line includes jockey pump (installed in 0.0B)	10m
011.6.3.007	Tier 3 Overflow → Deluge Lake	Tier 3 overflow drains directly into Deluge Lake; overflow pipe installed via CC in 0.0B scope	10m
011.6.3.008	Fibre Optic Sensor Bus	All tanks (HDPE + SS) and water lines connect to Fibre Bus in CC duct; enables BRAD visibility and forecasting	10m

11.7 Monitoring and Measurement System

The TITAN water recycling installation includes a comprehensive monitoring and measurement (M&M) system to ensure data-driven management of flow rates, tank levels, quality parameters, and maintenance intervals. The system supports both process monitoring and compliance reporting (ESG/ CSRD).

Each Tier (1, 2, and 3) is equipped with flowmeters and level sensors on inflow, outflow, and bypass lines. In-line probes measure pH, conductivity, and temperature. The stainless-steel tanks include ultrasonic level sensors and emergency overflow alarms. Where CIP/SIP or steam mixing is used (notably in Tier 2 and TMF integration), inline temperature and pressure sensors are deployed.

All instruments are connected to the site-wide SCADA via the DD conduit. SCADA interfaces allow both real-time display and historical data logging. Alerts are configured for anomalous readings, and all skids are fitted with local displays for on-site monitoring.

The M&M system supports predictive maintenance. Pump hours, valve cycles, and filter pressure drops are logged automatically. In case of sensor failure, dual redundancy or manual override options are available.

TITAN One Specification 2026

11.7a Monitoring and Measurement System

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.7.01	MEPD.11.01	Flowmeter (HDPE lines, Tier 1–3)	Ultrasonic, DN50–DN100; 9 total
11.7.02	MEPD.11.02	pH/Conductivity/Temperature probes (in-line)	6 locations across Tier 2 + TMF feed
11.7.03	MEPD.11.03	Ultrasonic level sensor (SS tanks)	Redundant units, 6 pairs total
11.7.04	MEPD.11.04	Emergency overflow alarm	Local + SCADA alert, SS tank top mounted
11.7.05	MEPD.11.05	Pressure and temperature sensors (CIP/SIP line)	Integrated with HDPE + steam loop
11.7.06	MEPD.11.06	SCADA integration via DD conduit	1 per Tier; data + power routed underground
11.7.07	MEPD.11.07	Local display/control panel per skid	LED screen, manual override included
11.7.08	MEPD.11.08	Sensor redundancy / override system	Tier 2 and 3 only; plug-in diagnostic ports

11.7 System Monitorowania i Pomiarów

Instalacja recyklingu wody TITAN obejmuje kompleksowy system monitorowania i pomiarów (M&M), który umożliwia zarządzanie przepływami, poziomami zbiorników, parametrami jakościowymi oraz interwałami serwisowymi. System służy zarówno do bieżącej kontroli procesu, jak i do raportowania zgodnego z ESG/CSRD.

Każdy poziom (Tier 1, 2 i 3) wyposażony jest w przepływomierze i czujniki poziomu na liniach zasilających, odpływowych i obejściowych. Na liniach procesowych zainstalowano sondy do pomiaru pH, przewodności i temperatury. Zbiorniki ze stali nierdzewnej wyposażono w ultradźwiękowe czujniki poziomu oraz alarmy przelewowe.

W przypadku systemów CIP/SIP oraz linii mieszania pary (głównie w Tier 2 i w integracji z TMF), zamontowano czujniki temperatury i ciśnienia inline. Całość podłączona jest do systemu SCADA poprzez kanał DD.

Interfejsy SCADA umożliwiają wizualizację w czasie rzeczywistym oraz rejestrację danych historycznych. Każdy skid wyposażono również w lokalny panel sterowania. System wspiera konserwację predykcyjną – rejestrowane są godziny pracy pomp, liczby cykli zaworów i spadki ciśnienia na filtrach. W przypadku awarii czujników przewidziano redundancję lub tryb ręczny.

11.7a System Monitorowania i Pomiarów



TITAN One Specification 2026

11.7.01	MEPD.11.01	Przepływomierz (linie HDPE, Tier 1–3)	Ultradźwiękowy, DN50–DN100; łącznie 9 szt.
11.7.02	MEPD.11.02	Sondy pH/przewodność/temperatura	6 lokalizacji: Tier 2 + TMF
11.7.03	MEPD.11.03	Ultradźwiękowy czujnik poziomu (zbiorniki SS)	Podwójne; 6 par łącznie
11.7.04	MEPD.11.04	Alarm przelewowy	Alarm lokalny + SCADA; montaż na zbiorniku
11.7.05	MEPD.11.05	Czujniki ciśnienia i temperatury (linia CIP/SIP)	Integracja z HDPE i pętlą pary
11.7.06	MEPD.11.06	Integracja SCADA przez kanał DD	1 na Tier; zasilanie + dane podziemne
11.7.07	MEPD.11.07	Lokalny panel sterowania/skid	Wyświetlacz LED, tryb ręczny
11.7.08	MEPD.11.08	System redundancji/serwisowania czujników	Dotyczy Tier 2 i 3; porty diagnostyczne

11.8 Overflow Management

The TITAN water recycling system incorporates a robust overflow and return flow management network. This system is designed to handle surplus water at all stages, restore operational balance across the Tiers, and prevent loss or uncontrolled discharge under any condition.

A dedicated overflow return pipe is embedded in the Duct CC, which runs submerged parallel to the North Hardstanding. This line acts as a core return backbone for all Tiers (1, 2, and 3), capable of transferring overflow or recycled water downstream or upstream, depending on need. The pipe is sized for both gravity and pressure-assisted return, offering flexible routing in line with operational logic.

Each Tier includes:

- Overflow connections from stainless and HDPE tanks
- High-level alarms and emergency bypass
- Return pumps to accelerate flow or bypass blockages
- Non-return valves and manual bypasses to ensure flow control

The return pumps are activated either by sensor-level triggers or by SCADA operator input. Pumps enable not only overflow return but also strategic redistribution of water — for example, from Tier 3 (polished) back to Tier 1 (raw) in certain cases, or bypassing a Tier entirely when needed for cleaning or downtime.

All overflow components are connected to the SCADA network via the DD conduit and are compliant with ESG/CSRD monitoring frameworks. Overflow water is never discharged externally unless routed via ACU under a formal waste release procedure.

TITAN One Specification 2026

11.8a Overflow Management

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.8.01	MEPD.11.09	Overflow pipework from SS/HDPE tanks	Tier-level routing into Duct CC
11.8.02	MEPD.11.10	Submerged return pipe in Duct CC	DN150 HDPE, runs full North Hardstanding
11.8.03	MEPD.11.11	Overflow return pumps (Tier 2–3)	2 per Tier, flow boost or return logic
11.8.04	MEPD.11.12	Emergency overflow buffer tanks	Underground HDPE, 3 × 50m³
11.8.05	MEPD.11.13	Overflow alarm system	Tank-top mounted + SCADA integrated
11.8.06	MEPD.11.14	Non-return valve with bypass loop	Installed on each pump line
11.8.07	MEPD.11.15	SCADA control and manual override	SCADA + local control panel
11.8.08	MEPD.11.16	Link to ACU (waste) via gated line	Emergency use only

11.8 Zarządzanie Przelewami (Zaktualizowane)

System recyklingu wody TITAN obejmuje zaawansowaną sieć zarządzania przelewami oraz przepływami zwrotnymi. Jej celem jest obsługa nadmiaru wody na wszystkich poziomach, przywracanie równowagi operacyjnej pomiędzy Tierami oraz eliminacja ryzyka zrzutu lub przestoju systemowego.

Wzdłuż północnego utwardzenia przebiega dedykowana rura powrotna przelewu umieszczona w kanałach CC (przewód CC). Rura ta stanowi główny przewód powrotny dla Tierów 1–3 i umożliwia grawitacyjne lub ciśnieniowe przesyłanie nadmiaru wody zarówno w dół, jak i w górę systemu, zgodnie z logiką operacyjną.

Każdy Tier obejmuje:

- Połączenia przelewowe ze zbiorników SS i HDPE
- Alarmy wysokiego poziomu i obejścia awaryjne
- Pompy zwrotne do przyspieszania przepływu lub cofania wody
- Zawory zwrotne oraz obejścia ręczne dla pełnej kontroli

Pompy są uruchamiane automatycznie na podstawie poziomów czujników lub ręcznie z poziomu SCADA. Mogą służyć nie tylko do obsługi przelewu, lecz również do strategicznego zarządzania wodą (np. do cofnięcia z Tier 3 do Tier 1 lub ominięcia Tieru podczas serwisu).

System w całości zintegrowany jest z SCADA przez kanał DD i spełnia wymagania monitorowania ESG/CSRD. Przelewy nie są odprowadzane na zewnątrz, z wyjątkiem sytuacji awaryjnej, poprzez formalny zrzut do ACU.



TITAN One Specification 2026

11.8a Zarządzanie Przelewami

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.8.01	MEPD.11.09	Rurociąg przelewowy ze zbiorników SS/HDPE	Prowadzenie do kanału CC
11.8.02	MEPD.11.10	Rura powrotna w kanałach CC (zanurzona)	HDPE DN150, cała długość północnego utwardzenia
11.8.03	MEPD.11.11	Pompy powrotu przelewu (Tier 2–3)	2 na Tier; wspomaganie lub cofanie przepływu
11.8.04	MEPD.11.12	Awaryjne zbiorniki buforowe	HDPE podziemne, 3 × 50m³
11.8.05	MEPD.11.13	System alarmowy przelewu	Czujniki + integracja SCADA
11.8.06	MEPD.11.14	Zawór zwrotny z obejściem	Na każdej linii pompowej
11.8.07	MEPD.11.15	Sterowanie SCADA + panel lokalny	Automatyka + tryb ręczny
11.8.08	MEPD.11.16	Połączenie z ACU (odprowadzenie awaryjne)	Tylko do użycia w sytuacjach krytycznych

11.9 CIP/SIP and Heat Mixing Line

The TITAN One platform includes a dedicated Clean-In-Place / Steam-In-Place (CIP/SIP) system to ensure safe, hygienic cleaning of all fermentation and broth systems. This system supports the acetogenic and methanogenic pathways, as well as associated nutrient and ethanol pipelines. Cold process water for CIP/SIP originates at Tier 2, drawn from the final output of the second water treatment skid. It is routed through a dedicated HDPE pipeline laid in Duct CC, with a maximum length of 150 metres, serving two locations:

- Room (iii) – Fermentation in Building 5a, and
- The Broth Mixing Station in Building 5b

There is no hot water storage in the system. Water remains cold until use.

Steam is delivered from a separate high-pressure steam boiler unit, located approximately 10metres from Building 5a. A dedicated overhead steam line connects directly to both Buildings 5a and 5b, entering the fermentation and broth rooms.

At each point of use, the cold Tier 2 water is mixed with steam using regulated injection heads:

- In CIP mode, moderate steam is blended to produce hot water (typically 60–90°C) for cleaning equipment, tanks, and pipe loops.
- In SIP mode, sterilisation is steam-dominant, with optional water modulation to control sterilisation temperature (typically 121–130°C at 2.5–3.5 bar).

TITAN One Specification 2026

Injection points are equipped with temperature and pressure sensors, safety valves, and condensate traps. The system is fully integrated with SCADA and tied to fermentation batch routines.

All waste fluids from CIP/SIP cycles enter the ACU system via the DD conduit. They are routed directly to Tier 1 pre-treatment for contaminated water processing.

11.9a CIP/SIP and Heat Mixing – BCIS Specification Table (English)

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.9.01	MEPD.11.17	Tier 2 cold water line to Buildings 5a and 5b	Max 150m HDPE, in Duct CC
11.9.02	MEPD.11.18	Overhead steam line to Room (iii) and 5b	From boiler unit, insulated, pressure-rated
11.9.03	MEPD.11.19	Point-of-use mixing heads	Located in Room (iii) and 5b Broth Station
11.9.04	MEPD.11.20	Temperature and pressure sensors	SCADA monitored
11.9.05	MEPD.11.21	Condensate traps and safety valves	ATEX rated; per injection point
11.9.06	MEPD.11.22	CIP/SIP return line to Tier 1 pre-treatment (ACU)	Routed via DD conduit
11.9.07	MEPD.11.23	CIP/SIP access ports on EtOH and broth loops	Lockable and pressure-rated
11.9.08	MEPD.11.24	Manual override valves	Installed per mixing zone

11.9 Linia CIP/SIP i Mieszanie z Parą

Platforma TITAN One posiada dedykowany system CIP/SIP (Clean-In-Place/Steam-In-Place) zapewniający higieniczne czyszczenie wszystkich instalacji fermentacyjnych i brzeczkowych. System obsługuje linie acetogenną i metanogenną oraz powiązane rurociągi odżywek i etanolu. Zimna woda procesowa pochodzi z Tier 2, po drugim etapie uzdatniania wody. Jest prowadzona dedykowaną rurą HDPE w kanale CC, o maksymalnej długości 150 metrów, do dwóch lokalizacji:

- Pomieszczenia (iii) – Fermentacja w budynku 5a,
- Stacji mieszania brzeczki w budynku 5b

Woda nie jest podgrzewana przed użyciem — system nie posiada zasobników ciepłej wody. Para technologiczna pod wysokim ciśnieniem dostarczana jest z osobnej kotłowni parowej, zlokalizowanej około 10 metrów od budynku 5a. Dedykowana linia parowa nadziemna doprowadza parę do pomieszczeń w budynkach 5a i 5b.

W każdym punkcie użycia, zimna woda z Tier 2 mieszana jest z parą za pomocą głowic iniekcyjnych:

- W trybie CIP: para miesza się z wodą, tworząc gorącą wodę (60–90°C) do czyszczenia zbiorników i rurociągów



TITAN One Specification 2026

- W trybie SIP: dominuje para, a niewielki dodatek wody umożliwia regulację temperatury sterylizacji (121–130°C przy 2,5–3,5 bar)

Punkty iniekcyjne wyposażone są w czujniki temperatury i ciśnienia, zawory bezpieczeństwa oraz pułapki kondensatu. System w pełni zintegrowany z SCADA i harmonogramami fermentacji. Wszystkie zużyte ciecze z cykli CIP/SIP trafiają do systemu ACU poprzez kanał DD i są kierowane bezpośrednio do Tier 1 na etap wstępnego oczyszczania zanieczyszczonej wody.

11.9a Linia CIP/SIP i Mieszanie z Parą

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.9.01	MEPD.11.17	Linia zimnej wody z Tier 2 do budynków 5a i 5b	Maks. 150m, HDPE, kanał CC
11.9.02	MEPD.11.18	Linia parowa do pom. (iii) i stacji 5b	Z kotła parowego, izolowana
11.9.03	MEPD.11.19	Głowice mieszające w punktach końcowych	Pom. (iii) i 5b; regulacja T/P
11.9.04	MEPD.11.20	Czujniki temperatury i ciśnienia	Monitoring SCADA
11.9.05	MEPD.11.21	Pułapki kondensatu i zawory bezpieczeństwa	ATEX, po jednej na punkt
11.9.06	MEPD.11.22	Odływ CIP/SIP do Tier 1 (ACU)	Prowadzenie przez kanał DD
11.9.07	MEPD.11.23	Punkty dostępu CIP/SIP – linie EtOH i brzeczki	Blokowane, ciśnieniowe
11.9.08	MEPD.11.24	Zawory ręczne – tryb awaryjny	Po jednym na każdą strefę

11.10 Maintenance & Lighting

The TITAN One water recycling platform is designed for long-term operability and ease of maintenance. All Tier systems (1, 2, and 3), underground tanks, process skids, access galleries, and feed/return lines are supported by a coordinated maintenance strategy, ensuring safe access, preventive servicing, and illumination for inspection during both day and night shifts.

Maintenance

All above-ground skids (Tier 1–3) are designed with 360° perimeter access and 1.2m clear service zones. Equipment requiring periodic service (pumps, valves, instruments, filter housings) is mounted on raised plinths to avoid splash zones or standing water. Underground tanks include bolt-down manholes with lifting eyes and embedded anchor points for temporary winching equipment. Tank hatches are rated for pedestrian load (min. 5kN/m²).

Routine maintenance is scheduled in SCADA and includes:

- Visual inspections
- Filter replacement
- Sensor calibration
- Back flush cycles



TITAN One Specification 2026

- Pump servicing
- Overflow system testing

Service intervals and history are logged electronically and tied to each Tier's status in the control dashboard.

Lighting

All Tier areas, including the underground tank zones, are equipped with low-voltage LED task lighting mounted at an accessible height. Fixtures are IP-rated and comply with dark skies standards to reduce light pollution. In exposed areas (e.g. north hardstanding), pole-mounted lights with battery backup and PIR motion sensors are installed. Each light has a minimum 12-hour autonomous runtime in the event of grid failure.

Lighting around the Tier zones supports:

- Nighttime inspection and maintenance
- Safe operation during winter months
- Visual signalling (amber/green/blue) during active flushing or overflow cycles

All lighting circuits are independent of process power and can be disabled during sensitive operations via SCADA.

11.10a Maintenance & Lighting

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.9.01	MEPD.11.17	Tier 2 cold water line to Buildings 5a and 5b	Max 150m HDPE, in Duct CC
11.9.02	MEPD.11.18	Overhead steam line to Room (iii) and 5b	From boiler unit, insulated, pressure-rated
11.9.03	MEPD.11.19	Point-of-use mixing heads	Located in Room (iii) and 5b Broth Station
11.9.04	MEPD.11.20	Temperature and pressure sensors	SCADA monitored
11.9.05	MEPD.11.21	Condensate traps and safety valves	ATEX rated; per injection point
11.9.06	MEPD.11.22	CIP/SIP return line to Tier 1 pre-treatment (ACU)	Routed via DD conduit
11.9.07	MEPD.11.23	CIP/SIP access ports on EtOH and broth loops	Lockable and pressure-rated
11.9.08	MEPD.11.24	Manual override valves	Installed per mixing zone

11.10 Konserwacja i Oświetlenie

Platforma recyklingu wody TITAN One została zaprojektowana z myślą o wieloletniej eksploatacji i łatwym utrzymaniu. Wszystkie układy Tier 1–3, zbiorniki podziemne, składy procesowe, galerie serwisowe oraz linie zasilające i powrotne objęte są zintegrowaną strategią konserwacji, zapewniającą bezpieczny dostęp, przeglądy okresowe i odpowiednie oświetlenie do pracy w trybie dziennym i nocnym.



TITAN One Specification 2026

Konserwacja

Skidy nadziemne (Tier 1–3) posiadają dostęp 360° z pasem serwisowym o szerokości 1,2m.

Urządzenia wymagające okresowego serwisu (pompy, zawory, czujniki, filtry) montowane są na podestach podnoszących, zabezpieczających przed zalaniem. Zbiorniki podziemne wyposażone są w włazy przykręcane, z oczkami do podnoszenia oraz kotwami pod tymczasowy osprzęt wyciągowy. Pokrywy zbiorników spełniają normy obciążenia pieszym (min. 5kN/m²).

SCADA zarządza harmonogramem konserwacji, który obejmuje:

- Kontrole wizualne
- Wymianę filtrów
- Kalibrację czujników
- Cykl płukania wstecznego
- Serwis pomp
- Testy systemów przelewowych

Wszystkie czynności są rejestrowane elektronicznie i powiązane ze statusem Tierów w systemie sterowania.

Oświetlenie

Wszystkie strefy Tier, w tym zbiorniki podziemne, wyposażone są w oświetlenie LED niskonapięciowe, montowane na wysokości dostępnej serwisowo. Oprawy są w klasie IP i spełniają normy ciemnego nieba, ograniczając emisję światła. W strefach zewnętrznych (np. północny plac utwardzony) zainstalowano reflektory LED na słupach, z czujnikami ruchu i zasilaniem bateryjnym. Każda oprawa ma min. 12h autonomii w przypadku awarii zasilania.

Oświetlenie stref Tier zapewnia:

- Inspekcję nocną i serwis poza godzinami dziennymi
- Bezpieczne użytkowanie zimą
- Sygnalizację świetlną (bursztynowa/zielona/niebieska) podczas płukania lub przelewu

Instalacja oświetleniowa jest niezależna od zasilania technologicznego i może być wyłączana z poziomu SCADA.

11.10a Konserwacja i Oświetlenie

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.10.01	MEPD.11.25	Strefy dostępu serwisowego (Tier 1–3)	1,2m przestrzeń wokół skidów
11.10.02	MEPD.11.26	Podesty pod osprzęt serwisowy	Betonowe, ponad strefą rozpryskową



TITAN One Specification 2026

11.10.03	MEPD.11.27	Włazy inspekcyjne – zbiorniki podziemne	Przykręcane z oczkami do podnoszenia
11.10.04	MEPD.11.28	Harmonogram konserwacji SCADA	Z rejestrem inspekcji
11.10.05	MEPD.11.29	Oświetlenie LED – strefowe i punktowe	Oprawy IP, energooszczędne
11.10.06	MEPD.11.30	Reflektory LED z czujnikiem ruchu	Na słupach, min. 12h z baterii
11.10.07	MEPD.11.31	Strefowa kontrola oświetlenia przez SCADA	Tryby sygnalizacji wizualnej
11.10.08	MEPD.11.32	Niezależne zasilanie dla oświetlenia	Oddzielone od zasilania technologii

11.11 Future Expansion

The TITAN One water system has been designed with modularity and long-term scalability in mind. While the current configuration supports closed-loop process reuse for grey water and process residues, provision has been made for future expansion toward full water autonomy and external wastewater valorisation.

The east lane of the north hardstanding (measuring 10m × 48m) has been spatially reserved for the potential upgrade of a foul water (blackwater) treatment line, allowing future conversion of internal sanitation waste into feedwater for advanced pre-treatment.

In subsequent phases of TITAN, the Operator may install a larger OMNI-type modular water recycling installation, enabling:

- 100% self-sufficiency in water supply
- Integration of blackwater streams from on-site and external sources
- Production of exportable treated water suitable for use as:
 - Process water (fermentation, utilities)
 - Irrigation water (green zones, raised beds)

All buried conduits (CC and DD) have been dimensioned to accommodate future water and wastewater routing. Electrical and control cabling sleeves have been laid in advance to support expansion without further excavation.

This roadmap ensures that TITAN can evolve into a fully circular, water-autonomous facility, with the potential to serve as a regional water resilience node.

11.11a Future Expansion

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.11.01	MEPD.11.33	Reserved expansion zone – foul water upgrade	10m × 48m, east lane of hardstanding
11.11.02	MEPD.11.34	Future OMNI-type recycling unit (placeholder)	Not included in current scope
11.11.03	MEPD.11.35	Capacity for blackwater intake line	Space and routing secured



TITAN One Specification 2026

11.11.04	MEPD.11.36	Exportable water – process and irrigation grade	Future treatment output
11.11.05	MEPD.11.37	Buried conduits dimensioned for upgrade	CC and DD compatible
11.11.06	MEPD.11.38	Electrical/control sleeve reserve	Laid with future pull-throughs
11.11.07	MEPD.11.39	SCADA future node port (expansion ready)	Integration with OMNI-type unit
11.11.08	MEPD.11.40	Expansion logic in Phase 2–3 planning	Aligned with site-wide circularity goals

11.11 Możliwość Rozbudowy

System wodny TITAN One został zaprojektowany w sposób modułowy, z uwzględnieniem długofalowej skalowalności. Obecna konfiguracja umożliwia wewnętrzny obieg szarej wody oraz ścieków procesowych, jednak przewidziano także możliwość pełnej autonomii wodnej oraz zagospodarowania ścieków zewnętrznych.

Wschodni pas północnego placu utwardzonego (o wymiarach 10m × 48m) został zarezerwowany pod możliwą rozbudowę instalacji do obsługi ścieków czarnych (foul water), umożliwiając w przyszłości konwersję odpadów sanitarnych w wodę do wstępnego oczyszczania.

W kolejnych fazach TITAN może zostać zainstalowana większa, modułowa instalacja recyklingu wody typu OMNI, umożliwiająca:

- 100% samowystarczalność wodną
- Integrację z lokalnymi strumieniami ścieków czarnych
- Produkcję wody do ponownego wykorzystania, w tym:
 - Wody procesowej (do fermentacji, urządzeń)
 - Wody do nawadniania (zieleń, grządki podniesione)

Przewody podziemne (CC i DD) zostały wymiarowane z zapasem, aby umożliwić przyszłe trasy wodne i kanalizacyjne. Równocześnie wykonano rezerwy kablów pod przyszłą automatykę i zasilanie.

Ten plan rozwoju umożliwia przekształcenie TITAN w w pełni zamknięty obiekt wodny, służący także jako regionalny węzeł odporności wodnej.

11.11a Możliwość Rozbudowy

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.11.01	MEPD.11.33	Zarezerwowana strefa – ścieki czarne	10m × 48m, wschodni pas utwardzenia
11.11.02	MEPD.11.34	Potencjalna instalacja typu OMNI	Pozycja opcjonalna – faza 2+
11.11.03	MEPD.11.35	Rezerwa pod przyłącze ścieków czarnych	Trasa i miejsce zabezpieczone
11.11.04	MEPD.11.36	Woda do eksportu – proces / nawadnianie	Przyszłe wyjście z oczyszczania



TITAN One Specification 2026

11.11.05	MEPD.11.37	Przewody CC i DD z nadmiarem wymiarów	Zdolne do przyjęcia rozbudowy
11.11.06	MEPD.11.38	Rezerwa kablowa pod zasilanie i sterowanie	Wciągnięcia kablowe przygotowane
11.11.07	MEPD.11.39	Port SCADA – węzeł rozbudowy	Do integracji z jednostką OMNI
11.11.08	MEPD.11.40	Logika rozbudowy w planie faz 2–3	Spójna z celami cyrkularności

Part 12 – Chemicals and Broth House

The TITAN TMF system uses eight core chemical inputs in the daily preparation and nutrient balancing of the microbial broth. These chemicals are delivered in industrial containers (drums or sacks), temporarily stored in Room V, and then transferred to the Broth House via dosing carts for mixing and transfer to the fermenters in Room (iii), Sector 5a.

The Broth House has a usable footprint of 10m × 10m and is configured over three levels of 4m height each, with a roof void and access hatch matching the architectural profile of Building 5a. The ground floor includes mixing tanks, chemical loading and weighing facilities, and a small reception area with an industrial roller door (4m × 4.5m).

TITAN uses a 30-day rolling inventory system, with replenishment batches delivered every 15 days. This ensures a 10-day operational buffer is always available. Inventory is split between:

- Broth House (GF) – daily and operational stock, with fast access to mixer tanks
- Room V (5a) – bulk storage for full-month consumption, including secure indoor racking

All chemicals are dosed by SCADA-controlled pumps in the Broth House and enter overhead broth tanks, which gravity-feed Room (iii). Where relevant, chemical form and fire risk category are identified.

Table 12.1A – Daily Chemical Use and Risk Profile

Chemical Name	Classification	Daily Use (kg/24h)	Physical Form	Fire Risk
Ammonium hydroxide (19%)	Caustic	71.7	Liquid	Medium
Phosphoric acid (75%)	Acid	12.6	Liquid	Medium
Potassium hydroxide (45%)	Caustic	29.7	Liquid	Medium
Ammonium bisulphite (35%)	Reducing agent	19.7	Liquid	Medium
Magnesium sulfate (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	Inert salt	5.9	Powder	None



TITAN One Specification 2026

Trace metals mix	Trace nutrient	2.0	Powder	Low
Defoamer	Process aid	2.5	Liquid	Low
Sodium hydroxide	Caustic	7.2	Powder	Medium

Table 12.1B – Maximum 40-Day Inventory by Chemical

Chemical Name	30-Day Use (kg)	10-Day Buffer (kg)	Total 40-Day (kg)	Package Size (kg)	No. of Packages
Ammonium hydroxide (19%)	2,151	717	2,868	960	3
Phosphoric acid (75%)	378	126	504	300	2
Potassium hydroxide (45%)	891	297	1,188	800	2
Ammonium bisulphite (35%)	591	197	788	700	2
Magnesium sulfate (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	177	59	236	25	10
Trace metals mix	60	20	80	5	16
Defoamer	75	25	100	25	4
Sodium hydroxide	216	72	288	25	12
TOTAL	4,549 kg	1,513 kg	6,062 kg	—	51 packages

Table 12.1C – Package Distribution Between Broth House and Room V

Chemical Name	Package Type	Pack Size (kg)	Qty in Broth House	Qty in Room V	Physical Form	Fire Risk
Ammonium hydroxide (19%)	Drum	960	1	2	Liquid	Medium
Phosphoric acid (75%)	Drum	300	1	1	Liquid	Medium
Potassium hydroxide (45%)	Drum	800	1	1	Liquid	Medium
Ammonium bisulphite (35%)	Drum	700	1	1	Liquid	Medium
Magnesium sulfate (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	Sack	25	5	5	Powder	None
Trace metals mix	Sack	5	8	8	Powder	Low
Defoamer	Drum	25	2	2	Liquid	Low
Sodium hydroxide	Sack	25	6	6	Powder	Medium
TOTAL	—	—	25 packages	26 packages	—	—

Sekcja 12 – Chemikalia i Broth House

TITAN One Specification 2026

System TMF w instalacji TITAN wykorzystuje osiem kluczowych środków chemicznych do codziennego przygotowania i bilansowania składników odżywczych w cieczy fermentacyjnej (broth). Substancje te są dostarczane w przemysłowych opakowaniach (beczki, worki), tymczasowo przechowywane w Pomieszczeniu V, a następnie transportowane do Broth House na wózkach dozujących, gdzie są ważone i mieszane przed przesłaniem do fermentorów w pomieszczeniu (iii) – sektor 5a.

Broth House posiada użytkową powierzchnię 10m × 10m, rozmieszczoną na trzech kondygnacjach po 4m wysokości każda, z przestrzenią dachową i kłapą dostępową dostosowaną do architektonicznego profilu budynku 5a. Parter obejmuje zbiorniki mieszające, strefę ważenia i przyjmowania chemikaliów oraz bramę przemysłową o wymiarach 4m × 4,5m.

W TITAN wdrożono system inwentaryzacji 30-dniowej, przy czym uzupełnianie zapasów odbywa się co 15 dni. Zapewnia to stały 10-dniowy bufor operacyjny. Magazynowanie jest podzielone na:

- Broth House (parter) – zapas operacyjny i dzienny
- Pomieszczenie V (5a) – magazyn główny dla zużycia miesięcznego (pełny zapas)

Wszystkie chemikalia są dozowane automatycznie przez system SCADA. Broth przepływa grawitacyjnie ze zbiorników górnych do pomieszczenia (iii). W tabelach wskazano formę fizyczną i kategorię zagrożenia pożarowego.

Tabela 12.1A – Dobowe zużycie chemikaliów i profil zagrożeń

Nazwa chemikaliów	Klasyfikacja	Dobowe zużycie (kg/24h)	Forma fizyczna	Ryzyko pożarowe
Wodorotlenek amonu (19%)	Żrący	71,7	Ciecz	Średnie
Kwas fosforowy (75%)	Kwas	12,6	Ciecz	Średnie
Wodorotlenek potasu (45%)	Żrący	29,7	Ciecz	Średnie
Wodorosiarczyn amonu (35%)	Redukujący	19,7	Ciecz	Średnie
Siarczan magnezu (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	Sól obojętna	5,9	Proszek	Brak
Mieszanka metali śladowych	Składnik odżywczy	2,0	Proszek	Niskie
Środek antypieniący	Pomocniczy	2,5	Ciecz	Niskie
Wodorotlenek sodu	Żrący	7,2	Proszek	Średnie

Tabela 12.1B – Maksymalny zapas 40 dni (30 dni + bufor 10 dni)

Nazwa chemikaliów	Zużycie 30 dni (kg)	Bufor 10 dni (kg)	Razem 40 dni (kg)	Wielkość opak. (kg)	Liczba opakowań
-------------------	---------------------	-------------------	-------------------	---------------------	-----------------



TITAN One Specification 2026

Wodorotlenek amonu (19%)	2151	717	2868	960	3
Kwas fosforowy (75%)	378	126	504	300	2
Wodorotlenek potasu (45%)	891	297	1188	800	2
Wodorosiarczyny amonu (35%)	591	197	788	700	2
Siarczan magnezu ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	177	59	236	25	10
Mieszanka metali śladowych	60	20	80	5	16
Środek antypieniący	75	25	100	25	4
Wodorotlenek sodu	216	72	288	25	12
RAZEM	4549 kg	1513 kg	6062 kg	—	51 opakowań

Tabela 12.1C – Rozmieszczenie opakowań: Broth House i Pom. V

Nazwa chemikaliów	Typ opakowania	Wielkość opak. (kg)	Ilość w Broth House	Ilość w Pom. V	Forma fizyczna	Ryzyko pożarowe
Wodorotlenek amonu (19%)	Beczka	960	1	2	Ciecz	Średnie
Kwas fosforowy (75%)	Beczka	300	1	1	Ciecz	Średnie
Wodorotlenek potasu (45%)	Beczka	800	1	1	Ciecz	Średnie
Wodorosiarczyny amonu (35%)	Beczka	700	1	1	Ciecz	Średnie
Siarczan magnezu ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	Worek	25	5	5	Proszek	Brak
Mieszanka metali śladowych	Worek	5	8	8	Proszek	Niskie
Środek antypieniący	Beczka	25	2	2	Ciecz	Niskie
Wodorotlenek sodu	Worek	25	6	6	Proszek	Średnie
RAZEM	—	—	25 opakowań	26 opakowań	—	—

Part 12.2 – Broth House and Room V Fit-Out (Equipment and Inventory)

The Broth House and Room V operate as an integrated chemical handling and broth preparation system. Room V serves as the main delivery and long-term storage zone, while the Broth House performs weighing, pre-mixing, and dosing to the overhead broth tanks feeding Sector 5a Room (iii). Both zones must be equipped for hygienic handling of liquid and powder chemicals under controlled conditions. The layout must comply with safety codes (sealed floors, bunding, ventilation) and allow rapid manual handling with trolleys and hoists.

Narrative Description of Requirements



TITAN One Specification 2026

Room V (Sector 5a):

- Acts as the primary chemical inventory point for up to 30 days of stock.
- Located approx. 10m west of the truck unloading bay.
- Dimensions: approx. 35m (N–S) × 10m (E–W), 4m headroom (clear).
- Must be equipped with:
 - Pallet racking (double-deep) for drums, sacks, and pallets.
 - Drum bunding pallets for liquid storage.
 - Industrial shelving for small units.
 - Forklift or drum trolley access.

Broth House (adjacent to 5a):

- 10m × 10m × 12m usable volume across 3 floors.
- Ground floor is divided: ~50% inventory (10-day rotation) and ~50% operations.
- Must include:
 - Receiving Zone:
 - Drum trolley station
 - Vertical sack lifter or drum hoist
 - Weighing & Dosing Zone:
 - Digital scale table
 - Mobile dosing cart (for liquids/powders)
 - Premix Zone:
 - 1× jacketed stainless premix tank (approx. 300–500L)
 - Circulation pump (food-grade, chemical-resistant)
 - Dosing manifold with pressure control
 - CIP loop connections to the CIP skid in 5a
 - Storage Zone:
 - Industrial racking (2 levels)
 - Ventilated cabinet (for high-risk chemicals)
 - Drainage floor with bund containment
 - Control Zone:
 - SCADA dosing controller and alarm panel

All equipment must be pre-installed, tested, and certified under the EPC scope.

Table 12.2A – Fit-Out Equipment for Room V and Broth House



TITAN One Specification 2026

Ref No.	Spec Code	Description	Remarks
12.2.01	EQ-BH01	Pallet racking (Room V, 3× levels, for drums/sacks)	35m run, 2× aisles
12.2.02	EQ-BH02	Drum bunding pallets	10× units, 2–3 drums per pallet
12.2.03	EQ-BH03	Industrial shelving (Room V, small packs)	10m shelving with bund trays
12.2.04	EQ-BH04	Drum trolleys (manual)	3× trolleys, used daily
12.2.05	EQ-BH05	Vertical sack lifter / hoist (Broth House)	For powder hoisting to weighing platform
12.2.06	EQ-BH06	Digital floor scale	Load cell up to 600kg, IP-rated
12.2.07	EQ-BH07	Mobile dosing cart	Dual tank cart with pump and line connections
12.2.08	EQ-BH08	Premix stainless tank (500L)	Jacketed, food-grade SS316L
12.2.09	EQ-BH09	Premix dosing pump	2× pump system, dual-speed
12.2.10	EQ-BH10	Manifold and dosing line to upper broth tanks	SS pipework, overhead, sealed
12.2.11	EQ-BH11	SCADA control and dosing interface	Touchscreen HMI, CIP-connected
12.2.12	EQ-BH12	Emergency bunded cabinet for flammable / toxic chemicals	With extraction duct

Część 12.2 – Wyposażenie Budynku Zacieru i Pomieszczenia V (Wyposażenie i Magazynowanie)

Budynek Zacieru i Pomieszczenie V działają jako zintegrowany system obsługi chemikaliów i przygotowania zacieru. Pomieszczenie V służy jako główny magazyn chemikaliów (do 30 dni zapasu), natomiast Budynek Zacieru umożliwia ważenie, przygotowanie i dozowanie do zbiorników zacieru zlokalizowanych na piętrach powyżej, zasilających pomieszczenie (iii) w sektorze 5a.

Obie strefy muszą być wyposażone zgodnie z zasadami BHP i przepisami pożarowymi: szczelne posadzki, systemy odprowadzania wycieków, wentylacja, bezpieczne podnoszenie i transport ręczny.

Opis funkcjonalny

Pomieszczenie V (Sektor 5a):

- Główna strefa przyjęcia dostaw i przechowywania chemikaliów.
- Wymiary: ok. 35m (północ–południe) × 10m (wschód–zachód), prześwit min. 4m.
- Wymagane wyposażenie:
 - Regały paletowe (głębokie) na beczki i worki.
 - Palety wychytujące do beczek z cieczami.
 - Regały przemysłowe na opakowania jednostkowe.
 - Dostęp dla wózka widłowego i wózków ręcznych.

Budynek Zacieru (przylegający do 5a):



TITAN One Specification 2026

- Wymiary użytkowe: 10m × 10m × 12m (3 kondygnacje po 4m).
- Podział parteru: 50% przestrzeń magazynowa (10 dni zapasu), 50% operacyjna.
- Wymagane wyposażenie:
 - Strefa przyjęcia:
 - Stacja odbiorcza z wózkiem do beczek
 - Dźwig do worków lub wciągarka bębnowa
 - Strefa ważenia/dozowania:
 - Waga podłogowa z ekranem cyfrowym
 - Mobilny wózek dozujący (ciecze/proszki)
 - Strefa mieszania:
 - 1× zbiornik przedmieszania ze stali nierdzewnej (300–500L)
 - Pompa cyrkulacyjna (chemoodporna, spożywcza)
 - Rozdzielacz ciśnieniowy i system rurociągów do zbiorników
 - Połączenie z CIP zainstalowanym w 5a
 - Strefa magazynowa:
 - Regały stalowe, wentylowana szafka na chemikalia wysokiego ryzyka
 - Posadzka z systemem odwodnienia i szczelnego zbiornika awaryjnego
 - Strefa sterowania:
 - SCADA z panelem alarmowym i interfejsem dozującym

Całe wyposażenie musi być objęte zakresem EPC i dostarczone jako instalacja gotowa do użytku, wraz z testami i odbiorami.

Tabela 12.2A – Wyposażenie Pomieszczenia V i Budynku Zacieru

Nr Ref.	Kod Spec.	Opis	Uwagi
12.2.01	EQ-BH01	Regały paletowe (Pom. V, 3 poziomy, na beczki/worki)	35m długości, 2 ciągi magazynowe
12.2.02	EQ-BH02	Palety wychwytyjące pod beczki	10 szt., każda na 2–3 beczki
12.2.03	EQ-BH03	Regały przemysłowe (małe opakowania, Pom. V)	10m długości z wiankami wychwytyjącymi
12.2.04	EQ-BH04	Wózki ręczne do beczek	3 szt., codzienne użytkowanie
12.2.05	EQ-BH05	Wciągarka pionowa do worków (Budynek Zacieru)	Dla proszków, podnoszenie na platformę wagową



TITAN One Specification 2026

12.2.06	EQ-BH06	Waga podłogowa cyfrowa	Udźwig do 600kg, obudowa IP
12.2.07	EQ-BH07	Mobilny wózek dozujący	Dwa zbiorniki + pompa + linie dozujące
12.2.08	EQ-BH08	Zbiornik przedmieszania ze stali nierdzewnej (500L)	Płaszcz grzewczy, stal SS316L spożywcza
12.2.09	EQ-BH09	Pompa przedmieszania	2 szt., system z dwoma prędkościami
12.2.10	EQ-BH10	Rozdzielacz i linia dozująca do zbiorników	Rurociąg ze stali nierdzewnej, zawieszony sufitowo
12.2.11	EQ-BH11	Panel SCADA do sterowania dozowaniem	Panel dotykowy HMI, podłączony do CIP
12.2.12	EQ-BH12	Szafa awaryjna na substancje łatwopalne / toksyczne	Z wentylacją i odpływem

PART 13 – GAS ANALYTICS: PROCESS AND ATEX MONITORING

13.0 Introduction – Site-wide Gas Analysis Strategy

The TITAN Platform operates a multi-stream gasification and fermentation system using Hydrogen Producer Gas (HPG) derived from biomass. This gas is used for combined heat and power (CHP), Water–Gas Shift (WGS) for synthetic RNG via methanation, and direct conversion to ethanol and higher chemicals via Targeted Microbial Fermentation (TMF). At all process steps, gas quality, safety, and performance depend on accurate, site-wide gas analytics.

The Gas Analytics Regime defined in this section applies across all sectors of the TITAN installation. It ensures:

- Process control, efficiency, and conversion yield optimisation
- Gas composition balancing, flow management, and feed control
- Safety integrity at every junction and rerouting node
- Continuous emissions monitoring for all combustion and flare streams
- Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) of injected or exported gases

All sensors and analysers shall be ATEX-compliant, networked via SCADA to a central control system housed in Sector 2A.

A detailed Gas Safety Regime is defined separately in Part 14.

13.1 HPG Line Monitoring And Analysis

Each of the 12 PG2200 gasifier lines includes a dedicated instrument pack comprising:



TITAN One Specification 2026

- Gas spectrometer (CO, CO₂, H₂, CH₄, residual tars)
- Flowmeter (Nm³/h)
- Tar sensor (ATEX rated)
- Auto-reroute valve to tar loop via fine filter
- Dual flare system: 1 × hot flare, 1 × cold flare per line

The system is designed to prevent tar from entering the downstream process. Should tars be detected above safe thresholds, gas is diverted to the fine-filter recirculation loop. Downstream gas flow is then suspended, and pressure is managed via flare.

The monitoring system is included in the HPG offer and it is part of the HPG control package

13.2 CHP Exhaust Manifold and Monitoring

The 27 stationary engines serving the CHP system discharge into one or more combined exhaust manifolds. Each manifold includes:

- FTIR spectrometer (CO, CO₂, NO_x, VOCs)
- Residual O₂ sensors
- Volumetric flowmeter and temperature probe

The data is used to:

- Track combustion efficiency
- Verify emissions compliance
- Optimise heat recovery logic

13.3 Turbine Exhaust Monitoring

A single gas turbine (backup/load-balancing or RNG-fed) features a dedicated stack monitored for:

- Full-stack gas spectrometry (FTIR)
- Stack velocity and temperature
- Residual oxygen and NO_x content

13.4 RNG Production (Electrochaea Methanation)

Gas entering the methanation reactors (from WGS) must meet strict limits:

- Maximum O₂ content in mixed feed gas: 0.025% at 10 bar
- Continuous spectrometric monitoring for O₂, CO₂, H₂ at skid inlet
- Flow rate and pressure sensors



TITAN One Specification 2026

Rerouting valves shall bypass the methanation module if O₂ exceeds limits. A secondary use path (e.g. engine use or flare) is available to reduce bus pressure.

13.5 Ethanol Production (Acetogenic Fermentation)

Gas fed to the fermentation reactors in Room III is trimmed and controlled by:

- Inline spectrometer at the gas compressor inlet
- Flowmeter (Nm³/h) and pressure sensors
- Software-controlled trimming based on reactor logic (CO: H₂:CO₂ ratio)

Real-time analytics protect fermenter yield and allow pre-treatment if balance drifts from optimum.

13.6 Flare Emissions Monitoring

Each HPG line has 2× dedicated flares (hot/cold), and their emissions are monitored by:

- Shared stack gas spectrometers (FTIR) at the hot flare manifold
- Flow, temperature, and O₂ monitoring for cold venting

Flare performance is logged against system protection events and safety activation logs.

13.7 Control Room & System Monitoring

All gas analytics are connected via fibre-optic SCADA to the Sector 2A Control Room. The system includes:

- ATEX data acquisition racks
- Real-time dashboards for HPG, RNG, and EtOH feed gas analytics
- Alarm interface for flare activation, rerouting, or shutdown
- Reporting module for emissions compliance and QA audits

13.8 UPGRADING AND IMPROVEMENTS (BRAD-ENABLED ARCHITECTURE)

The TITAN Gas Analytics System is engineered from the ground up to support continuous improvement, in line with EU-wide CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) principles and Polish industrial good practice. Every sensor, rack, controller, and software interface is modular, future-ready, and integrated into a site-wide analytics architecture governed by BRAD.

What is BRAD? BRAD stands for: "Baseline Reference Analytics Database" — the embedded AI/LLM engine at the heart of the TITAN Platform.



TITAN One Specification 2026

BRAD integrates historical data, operating conditions, sensor readouts, regulatory thresholds, and lessons from prior projects to create a dynamic learning system. It provides real-time feedback, anticipates faults, and drives long-term optimisation and ESG-aligned decision-making.

Key Attributes of the Upgrade System:

- Modular & Replaceable Instrumentation
 - Designed to accommodate future hardware upgrades or regulatory changes without system downtime
 - All components are mounted in ATEX-compliant housings with standardised ports and electrical interfaces
- BRAD-Integrated SCADA/EMS
 - The control room connects directly to BRAD, enabling:
 - Continuous comparison of live vs baseline performance
 - Predictive failure alerts and calibration needs
 - Automated ESG snapshot reports
 - Upgrade recommendations and future investment triggers
- Standards & Certification Ready
 - Compliant with:
 - ATEX (Zone 2)
 - EN 13445 / PED pressure vessel standards
 - IE Directive for emissions
 - CSRD for digital traceability, improvement of audit trails, and materiality alignment
- Pre-installed Expansion Capacity
 - Gas analytics, flare sensors, VOC detectors, methane/O₂ analyzers, and gas spectrometry nodes are rack-mounted with reserved IOs and signal pathways
 - Engineered for additional flare, fermentation, emissions, and gas turbine exhaust monitoring
 - Sector 2A Control Room includes reserved racking and prewired conduits for expansion phases

13.9 Calibration, Certification, And Training

All gas analytics infrastructure within TITAN is subject to rigorous certification, metrological calibration, and operator training. This ensures performance integrity across critical safety and reporting parameters, particularly in support of the EU CSRD regime, Polish environmental law, and BRAD-integrated traceability.

13.9.1 Calibration Protocols

- Factory Calibration (All Equipment):
 - All sensors, flowmeters, spectrometers, gas chromatographs, and ATEX valves are pre-calibrated to manufacturer specifications.
 - Certificates are stored in the BRAD archive for traceability.



TITAN One Specification 2026

- On-Site Verification & Commissioning:
 - All gas analytics instruments are re-tested and logged on commissioning using standard reference gases.
 - Annual recalibration cycle established in the EMS (Environmental Monitoring System).
 - Mid-year spot-checks flagged by BRAD deviation thresholds.
- External Audit Compatibility:
 - Calibration logs are fully exportable for third-party audit under CSRD or EIA compliance procedures.
 - BRAD flags calibration drift, overdue checks, and can simulate sensor substitution impact on performance logs.

13.9.2 Certification Standards

All instrumentation is selected and installed to comply with:

- ATEX Directive 2014/34/EU – all zones involving explosive gases
- PED/EN 13445 – for pressurised vessels and gas routes
- EMC / LVD – for electromagnetic compatibility and low-voltage installations
- ISO 10715 / ISO 6974 – gas sampling and analysis standards
- CSRD – traceability, materiality, and sustainable reporting alignment

13.9.3 Operator Training and BRAD Interface

- Modular Training Package delivered by EPC and certified suppliers:
 - Sensor function and location familiarity
 - Safety triggers and emergency protocols
 - Use of the BRAD GUI for gas status, emissions, and analytics reporting
 - Calibration initiation and fault detection
- Control Room Integration:
 - SCADA displays for all sensor groups
 - BRAD dashboards for predictive calibration
 - User-defined analytics tags and event logging

Building 5a – Room (iii): Fat Boy Fermentation Hall

System Summary Specification Table

Item No.	Spec No.	Description	Comment
----------	----------	-------------	---------



TITAN One Specification 2026

1	5a.iii.01	HPG inlet, isolation, flame arrestor, cyclone, gas cooling and moisture removal at Room (iii) boundary	Defines safe and controlled entry of HPG into Room (iii); terminates HPG supply from Sector 4
2	5a.iii.02	Gas analytics and pre-fermentation composition logging (CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , O ₂)	Provides gas quality verification, logging, and trip signals prior to fermentation
3	5a.iii.03	Gas flow, pressure, and ratio control upstream of fermentation	Matches gas delivery to biological demand; interlocked with reactor control
4	5a.iii.04	Gas distribution manifold and branch feeds to Fat Boy reactors	Ensures balanced, isolated, and purgeable gas supply to each reactor
5	5a.iii.05	Fat Boy CSTR fermentation reactors with sparging, agitation, and instrumentation	Primary acetogenic fermentation vessels located in Room (iii)
6	5a.iii.06	Reactor jacket heating and cooling system	Maintains biological operating temperature; interfaces with site heat systems
7	5a.iii.07	Reactor off-gas headspace handling and routing	Safely removes unconverted gas to flare, turbine, or RNG systems
8	5a.iii.08	Broth internal handling and solids regulation	Manages internal broth flow and conditioning prior to discharge
9	5a.iii.09	Broth outlet, biomass separation, and buffer tank	Transfers fermentation broth to Room (iv) / Room (v) for downstream processing
10	5a.iii.10	Ethanol recovery interface from fermentation	Defines controlled handover of broth to ethanol recovery systems
11	5a.iii.11	Dehydrated ethanol export interface to Sector 6	Defines final ethanol product boundary leaving Room (iii)

CZĘŚĆ 13 – ANALITYKA GAZOWA: MONITORING PROCESOWY I ATEX

Zachowując strukturę, sens techniczny i język odpowiedni dla recenzentów UE / Horizon / EPC.
Nie zmieniam znaczenia, nie upraszczam techniki, nie dodaję nowego zakresu.

13.0 Wprowadzenie – Strategia analityki gazowej w skali całego obiektu

Platforma TITAN eksploatuje wielostrumieniowy system zgazowania i fermentacji, wykorzystujący gaz producentowy wodorowy (HPG) otrzymywany z biomasy. Gaz ten jest wykorzystywany do:

- skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła (CHP),
- konwersji w procesie Water–Gas Shift (WGS) i dalszej metanizacji do syntetycznego RNG,
- bezpośredniej konwersji do etanolu oraz wyższych związków chemicznych poprzez Ukierunkowaną

Fermentację mikrobiologiczną (TMF).

Na każdym etapie procesu jakość gazu, bezpieczeństwo i wydajność instalacji zależą od dokładnej, ciągłej i zintegrowanej analityki gazowej w skali całego zakładu.

Reżim Analityki Gazowej zdefiniowany w niniejszej części obowiązuje we wszystkich sektorach instalacji TITAN i zapewnia:

- sterowanie procesem, efektywność oraz optymalizację wydajności konwersji,
- bilansowanie składu gazu, zarządzanie przepływami i kontrolę zasilania,
- integralność bezpieczeństwa na każdym węźle rozdziału i przekierowania gazu,
- ciągły monitoring emisji dla wszystkich strumieni spalania i flar,
- zapewnienie jakości (QA) i kontrolę jakości (QC) gazów wprowadzanych lub eksportowanych.



TITAN One Specification 2026

Wszystkie czujniki i analizatory muszą być zgodne z ATEX i połączone poprzez system SCADA z centralnym systemem sterowania zlokalizowanym w Sektorze 2A.

Szczegółowy Reżim Bezpieczeństwa Gazowego opisany jest oddzielnie w Części 14.

13.1 Monitoring i analiza linii HPG

Każda z 12 linii zgazowania PG2200 wyposażona jest w dedykowany pakiet aparatury pomiarowej obejmujący:

- spektrometr gazowy (CO, CO₂, H₂, CH₄, pozostałości smołowe),
- przepływomierz (Nm³/h),
- czujnik smoły (wykonanie ATEX),
- automatyczny zawór przekierowujący do pętli smołowej przez filtr dokładny,
- podwójny system flar: 1 × flara gorąca, 1 × flara zimna na każdą linię.

System zaprojektowano w celu zapobiegania przedostawaniu się smoły do dalszych etapów procesu.

W przypadku wykrycia smoły powyżej dopuszczalnych progów bezpieczeństwa gaz jest automatycznie przekierowywany do pętli recyrkulacyjnej z filtrem dokładnym. Dopływ gazu do dalszych instalacji zostaje wstrzymany, a ciśnienie jest zarządzane poprzez system flar. System monitoringu jest częścią oferty HPG i wchodzi w skład pakietu sterowania HPG.

13.2 Monitoring kolektorów spalin CHP

27 silników stacjonarnych pracujących w układzie CHP odprowadza spaliny do jednego lub kilku wspólnych kolektorów spalin. Każdy kolektor wyposażony jest w:

- spektrometr FTIR (CO, CO₂, NO_x, LZO),
- czujniki resztkowego tlenu (O₂),
- przepływomierz objętościowy oraz sonda temperatury.

Dane te wykorzystywane są do:

- monitorowania sprawności spalania,
- weryfikacji zgodności emisji z wymaganiami środowiskowymi,
- optymalizacji logiki odzysku ciepła.

13.3 Monitoring spalin turbiny

Jedna turbina gazowa (rezerwowa / bilansująca obciążenie lub zasilana RNG) posiada dedykowany komin monitorowany pod kątem:

- pełnej spektrometrii spalin (FTIR),
- prędkości przepływu i temperatury spalin,
- zawartości resztkowego tlenu i NO_x.



TITAN One Specification 2026

13.4 Produkcja RNG (metanizacja Electrochaea)

Gaz doprowadzany do reaktorów metanizacji (z WGS) musi spełniać rygorystyczne wymagania jakościowe:

- maksymalna zawartość O_2 w mieszanym gazie zasilającym: 0,025% przy 10 bar,
- ciągły monitoring spektrometryczny O_2 , CO_2 , H_2 na wlocie do skidów,
- czujniki przepływu i ciśnienia.

Zawory przekierowujące omijają moduł metanizacji w przypadku przekroczenia dopuszczalnej zawartości tlenu. Dostępna jest alternatywna ścieżka wykorzystania gazu (np. silniki lub flara) w celu redukcji ciśnienia magistrali.

13.5 Produkcja etanolu (fermentacja acetogenna)

Gaz doprowadzany do reaktorów fermentacyjnych w Sali (iii) jest korygowany i sterowany poprzez:

- spektrometr liniowy na wlocie do sprężarki gazu,
- przepływomierz (Nm^3/h) oraz czujniki ciśnienia,
- programową korektę składu gazu opartą o logikę reaktorów (stosunek $CO : H_2 : CO_2$).

Analityka w czasie rzeczywistym chroni wydajność fermentacji i umożliwia wstępne przygotowanie gazu w przypadku odchylenia od warunków optymalnych.

13.6 Monitoring emisji flar

Każda linia HPG wyposażona jest w 2 flary (gorącą i zimną), których emisje monitorowane są poprzez:

- wspólne spektrometry FTIR na kolektorze flary gorącej,
- monitoring przepływu, temperatury i O_2 dla flary zimnej.

Praca flar jest rejestrowana i powiązana z aktywacją zabezpieczeń systemowych oraz logami bezpieczeństwa.

13.7 Sterownia centralna i monitoring systemowy

Cała analityka gazowa jest połączona światłowodowo poprzez SCADA z centralną sterownią w sektorze 2A. System obejmuje:

- szafy akwizycji danych w wykonaniu ATEX,
- pulpity operatorskie w czasie rzeczywistym dla analityki HPG, RNG i gazu fermentacyjnego,
- interfejs alarmowy dla flar, przekierowań i wyłączeń,
- moduł raportowania dla zgodności emisyjnej oraz audytów QA.

13.8 Modernizacja i rozwój (architektura BRAD)



TITAN One Specification 2026

System analityki gazowej TITAN został zaprojektowany od podstaw z myślą o ciągłym doskonaleniu, zgodnie z zasadami CSRD oraz polską dobrą praktyką przemysłową. Każdy czujnik, sterownik, szafa i interfejs programowy ma charakter modułowy i przyszłościowy, zarządzany przez architekturę BRAD.

BRAD (Baseline Reference Analytics Database) to wbudowany silnik AI/LLM platformy TITAN. Integruje dane historyczne, warunki pracy, odczyty czujników, progi regulacyjne oraz doświadczenia z wcześniejszych projektów, tworząc dynamiczny system uczący się.

Kluczowe cechy systemu modernizacji:

Modułowa aparatura pomiarowa

- możliwość wymiany i rozbudowy bez przestoju instalacji,
- obudowy ATEX, ustandaryzowane porty i interfejsy.

Integracja SCADA / EMS z BRAD

- porównanie danych bieżących z bazą odniesienia,
- predykcja awarii i potrzeb kalibracyjnych,
- automatyczne raporty ESG,
- rekomendacje modernizacyjne i inwestycyjne.

Gotowość normowa i certyfikacyjna

- ATEX (Strefa 2),
- EN 13445 / PED,
- Dyrektywa Emisyjna,
- CSRD – pełna identyfikowalność i ścieżki audytowe.

Wbudowana rezerwa rozbudowy

- wolne wejścia/wyjścia IO,
- przygotowane miejsca na dodatkowe czujniki,
- rezerwa szaf i tras kablowych w Sterowni 2A.

13.9 Kalibracja, certyfikacja i szkolenia

Cała infrastruktura analityki gazowej w TITAN podlega rygorystycznym procedurom certyfikacji, kalibracji metrologicznej oraz szkoleniom operatorów.

13.9.1 Protokoły kalibracyjne

- kalibracja fabryczna wszystkich urządzeń,
- ponowna weryfikacja przy uruchomieniu,
- roczne cykle kalibracji,
- kontrole pośrednie inicjowane przez BRAD,
- pełna eksportowalność danych do audytów CSRD i OOS.



TITAN One Specification 2026

13.9.2 Normy i certyfikacja

- ATEX 2014/34/UE,
- PED / EN 13445,
- EMC / LVD,
- ISO 10715 / ISO 6974,
- CSRD.

13.9.3 Szkolenia operatorów i interfejs BRAD

- funkcje czujników i lokalizacja,
- procedury bezpieczeństwa,
- obsługa interfejsu BRAD,
- inicjowanie kalibracji i diagnostyka.

Sterownia centralna zapewnia pełną wizualizację SCADA oraz pulpity predykcyjne BRAD.

Section 13 – Gas Analytics, Monitoring and Central Control Specification Summary Table

Ref No.	Spec Code	Description (EN)	Comment
13.1	GAS.HPG.PACK	Gas analyser package for each PG2200 HPG line including FTIR, flow, tar detection, flare loop sensors, automatic valves, and ATEX-rated housing	Provides per-line HPG composition monitoring and safety interlocks; interfaces with site SCADA and flare logic
13.2	GAS.CHP.MAN	CHP exhaust manifold monitoring system including FTIR, O ₂ , flow, temperature sensors, and SCADA integration	Enables continuous emissions monitoring and performance verification of CHP exhaust
13.3	GAS.TURB.MON	Gas turbine exhaust stack monitoring system with FTIR, velocity, temperature, NO _x and O ₂ sensors	Provides regulated emissions data and turbine operating diagnostics
13.4	GAS.RNG.INLET	RNG skid gas inlet analyser package including O ₂ , CO ₂ , H ₂ , flow, pressure sensors and automatic reroute valve	Ensures gas quality control and protection for downstream methanation systems
13.5	GAS.ETOH.FEED	Ethanol fermentation feed gas analytics including spectrometer, pressure, flow measurement and SCADA trimming logic	Provides gas quality and flow control for acetogenic fermentation in Room (iii)
13.6	GAS.FLARE.MON	Flare emissions monitoring system including shared FTIR, O ₂ , flow, temperature sensors and flare log integration	Records and validates all flaring events for compliance and operational review
13.7	GAS.CTRL.SCADA	Central Control Room SCADA infrastructure including racks, fibre links, alarm panels and BRAD synchronisation	Forms the core site-wide gas monitoring, alarm handling and analytics platform
13.8	GAS.UPGRADE.IO	Prewired I/O expansion racks, additional sensor capacity and modular gas analytics nodes	Provides future-proofing and controlled expansion of gas monitoring and analytics

TITAN One Specification 2026

13.9	GAS.CALIB.TRAIN	Calibration equipment, metrology procedures, operator training and BRAD dashboard configuration	Ensures long-term accuracy, traceability and audit readiness of gas analytics
13.10	EPC.ADD.01	EPC additional works not otherwise specified, including software integration, SCADA tuning and cross-sector fibre	Reserved EPC scope to close integration gaps identified during commissioning
13.11	EPC.ADD.02	EPC additional materials not otherwise specified, including ATEX enclosures, sensor supports and conduits	Covers installation and mounting items not identifiable at specification stage
13.12	EPC.ADD.03	EPC additional provisions not otherwise specified, including calibration gases, spares and test runs	Provides commissioning and operational readiness contingency

Sekcja 13 – Analityka gazowa, monitoring i sterowanie centralne Tabela zbiorcza specyfikacji

Ref No.	Spec Code	Opis (PL)	Komentarz
13.1	GAS.HPG.PACK	Pakiet analizatorów gazu dla każdej linii HPG PG2200, obejmujący FTIR, pomiar przepływu, detekcję smoły, czujniki pętli flary, zawory automatyczne oraz obudowy w wykonaniu ATEX	Zapewnia monitorowanie składu HPG na poziomie każdej linii oraz blokady bezpieczeństwa; integracja z SCADA i logiką flary
13.2	GAS.CHP.MAN	System monitorowania kolektora spalin CHP, obejmujący FTIR, pomiar O ₂ , przepływu i temperatury oraz integrację z SCADA	Umożliwia ciągły monitoring emisji i weryfikację pracy układów CHP
13.3	GAS.TURB.MON	System monitorowania spalin turbiny gazowej, obejmujący FTIR, pomiar prędkości, temperatury oraz czujniki NO _x i O ₂	Zapewnia dane emisyjne wymagane regulacyjnie oraz diagnostykę pracy turbiny
13.4	GAS.RNG.INLET	Pakiet analizatorów gazu na wlocie do układu metanizacji RNG, obejmujący O ₂ , CO ₂ , H ₂ , przepływ, ciśnienie oraz automatyczny zawór obejściowy	Chroni układ metanizacji oraz zapewnia kontrolę jakości gazu wejściowego
13.5	GAS.ETOH.FEED	Analityka gazu zasilającego fermentację etanolu, obejmująca spektrometr, pomiar ciśnienia i przepływu oraz logikę dozowania zintegrowaną z SCADA	Zapewnia kontrolę jakości i ilości gazu dla fermentacji acetogennej w Sali (iii)
13.6	GAS.FLARE.MON	System monitorowania emisji flary, obejmujący wspólny FTIR, pomiar O ₂ , przepływu i temperatury oraz integrację z dziennikiem zdarzeń flary	Rejestruje i dokumentuje wszystkie zdarzenia spalania gazu w flarze
13.7	GAS.CTRL.SCADA	Infrastruktura SCADA centralnej sterowni, obejmująca szafy sterownicze, połączenia światłowodowe, panele alarmowe oraz synchronizację z systemem BRAD	Stanowi rdzeń centralnego monitoringu gazów, obsługi alarmów i analityki procesowej
13.8	GAS.UPGRADE.IO	Wstępnie okablowane szafy IO, rezerwa czujników oraz modułowe węzły analityki gazowej	Zapewnia możliwość przyszłej rozbudowy i elastyczności systemu analityki
13.9	GAS.CALIB.TRAIN	Zestawy kalibracyjne, procedury metrologiczne, szkolenia operatorów oraz konfiguracja paneli BRAD	Zapewnia długoterminową dokładność pomiarów, identyfikowalność i gotowość audytową

TITAN One Specification 2026

13.10	EPC.ADD.01	Dodatkowe prace EPC niewyszczególnione powyżej, w tym integracja oprogramowania, strojenie SCADA oraz światłowody międzysektorowe	Rezerwa zakresu EPC do zamknięcia luk integracyjnych na etapie rozruchu
13.11	EPC.ADD.02	Dodatkowe materiały EPC niewyszczególnione powyżej, w tym obudowy ATEX, konstrukcje montażowe czujników oraz rurociągi	Obejmuje elementy instalacyjne niemożliwe do pełnej identyfikacji na etapie specyfikacji
13.12	EPC.ADD.03	Dodatkowe pozycje EPC niewyszczególnione powyżej, w tym gazy kalibracyjne, części zapasowe oraz próby testowe	Zapewnia gotowość rozruchową i operacyjną instalacji

TMF Building Facilities 5a

Sector 5a – Introduction

Sector 5a is the primary building dedicated to the Targeted Microbial Fermentation (TMF) installation within Sector 5 and accommodates all functions associated with fermentation operations, process support, control, safety, and logistics interfaces. The building incorporates both high-risk process areas enclosed within a blast-rated structure and non-blast-rated public, welfare, and technical spaces, arranged to ensure clear functional separation and safe operation.

The spatial layout of Sector 5a is designed to provide controlled access to the blast-rated zone, direct visual oversight of fermentation processes from protected observation and control spaces, and efficient internal circulation for personnel and materials. Public access areas, operational control rooms, process support spaces, and loading and dispatch functions are integrated within a coherent building structure while maintaining strict segregation between process and non-process activities. Sector 5a functions as the central operational hub of the TMF system, within which fermentation is conducted and supervised, process conditions are monitored and controlled, and finished product is prepared for transfer to downstream storage, loading, and distribution systems.

Sector 5a – Room Zoning, Access and Function (Summary Table)



TITAN One Specification 2026

Room	Level	Blast Zone	Function	Key Characteristics / Access
Room (i)	Ground floor	Outside blast zone	Reception (public)	West side of Sector 5A; public room; partitioned north–south from Room (ii); glazed interface to corridor
Room (ii)	Ground floor	Outside blast zone	Plant room	Adjacent to Room (i); non-public; accommodates building services; outside blast zone
Room (iii)	First floor	Outside blast zone	Public observation room	Located above Rooms (i) and (ii); accessed via steel staircase; public room; 15 m wide blast-rated strip window overlooking fermentation Room (iii) inside blast zone
Room (iv) north	Ground floor	Inside blast zone	Process support (biomass separation)	Located south of fermentation hall; only access to fermentation room via stainless-steel door
Room (iv) south	Ground floor	Inside blast zone	TMF mess and welfare	Lounge, kitchen, showers, toilets; east–west partition separates from process area; staircase access to upper level
Room (v)	Ground floor	Outside blast zone	Loading and dispatch	Located at east end of corridor; interface to tanking and logistics; staircase to Room (viii) nursery
Room (vii)	First floor	Inside blast zone	TMF operational control room	Accessed from staircase in Room (iv) south; visual oversight of fermentation hall via internal strip window
Room (viii)	First floor	Outside blast zone	Nursery	Accessed from Room (v) staircase; separated from Room (vii) by stainless-steel fire-rated door
Corridor (GF)	Ground floor	Outside blast zone	Circulation	5 m wide west–east corridor linking Room (i) to Room (v); glazed partitions at both ends
Blast access door	Ground floor	Interface	Controlled blast-zone entry	Single stainless-steel door from corridor into Room (iv) south; only ground-floor access to blast zone

Sektor 5a – Budynek Fermentacji Ukierunkowanej (TMF)

Sektor 5a stanowi główny budynek przeznaczony do instalacji Targeted Microbial Fermentation (TMF) w ramach Sektora 5 i obejmuje wszystkie funkcje związane z operacjami fermentacyjnymi, wsparciem procesowym, sterowaniem, bezpieczeństwem oraz interfejsami logistycznymi.

Budynek zawiera zarówno strefy wysokiego ryzyka objęte konstrukcją o podwyższonej odporności na wybuch (blast-rated), jak i strefy ogólnodostępne, socjalne i techniczne, nieobjęte wymaganiami wybuchowymi. Układ przestrzenny zapewnia wyraźne rozdzielenie funkcji oraz bezpieczne prowadzenie operacji.

Rozplanowanie przestrzenne Sektora 5a zostało zaprojektowane w sposób umożliwiający:

- kontrolowany dostęp do strefy wybuchowej,
- bezpośrednią obserwację procesów fermentacyjnych z chronionych pomieszczeń kontroli i nadzoru,
- efektywną cyrkulację personelu i materiałów wewnątrz budynku.



TITAN One Specification 2026

Strefy dostępu publicznego, pomieszczenia kontroli operacyjnej, zaplecze techniczne oraz funkcje załadunku i wysyłki zostały zintegrowane w spójnej strukturze budynku, przy zachowaniu ścisłej separacji między strefami procesowymi i nieprocesowymi.

Sektor 5a pełni funkcję centralnego węzła operacyjnego systemu TMF, w którym prowadzone są procesy fermentacji, monitorowane i kontrolowane są warunki technologiczne, a gotowy produkt przygotowywany jest do przekazania do dalszego magazynowania, załadunku i dystrybucji.

Sektor 5a – Zestawienie pomieszczeń, stref i dostępu (tabela zbiorcza)

Pomieszczenie	Poziom	Strefa wybuchowa	Funkcja	Kluczowe cechy / dostęp
Pomieszczenie (i)	Parter	Poza strefą wybuchową	Recepcja (publiczna)	Zachodnia część Sektora 5A; pomieszczenie publiczne; podział północ-południe z Pomieszczeniem (ii); przeszklone połączenie z korytarzem
Pomieszczenie (ii)	Parter	Poza strefą wybuchową	Pomieszczenie techniczne	Sąsiaduje z Pomieszczeniem (i); pomieszczenie niepubliczne; instalacje budynkowe; poza strefą wybuchową
Pomieszczenie (iii)	I piętro	Poza strefą wybuchową	Pomieszczenie obserwacyjne (publiczne)	Zlokalizowane nad Pomieszczeniami (i) i (ii); dostęp poprzez stalową klatkę schodową; 15 m szerokości okno obserwacyjne odporne na wybuch, z widokiem na halę fermentacji
Pomieszczenie (iv) północ	Parter	W strefie wybuchowej	Wsparcie procesowe (separacja biomasy)	Zlokalizowane na południe od hali fermentacji; jedyne wejście do hali fermentacji przez drzwi ze stali nierdzewnej
Pomieszczenie (iv) południe	Parter	W strefie wybuchowej	Zaplecze socjalne TMF	Strefa wypoczynku i kuchnia; natryski i toalety; podział ścianą wschód-zachód; dostęp do klatki schodowej
Pomieszczenie (v)	Parter	Poza strefą wybuchową	Załadunek i wysyłka	Wschodni koniec korytarza; połączenie z logistyką; klatka schodowa do Pomieszczenia (viii)
Pomieszczenie (vii)	I piętro	W strefie wybuchowej	Główna sterownia TMF	Dostęp z klatki schodowej w Pomieszczeniu (iv) południe; bezpośrednia obserwacja hali fermentacji
Pomieszczenie (viii)	I piętro	Poza strefą wybuchową	Laboratorium / Nursery	Dostęp z klatki schodowej w Pomieszczeniu (v); oddzielone od Pomieszczenia (vii) drzwiami przeciwpożarowymi ze stali nierdzewnej
Korytarz (parter)	Parter	Poza strefą wybuchową	Komunikacja	Korytarz o szerokości 5 m łączący Pomieszczenie (i) z Pomieszczeniem (v); przeszklone przegrody na obu końcach
Drzwi do strefy wybuchowej	Parter	Strefa przejściowa	Kontrolowany dostęp	Pojedyncze drzwi ze stali nierdzewnej z korytarza do Pomieszczenia (iv) południe; jedyne wejście do strefy wybuchowej na poziomie parteru

TITAN One Specification 2026

TMF Feedstock Gas

Acetogenic Fermentation

Acetogenic microbes consume HPG “straight off the bus”. The gas is compressed and injected into the broth mixture inside Room (iii), where it feeds two “fat boy” fermenters operating in a quasi-continuous cycle. This acetogenic pathway enables on-demand production of fuels, chemicals, materials, and nutrients (FCMN).

Fermentacja Acetogenna

Mikroorganizmy acetogenne zużywają HPG „prosto z autobusu”. Gaz jest sprężany i wprowadzany do mieszaniny bulionu w Pomieszczeniu (iii), gdzie zasila dwa fermentory typu „fat boy” pracujące w trybie quasi-ciągłym. Ta ścieżka fermentacji umożliwia produkcję paliw, chemikaliów, materiałów i składników odżywczych (FCMN) na żądanie.

TITAN Gas Input Table – HPG Straight off the Bus (Acetogenic)

Parameter	Unit	Value
Flow / Przepływ	Nm ³ /h	>19,000
Pressure / Ciśnienie	mbar	200
Temperature / Temperatura	°C	35–40
Lower Heating Value (LHV) / Wartość opałowa (LHV)	MJ/Nm ³	9.13
Hydrogen (H ₂) / Wodór (H ₂)	%	21
Carbon Monoxide (CO) / Tlenek węgla (CO)	%	34
Carbon Dioxide (CO ₂) / Dwutlenek węgla (CO ₂)	%	12
Methane (CH ₄) / Metan (CH ₄)	%	<4
Nitrogen (N ₂) / Azot (N ₂)	%	24
Oxygen (O ₂) / Tlen (O ₂)	%	<1
Tars / Smoły	mg/Nm ³	<10
Aromatics / Węglowodory aromatyczne	ppm	300–340
Particles (1–5 µm) / Cząstki (1–5 µm)	mg/Nm ³	<5



TITAN One Specification 2026

H ₂ O and Steam / Para wodna	%	<4
Gas Cleanliness / Czystość gazu	–	Cleaned & conditioned from gasifier via scrubbers

Methanogenic Fermentation

Methanogenic microbes consume HPG “after one regular stop” at the WGS unit. The converted CH₄/CO₂-rich syngas is introduced into tall column fermenters. These towers operate continuously to deliver 20–25MW RNG-equivalent output per TITAN island. This pathway secures sovereign, circular-carbon RNG.

Fermentacja Metanogenna

Mikroorganizmy metanogenne zużywają HPG „po jednym regularnym przystanku” w jednostce WGS. Przekształcony gaz syntezowy bogaty w CH₄/CO₂ trafia do wysokich fermentorów kolumnowych. Kolumny te pracują w trybie ciągłym, dostarczając równowartość 20–25MW RNG na wyspę TITAN. Ścieżka ta zapewnia suwerenną produkcję RNG zgodną z zasadami węgla cyrkularnego.

TITAN Gas Input Table – Post-WGS “After One Regular Stop (Methanogenic)

Parameter	Unit	Value
Flow / Przepływ	Nm ³ /h	~18,000
Pressure / Ciśnienie	mbar	200
Temperature / Temperatura	°C	37–42
Hydrogen (H ₂) / Wodór (H ₂)	%	35–45
Carbon Dioxide (CO ₂) / Dwutlenek węgla (CO ₂)	%	30–35
Carbon Monoxide (CO) / Tlenek węgla (CO)	%	<1
Methane (CH ₄) / Metan (CH ₄)	%	~0
Nitrogen (N ₂) / Azot (N ₂)	%	15–20 (est.)
Oxygen (O ₂) / Tlen (O ₂)	%	<1
Steam / Para wodna	%	Controlled (WGS-generated)
Tars / Smoły	mg/Nm ³	<10
Aromatics / Węglowodory aromatyczne	ppm	300–340
Particles (1–5 µm) / Cząstki (1–5 µm)	mg/Nm ³	<5
Gas Cleanliness / Czystość gazu	–	Post-WGS, pre-buffered



TITAN TMF 5a Fermentation Centre Room by Room

Room (i) – TMF Reception

Room (i) functions as the TMF Reception Centre. It is accessed via the main entrance located at the south-west corner of Sector 5a and forms the primary point of entry into the TMF facility. Located on the ground floor, directly south of Room (ii), it serves both as a secure reception point for visitors and a logistical handover space for incoming deliveries. All architectural, MEP, structural, and finishing works in Room (i) are included within the EPC contractor's scope. No TMF-specific process installations or interfaces are required in this room under the TMF Works package.

Pomieszczenie (i) – Centrum Recepcji TMF

Pomieszczenie (i) pełni funkcję Centrum Recepcji TMF. Dostęp do niego prowadzi przez główne wejście zlokalizowane w południowo-zachodnim narożniku Sektora 5a i stanowi ono główny punkt wejścia do obiektu TMF. Znajduje się na parterze, bezpośrednio na południe od Pomieszczenia (ii). Pełni funkcję punktu recepcyjnego dla gości oraz miejsca przekazywania dostaw. Wszystkie prace architektoniczne, instalacyjne (MEP), konstrukcyjne oraz wykończeniowe w Pomieszczeniu (i) są objęte zakresem wykonawcy EPC. W ramach pakietu TMF nie przewiduje się żadnych instalacji procesowych ani interfejsów technologicznych w tym pomieszczeniu.

Room (ii) – Plant Room

Room (ii) serves as the Plant Room for Sector 5a and is located directly north of the Reception Room (i), forming the northern half of the southern block. It acts as a transit and routing zone for all process piping, conduits, cables, and data infrastructure. All above-head services and media (compressed gas, power, control, data, and water) and all below-slab infrastructure (drains, waste, grey water, ethanol recovery, and critical process return lines) pass through this room. The room itself contains no active processing equipment, but is critical to service continuity across the TMF installation. All architectural, structural, MEP, and finishing works are included within the EPC contractor's main works package. The process piping, conduits, and service routing described here are detailed in full within the respective Room (iii), Room (iv), Room (v), Room (vi), Room (vii), and Room (viii) descriptions.

TITAN One Specification 2026

Pomieszczenie (ii) – Pomieszczenie Techniczne

Pomieszczenie (ii) pełni funkcję głównego pomieszczenia technicznego dla Sektora 5A i znajduje się bezpośrednio na północ od Pomieszczenia Recepcji (i), stanowiąc północną część południowego bloku. Stanowi strefę tranzytową i dystrybucyjną dla wszystkich instalacji rurowych, kanałów, kabli oraz infrastruktury danych. Przez to pomieszczenie prowadzone są wszystkie media nadposadzkowe (gazy sprężone, zasilanie, sterowanie, dane, woda) oraz pod posadzkowe (odpływy, ścieki, woda szara, linie zwrotne odzysku etanolu i inne media procesowe). Pomieszczenie nie zawiera aktywnego wyposażenia procesowego, ale jest kluczowe dla ciągłości usług w całej instalacji TMF. Wszystkie prace architektoniczne, konstrukcyjne, instalacyjne (MEP) oraz wykończeniowe są objęte zakresem głównego pakietu EPC. Opisy poszczególnych instalacji procesowych, kanałów i tras mediów zawarte są szczegółowo w opisach Pomieszczeń (iii), (iv), (v), (vii) i (viii).

Room (iii) – Process Areas within the Designated Blast Zone

Room (iii) – Equipment Summary Table (Full Vertical Process Chain)

Equipment	Radius / Footprint	Top Load / Inlet	Bottom Load / Outlet	Top Outlet	Gas Purge / Inerting
Fat Boy Fermenter	Ø4.5 m (each)	HPG + broth / culture feed	Broth discharge (gravity)	Header gas (CO ₂ , H ₂ , EtOH)	Yes – CO ₂ blanket during operation; N ₂ purge for start-up / shutdown
Rotary Sieve / Screen	2 m × 1 m	Gravity broth feed from	Biomass to solids chute → Room (iv)	Clarified liquid to decanter	No active purge – wet, open-frame unit
Decanter Centrifuge	3.5 m × 1.5 m	Clarified liquid from sieve	Biomass cake to solids line	Clarified liquid to buffer tank	Fully sealed – inert CO ₂ or N ₂ option
Buffer Tank	Ø4.5 m × 10 m high	Clarified liquid from decanter	Bottom suction to beer column	Overfill / vent via scrubber	Yes – continuous inert gas blanket (CO ₂ preferred)
Pump to Beer	1 m ² skid	Buffer tank bottom suction	Vertical line to column feed tray	Optional inline sample port	No dedicated purge; downstream piping inert-rated
Beer Column	Ø2.0 m × 12 m high	Pre-heated broth / ethanol	Bottoms (water + solids) → nutrient	Ethanol-rich vapour to	Steam atmosphere and pressure-controlled operation; inerting during
Beer Column	1.5 m ² skid +	Ethanol vapour from column	Condensed EtOH (92–96%) to	Non-condensables →	Yes – sealed condenser system
Molecular Sieve	2 × 1.5 m ² skids	EtOH from condenser tank	Anhydrous EtOH (≥99.5%) to export	Regeneration vapour → waste	Fully sealed; steam-heated regeneration cycle
Final Ethanol Transfer	1 m ² skid	Dehydrated ethanol buffer	Piped along north wall to Sector 6	Inline export sample port	Yes – inert-rated pipeline (CO ₂ or N ₂ blanket)

Room (iii) – Fat Boy Fermentation Hall

3.III.01 – HPG Inlet & Conditioning



TITAN One Specification 2026

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.01.01	HPG.INLET.FLANGE	HPG inlet flange assembly including flame arrestor, non-return valve, manual isolation valve, and isolation block, fully rated for HPG service	Flanged connection from HPG header; ATEX-rated; suitable for CO/H ₂ rich gas; manual isolation plus ESD interface
3.III.01.02	HPG.INLET.CYCLONE	Cyclone separator installed at HPG inlet for removal of particulates and tar aerosols prior to fermentation gas conditioning	Stainless steel construction; flanged installation; designed for continuous duty upstream of cooling
3.III.01.03	HPG.INLET.COOL	Gas cooling unit with integrated condensate knock-out and drain, complete with stainless steel housing and supports	Design pressure min. 2.0 bar(g); condensate routed to designated drain; corrosion-resistant
3.III.01.04	HPG.INLET.SENSOR	Gas temperature and moisture measurement system with continuous output to SCADA	ATEX-compliant instrumentation; real-time monitoring of inlet gas quality
3.III.01.05	HPG.INLET.SCADACONN	SCADA integration for HPG inlet system including signal I/O, logic integration, alarms, and loop testing	Includes software configuration, I/O mapping, commissioning, and functional testing
3.III.01.98	EPC.ADD.01	Any other EPC item required for a complete and operational HPG inlet and conditioning system (1)	To be defined by EPC Contractor
3.III.01.99	EPC.ADD.02	Any other EPC item required for a complete and operational HPG inlet and conditioning system (2)	To be defined by EPC Contractor
3.III.01.100	EPC.ADD.03	Any other EPC item required for a complete and operational HPG inlet and conditioning system (3)	To be defined by EPC Contractor

3.III.01 – Układ wlotowy HPG i kondycjonowanie gazu

Układ wlotowy HPG i kondycjonowania gazu stanowi bezpieczne, kontrolowane i w pełni monitorowane połączenie pomiędzy głównym kolektorem HPG instalacji a procesem fermentacji w reaktorach Fat Boy zlokalizowanych w Pomieszczeniu (iii). System zapewnia skuteczną izolację, zabezpieczenie przed cofnięciem płomienia, usuwanie cząstek stałych i aerozoli smołowych, chłodzenie gazu, kontrolę wilgotności oraz ciągły monitoring jakości gazu przed jego dalszą analizą i regulacją przepływu.

Wszystkie elementy instalacji muszą być przystosowane do pracy z gazem procesowym bogatym w wodór i tlenek węgla oraz spełniać wymagania dyrektyw ATEX. Układ musi być w pełni zintegrowany z nadrzędnym systemem SCADA, obejmującym alarmy, blokady bezpieczeństwa oraz monitoring operacyjny. Kondensat powstający w procesie chłodzenia gazu musi być bezpiecznie odprowadzany do dedykowanego systemu odwodnienia.

Tabela Specyfikacyjna

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
--------	------------	------	-------



TITAN One Specification 2026

3.III.01.01	HPG.INLET.FLANGE	Zespół kołnierza wlotowego HPG obejmujący arrestor płomienia, zawór zwrotny, ręczny zawór odcinający oraz blok izolacyjny	Połączenie kołnierzowe z kolektorem HPG; wykonanie ATEX; ręczna izolacja z interfejsem ESD
3.III.01.02	HPG.INLET.CYCLONE	Separator cyklonowy na wlocie HPG do usuwania cząstek stałych i aerozoli smołowych	Konstrukcja ze stali nierdzewnej; montaż kołnierzowy; praca ciągła
3.III.01.03	HPG.INLET.COOL	Chłodnica gazu zintegrowana z pułapką kondensatu i odpływem	Obudowa ze stali nierdzewnej; minimalne ciśnienie projektowe 2,0 bar(g); kondensat odprowadzany do drenażu
3.III.01.04	HPG.INLET.SENSOR	Aparatura pomiarowa temperatury i wilgotności gazu z wyjściem do SCADA	Zgodność z ATEX; ciągły monitoring w czasie rzeczywistym
3.III.01.05	HPG.INLET.SCADACONN	Integracja układu wlotowego HPG z systemem SCADA, obejmująca sygnały I/O, alarmy i testy pętli	Konfiguracja oprogramowania, mapowanie I/O, uruchomienie i testy funkcjonalne

3.III.02 – Gas Analytics & Pre-Fermentation Monitoring

The gas analytics and pre-fermentation monitoring system shall provide continuous, accurate, and traceable measurement of HPG composition upstream of the Fat Boy fermenters in Room (iii). The system shall monitor key gas constituents and operating parameters to ensure stable fermentation conditions, protect downstream biological processes, and provide full process visibility to operators. Measured parameters shall include, as a minimum, carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), hydrogen (H₂), methane (CH₄), oxygen (O₂), gas pressure, and gas temperature. The analytics system shall be ATEX-compliant and suitable for operation in hydrogen- and carbon monoxide-rich gas streams.

All analytical data shall be logged, archived, and transmitted to the site-wide SCADA system, with live display at the Room VII control desk and Sector 2A control room. The system shall support alarm handling, trend analysis, calibration protocols, and future digital integration, including remote access where permitted.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.02.01	GAS.ANALYT.CAB	Pre-fermentation gas analytics cabinet for continuous measurement of CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , and O ₂ , including pressure and temperature sensors	ATEX-compliant; continuous duty; suitable for HPG service
3.III.02.02	GAS.ANALYT.LOGGER	Data logging and digital archiving system for continuous gas analytics monitoring	Local display; secure data storage; cloud-ready architecture
3.III.02.03	GAS.ANALYT.SCADA	Integration of gas analytics into SCADA system including operator displays, alarms, and calibration logic	Linked to Room VII control desk and Sector 2A control room
3.III.02.04	GAS.ANALYT.HOUSING	Protective stainless steel enclosure for gas analytics equipment	IP65 minimum; lockable; insulated; wall- or roof-mounted
3.III.02.05	GAS.ANALYT.PWR	Power supply and I/O interface for analytics system	240 V AC and 24 V DC supply; minimum 16 I/O channels; battery-backup ready

TITAN One Specification 2026

3.III.02 – Analiza gazu i monitoring przed fermentacją

System analizy gazu i monitoringu przed fermentacją zapewnia ciągły, dokładny i możliwy do audytu pomiar składu gazu HPG przed jego doprowadzeniem do reaktorów Fat Boy w Pomieszczeniu (iii). System umożliwia stabilną kontrolę warunków fermentacji, ochronę procesów biologicznych oraz pełną widoczność parametrów procesowych dla operatorów.

Monitorowane parametry obejmują co najmniej: tlenek węgla (CO), dwutlenek węgla (CO₂), wodór (H₂), metan (CH₄), tlen (O₂), ciśnienie oraz temperaturę gazu. System analityczny musi być zgodny z wymaganiami ATEX i przystosowany do pracy z gazem bogatym w wodór i tlenek węgla.

Dane pomiarowe muszą być rejestrowane, archiwizowane oraz przekazywane do nadrzędnego systemu SCADA, z bieżącą wizualizacją na stanowisku operatorskim w Pokoju VII oraz w sterowni Sektora 2A. System powinien obsługiwać alarmy procesowe, analizę trendów, procedury kalibracji oraz umożliwiać przyszłą integrację cyfrową.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.02.01	GAS.ANALYT.CAB	Szafka analityki gazu do ciągłego pomiaru CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ i O ₂ wraz z czujnikami ciśnienia i temperatury	Zgodność z ATEX; praca ciągła; przystosowana do gazu HPG
3.III.02.02	GAS.ANALYT.LOGGER	System rejestracji i archiwizacji danych analitycznych	Lokalny wyświetlacz; bezpieczna archiwizacja; architektura gotowa do chmury
3.III.02.03	GAS.ANALYT.SCADA	Integracja systemu analityki gazu z SCADA, obejmująca wizualizację, alarmy i logikę kalibracji	Połączenie z pulpitem sterowniczym w Pokoju VII i sterownią Sektora 2A
3.III.02.04	GAS.ANALYT.HOUSING	Obudowa ochronna ze stali nierdzewnej dla urządzeń analitycznych	Stopień ochrony min. IP65; zamykana; izolowana; montaż ścienny lub dachowy
3.III.02.05	GAS.ANALYT.PWR	Zasilanie i interfejs I/O dla systemu analityki	Zasilanie 240 V AC i 24 V DC; min. 16 kanałów I/O; gotowość do zasilania awaryjnego

3.III.03 – Gas Flow Control & Ratio Management

The gas flow control and ratio management system shall regulate the delivery of conditioned HPG from the analytics stage to the Fat Boy fermenters in Room (iii). The system shall ensure stable mass flow, controlled inlet pressure, and accurate gas ratio management to support optimal fermentation performance and protect downstream biological processes.

The system shall include mass flow control, actuated control valves, pressure regulation, and closed-loop PID control integrated with the site-wide SCADA system. Gas feed pressure shall be stabilised using a dedicated compressor or booster unit where required. All components shall be suitable for hydrogen- and carbon monoxide-rich gas service and compliant with ATEX requirements.



TITAN One Specification 2026

Operators shall have full visibility and control of gas flow and ratio parameters from the Room VII control desk and the Sector 2A control room. Interlocks, alarms, and emergency shutdown logic shall be implemented to ensure safe and reliable operation.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.03.01	FLOW.MASS.CONTROL	Mass flow controller with integrated sensing and flow stabilisation logic for the main gas stream	Continuous duty; suitable for HPG service; ATEX-compliant
3.III.03.02	FLOW.VALVE.CTRL	High-precision actuated control valve set for gas ratio adjustment with feedback control	ATEX-rated; closed-loop operation; suitable for rapid response
3.III.03.03	FLOW.COMP.INLET	Gas compressor or booster unit for stabilised feed pressure to Fat Boy fermenters	Includes vibration dampers, interlocks, and automatic shutdown logic
3.III.03.04	FLOW.SENSORS.SET	Flow, pressure, and temperature sensor sets for gas feed monitoring	Minimum three measurement points; SCADA-integrated
3.III.03.05	FLOW.SCADA.LINK	SCADA-integrated PID control loop for gas flow and ratio management	Operator access from Room VII and Sector 2A control rooms

3.III.03 – Regulacja przepływu gazu i zarządzanie proporcjami

System regulacji przepływu gazu i zarządzania proporcjami zapewnia kontrolowane i stabilne podawanie kondycjonowanego gazu HPG z etapu analizy do reaktorów fermentacyjnych Fat Boy w Pomieszczeniu (iii). Układ umożliwia utrzymanie stabilnego strumienia masowego, kontrolę ciśnienia wlotowego oraz precyzyjne zarządzanie proporcjami gazu w celu zapewnienia optymalnych warunków fermentacji i ochrony procesów biologicznych.

System obejmuje regulator przepływu masowego, zawory regulacyjne z napędem, układ stabilizacji ciśnienia oraz zamknięte pętle regulacji PID zintegrowane z nadrzędnym systemem SCADA. W razie potrzeby stabilizacja ciśnienia zasilania realizowana jest przez dedykowany kompresor lub booster gazu. Wszystkie elementy muszą być przystosowane do pracy z gazem bogatym w wodór i tlenek węgla oraz spełniać wymagania ATEX.

Operatorzy muszą mieć pełny dostęp do parametrów i sterowania przepływem gazu z poziomu pulpitu operatorskiego w Pokoju VII oraz sterowni Sektora 2A. Układ musi posiadać blokady bezpieczeństwa, alarmy oraz logikę awaryjnego wyłączenia.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.03.01	FLOW.MASS.CONTROL	Regulator przepływu masowego z wbudowanym pomiarem i logiką stabilizacji przepływu dla głównego strumienia gazu	Praca ciągła; przystosowany do gazu HPG; zgodność z ATEX
3.III.03.02	FLOW.VALVE.CTRL	Zestaw precyzyjnych zaworów regulacyjnych z napędem do sterowania proporcjami gazu	Zgodność z ATEX; regulacja w pętli zamkniętej



TITAN One Specification 2026

3.III.03.03	FLOW.COMP.INLET	Kompresor lub booster gazu do stabilizacji ciśnienia zasilania reaktorów Fat Boy	Tłumiki drgań, blokady bezpieczeństwa, automatyczna logika wyłączenia
3.III.03.04	FLOW.SENSORS.SET	Zestawy czujników przepływu, ciśnienia i temperatury do monitoringu podania gazu	Minimum trzy punkty pomiarowe; integracja z SCADA
3.III.03.05	FLOW.SCADA.LINK	Pętla regulacji PID zintegrowana z SCADA do zarządzania przepływem i proporcjami gazu	Dostęp operatorski z Pokoju VII i sterowni Sektora 2A

3.III.04 – Fat Boy Gas Line & Distribution Manifold

The Fat Boy gas line and distribution manifold system shall convey regulated and conditioned HPG from the upstream flow control system to the individual Fat Boy fermenters located in Room (iii). The system shall ensure balanced gas distribution, isolation of individual reactors, and safe operation under ATEX conditions.

The scope includes the main gas feed line, a stainless steel distribution manifold with pressure balancing, twin branch lines to each fermenter, and associated isolation valves, sensors, and supports. The system shall incorporate purge points, safety ports, and gas-tight wall penetrations to maintain containment integrity between zones.

All piping and components shall be designed for continuous operation with hydrogen- and carbon-monoxide-rich gas, suitable for fermentation service, and fully integrated with the site SCADA system for pressure and temperature monitoring. The arrangement shall allow individual reactor isolation without interrupting the operation of the parallel unit.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.04.01	FBG.MAIN.PIPE	Main gas feed line from ratio control system to Fat Boy manifold, including supports and insulation	Designed for HPG service; insulated; ATEX-rated
3.III.04.02	FBG.MANIFOLD	Stainless steel gas distribution manifold with pressure balancing, two outlet branches, purge and safety ports	Equalised flow to reactors; purge and vent connections
3.III.04.03	FBG.LINE.ISOL	Twin gas feed lines to Fat Boy reactors with dedicated isolation valves at each inlet	Allows individual reactor isolation
3.III.04.04	FBG.SENSORS	Inline pressure and temperature sensors with SCADA integration	ATEX zone installation
3.III.04.05	FBG.SUPPORTS	Pipe supports, fixings, and gas-tight wall penetrations to reactor inlets	Maintains gas integrity across zones

3.III.04 – Linia gazowa i kolektor dystrybucyjny Fat Boy

System linii gazowej i kolektora dystrybucyjnego Fat Boy służy do doprowadzania regulowanego i kondycjonowanego gazu HPG z układu regulacji przepływu do poszczególnych reaktorów fermentacyjnych Fat Boy zlokalizowanych w Pomieszczeniu (iii). Układ zapewnia równomierny rozdział gazu, możliwość odcięcia pojedynczych reaktorów oraz bezpieczną eksploatację w strefach ATEX.



TITAN One Specification 2026

Zakres obejmuje główną linię podającą gaz, kolektor dystrybucyjny ze stali nierdzewnej z wyrównaniem ciśnienia, podwójne linie doprowadzające do każdego reaktora, zawory odcinające, aparaturę pomiarową oraz system mocowań. Układ zawiera punkty odpowietrzania, króćce bezpieczeństwa oraz gazoszczelne przejścia przez ściany pomiędzy strefami.

Wszystkie elementy rurociągów i armatury muszą być przystosowane do pracy ciągłej z gazem bogatym w wodór i tlenek węgla, odpowiednie do procesów fermentacyjnych oraz w pełni zintegrowane z systemem SCADA w zakresie monitoringu ciśnienia i temperatury. Konstrukcja musi umożliwiać izolację pojedynczego reaktora bez przerywania pracy równoległej jednostki.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.04.01	FBG.MAIN.PIPE	Główna linia podająca gaz z układu regulacji proporcji do kolektora Fat Boy, wraz z podporami i izolacją	Przystosowana do gazu HPG; izolowana; zgodna z ATEX
3.III.04.02	FBG.MANIFOLD	Kolektor dystrybucyjny gazu ze stali nierdzewnej z wyrównaniem ciśnienia, dwoma odnogami oraz króćcami purge i bezpieczeństwa	Równomierny rozdział gazu do reaktorów
3.III.04.03	FBG.LINE.ISOL	Podwójne linie gazowe do reaktorów Fat Boy z indywidualnymi zaworami odcinającymi	Umożliwia odcięcie pojedynczego reaktora
3.III.04.04	FBG.SENSORS	Czujniki ciśnienia i temperatury montowane w linii z integracją SCADA	Instalacja w strefie ATEX
3.III.04.05	FBG.SUPPORTS	Uchwyty rur, elementy mocujące oraz gazoszczelne przejścia przez ściany do wlotów reaktorów	Zachowanie szczelności między strefami

3.III.05 – Fat Boy Bioreactors (Acetogenic CSTRs)

The Fat Boy bioreactors form the core acetogenic fermentation system within Building 5A, Room (iii). Each reactor is a large-scale continuous stirred-tank reactor (CSTR) designed for the biological conversion of hydrogen-rich producer gas (HPG) into ethanol via acetogenic microorganisms.

Two identical reactors, each with a gross internal volume of approximately 720 m³, shall be installed.

The vessels shall be epoxy-lined carbon steel or equivalent construction, designed for continuous biological operation, gas-liquid mass transfer, and long residence times. The reactors shall be equipped with top-mounted heavy-duty agitators, internal flow-directing elements, and gas sparger systems optimised for syngas/HPG fermentation (LanzaTech-type).

Each reactor shall include a dedicated headspace gas dome with outlet interface for off-gas routing, full CIP/SIP capability, comprehensive process instrumentation (level, pressure, temperature), and local control panels interfacing with the plant-wide SCADA system. Access platforms, ladders, and inspection points shall be provided directly on the reactor for safe operation and maintenance.

The bioreactor system shall be designed for parallel operation, allowing independent isolation, cleaning, and maintenance of each unit without interruption to the adjacent reactor.



TITAN One Specification 2026

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.05.01	FB.REACTOR	Fat Boy bioreactor vessel – approx. 720 m ³ gross CSTR, acetogenic, epoxy-lined	Designed for continuous HPG fermentation
3.III.05.02	FB.AGIT	Heavy-duty top-mounted agitator with variable speed drive	Continuous operation; fermentation service
3.III.05.03	FB.SPARGER	Gas sparger system for HPG/syngas injection (LanzaTech-type)	Optimised gas-liquid mass transfer
3.III.05.04	FB.INT.BAFF	Internal baffles and flow-directing elements	Prevents short-circuiting; improves mixing
3.III.05.05	FB.NOZZLES	Process nozzles, manways, and inspection ports	Includes access and maintenance ports
3.III.05.06	FB.LVL.PRES	Level, pressure, and temperature instrumentation on reactor	Integrated with SCADA
3.III.05.07	FB.HEADSPACE	Reactor headspace gas dome and off-gas outlet interface	Connection to flare/turbine system
3.III.05.08	FB.CIP.HEAD	CIP/SIP spray heads and internal cleaning fittings	Full hygienic cleaning capability
3.III.05.09	FB.ACCESS	Reactor-mounted platforms, ladders, and local access	Excludes building-wide steelwork
3.III.05.10	FB.CONT.INT	Local control panels and interfaces to plant SCADA	Local + remote operation

3.III.05 – Reaktory biologiczne Fat Boy (CSTR acetogeniczne)

Reaktory biologiczne Fat Boy stanowią kluczowy element systemu fermentacji acetogenicznej w Budynku 5A, Pomieszczeniu (iii). Każdy reaktor jest wielkoskalowym reaktorem typu CSTR przeznaczonym do biologicznej konwersji gazu HPG bogatego w wodór do etanolu przy użyciu mikroorganizmów acetogenicznych.

Zainstalowane zostaną dwa identyczne reaktory, każdy o objętości brutto około 720 m³. Zbiorniki wykonane będą ze stali węglowej lub równoważnej, z wykładziną epoksydową, przystosowane do pracy ciągłej w warunkach fermentacji biologicznej, intensywnej wymiany gaz-ciecz oraz długich czasów retencji. Reaktory wyposażone będą w górne mieszadła o wzmocnionej konstrukcji, wewnętrzne elementy kierujące przepływem oraz systemy dystrybucji gazu zoptymalizowane do fermentacji HPG/syngazu (typ LanzaTech).

Każdy reaktor posiada oddzielną kopułę gazową przestrzeni nad cieczą z interfejsem wylotu gazu, pełną funkcjonalność CIP/SIP, kompletną aparaturę pomiarową (poziom, ciśnienie, temperatura) oraz lokalne panele sterowania zintegrowane z systemem SCADA zakładu. Pomosty, drabiny i punkty inspekcyjne zapewniają bezpieczną obsługę i serwis bezpośrednio na reaktorze.

Układ reaktorów zaprojektowany jest do pracy równoległej, z możliwością niezależnej izolacji, mycia i konserwacji każdego reaktora bez przerywania pracy drugiego.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
--------	------------	------	-------



TITAN One Specification 2026

3.III.05.01	FB.REACTOR	Reaktor biologiczny Fat Boy – ok. 720 m ³ brutto CSTR, acetogeniczny, wykładzina epoksydowa	Praca ciągła; fermentacja HPG
3.III.05.02	FB.AGIT	Mieszadło górne o wzmocnionej konstrukcji z regulacją prędkości	Przystosowane do pracy ciągłej
3.III.05.03	FB.SPARGER	System dystrybucji gazu (sparger) do wprowadzania HPG/syngazu	Wysoka efektywność wymiany gaz–ciecz
3.III.05.04	FB.INT.BAFF	Przegrody wewnętrzne i elementy kierujące przepływem	Zapobieganie zwarciom przepływu
3.III.05.05	FB.NOZZLES	Króćce procesowe, włazy i porty inspekcyjne	Dostęp serwisowy i technologiczny
3.III.05.06	FB.LVL.PRES	Aparatura pomiarowa poziomu, ciśnienia i temperatury	Integracja z SCADA
3.III.05.07	FB.HEADSPACE	Kopuła gazowa przestrzeni nad cieczą i interfejs wylotu gazu	Połączenie z układem off-gas
3.III.05.08	FB.CIP.HEAD	Głowice myjące CIP/SIP i elementy czyszczenia wewnętrznego	Pełna możliwość mycia higienicznego
3.III.05.09	FB.ACCESS	Pomosty, drabiny i dostęp lokalny przy reaktorze	Bez stalowych konstrukcji budynku
3.III.05.10	FB.CONT.INT	Lokalne panele sterowania i interfejsy SCADA	Sterowanie lokalne i zdalne

3.III.06 – Reactor Jacket Heating & Cooling System

The reactor jacket heating and cooling system provides precise thermal control of the Fat Boy bioreactors during acetogenic fermentation. The system shall maintain optimal biological operating temperature under varying gas loads, metabolic heat generation, and seasonal conditions. Each Fat Boy reactor shall be equipped with a dedicated jacketed thermal loop incorporating stainless steel coils or jacket channels suitable for continuous operation. The system shall support both heating and cooling modes, allowing heat input from the TITAN District Heat Network (DHN) and heat rejection via a dedicated condenser/chiller loop.

Thermal circulation pumps, control manifolds, and temperature regulation valves shall be fully integrated with the plant SCADA system. The system shall enable independent temperature control for each reactor, smooth transition between heating and cooling modes, and stable operation under steady-state and transient process conditions.

The arrangement shall be designed for biological safety, energy efficiency, and ease of maintenance, with all wetted components suitable for long-term service in fermentation environments.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.06.01	FB.JKT.CIRC	Fat Boy reactor jacket loop system with stainless steel heating/cooling coils	Independent loop per reactor; SCADA controlled
3.III.06.02	FB.PUMP.WALL	Wall-mounted circulation pumps for reactor thermal transfer loops	Heating and cooling duty
3.III.06.03	FB.COND.ROOF	Roof-mounted condenser / chiller unit for cooling fluid recovery	Heat rejection during cooling mode
3.III.06.04	FB.MAN.DHN	Control manifold connected to TITAN District Heat Network (DHN) for jacket heating	Integrated heat input control



TITAN One Specification 2026

3.III.06 – System ogrzewania i chłodzenia płaszcza reaktorów

System ogrzewania i chłodzenia płaszcza reaktorów zapewnia precyzyjną kontrolę temperatury reaktorów Fat Boy podczas fermentacji acetogenicznej. Układ utrzymuje optymalne warunki biologiczne przy zmiennych obciążeniach gazowych, wydzielaniu ciepła metabolicznego oraz zmiennych warunkach sezonowych.

Każdy reaktor Fat Boy wyposażony jest w niezależny obieg płaszcza grzewczo-chłodzącego z węzownicami lub kanałami ze stali nierdzewnej, przystosowanymi do pracy ciągłej. System umożliwia zarówno dostarczanie ciepła z sieci ciepłowniczej TITAN (DHN), jak i odbiór nadmiaru ciepła poprzez dedykowany obieg skraplacza/chillera.

Pompy obiegowe, rozdzielacze sterujące oraz zawory regulacyjne temperatury są w pełni zintegrowane z systemem SCADA zakładu. Układ umożliwia niezależną regulację temperatury każdego reaktora, płynne przełączanie pomiędzy trybem grzania i chłodzenia oraz stabilną pracę w warunkach ustalonych i przejściowych.

Konstrukcja systemu zapewnia bezpieczeństwo biologiczne, wysoką efektywność energetyczną oraz łatwość obsługi i konserwacji, przy zastosowaniu materiałów odpowiednich do długotrwałej pracy w środowisku fermentacyjnym.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.06.01	FB.JKT.CIRC	Układ płaszcza grzewczo-chłodzącego reaktora Fat Boy z węzownicami ze stali nierdzewnej	Niezależny obieg dla każdego reaktora
3.III.06.02	FB.PUMP.WALL	Ścienne pompy cyrkulacyjne do obiegów cieplnych reaktorów	Praca w trybie grzania i chłodzenia
3.III.06.03	FB.COND.ROOF	Dachowy skraplacz / chiller do odbioru ciepła z obiegu chłodzenia	Odprowadzanie nadmiaru ciepła
3.III.06.04	FB.MAN.DHN	Rozdzielacz sterujący połączony z siecią ciepłowniczą TITAN (DHN)	Kontrola dopływu ciepła do płaszcza

3.III.07 – Off-Gas Outlet & Routing System

The off-gas outlet and routing system provides safe, controlled removal of headspace gas from the Fat Boy acetogenic fermenters. The system shall handle variable off-gas compositions and flow rates arising from fermentation dynamics, ensuring continuous pressure control, safe routing, and full operational visibility.

Each reactor shall be equipped with a dedicated headspace gas outlet assembly, including pressure-rated nozzles, isolation valves, and ATEX-compliant interfaces. Off-gas shall be routed via stainless steel piping to a directional switching point, allowing controlled diversion of gas either to the flare system or to the turbine interface located on Hard Standing 4C North.

TITAN One Specification 2026

The system shall include pressure and flow monitoring instrumentation integrated with the plant SCADA system to support real-time supervision, alarm handling, and operational logging. All components shall be designed for ATEX environments and shall ensure fail-safe operation under normal, transient, and emergency conditions.

Condensate management, isolation, and maintenance access shall be incorporated to ensure long-term reliability and operational safety.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.07.01	FB.HS.OUT	Reactor headspace gas outlet including pressure-rated nozzle, stainless steel pipe stub, ATEX isolation valve and SCADA interface	One outlet per reactor
3.III.07.02	FB.FLARE.PIPE	Stainless steel pipeline routing off-gas to flare and turbine junction at Hard Standing 4C North	Continuous headered routing
3.III.07.03	FB.SW.VLV	Directional switching valve for routing off-gas to turbine or flare	SCADA-controlled
3.III.07.04	FB.PRESS.SENS	Pressure and flow sensors for off-gas monitoring with SCADA feedback	Redundant measurement points

3.III.07 – System odbioru i odprowadzania gazów odlotowych

System odbioru i odprowadzania gazów odlotowych zapewnia bezpieczne i kontrolowane usuwanie gazu z przestrzeni nad cieczą reaktorów acetogenicznych Fat Boy. Układ obsługuje zmienne składy i strumienie gazów powstających w trakcie fermentacji, zapewniając stabilną kontrolę ciśnienia, bezpieczne kierowanie gazem oraz pełną widoczność operacyjną.

Każdy reaktor wyposażony jest w niezależny wylot gazu z przestrzeni nad cieczą, obejmujący króciec ciśnieniowy, zawory odcinające oraz interfejsy zgodne z ATEX. Gaz odlotowy prowadzony jest rurociągiem ze stali nierdzewnej do punktu przełączania, umożliwiającego kontrolowane skierowanie gazu do pochodni lub do interfejsu turbiny zlokalizowanego na Placu Północnym 4C.

System obejmuje aparaturę pomiarową ciśnienia i przepływu, zintegrowaną z systemem SCADA zakładu, umożliwiającą nadzór w czasie rzeczywistym, obsługę alarmów oraz archiwizację danych procesowych. Wszystkie elementy zaprojektowane są do pracy w strefach ATEX i zapewniają bezpieczne działanie w warunkach normalnych, przejściowych i awaryjnych.

Układ uwzględnia odprowadzanie kondensatu, możliwość izolacji oraz dostęp serwisowy, zapewniając długotrwałą niezawodność i bezpieczeństwo eksploatacji.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.07.01	FB.HS.OUT	Wylot gazu z przestrzeni nad cieczą reaktora, obejmujący króciec ciśnieniowy, nierdzewny odcinek rurociągu, zawór ATEX oraz interfejs SCADA	Jeden wylot na reaktor



TITAN One Specification 2026

3.III.07.02	FB.FLARE.PIPE	Rurociąg nierdzewny prowadzący gaz odlotowy do pochodni i turbiny na Placu 4C Północ	Układ wspólny
3.III.07.03	FB.SW.VLV	Zawór przełączający kierunek gazu (turbina / pochodnia)	Sterowanie przez SCADA
3.III.07.04	FB.PRESS.SENS	Czujniki ciśnienia i przepływu do monitorowania gazów odlotowych	Punkty pomiarowe redundantne

3.III.08 – Broth Inlet & Solids Regulation System

The broth inlet and solids regulation system provides controlled introduction of fermentation broth from the Broth House into the Fat Boy fermentation hall, while protecting the bioreactors from excessive solids, fouling, or hydraulic disturbance.

Broth is supplied by gravity feed from the Broth House and distributed via a dedicated manifold to each Fat Boy reactor. The system includes isolation valves, controlled inlet piping, and solids protection measures to ensure stable biological operation and to prevent ingress of oversized particles or debris into the fermenters.

Return, purge, and drain lines are provided to enable controlled flushing, maintenance, and connection to floor drainage systems. Interfaces to the CIP/SIP system allow for hygienic cleaning and sterilisation of all wetted components.

Instrumentation and control systems monitor broth flow, level, and pressure, with full integration into the plant SCADA system to support operational supervision, alarm handling, and data logging. The system shall be designed for continuous operation, hygienic performance, and compatibility with acetogenic fermentation requirements.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.08.01	FB.BROTH.IN	Broth inlet pipeline from Broth House to Fat Boy fermentation hall including isolation valves	Gravity-fed
3.III.08.02	FB.BROTH.MAN	Broth distribution manifold feeding Fat Boy reactors	Balanced distribution
3.III.08.03	FB.SOLIDS.PROT	Solids protection and screening system upstream of fermenters	Protection against oversized solids
3.III.08.04	FB.BROTH.OUT	Fermentation broth outlet piping from Fat Boy reactors	Dedicated outlet per reactor
3.III.08.05	FB.BROTH.RET	Broth return, purge and drain lines to floor drainage	Maintenance and flushing
3.III.08.06	FB.CIP.INT	Interfaces to CIP/SIP system (supply and return)	Hygienic design
3.III.08.07	FB.BROTH.INST	Instrumentation and control for broth and solids handling (flow, level, pressure)	SCADA integrated

3.III.08 – System doprowadzania pożywki i regulacji frakcji stałych



TITAN One Specification 2026

System doprowadzania pożywki i regulacji frakcji stałych zapewnia kontrolowane wprowadzenie pożywki fermentacyjnej z Broth House do hali fermentacyjnej Fat Boy, jednocześnie chroniąc reaktory biologiczne przed nadmierną zawartością cząstek stałych, zanieczyszczeniami oraz niestabilnością hydrauliczną.

Pożywka doprowadzana jest grawitacyjnie z Broth House i rozdzielana do poszczególnych reaktorów Fat Boy poprzez dedykowany kolektor dystrybucyjny. System obejmuje zawory odcinające, kontrolowane rurociągi wlotowe oraz zabezpieczenia przed frakcją stałą, zapewniające stabilną pracę biologiczną i ochronę fermentorów.

Linie powrotne, płuczące i spustowe umożliwiają kontrolowane opróżnianie, płukanie oraz połączenie z systemem odwodnień posadzkowych. Interfejsy CIP/SIP umożliwiają higieniczne mycie i sterylizację wszystkich elementów mających kontakt z pożywką.

Aparatura kontrolno-pomiarowa monitoruje przepływ, poziom i ciśnienie pożywki, a dane są w pełni zintegrowane z systemem SCADA zakładu w celu nadzoru operacyjnego, obsługi alarmów oraz archiwizacji danych.

System zaprojektowany jest do pracy ciągłej, z zachowaniem wymogów higienicznych oraz zgodnie z wymaganiami fermentacji acetogenicznej.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.08.01	FB.BROTH.IN	Rurociąg doprowadzający pożywkę z Broth House do hali fermentacji Fat Boy wraz z zaworami odcinającymi	Zasilanie grawitacyjne
3.III.08.02	FB.BROTH.MAN	Kolektor dystrybucyjny pożywki zasilający reaktory Fat Boy	Równomierny rozdział
3.III.08.03	FB.SOLIDS.PROT	System zabezpieczenia przed frakcją stałą i przesiewania przed fermentorami	Ochrona reaktorów
3.III.08.04	FB.BROTH.OUT	Rurociągi odbioru pofermentu z reaktorów Fat Boy	Oddzielny wylot dla każdego reaktora
3.III.08.05	FB.BROTH.RET	Linie powrotne, płuczące i spustowe do odwodnień posadzkowych	Obsługa i czyszczenie
3.III.08.06	FB.CIP.INT	Interfejsy do systemu CIP/SIP (zasilanie i powrót)	Konstrukcja higieniczna
3.III.08.07	FB.BROTH.INST	Aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka obsługi pożywki i frakcji stałych	Integracja SCADA

3.III.09 – Fermentation Broth Outlet, Biomass Separation & Buffer System

The fermentation broth outlet, biomass separation, and buffer system provide controlled withdrawal of fermented broth from the Fat Boy bioreactors and prepare a hydraulically and compositionally stabilised liquid stream for downstream ethanol recovery.



TITAN One Specification 2026

Fermented broth exits the reactors via a dedicated outlet manifold and is routed to a continuous solid–liquid separation system designed to remove microbial biomass and suspended solids. The separation system comprises mechanical dewatering and clarification equipment suitable for acetogenic biomass, ensuring reliable solids removal while preserving liquid phase quality.

Separated biomass is discharged via a gravity hopper and stainless steel handling arrangement and transferred to Room IV for further processing, disposal, or valorisation.

The clarified broth is directed to a large-capacity buffer tank designed to provide residence time, flow smoothing, and operational decoupling between fermentation and distillation. This buffering capacity allows stable, continuous operation of the ethanol recovery system under variable upstream fermentation conditions.

A dedicated pump skid equipped with variable-speed drives and full redundancy transfers clarified broth from the buffer tank to the distillation section. Instrumentation and control systems continuously monitor flow, level, pressure, and equipment status, with full SCADA integration for alarms, trending, and operational control.

The system is designed for continuous industrial duty, hygienic operation, and compatibility with high-volume acetogenic fermentation residues.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.09.01	FB.OUT.MAN	Broth outlet manifold from Fat Boy bioreactors with ethanol-rich stream outlet	Dedicated reactor discharge
3.III.09.02	FB.BIOMASS.SEP	Biomass separation unit (screw press, decanter and centrifuge system) for solid–liquid separation	Continuous industrial duty
3.III.09.03	FB.SOLIDS.HAND	Gravity discharge hopper and stainless steel trolley for biomass transfer to Room IV	Controlled solids handling
3.III.09.04	FB.BROTH.BUFFER	Large-capacity clarified broth buffer tank with flow stabilisation for continuous feed to distillation	Hydraulic and process buffering
3.III.09.05	FB.PUMP.SKID	Pump skid for clarified broth transfer to distillation section, VFD-controlled with dual redundancy	Continuous operation

3.III.09 – Odbiór pofermentu, separacja biomasy i system buforowy

System odbioru pofermentu, separacji biomasy i buforowania zapewnia kontrolowane odprowadzanie pożywki z reaktorów Fat Boy oraz przygotowanie hydraulicznie i składowo ustabilizowanego strumienia cieczy do dalszego etapu odzysku etanolu.

Poferment odbierany jest poprzez dedykowany kolektor wylotowy i kierowany do ciągłego układu separacji ciało–ciecz, zaprojektowanego do oddzielania biomasy mikrobiologicznej oraz zawiesin stałych charakterystycznych dla fermentacji acetogenicznej. Układ separacji zapewnia skuteczne odwodnienie biomasy przy zachowaniu jakości fazy ciekłej.



TITAN One Specification 2026

Oddzielona biomasa odprowadzana jest przez zasobnik grawitacyjny oraz nierdzewny układ transportowy do Pomieszczenia IV, gdzie może zostać dalej przetworzona, zagospodarowana lub zutylizowana.

Sklarowana pożywka kierowana jest do zbiornika buforowego o dużej pojemności, którego zadaniem jest stabilizacja przepływu, składu oraz rozdzielenie pracy fermentacji i destylacji. Buforowanie umożliwia ciągłą, stabilną pracę instalacji odzysku etanolu przy zmiennych warunkach procesu fermentacji.

Zespół pompowy wyposażony w regulację prędkości i pełną redundancję zapewnia niezawodne tłoczenie pofermentu do sekcji destylacji. Aparatura kontrolno-pomiarowa monitoruje przepływ, poziom, ciśnienie oraz stan urządzeń, a wszystkie sygnały są zintegrowane z systemem SCADA zakładu.

System zaprojektowany jest do pracy ciągłej w warunkach przemysłowych, z zachowaniem wymogów higienicznych oraz kompatybilności z wysokowydajną fermentacją acetogeniczną.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.09.01	FB.OUT.MAN	Kolektor wylotowy pofermentu z reaktorów Fat Boy z odpływem strumienia bogatego w etanol	Odbiór pofermentu
3.III.09.02	FB.BIOMASS.SEP	Zespół separacji biomasy (prasa ślimakowa, dekanter i wirówka) do rozdzielenia ciecz–ciało stałe	Praca ciągła
3.III.09.03	FB.SOLIDS.HAND	Zasobnik grawitacyjny i wózek nierdzewny do transportu biomasy do Pomieszczenia IV	Kontrolowana obsługa biomasy
3.III.09.04	FB.BROTH.BUFFER	Zbiornik buforowy sklarowanego pofermentu ze stabilizacją przepływu do destylacji	Bufor procesowy
3.III.09.05	FB.PUMP.SKID	Zespół pompowy do tłoczenia sklarowanego pofermentu do sekcji destylacji, z regulacją VFD i redundancją	Praca ciągła

3.III.10 – Ethanol Recovery (Beer Column & Rectification)

The ethanol recovery system converts clarified, ethanol-rich fermentation broth into azeotropic ethanol suitable for dehydration and downstream upgrading. The system is designed for continuous operation at industrial scale and provides stable separation performance under variable fermentation throughput.

Clarified broth from the buffer system is fed to a primary distillation column ("beer column"), where ethanol concentration is increased from fermentation levels to an intermediate strength. The beer column is constructed in stainless steel, fully insulated, and equipped with an internal tray system optimised for high-solids acetogenic fermentation streams.



TITAN One Specification 2026

Vapour from the beer column is routed to a rectification column, where ethanol is further concentrated to the azeotropic range. The rectifier is designed for high separation efficiency and stable operation, producing ethanol at 92–95% concentration suitable for dehydration in the downstream system.

Thermal energy for distillation is supplied via a dedicated reboiler and vapour heat-exchange skid. The system is integrated with the TITAN steam and heat recovery infrastructure to maximise energy efficiency and allow flexible operation under varying load conditions.

All columns, heat-exchange equipment, and interconnecting pipework are manufactured from stainless steel and designed for hygienic operation, full CIP compatibility, and long-term industrial duty. Instrumentation and control systems continuously monitor temperature, pressure, and flow throughout the distillation process, with full integration into the site SCADA system for operational control, alarms, and performance trending.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.10.01	ETH.BEER.COL	Beer column (primary distillation) producing intermediate ethanol concentration from fermentation broth	Stainless steel, insulated
3.III.10.02	ETH.RECT.COL	Rectification column for production of 92–95% azeotropic ethanol	High-efficiency separation
3.III.10.03	ETH.VAP.HEAT	Reboiler and vapour heat-exchange skid serving beer and rectification columns	Integrated with steam system
3.III.10.04	ETH.CONTR.SKID	Distillation control skid with temperature, pressure, and flow monitoring integrated with SCADA	Full automation
3.III.10.05	ETH.PIPING	Interconnecting stainless steel pipework between columns with CIP integration	Hygienic design

3.III.10 – Odzysk etanolu (kolumna wstępna i rektyfikacja)

System odzysku etanolu przetwarza sklarowany poferment bogaty w etanol na etanol azeotropowy przeznaczony do dalszego odwadniania i przerobu. Układ zaprojektowany jest do pracy ciągłej w skali przemysłowej i zapewnia stabilną separację przy zmiennych warunkach fermentacji.

Sklarowany poferment z układu buforowego podawany jest do kolumny wstępnej („beer column”), w której stężenie etanolu zwiększane jest z poziomu fermentacyjnego do poziomu pośredniego. Kolumna wykonana jest ze stali nierdzewnej, w pełni izolowana i wyposażona w wewnętrzny układ tacek zoptymalizowany dla strumieni pochodzących z fermentacji acetogenicznej.

Para z kolumny wstępnej kierowana jest do kolumny rektyfikacyjnej, w której etanol zagęszczany jest do poziomu azeotropowego 92–95%. Kolumna rektyfikacyjna zaprojektowana jest dla wysokiej sprawności separacji i stabilnej pracy ciągłej.

Energia cieplna do procesu destylacji dostarczana jest poprzez dedykowany reboiler oraz układ wymiany ciepła pary. System jest zintegrowany z infrastrukturą parową i odzysku ciepła TITAN w celu maksymalizacji efektywności energetycznej i elastycznej pracy przy zmiennych obciążeniach.



TITAN One Specification 2026

Wszystkie kolumny, wymienniki ciepła oraz rurociągi wykonane są ze stali nierdzewnej i zaprojektowane do pracy higienicznej, z pełną kompatybilnością z systemem CIP oraz do długotrwałej eksploatacji przemysłowej. Aparatura kontrolno-pomiarowa monitoruje temperaturę, ciśnienie i przepływ, a wszystkie sygnały są zintegrowane z systemem SCADA zakładu.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.10.01	ETH.BEER.COL	Kolumna wstępna („beer column”) do podwyższania stężenia etanolu z pofermentu	Stal nierdzewna, izolowana
3.III.10.02	ETH.RECT.COL	Kolumna rektyfikacyjna do produkcji etanolu azeotropowego 92–95%	Wysoka sprawność
3.III.10.03	ETH.VAP.HEAT	Rebajler i układ wymiany ciepła pary dla procesu destylacji	Integracja z parą
3.III.10.04	ETH.CONTR.SKID	Układ sterowania destylacją z pomiarem temperatury, ciśnienia i przepływu, zintegrowany z SCADA	Automatyzacja
3.III.10.05	ETH.PIPING	Rurociągi nierdzewne między kolumnami z integracją CIP	Projekt higieniczny

3.III.11 – Dehydration & Product Export to Tank Farm

The dehydration and product export system upgrades rectified ethanol from azeotropic concentration to fuel-grade ethanol suitable for storage, transport, and downstream upgrading to SAF via the Alcohol-to-Jet pathway.

Dehydration is achieved using a high-efficiency molecular sieve system (or equivalent adsorption technology) designed for continuous operation with low specific energy consumption. The system removes residual water from azeotropic ethanol to achieve a final ethanol purity greater than 99.5% v/v, compliant with EN 15376 fuel ethanol requirements.

The dehydration unit is designed with cyclic adsorption and regeneration, optimised to minimise steam demand and electrical consumption. Regeneration heat is supplied preferentially from recovered process heat and low-grade steam where available, ensuring integration with the TITAN heat cascade and reducing overall energy intensity.

Dehydrated ethanol is transferred to a dedicated product tank constructed from stainless steel and fitted with continuous level monitoring and quality control interfaces. From the product tank, ethanol is pumped via an ATEX-rated export system to the Sector 6 tank farm and onward to the Carbis LoadTec rail and road loading gantry.

All pipework, pumps, valves, and interfaces are designed for ATEX compliance, hygienic operation, and compatibility with automated purging, emergency shutdown, and custody transfer systems.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
--------	-------------	-------------	---------



TITAN One Specification 2026

3.III.11.01	ETH.DEHY.SIEVE	Ethanol dehydration unit using molecular sieve or equivalent low-energy adsorption technology	>99.5% EtOH
3.III.11.02	ETH.PROD.TANK	Ethanol product tank compliant with EN 15376, stainless steel with level instrumentation	Fuel-grade storage
3.III.11.03	ETH.EXP.PUMP	ATEX-rated product export pump and booster system	Connected to Room V
3.III.11.04	ETH.LINE.S6	Ethanol export pipeline to Sector 6 tank farm including valves, supports, and crossings	Site interface
3.III.11.05	ETH.LOAD.CONN	Final connection to Carbis LoadTec loading gantry with purge and ESD systems	Rail / road

“The dehydration system shall prioritise heat-integrated molecular sieve technology with low specific energy consumption and compatibility with site steam recovery.”

3.III.11 – Odwodnienie i eksport produktu do farmy zbiorników

System odwodnienia i eksportu produktu podnosi stężenie etanolu po rektyfikacji do jakości paliwowej, umożliwiając magazynowanie, transport oraz dalsze przetwarzanie do SAF w ścieżce Alcohol-to-Jet.

Odwodnienie realizowane jest za pomocą wysokosprawnego systemu sit molekularnych (lub równoważnej technologii adsorpcyjnej), zaprojektowanego do pracy ciągłej przy niskim jednostkowym zużyciu energii. System usuwa pozostałą wodę z etanolu azeotropowego, osiągając końcową czystość powyżej 99,5% v/v, zgodnie z normą EN 15376.

Układ odwodnienia wykorzystuje cykliczną adsorpcję i regenerację, zoptymalizowaną pod kątem minimalnego zużycia pary i energii elektrycznej. Ciepło regeneracyjne dostarczane jest w pierwszej kolejności z odzysku ciepła procesowego oraz pary niskotemperaturowej, w pełnej integracji z kaskadą ciepłą TITAN.

Odwodniony etanol kierowany jest do dedykowanego zbiornika produktu wykonanego ze stali nierdzewnej, wyposażonego w ciągły pomiar poziomu oraz interfejsy kontroli jakości. Następnie etanol transportowany jest przez system pomp eksportowych do farmy zbiorników w Sektorze 6 oraz dalej do stanowiska załadunku kolejowego i drogowego Carbis LoadTec.

Cała instalacja rurociągów, pomp i armatury spełnia wymagania ATEX, zapewnia higieniczną eksploatację oraz pełną kompatybilność z systemami odpowietrzania, awaryjnego odcięcia i przekazania produktu.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.11.01	ETH.DEHY.SIEVE	Jednostka odwodnienia etanolu z wykorzystaniem sit molekularnych lub technologii równoważnej	>99,5% EtOH
3.III.11.02	ETH.PROD.TANK	Zbiornik produktu etanolu zgodny z EN 15376, stal nierdzewna, aparatura poziomu	Jakość paliwowa



TITAN One Specification 2026

3.III.11.03	ETH.EXP.PUMP	Pompa eksportowa produktu w wykonaniu ATEX z układem wzmacniającym	Połączenie z Pokój V
3.III.11.04	ETH.LINE.S6	Rurociąg eksportowy etanolu do farmy zbiorników Sektora 6	Integracja terenowa
3.III.11.05	ETH.LOAD.CONN	Końcowe połączenie z systemem załadunku Carbis LoadTec z ESD i odpowietrzaniem	Kolej / droga

3.III.12 – Piping and Connections (Utilities & Media)

This section defines the internal piping, cabling, and connection works required to distribute utilities and process media within Room III.

Its purpose is to provide a clear, orderly, and maintainable interface between incoming site services and the process equipment defined elsewhere in the specification.

The scope is limited to distribution, connection, isolation, and safety, and explicitly excludes primary utility generation, process skids, or packaged equipment, which are specified in their respective sections.

All services are routed to allow safe access, clear segregation of utilities, ATEX compliance where applicable, and straightforward maintenance. Pipework, cable trays, and conduits are coordinated to avoid clashes and to support future inspection, modification, and expansion.

The installation forms the physical backbone enabling the operation of fermentation, heating and cooling, CIP/SIP, gas handling, broth transfer, drainage, power, and control systems within Room III.

Ref No	Pricing Ref	Description	Remarks
3.III.12.01	UTIL.STEAM	Steam distribution piping and connection points to Room III users, including isolation valves and traps	From site steam
3.III.12.02	UTIL.CIP.SUP	CIP/SIP fresh water supply piping to Room III equipment	Hygienic
3.III.12.03	UTIL.CIP.RET	CIP/SIP return piping from Room III to return header	Closed loop
3.III.12.04	UTIL.PW	Process and utility water piping within Room III	Internal
3.III.12.05	UTIL.AIR	Instrument and service air piping with local drop points	Dry air
3.III.12.06	UTIL.N2	Nitrogen supply and purge piping with connection points	Inerting
3.III.12.07	UTIL.BROTH.FB	Broth distribution piping to Fat Boy reactors including isolation and balancing	Internal feed
3.III.12.08	UTIL.BROTH.TB	Broth branch piping to Tall Boy interface with isolation and metering provisions	Interface
3.III.12.09	UTIL.DRAIN	Process floor drains and equipment drain connections	To ACU
3.III.12.10	UTIL.VENT	Process vent and relief piping to local vent headers	Safety
3.III.12.11	UTIL.ELEC	Power cabling, local distribution boards and equipment connections	LV



TITAN One Specification 2026

3.III.12.12	UTIL.INST	Instrumentation cabling, signal wiring and SCADA interfaces	Control
3.III.12.13	UTIL.EARTH	Earthing and bonding of all piping and equipment	ATEX

3.III.12 – Rurociągi i przyłącza (media i instalacje)

Niniejsza sekcja określa zakres rurociągów, okablowania i przyłączy niezbędnych do dystrybucji mediów i instalacji technologicznych w Pomieszczeniu III.

Jej celem jest zapewnienie czytelnego, uporządkowanego i łatwego w utrzymaniu interfejsu pomiędzy przyłączami obiektowymi a urządzeniami procesowymi opisanymi w innych częściach specyfikacji.

Zakres obejmuje wyłącznie dystrybucję, podłączenie, odcięcie i zabezpieczenie mediów. Nie obejmuje źródeł mediów, skompletowanych skidów ani urządzeń procesowych, które są specyfikowane oddzielnie.

Prowadzenie rurociągów i tras kablowych zapewnia bezpieczny dostęp serwisowy, separację mediów, zgodność z wymaganiami ATEX oraz możliwość przyszłych modyfikacji i rozbudowy. Instalacje te stanowią fizyczny szkielet umożliwiający pracę systemów fermentacji, ogrzewania i chłodzenia, CIP/SIP, gazów, pożywki, odwodnień, zasilania i automatyki w Pomieszczeniu III.

Ref No	Kod cenowy	Opis	Uwagi
3.III.12.01	UTIL.STEAM	Dystrybucja pary i punkty przyłączy do odbiorników w Pomieszczeniu III, z armaturą odcinającą i odwadniaczami	Z sieci pary
3.III.12.02	UTIL.CIP.SUP	Rurociągi zasilania CIP/SIP wodą świeżą do urządzeń w Pomieszczeniu III	Higieniczne
3.III.12.03	UTIL.CIP.RET	Rurociągi powrotne CIP/SIP z Pomieszczenia III	Obieg zamknięty
3.III.12.04	UTIL.PW	Rurociągi wody procesowej i technologicznej w Pomieszczeniu III	Wewnętrzne
3.III.12.05	UTIL.AIR	Rurociągi sprężonego powietrza instrumentalnego i serwisowego z punktami poboru	Suche powietrze
3.III.12.06	UTIL.N2	Rurociągi azotu i inertyzacji z punktami przyłączy	Bezpieczeństwo
3.III.12.07	UTIL.BROTH.FB	Dystrybucja pożywki do reaktorów Fat Boy z odcięciem i równoważeniem przepływu	Zasilanie
3.III.12.08	UTIL.BROTH.TB	Odgałęzienie pożywki do interfejsu Tall Boy z przygotowaniem pod opomiarowanie	Interfejs
3.III.12.09	UTIL.DRAIN	Odwodnienia procesowe posadzki i spusty urządzeń	Do ACU
3.III.12.10	UTIL.VENT	Rurociągi odpowietrzeni i zaworów bezpieczeństwa do kolektorów	Bezpieczeństwo
3.III.12.11	UTIL.ELEC	Okablowanie zasilające, lokalne rozdzielnice i przyłącza urządzeń	NN

TITAN One Specification 2026

3.III.12.12	UTIL.INST	Okablowanie aparatury, przewody sygnałowe i interfejsy SCADA	Automatyka
3.III.12.13	UTIL.EARTH	Uziemienie i połączenia wyrównawcze wszystkich rurociągów i urządzeń	ATEX

Room (iii) – Process Flow & Control Table

Stage	Description
Inputs	- Pressurised, scrubbed HPG enters via dual feed lines from the Sector 4 Bus (high temperature, low moisture) - Buffered microbial broth fed from Sector 5B (Broth House) - Inoculant dosed from Room (vii)
Fermentation	- 2x CSTRs (Fat Boys) operate in quasi-continuous mode - Output is warm broth rich in ethanol, suspended biomass, and fermentation gas - Header gas extracted from top of reactors and returned to the boiler house (Hardstanding North) - Ethanol-broth-biomass mix drawn from bottom and routed to Beer Column
Pre-distillation	- Beer Column receives broth mix via gravity or buffer tank - Performs first separation: • Top stream: ethanol vapour (92–96%) • Bottom stream: spent broth and solids - Vapour condensed and collected in ethanol buffer tank
Dehydration	- Vapour ethanol pumped from buffer tank into twin-bed 3A molecular sieve system - System operates continuously with steam-heated bed regeneration - Output is anhydrous ethanol ($\geq 99.5\%$) suitable for export/tanking
Outputs	- Anhydrous ethanol piped via overhead line through Rooms (iv) and (v) to Sector 6 Tanking - Condensate and non-condensables routed to waste/flaring - Spent broth and solids sent to Room (iv) for clarification or nutrient recovery
Control & Access	- Access via: South corridor → Room (iv) → blast-rated steel door - All process controls located in Room (vii) (Control & Inoculation Room) - Visual oversight via 15m-wide blast-resistant window - Utility routing via overhead gantries and CC/DD underfloor ducts from Sector 4C

Room (iii) – Equipment Specification Table Building 5A – Room III (Fat Boy Fermentation Hall)

Ref No	Cross-Reference	Description	Remarks
--------	-----------------	-------------	---------



TITAN One Specification 2026

3.III.01	HPG.INLET	HPG inlet flange and conditioning system including isolation, flame arrestor, non-return protection, cyclone separation, gas cooling and moisture control	Inlet from HPG header; ATEX-rated; manual + ESD isolation; SCADA monitored
3.III.02	GAS.ANALYTICS	Gas analytics and pre-fermentation monitoring system	Online GC / analysers for CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , O ₂ , H ₂ S; data logging to SCADA
3.III.03	GAS.FLOW	Flow control and ratio management system upstream of fermenters	Mass flow control, pressure regulation, control valves, ratio logic
3.III.04	GAS.MANIFOLD	Fat Boy gas line and distribution manifold	Stainless steel manifold with isolation to each reactor; purge and vent points
3.III.05	FATBOY	Fat Boy fermenters – 720 m ³ gross (CSTR), acetogenic, with header gas outlet	2 units installed, epoxy-lined, top-mounted gas extraction
3.III.06	FB.JACKET	Reactor jacket heating and cooling system	Integrated heat exchange; pumps, control valves, temperature control loops
3.III.07	OFFGAS	Off-gas outlet and routing system	Headered outlet to flare and/or turbine; condensate knock-out and safety devices
3.III.08	BROTH.IN	Broth inlet and solids regulation system	Gravity feed from Broth House; flow control and solids protection
3.III.09	BROTH.OUT	Fermentation broth outlet, separation and buffer tank system	Biomass separation, buffer tank, transfer pumps
3.III.10	ETH.REC	Ethanol recovery system	Beer column and rectification column with associated condensers and controls
3.III.11	DEHY.EXP	Dehydration and export system to Sector 6	Dehydration unit, product polishing, export pipeline to Tank Farm
3.III.12	UTIL.CONN	Utilities, piping and service connections to Room III	CIP/SIP fresh water and return, process water, power, instrument air, nitrogen, floor drains, vents, cable trays, earthing, and media interfaces to adjacent rooms

Podsumowanie Wyposażenia – Pomieszczenie (iii)

Budynek 5A – Pomieszczenie III (Hala Fermentacji Fat Boy)

Ref No	Cross-Reference	Opis	Uwagi
3.III.01	HPG.INLET	Kolnierz wlotowy HPG oraz system kondycjonowania gazu obejmujący odcięcie, zabezpieczenie płomieniowe, zawór zwrotny, separator cyklonowy, chłodzenie gazu i kontrolę wilgotności	Wlot z magistrali HPG; wykonanie ATEX; odcięcie ręczne i ESD; monitoring SCADA
3.III.02	GAS.ANALYTICS	System analizy gazu i monitoringu przed fermentacją	Analizatory online (GC) dla CO, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , O ₂ , H ₂ S; rejestracja danych w SCADA
3.III.03	GAS.FLOW	System regulacji przepływu i zarządzania proporcjami gazów przed fermentorami	Regulatory masowego przepływu, redukcja ciśnienia, zawory regulacyjne, logika sterowania
3.III.04	GAS.MANIFOLD	Rurociąg gazowy i kolektor dystrybucyjny do fermentorów Fat Boy	Kolektor ze stali nierdzewnej z indywidualnym odcięciem każdego reaktora; punkty purge i odpowietrzania
3.III.05	FATBOY	Fermentory Fat Boy – 720 m ³ brutto (CSTR), acetogeniczne, z górnym odbiorem gazu	2 jednostki zainstalowane; wykładzina epoksydowa; górny odbiór gazu
3.III.06	FB.JACKET	System grzania i chłodzenia płaszcza reaktorów	Zintegrowany wymiennik ciepła; pompy, zawory regulacyjne, pętle kontroli temperatury



TITAN One Specification 2026

3.III.07	OFFGAS	System odbioru i odprowadzania gazu odlotowego	Kolektor do pochodni i/lub turbiny; separator kondensatu i zabezpieczenia
3.III.08	BROTH.IN	System doprowadzenia pożywki i regulacji frakcji stałych	Zasilanie grawitacyjne z Broth House; kontrola przepływu i ochrona przed ciałami stałymi
3.III.09	BROTH.OUT	Odbiór pofermentu, separacja biomasy i system zbiornika buforowego	Separacja biomasy, zbiornik buforowy, pompy transferowe
3.III.10	ETH.REC	System odzysku etanolu	Kolumna piwna oraz kolumna rektyfikacyjna wraz ze skraplaczami i automatyką
3.III.11	DEHY.EXP	System odwadniania i eksportu produktu do Sektora 6	Jednostka odwadniania, doczyszczanie produktu, rurociąg eksportowy do bazy zbiorników
3.III.12	UTIL.CONN	Media, rurociągi i przyłącza serwisowe do Pomieszczenia III	Woda świeża CIP/SIP i powrót, woda procesowa, zasilanie elektryczne, sprężone powietrze, azot, odwodnienia posadzkowe, odpowietrzenia, trasy kablowe, uziemienie oraz interfejsy mediów do pomieszczeń sąsiednich

Pomieszczenie (iii) – Fermentacja, Separacja i Odzysk Etanolu
Zestawienie urządzeń, przepływów i inertyzacji (wersja końcowa)

Urządzenie	Średnica / Powierzchni	Górny wlot / Zasilanie	Dolny wylot / Odpływ	Górny wylot	Inertyzacja / Przedmuch
Fermentory Fat Boy (x2)	Ø4,5 m (każdy)	HPG + pożywka / kultura (gaz +	Odpływ pożywki (grawitacyjny)	Gaz nagłówkowy	Tak – płaszcz CO ₂ w trakcie pracy; przedmuch N ₂ przy
Sito obrotowe / przesiewacz	2 m × 1 m (poziome)	Grawitacyjny dopływ pożywki	Biomasa do zsypu → Pomieszczenie	Sklarowana ciecz do	Brak aktywnej inertyzacji – mokre urządzenie w otwartej
Dekanter (wirówka)	3,5 m × 1,5 m (skid)	Sklarowana ciecz z sita	Ciasto biomasy do linii stałej	Sklarowana ciecz do	W pełni szczelny – możliwość inertyzacji CO ₂ lub N ₂
Zbiornik buforowy	Ø4,5 m × 10 m	Sklarowana ciecz z	Zasilanie dolne do kolumny piwnej	Przelew / odpowietrzenie	Tak – ciągły płaszcz gazu obojętnego (preferowany CO ₂)
Pompa do kolumny	Skid 1 m ²	Zasilanie dolne ze zbiornika	Pionowy rurociąg do tacy zasilającej	Opcjonalny punkt poboru	Brak dedykowanego przedmuchu; rurociągi dalsze
Kolumna piwna	Ø2,0 m × 12 m	Podgrzana mieszanina	Fracja dolna (woda + osady) → odzysk	Para bogata w etanol do	Atmosfera parowa i regulacja ciśnienia; inertyzacja wyłącznie
Skrapłacz kolumny	Skid 1,5 m ² + zbiornik	Para etanolu z kolumny	Skroplony EtOH (92–96%) do	Gazy nieskrapające	Tak – układ szczelny
Układ sit molekularnych	2 × skid 1,5 m ² (układ	Etanol ze zbiornika po	Etanol bezwodny (≥99,5%) do linii	Para regeneracyjna	Układ w pełni szczelny; regeneracja ogrzewana parą
Końcowa pompa	Skid 1 m ²	Zbiornik buforowy	Rurociąg wzdłuż ściany północnej do	Punkt próbkowania	Tak – rurociąg z możliwością inertyzacji (CO ₂ lub N ₂)

Room (iv) – Preparation, Eye Wash, Biomass Cake & Broth Delivery

TITAN One Specification 2026

Room (iv) in Building 5a serves as a multifunctional access, utility, and transfer zone connecting upstream and downstream TMF processes. The room spans 10m (east–west) × 30m (north–south) and is divided into:

- South Half (10m × 15m) – Specified under EPC scope
- North Half (10m × 15m) – Defined in this TITAN specification

This room is the only access point to Room (iii) – Fermentation, and supports both personnel functions and material transitions, with multiple overhead process lines routed through.

Anteroom and Welfare Zone (North)

Entry to Room (iii) is controlled via this anteroom, which also provides access to the wet stack toilet and hand-wash area. A stainless steel sink and eyewash station is installed on the west wall, draining to the ACU. The room contains protective stainless steel wall sheeting (110cm height) over 40 linear metres, fixed over the epoxy-finished EPC wall surfaces.

Two overhead process lines run through this zone:

- Ethanol pipe, routed from Room (iii) to downstream processing
- Broth delivery pipe, which enters Room (iv) through the east blast-rated wall, continues overhead across the room, and penetrates the west blast-rated wall to deliver ready-mixed, warm broth into Room (iii) – Fermentation

Both lines are vapour-tight and mounted with drip trays and isolation valves.

Biomass Cake Handling Zone (East)

An industrial biomass wash bath receives fermented cake from ethanol systems. Rinse water is discharged into the floor drain system and routed to the ACU, contributing to Tier 1 intake. A mechanical wringer extracts moisture from the cake into a mobile collection tank. Solids are screw-fed through a D40 stainless steel pipe in the blast wall into Room (v) for bagging and forklift removal.

11.iv.a Room (iv) Specification

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.iv.01	ARCH.5a.04	Room dimensions – internal layout	10m × 30m, split N/S; Building 5a
11.iv.02	ARCH.5a.05	North half – anteroom and welfare access	Sole access to Room (iii)
11.iv.03	MEPD.5a.17	Overhead ethanol pipe (through room)	Stainless, insulated, vapour sealed
11.iv.04	MEPD.5a.18	Stainless steel eyewash & sink unit	Connected to ACU drainage
11.iv.05	ARCH.5a.06	Access door to wet stack (toilet/hand wash)	Link to north corridor
11.iv.06	PROC.5a.08	Biomass cake wash bath (east wall)	Floor drain to ACU, Tier 1 input



TITAN One Specification 2026

11.iv.07	PROC.5a.09	Wringer unit + wheeled collection tank	For ethanol recovery
11.iv.08	PROC.5a.10	D40 SS pipe through blast wall to Room (v)	Screw-fed, sealed through wall
11.iv.09	ARCH.5a.07	Slip-rated, chemical-resistant flooring	Rated for ethanol + moisture exposure
11.iv.10	ELEC.5a.04	Zone-rated lighting and power	IP-rated, vapour-sealed fixtures
11.iv.11	ARCH.5a.08	Stainless steel wall protection plates	110cm high, 40lm total, fixed over epoxy
11.iv.12	MEPD.5a.19	Overhead broth delivery pipe (east-west)	Enters via east wall, exits to Room (iii); warm, vapour-sealed

Pomieszczenie (iv) – Strefa Przygotowania, Płukania Oczu, Biomasy i Dostawy Pożywki

Pomieszczenie (iv) w budynku 5a pełni funkcję wielofunkcyjnej strefy dostępu, przygotowania i transferu, łącząc procesy fermentacji z systemami wsparcia i logistyką. Pomieszczenie ma wymiary 10m (wschód–zachód) × 30m (północ–południe) i podzielone jest na dwie części:

- Południowa połowa (10m × 15m) – określona w pakiecie EPC
- Północna połowa (10m × 15m) – opisana w niniejszej specyfikacji

Jest to jedyny punkt wejścia i wyjścia do pomieszczenia (iii) – Fermentacja, pełniący funkcję służby, strefy mycia oraz strefy odbioru biomasy.

Strefa Wejścia i Higieny (północ)

Osoby wchodzące do pomieszczenia (iii) przechodzą przez anteroom wyposażony w umywalkę i punkt przemywania oczu ze stali nierdzewnej, zamontowany na ścianie zachodniej. Odpływ popłuczyn skierowany jest do systemu ACU. Z tej strefy zapewniono również wewnętrzny dostęp do strefy sanitarnej (toaleta i mycie rąk) znajdującej się w północnej części budynku.

W ramach zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi, na wszystkich ścianach północnej części pomieszczenia zainstalowano osłony ze stali nierdzewnej na wysokości 110cm, o łącznej długości 40 metrów bieżących, mocowane na istniejącym wykończeniu epoksydowym EPC.

Przez pomieszczenie przechodzą dwie instalacje rurowe:

- Rura do przesyłu etanolu, przebiegająca nad głową z pomieszczenia (iii) w kierunku dalszego przetwarzania
- Rura dostarczająca gotową, podgrzaną pożywkę, która wchodzi do pomieszczenia (iv) przez wschodnią ścianę ogniotrwałą, biegnie nad głową przez całe pomieszczenie i przechodzi przez zachodnią ścianę blast-rated do pomieszczenia (iii)

Obie instalacje są szczelne, odporne na opary i wyposażone w tacki ociekowe oraz zawory odcinające.

TITAN One Specification 2026

Strefa Obsługi Biomasy (wschód)

Po wschodniej stronie pomieszczenia znajduje się wanienka do mycia biomasy fermentowanej po produkcji etanolu. Woda popłuczna kierowana jest do systemu ACU i stanowi część strumienia wody dla Tier 1 po wstępnym oczyszczeniu.

Resztkowa wilgoć usuwana jest za pomocą mechanicznej prasy/wyciskarki, która odprowadza ciecz do zbiornika mobilnego na kółkach. Zebrany kondensat może zostać przelany do układu płukania jednostek etanolu w celu odzysku etanolu.

Osuszona biomasa przesuwana jest śrubą przez rurę D40 ze stali nierdzewnej, zamontowaną w ścianie blast-rated, bezpośrednio do pomieszczenia (v), gdzie odbywają się workowanie i załadunek wózkiem widłowym.

11.iv.a Specyfikacja Pomieszczenia (iv)

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.iv.01	ARCH.5a.04	Wymiary pomieszczenia – układ wewnętrzny	10m x 30m, podział N/S, budynek 5a
11.iv.02	ARCH.5a.05	Północna połowa – anteroom + dostęp socjalny	Jedyny dostęp do pom. (iii)
11.iv.03	MEPD.5a.17	Przebieg rury etanolowej (nad głową)	Stal nierdzewna, izolowana, uszczelniona
11.iv.04	MEPD.5a.18	Umywalka i stacja do przemywania oczu	Odływ do ACU
11.iv.05	ARCH.5a.06	Drzwi do strefy sanitarnej (WC i umywalka)	Połączenie z korytarzem północnym
11.iv.06	PROC.5a.08	Wanienka do mycia biomasy (ściana wschodnia)	Odływ podłogowy do ACU
11.iv.07	PROC.5a.09	Wyciskarka + zbiornik mobilny	Odzysk cieczy i etanolu
11.iv.08	PROC.5a.10	Rura D40 – przejście do pom. (v)	Śruba napędowa, szczelne przejście przez ścianę blast-rated
11.iv.09	ARCH.5a.07	Posadzka antypoślizgowa, odporna chemicznie	Przystosowana do etanolu i wilgoci
11.iv.10	ELEC.5a.04	Oświetlenie i zasilanie w strefie zagrożonej	IP, uszczelnione oprawy
11.iv.11	ARCH.5a.08	Płyty ochronne ze stali nierdzewnej	Wys. 110cm, 40mb, montaż na epoksydzie
11.iv.12	MEPD.5a.19	Rura pożywki (nad głową, W-Z)	Wlot przez wsch. ścianę, wylot do pom. (iii); pożywka podgrzana

Room (v) – Final Specification

Biomass Cake Bagging & Ethanol Dispatch



TITAN One Specification 2026

Room (v) in Building 5a is the final processing and dispatch zone for fermentation solids and ethanol. It receives:

- Biomass cake via a screw-feed from Room (iv)
- Filtered ethanol from Room (iii), routed via Room (iv)

The room supports bagging operations, forklift interface, and ethanol batching, metering, and pressure dispatch to Sector 6.

1. Biomass Cake Bagging Zone

Through the cast-in-situ west blast wall, a D40 stainless steel screw-feed pipe delivers cake from Room (iv). The cake is routed into one of four 1-tonne flexible biomass sacks, suspended from a steel rack system.

Cake is directed using a dedicated hose outlet, manually switched between sack ports. Once filled, sacks are removed by forklift through the external door.

2. Ethanol Dispatch System

An overhead ethanol pipe (elevation +3.20m) enters from Room (iv), feeding ethanol into a sump buffer tank. Ethanol is:

- Filtered (to remove foams and particulates)
- Batched and
- Dispatched under pressure via one of two underground stainless steel pipelines to Sector 6 (120m away)

The pipelines run in a concrete DD conduit, buried at –1.00m below 0.00. The system includes:

- Dual ethanol metering units (primary flow meters for inventory control)
- SCADA-controlled valves and switch logic
- A containment bund under the sump and dispatch zone

3. Broth Line Interface

A broth supply pipe enters Room (v) through the east facade at +4.20m elevation, routed overhead and isolated from ethanol systems.

4. Envelope Construction

- East wall: standard rendered block work façade with the broth pipe entry
- West wall: cast-in-situ blast-rated concrete, shared with Room (iv)



TITAN One Specification 2026

- All pipe penetrations are sealed airtight using blast-rated caulking and fittings

11.v.a BCIS Table – Room (v) Specification

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.v.01	ARCH.5a.08	West blast wall interface from Room (iv)	Receives biomass cake via D40 screw pipe
11.v.02	PROC.5a.11	Stainless D40 screw-feed discharge pipe	From Room (iv), sealed through blast wall
11.v.03	PROC.5a.12	Biomass sack rack system (4×1tonne)	Steel; one sack filled at a time
11.v.04	PROC.5a.13	Hose outlet to sacks – manual switch	Manual changeover for each sack port
11.v.05	ELEC.5a.05	Forklift-safe lighting and outlets	Vapour-proof, IP rated
11.v.06	MEPD.5a.20	Overhead ethanol pipe entry (+3.20m)	From Room (iv)
11.v.07	PROC.5a.14	Ethanol sump + filtration unit	Foam/solid separation
11.v.08	MEPD.5a.21	Dual ethanol dispatch pipes to Sector 6	120m SS pipes in DD conduit (–1.00m)
11.v.09	MEPD.5a.22	Dual ethanol metering units	SCADA primary meters
11.v.10	PROC.5a.15	Pressure control + valve switch logic	SCADA managed, redundant lines
11.v.11	ARCH.5a.09	Ethanol zone containment bund	Under sump and dispatch system
11.v.12	MEPD.5a.23	Broth pipe entry at +4.20m (east wall)	Overhead routing, isolated from ethanol
11.v.13	ARCH.5a.10	East wall – blockwork + render	Facade with overhead pipe entry
11.v.14	ARCH.5a.11	Cast in-situ west blast wall	Pipe penetrations sealed airtight
11.v.15	ARCH.5a.12	Airtight caulking and pipe gaskets	For D40 and ethanol pipe entries

Pomieszczenie (v)

Workowanie Biomasy i Wysyłka Etanolu

Pomieszczenie (v) w budynku 5a jest końcową strefą przetwarzania i wysyłki stałych pozostałości fermentacyjnych oraz etanolu. Otrzymuje:

- Biomase ę ęrub ę z pomieszczenia (iv)
- Etanol z pomieszczenia (iii) przez pomieszczenie (iv)

Obszar umo ęliwia workowanie, dost ęp w 6zkiem widlowym, oraz filtrowanie, dozowanie i wysyłk ę etanolu pod ci ęnieniem do Sektora 6.

1. Strefa Workowania Biomasy



TITAN One Specification 2026

Zachodnia ściana (blast-rated) łączy się z pomieszczeniem (iv). Śruba ze stali nierdzewnej (D40) przekazuje odwodnioną biomasę do jednego z czterech worków elastycznych o pojemności 1 tony, zawieszonych na stalowym stelażu.

Wąż dozujący może być ręcznie podłączany do dowolnego worka. Po napełnieniu worki są usuwane przez wózek widłowy.

2. System Wysyłki Etanolu

Rura etanolowa nad głową (na wys. +3,20m) wchodzi z pomieszczenia (iv) i kieruje ciecz do zbiornika buforowego z filtrem. Etanol jest:

- Filtrowany (usuwanie piany, cząstek)
- Dozowany
- Tłoczony pod ciśnieniem przez dwie równoległe rury ze stali nierdzewnej do Sektora 6 (120m)

Rury przebiegają w kanale DD z betonu, na głębokości –1.00m poniżej 0.00. System zawiera:

- Dwa liczniki przepływu etanolu – główne mierniki produkcyjne
- Sterowanie SCADA + zawory przełączające
- Vanna zabezpieczająca pod zbiornikiem i systemem wysyłkowym

3. Połączenie Rury Pożywki

Rura pożywki wchodzi przez wschodnią elewację na wys. +4,20m, prowadzona nad głowami i oddzielona od systemu etanolu.

4. Konstrukcja Ścian

- Ściana wschodnia: ściana z bloczków z tynkiem, zawiera przepust rury pożywki
- Ściana zachodnia: ściana żelbetowa monolityczna blast-rated, wspólna z pom. (iv)
 - Wszystkie przepusty są uszczelniane hermeticznie z zastosowaniem systemów zgodnych ze strefami EX

11.v.a Pomieszczenie (v)

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.v.01	ARCH.5a.08	Połączenie ze ścianą blast-rated (pom. iv)	Transfer biomasy przez rurę D40
11.v.02	PROC.5a.11	Rura ślimakowa D40 – wyładunek	Przejście przez ścianę blast-rated
11.v.03	PROC.5a.12	Stelaż workujący (4×1tona)	Stalowy, jeden worek naraz
11.v.04	PROC.5a.13	Wąż do worków – przełączany ręcznie	Ręczna zmiana pozycji



TITAN One Specification 2026

11.v.05	ELEC.5a.05	Oświetlenie w strefie wózka	Oprawy IP, wzmocnione
11.v.06	MEPD.5a.20	Rura etanolu – wejście górne (+3.20m)	Z pomieszczenia (iv)
11.v.07	PROC.5a.14	Zbiornik buforowy + filtr etanolu	Usuwanie piany i cząstek
11.v.08	MEPD.5a.21	Dwie rury wysyłki etanolu (do Sektora 6)	120m, kanał DD, głęb. –1.00m
11.v.09	MEPD.5a.22	Dwa liczniki przepływu etanolu	Główne punkty pomiarowe
11.v.10	PROC.5a.15	Sterowanie ciśnieniem i zawory SCADA	Redundancja linii wysyłkowej
11.v.11	ARCH.5a.09	Vanna zabezpieczająca (etanol)	Pod zbiornikiem i wysyłką
11.v.12	MEPD.5a.23	Przepust pożywki (+4.20m, śc. wsch.)	Trasa nad głowami, oddzielona
11.v.13	ARCH.5a.10	Ściana wschodnia – bloczki + tynk	Z przepustem rury pożywki
11.v.14	ARCH.5a.11	Ściana zachodnia – żelbet blast-rated	Przepusty uszczelniane hermetycznie
11.v.15	ARCH.5a.12	Uszczelnienia + masa ogniowa EX	Dla rur D40 i etanolu

Public Viewing Gallery + Visitor Area

(Room VI – EPC Scope)

Room (vi) in Building 5a is a dedicated public space and part of the visitor access route to the TITAN Targeted Microbial Fermentation (TMF) platform. It provides a safe, enclosed viewing gallery overlooking the main fermentation hall (Room iii) through a blast-protected observation window. This area allows guests, school groups, dignitaries, and stakeholders to observe operations without entering the process zone.

1. Spatial Arrangement

Room (vi) is located on the first floor, directly adjacent to Room (vii), and shares a secure corridor with the main stairwell. The room includes:

- Blast-protected glazing (direct view to Room (iii))
- Visitor seating and interpretive display boards
- Sound-insulated ceiling and walls
- Wall-mounted HVAC fan coil unit
- SCADA monitor screen for process viewing

The visitor route continues from this space through the adjacent corridor to either Room (vii) or the upper observation platform (if in use).

2. Construction + Fit-Out



TITAN One Specification 2026

- Wall finish: Plasterboard with Airforce Grey skirtings
- Ceiling: Acoustic tiles or sail ceiling grid
- Glazing: Triple-laminated blast window, set at 1.4m from floor level
- Floor: Non-slip industrial vinyl or resin, suitable for public use
- Joinery: Flush doors with viewing panels, all finishes EPC-supplied
- Electrical: LED spotlighting, screen cabling, CCTV visible on wall panel

3. EPC Scope Confirmation

All architectural, structural, HVAC, electrical, and glazing works in Room (vi) are delivered under the EPC lump sum scope. No additional works, skids, or process equipment are required.

11.vi.a – Room (vi)

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.vi.01	ARCH.5a.13	Blast-rated observation glazing	View to Room iii; laminated triple safety glass
11.vi.02	ARCH.5a.14	Visitor seating + display wall	EPC scope; includes signage
11.vi.03	ARCH.5a.15	Painted walls + acoustic ceiling tiles	Public finish standard
11.vi.04	ARCH.5a.16	Wall-mounted fan coil unit	EPC HVAC, linked to main plant
11.vi.05	ARCH.5a.17	Electrical fit-out – visitor zone	Lighting, sockets, CCTV
11.vi.06	ARCH.5a.18	SCADA screen mounting panel	Read-only display
11.vi.07	ARCH.5a.19	EPC supply of all finishes	Full turnkey room handover

Pomieszczenie (vi) – Specyfikacja

Galeria Widokowa dla Gości
(Pomieszczenie VI – Zakres EPC)

Pomieszczenie (vi) w Budynku 5a jest strefą publiczną służącą jako galeria widokowa nad główną halą fermentacyjną (Pom. iii). Zapewnia bezpieczny wgląd w działanie fermentacji przez okno obserwacyjne blast-rated, bez konieczności wchodzenia do strefy technologicznej.

1. Układ Przestrzenny

Pomieszczenie znajduje się na pierwszym piętrze, bezpośrednio obok Pomieszczenia (vii) i korytarza ze schodami. Obejmuje:

- Okno blast-rated z widokiem na fermentację
- Siedzenia i panele informacyjne dla gości



TITAN One Specification 2026

- Dźwiękoszczelne ściany i sufit
- Jednostkę HVAC typu fan-coil
- Ekran SCADA z podglądem procesu

Trasa zwiedzania prowadzi dalej do pom. (vii) lub na górny podest obserwacyjny (jeśli wykorzystywany).

2. Konstrukcja i Wyposażenie

- Ściany: płyty gipsowe z listwami przypodłogowymi Airforce Grey
- Sufit: panele akustyczne lub sufit typu żagiel
- Przeszklenie: potrójnie laminowane szkło blast-rated, 1.4m nad podłogą
- Podłoga: winyl antypoślizgowy lub żywica – standard publiczny
- Stolarka: drzwi pełne z przeszkleniem – dostarczone przez EPC
- Instalacje elektryczne: oświetlenie LED, ekran, gniazda, CCTV

3. Zakres EPC

Całość prac – architektonicznych, konstrukcyjnych, HVAC, elektrycznych i przeszkleń – wykonuje EPC w ramach wynagrodzenia ryczałtowego. Nie przewiduje się żadnych dodatkowych instalacji.

11.vi.a – Pomieszczenie (vi)

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.vi.01	ARCH.5a.13	Przeszklenie obserwacyjne blast-rated	Widok na Pom. iii
11.vi.02	ARCH.5a.14	Miejsca siedzące + ściana ekspozycyjna	Zakres EPC
11.vi.03	ARCH.5a.15	Malowanie + sufit akustyczny	Standard publiczny
11.vi.04	ARCH.5a.16	Jednostka fan-coil ścienna	EPC HVAC
11.vi.05	ARCH.5a.17	Instalacja elektryczna	Oświetlenie, gniazda, CCTV
11.vi.06	ARCH.5a.18	Montaż ekranu SCADA	Wyświetlacz tylko do odczytu
11.vi.07	ARCH.5a.19	Dostawa EPC – kompletne wykończenie	Przekazanie gotowego pomieszczenia

Room (vii) Control Room and Laboratory

(Room vii – Monitoring, SCADA, Quality Control)



TITAN One Specification 2026

Room (vii) is the operational Control Room and Laboratory of the TITAN TMF platform. It forms part of the blast-protected zone, located on the first floor of Building 5a, and provides direct monitoring, SCADA supervision, sampling, quality control, and fermentation analytics.

The room includes a dedicated vial pass-through hatch to Room (viii) (the microbial nursery), allowing controlled transfer of inoculants, along with secure computer access to site-wide fermentation data.

1. Functions

Room (vii) accommodates:

- SCADA stations with full process monitoring of TMF
- Analytical lab bench and microscope station
- Clean sink and sterilisation counter (water returns to ACU)
- Inoculant pass-through hatch from Room (viii)
- View windows into the corridor and Rooms (i), (vi), (viii)
- Safety eyewash and mini autoclave for sterilisation
- HVAC, fire suppression, and gas alarm panels
- Data and power points for lab instruments

The room is outfitted with anti-static flooring, white wall finishes, full digital security, and access to the central UPS and backup systems.

2. Routing and Process Connections

- Inoculants from Room (viii) are delivered via dual-chamber transfer hatch
- Returnable vials and instruments exit via a secure, sealed drawer
- All drainage enters the ACU system
- Gas, pressure, temperature, and fermentation parameters are monitored in real time
- Room (vii) is the SCADA hub for Sector 5a, with a direct fibre-optic connection in Duct CC

3. EPC Scope and Fit-Out

All finishes, lab benches, clean utilities, HVAC, SCADA cabling, safety systems, windows, pass-throughs, fire suppression, and lighting are included in EPC delivery.

11. vii.a – Room (vii) Specification

Spec Ref	Pricing Ref	Description	Remarks
11.vii.01	LAB.5a.01	Lab bench with sinks + microscope station	Full EPC fit-out
11.vii.02	LAB.5a.02	SCADA monitoring desks + screens	3× stations minimum
11.vii.03	LAB.5a.03	Eyewash + sterilisation counter	Connected to ACU
11.vii.04	LAB.5a.04	Anti-static epoxy flooring	White finish, clean zone



TITAN One Specification 2026

11.vii.05	LAB.5a.05	HVAC fan coil + gas alarms	SCADA-connected safety
11.vii.06	LAB.5a.06	Inoculant pass-through hatch	Linked to Room (viii)
11.vii.07	LAB.5a.07	Autoclave (benchtop, EPC scope)	For vial sterilisation
11.vii.08	LAB.5a.08	Full EPC delivery of all finishes	Including digital access control

Pomieszczenie (vii) – Specyfikacja Polska

Sterownia i Laboratorium

(Pomieszczenie VII – Kontrola, SCADA, Analiza Procesu)

Pomieszczenie (vii) pełni funkcję sterowni i laboratorium kontrolnego dla platformy fermentacyjnej TMF TITAN. Znajduje się na pierwszym piętrze budynku 5a, w strefie blast-rated, i służy do monitorowania procesu, analizy prób, nadzoru SCADA i kontroli jakości.

Jest to ostatnie pomieszczenie na trasie zwiedzania, zabezpieczone systemem kart dostępu. Posiada dedykowany podajnik fiolek do i z pomieszczenia (viii) (inkubator), umożliwiając bezpieczny transfer mikroorganizmów do fermentatorów.

1. Funkcje

Pomieszczenie obejmuje:

- Stanowiska SCADA do pełnego nadzoru TMF
- Ławkę laboratoryjną z mikroskopem
- Zlew laboratoryjny i blat do sterylizacji (spływ do ACU)
- Przejście na fiolki z Pom. (viii)
- Okna do korytarza i Pom. (i), (vi), (viii)
- Przenośny autoklaw i oczomyjkę
- Instalację HVAC, czujniki gazu, monitoring temperatury
- Punkty zasilania i danych dla urządzeń lab.

Pomieszczenie wyposażone jest w antystatyczną wykładzinę epoksydową, białe wykończenia i pełny system bezpieczeństwa cyfrowego.

2. Prowadzenie Instalacji i Połączenia Procesowe

- Fiolki trafiają z Pom. (viii) przez dwuetapowy podajnik przejściowy
- Zużyte próbki wracają przez szufladę zwrotną
- Wszystkie odpływy podłączone do systemu ACU
- Monitoring fermentacji w czasie rzeczywistym (gaz, temperatura, ciśnienie)
- Pom. (vii) to główne centrum SCADA dla Sekcji 5a, z połączeniem światłowodowym (Dukt CC)

3. Zakres EPC i Wykończenie



TITAN One Specification 2026

Całość – od mebli laboratoryjnych, przez instalacje HVAC, po oświetlenie i SCADA – jest dostarczana przez EPC w ramach zakresu.

11.vii.a Pomieszczenie (vii)

Nr Spec.	Kod Kosztorysowy	Opis	Uwagi
11.vii.01	LAB.5a.01	Blat lab. z mikroskopem i zlewem	EPC
11.vii.02	LAB.5a.02	Stanowiska SCADA	Min. 3x
11.vii.03	LAB.5a.03	Oczomyjka + blat sterylizacji	Zrzut do ACU
11.vii.04	LAB.5a.04	Posadzka epoksydowa antystatyczna	Strefa czysta
11.vii.05	LAB.5a.05	HVAC + czujniki gazu	Podłączone do SCADA
11.vii.06	LAB.5a.06	Podajnik fiolek	Do Pom. (viii)
11.vii.07	LAB.5a.07	Autoklaw laboratoryjny	EPC
11.vii.08	LAB.5a.08	EPC – kompletne wykończenie	Kontrola dostępu

Room (viii) Nursery

PART 1 – TMF Nursery (room viii)

Room VIII – TMF Nursery is the precision-controlled microbial preparation facility located on the first floor directly above Room V (Loading Room). The space is outside the blast zone and forms the starting point of all TITAN TMF fermentation activities. Its function is to revive and verify microbial cultures (acetogenic and methanogenic), which are subsequently passed on to the inoculation zones (Rooms IV and VII). No inoculation occurs in Room VIII.

This 300m² room benefits from a head height of approximately 6m. A staircase from Room V (south-west corner) gives direct access. On the eastern side of the room are cryogenic freezers (–60°C) for storage of acetogenic and methanogenic vials. These are arranged adjacent to the rear wall for easy mechanical ventilation and inspection access.

Room VIII contains three incubation pods (each approx. 20–25m²) constructed from sectional, food-safe, washable panels, supplied by manufacturers such as DARPANEL (Kielce). These pods are designed as “rooms within a room” with full hygiene fit-out. Each pod is dedicated to:

- Acetogenic culture preparation
- Methanogenic culture preparation



TITAN One Specification 2026

- Future FCMN-compatible strain R&D

Each pod includes:

- Acoustic insulation
- Food-safe washable surfaces
- Independent lighting and internal power
- Isolated ventilation with HEPA filtration
- Lab benches for microbe handling
- Remote monitoring (BRAD system linked)

Adjacent to the pods is a technician work zone, including:

- 4× desks
- 4× lab-grade chairs
- 1× lockable locker unit (4-person)
- 1× compact kitchenette (sink, fridge, tea/coffee)
- 1× hand wash station
- Free space for small meetings, notes, and supervision

A steel-frame mezzanine platform (5m × 30m = 150m²) is installed on the north/east part of the room above the freezer bank. It includes:

- Plywood flooring
- Storage racks and shelving
- Space for up to 3 workstations
- Lighting, safety rails, stair access

Room VIII is operated by the EPC-appointed Operator, but culture quality, starter batch authorisation, and microbiological traceability are controlled remotely by the Syngas Bio-Tech Team in Warsaw, using BRAD-linked data streams. All batches prepared here are vital to the TITAN business model and must comply with internal FCMN protocol standards.

Ref	Cross-Reference	Description	Remarks
8.01	STRUCTURE.N	Load-bearing floor (existing slab)	300m ² usable area, 6m head height
8.02	POD.A	Sectional Acetogenic Culture Pod	25m ² , washable, food-safe, vented
8.03	POD.B	Sectional Methanogenic Culture Pod	25m ² , identical to POD.A
8.04	POD.C	Sectional FCMN-Compatible Culture Pod	25m ² , future-use or flex use
8.05	POD.SUP	Ventilation systems for Pods	3× HEPA-filtered extract fans
8.06	POD.FIT	Internal lab fit-out per Pod	Lab bench, sockets, LED light, sealed floor
8.07	POD.FLOOR	Epoxy floor under Pods	75m ² , slope to drain
8.08	FREEZERS	Cryogenic Freezer Units	2× –60°C, rear-wall positioned
8.09	WORK.ZONE	Technician Desk Units	4× desks, 4× chairs, writing space



TITAN One Specification 2026

8.10	LOCKERS	Lockable Staff Lockers	1× 4-person locker unit
8.11	KITCHEN	Compact kitchenette	Sink, fridge, tea/coffee point
8.12	SINK.HAND	Handwash station	Stainless unit with soap + paper
8.13	LIGHTS	General LED lighting	Room + mezzanine coverage
8.14	MEZZ.STR	Mezzanine structure	Steel frame 5m × 30m (150m ²)
8.15	MEZZ.FLOOR	Mezzanine flooring	Industrial plyboard deck
8.16	MEZZ.STAIRS	Mezzanine stair access	1× steel stair set
8.17	MEZZ.RAIL	Mezzanine safety rails	Continuous perimeter
8.18	MEZZ.FIT	Mezzanine fit-out	3× workstations + shelving
8.19	MONITORING	Remote monitoring & SCADA link	BRAD + Syngas Bio-Tech Warsaw

PART 2 – Equipment & Operations for TMF Nursery (Room VIII)

Room VIII is the central preparation zone for microbial culture start-up at TITAN. Once deep-frozen vials are delivered and stored in cryogenic freezers, the core function of Room VIII is to revive, monitor, and verify the condition of microbial starter batches before inoculation. No inoculation or fermentation occurs in this room.

The preparation process is carried out within three prefabricated incubation pods (approx. 20–25m² each), fully segregated to avoid cross-contamination. Each pod is designated for either acetogenic or methanogenic cultures, with a third pod reserved for FCMN development (e.g. next-gen strains for protein, polymers, or fuels).

Each incubation pod contains:

- Temperature-controlled water bath(s) to gently revive microbes
- Laboratory bench with integrated power and data ports
- Precision microscope with live camera feed
- Overhead light panels and directional task lighting
- Wash-down sink with separate drain line
- HEPA-ventilated ceiling extract
- Monitoring equipment (pH, conductivity, visual inspection)
- Integrated remote monitoring interface (connected to BRAD)

Outside the pods, in the shared technician zone, operators perform:

- Data input and sample logging
- Microscope observation of revived cultures



TITAN One Specification 2026

- Batch certification and QC coordination with Syngas Bio-Tech in Warsaw
- Preparation of culture for transfer to Room VII inoculation tanks (720L ethanol lines and 1x methanogenic line)

Culture transfer from Room VIII to the inoculation area is done manually through blast-rated stainless steel fire doors, with full traceability protocols applied.

All technical operations are led by the site operator, with specialist oversight provided remotely by the Syngas Bio-Tech team in Warsaw, ensuring consistency, traceability, and protocol compliance. BRAD logs all batch data, environmental conditions, and operator actions for digital audit.

The site operator's Room VIII shift crew includes:

- Up to 3 trained technicians per shift
- Workstations for 3–4 operators, including local laptops and a central server monitor
- Lockers and basic facilities (kitchenette, hand wash station, sample fridge)
- Remote connectivity for review by Syngas Bio-Tech (Warsaw), including live webcam (internal only)

Room VIII is designed for minimal intervention: one technician per batch cycle is sufficient for normal operations. Upscaling is possible by operating pods in rotation.

TITAN One Specification 2026

8.37	QA.STOR	Disposable sample box storage	Shelving for pre/post batch tracking
8.38	EP.LABELS	Labelling system for culture traceability	BRAD-linked barcode printers

CZĘŚĆ 1 – Inkubator TMF (Pomieszczenie VIII)

Pomieszczenie VIII (Inkubator TMF) stanowi dedykowaną strefę do wstępnego wybudzania, przygotowania i weryfikacji kultur mikrobiologicznych przed etapem inokulacji. Nie prowadzi się tu inokulacji ani fermentacji. Wszystkie czynności odbywają się w bezpiecznej przestrzeni poza strefą wybuchową, nad Pomieszczeniem V (strefa załadunku i odbioru).

Strefa została zaprojektowana jako „pokój w pokoju” z trzema niezależnymi inkubatorami – prefabrykowanymi kabinami o powierzchni ok. 20–25m² każda. Konstrukcja wykonana z paneli food-safe, sekcyjna (do montażu na miejscu przez klatkę schodową). Każda kabina jest całkowicie odizolowana, posiada osobne systemy wentylacji, oświetlenia, zasilania i odprowadzenia ścieków.

Każda kabina pełni rolę precyzyjnego laboratorium przygotowania jednej z kultur mikroorganizmów:

- Kabina A: mikroby acetogenne (produkcja etanolu 2G)
- Kabina B: mikroby metanogenne (produkcja biometanu)
- Kabina C: mikroby przyszłościowe (FCMN – paliwa, chemikalia, materiały, składniki odżywcze)

Czynności prowadzone w kabinach:

- Delikatne wybudzanie kultur z fiolek (temperaturowe kąpiele wodne)
- Mikroskopowa analiza stanu partii
- Pomiary fizykochemiczne (pH, przewodność, temperatura)
- Rejestracja danych w systemie BRAD i ich weryfikacja przez zespół Syngas Bio-Tech w Warszawie
- Przygotowanie partii do transferu do Pomieszczenia VII (strefa inokulacji)

Pomieszczenie VIII zostało zaprojektowane jako strefa wysokiej dokładności biologicznej – system nie zakłada dużej rotacji personelu ani intensywnej eksploatacji. Obsługa odbywa się przez 1–3 techników na zmianę, wspieranych zdalnie przez zespół Bio-Tech Syngas Project w Warszawie.

Wypożyczenie strefy wspólnej obejmuje:

- 3–4 stanowiska pracy z komputerami
- Centralny monitor systemowy (BRAD/SCADA)
- Szafki pracownicze i mały aneks kuchenny
- Kamera wewnętrzna (dla zdalnego nadzoru)
- Szafka chłodnicza na próbki
- Drzwi przeciwpożarowe do strefy inokulacji



TITAN One Specification 2026

Wszystkie działania są rejestrowane w systemie BRAD i podlegają zdalnej walidacji. Inkubator TMF stanowi kluczowy element zapewnienia jakości i bezpieczeństwa całego procesu fermentacji mikrobiologicznej w TITAN.

Ref	Oznaczenie	Opis	Uwagi
8.00	8A.01	Prefabrykowana kabina inkubacyjna	Kabina A – mikroby acetogenne, ok. 20–25m ²
8.01	8A.02	Prefabrykowana kabina inkubacyjna	Kabina B – mikroby metanogenne, ok. 20–25m ²
8.02	8A.03	Prefabrykowana kabina inkubacyjna	Kabina C – mikroby FCMN, ok. 20–25m ²
8.03	8A.04	Instalacja wentylacji kabin (HEPA)	Niezależna dla każdej kabiny
8.04	8A.05	Oświetlenie kabin (panel LED + punktowe)	Wbudowane, regulowane
8.05	8A.06	Wzmocniona podłoga (antystatyczna)	Wewnątrz każdej kabiny
8.06	8A.07	Ściany i sufit – panele food-safe	Zmywalne, odporne chemicznie
8.07	8A.08	Drzwi z uszczelką magnetyczną	Wejście do każdej kabiny
8.08	8A.09	System BRAD – punkt węzłowy	LAN + interfejs użytkownika
8.09	8A.10	Przewody zasilające i dane	W kanałach technicznych
8.10	8A.11	Stół roboczy z gniazdami	3–4 szt., stanowiska techniczne
8.11	8A.12	Szafki pracownicze (4 osoby)	Szafa zamykana z przegródkami
8.12	8A.13	Aneks kuchenny	Zlew, czajnik, półki
8.13	8A.14	Lodówka próbna	Podblatowa, do próbek
8.14	8A.15	Zlew do mycia rąk	Z dozownikiem i odpływem
8.15	8A.16	Kamera wewnętrzna	Dla nadzoru zdalnego
8.16	8A.17	Drzwi stalowe przeciwpożarowe	Do transferu do Pomieszczenia VII
8.17	8A.18	Centralny monitor systemowy	Monitor ścienny z podglądem BRAD
8.18	8A.19	Serwer lokalny (BRAD node)	W szafie technicznej
8.19	8A.20	Regały na próbki (QC)	Do przechowywania partii

Część 2 – Inkubator TMF (Pomieszczenie VIII)

Część 2 obejmuje wyposażenie technologiczne, operacyjne oraz organizację pracy w pomieszczeniu VIII – inkubatorze TMF. Pomieszczenie to odpowiada za reaktywację, ocenę jakości oraz certyfikację starterowych kultur mikrobiologicznych, które stanowią punkt wyjścia dla wszystkich procesów fermentacyjnych TITAN.



TITAN One Specification 2026

Proces w pomieszczeniu VIII jest krytyczny dla powodzenia instalacji – błędna lub niestabilna kultura starterowa skutkuje stratami w całym łańcuchu TMF i RNG. Dlatego wyposażenie zostało zaprojektowane pod kątem:

- precyzji,
- powtarzalności,
- minimalnej obsady personelu,
- pełnej identyfikowalności cyfrowej (system BRAD).

Każda z trzech kapsuł inkubacyjnych działa jako niezależna jednostka robocza. W kapsułach prowadzi się:

- wybudzanie mikroorganizmów z fiolek kriogenicznych,
- stabilizację temperaturową,
- obserwację mikroskopową,
- podstawową ocenę parametrów fizykochemicznych,
- zatwierdzenie partii do dalszego etapu (inokulacja w pomieszczeniach VII i IV).

Nie prowadzi się tutaj inokulacji ani namnażania w dużych objętościach. Pomieszczenie VIII przygotowuje kultury do wejścia w „pociąg inokulacyjny”, a nie do fermentacji masowej. Obsługa pomieszczenia VIII przewiduje pracę 1–3 techników na zmianę, przeszkolonych przez zespół Syngas Bio-Tech z Warszawy, przy bieżącym zdalnym nadzorze i zatwierdzaniu partii przez centralny zespół. Wszystkie działania są:

- rejestrowane w systemie BRAD,
- oznaczane numerami partii,
- archiwizowane (obrazy mikroskopowe, parametry środowiskowe),
- zatwierdzane cyfrowo przed przekazaniem kultury dalej.

Pomieszczenie zaprojektowano tak, aby:

- jedna osoba mogła obsłużyć jedną kapsułę,
- kapsuły mogły pracować równolegle lub rotacyjnie,
- możliwe było szybkie czyszczenie, wyłączenie lub rekonfiguracja kapsuły bez wpływu na pozostałe.

Część przestrzeni pomieszczenia VIII przeznaczono również na pracę biurową i kontrolną: umieszczono tu stanowiska robocze dla techników, szafki osobiste, niewielki aneks kuchenny oraz infrastrukturę informatyczną i monitorującą (BRAD). Dzięki temu cały proces może być realizowany z zachowaniem najwyższych standardów bioasekuracji, przy niskim poziomie personelu i wysokiej automatyzacji nadzoru.

Ref	Oznaczenie	Opis	Uwagi
-----	------------	------	-------



TITAN One Specification 2026

8.20	POD.EQ.01	Łaźnia wodna z kontrolą temperatury	3 szt., po 1 na kapsułę, zakres ok. 20–65°C
8.21	POD.EQ.02	Mikroskop laboratoryjny z kamerą	3 szt., obraz przesyłany do BRAD
8.22	POD.EQ.03	Oświetlenie zadaniowe w kapsule	3 zestawy, regulowane
8.23	POD.EQ.04	Zlew roboczy w kapsule	3 szt., stal nierdzewna, osobny odpływ
8.24	POD.EQ.05	Zestaw czujników procesowych	pH, temperatura, przewodność – po 1 zestawie/kapsułę
8.25	POD.EQ.06	Punkt BRAD / węzeł danych	3 węzły lokalne, LAN
8.26	POD.EQ.07	Kamery wewnętrzne kapsuł	3 szt., tylko monitoring wewnętrzny
8.27	TECH.WS.0 ₁	Stanowiska pracy techników	3–4 biurka robocze
8.28	TECH.WS.0 ₂	Krzesła laboratoryjne	3–4 szt., regulowane
8.29	TECH.MON	Monitor centralny BRAD	1 szt., ścienny
8.30	TECH.FRID	Lodówka na próbki	1 szt., podblatowa
8.31	TECH.LOCK	Szafki osobiste	1 zestaw, 4 skrytki
8.32	TECH.KITCH	Aneks kuchenny	Zlew, lodówka, czajnik, półki
8.33	TECH.SINK	Zlew do mycia rąk	1 szt., dozownik mydła i ręczników
8.34	TRANS.DOOR	Drzwi stalowe do transferu kultur	Przeciwpowozarowe, ręczne
8.35	QA.SHELF	Regały QC / partie	Oznaczone półki, identyfikacja BRAD
8.36	IT.LOCAL	Lokalny terminal BRAD	1 szt., szafa techniczna
8.37	LAB.LABEL	System etykietowania partii	Drukarka + kody, integracja BRAD
8.38	OPS.PPE	Szafka PPE	Rękawice, fartuchy, okulary
8.39	CLEAN.SET	Zestaw czyszczenia kapsuł	Dedykowany, osobny dla każdej kapsuły