

## Opis wykonania części budowlanej

### 1. Podstawowe założenia dla etapu „roboty budowlane” przy realizacji zadania kompostowni w systemie statycznym w modułach żelbetowych w połączeniu z zastosowaną technologią.

- realizacja prac budowlanych związanych z instalacją do kompostowania w ramach zlecenia z wyłączeniem wyposażenia technologicznego instalacji do kompostowania,
- w ramach zlecenia na roboty budowlane konieczne jest uwzględnienie:
  - wykonania projektu budowlanego i wykonawczego dla prac zleconych,
  - uzyskania pozwolenia na budowę oraz innych pozwoleń, które są wymagane na rozpoczęcie tego zakresu prac,
- uszczegółowienie budowlanych detali wykonawczych przez dostawcę technologii podczas realizacji projektów budowlanych i wykonawczych, jak i prac budowlanych, jako element ścisłej współpracy oraz realizacji zadania.
- w fazie projektowania i dalej wykonania wymagane uwzględnienie agresywnych warunków chemicznych oddziaływujących wewnątrz modułu kompostowania - zastosowanie odpowiednich materiałów,
- projekt budowlany winien uwzględniać możliwość uchwycenia osobno do oddzielnych zbiorników wody deszczowej, wody procesowej z modułów oraz wody powierzchniowej. Związane jest to z różnym stopniem obciążenia tych wód, możliwością powtórnego wykorzystania w procesie, a co za tym idzie kosztami.

### 2. Moduły kompostujące – informacje ogólne dot. części budowlanej

Podstawowe wytyczne do wykonania modułów żelbetowych. Ściany i posadzkę modułów (komór), w których nastąpi proces intensywnego kompostowania należy wykonać z żelbetu. Wszystkie szczeliny robocze również szczeliny w posadzce komór i w ścianach modułów należy uszczelnić poprzez zastosowanie właściwych, trwałych, wodoszczelnych i elastycznych spoiw np. PCI-Escutan® TF.

Posadzka w modułach ma wzdłużny spadek do wejścia modułu. Od wejścia rozciąga się przeciwspadek.

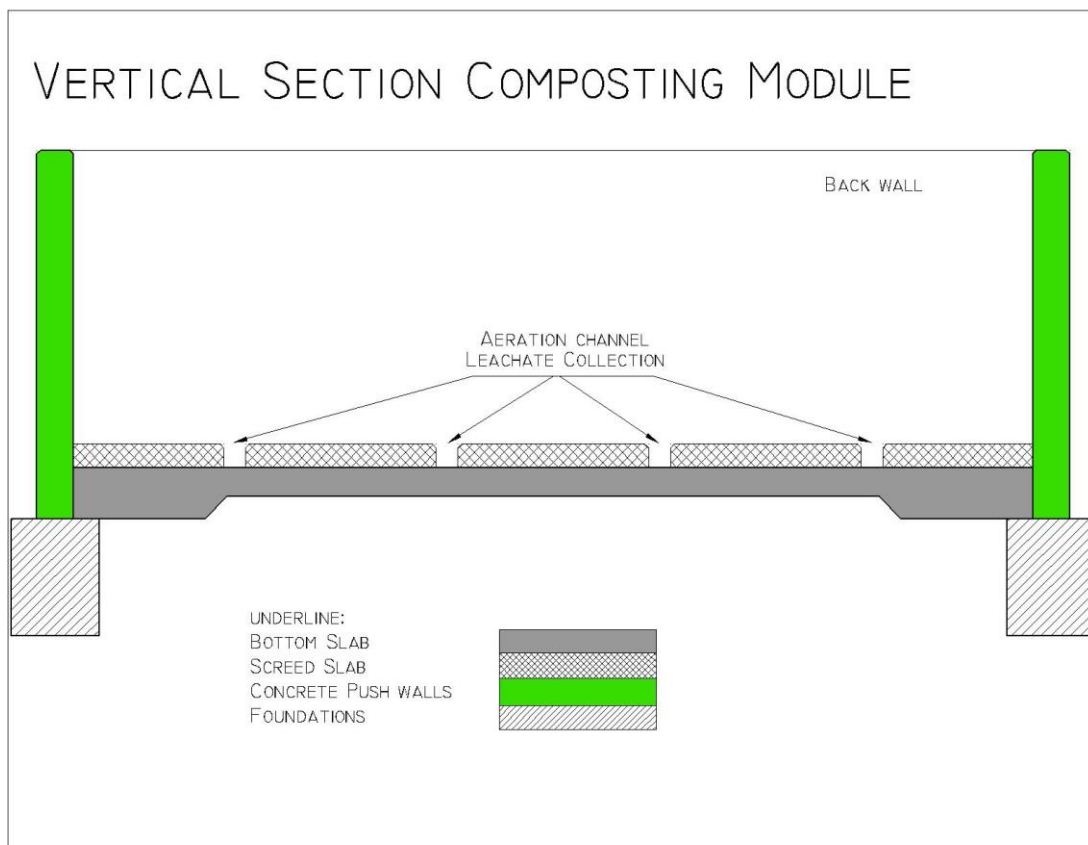
Do wykonania modułów żelbetowych, w związku z agresywnym środowiskiem, należy wykorzystać odpowiednie materiały zapewniające wieloletnią eksploatację w szczególności należy zwrócić uwagę na:

- wytrzymałość posadzki betonowej i ścian,
- odporność na korozję chemiczną,
- minimalną warstwę betonu od zbrojenia.

Moduł opiera się na budowie zwartej konstrukcji, która składa się z następujących elementów:

- płyty posadzkowej wykonanej z żelbetonu,
- płyt wewnątrz modułu wykonanych z betonu „fibrylowanego” lub żelbetu, zawierające kanały odprowadzające odcieki i służące do napowietrzania,
- betonowych ścian modułu, do których mocowane zostają konstrukcje uchylanego dachu (konstrukcja dachu jest elementem wyposażenia technologicznego,
- Fundamenty, które odbierają obciążenia modułu,
- Części technologicznej (wyposażenia) – niebędącej częścią robót i nie należy do zakresu zlecenia w części budowlanej

Rysunek nr 1



Szczegółowe wytyczne dotyczące sposobu wykonania modułów kompostujących przedstawiono w załączeniu, które powinny zostać wzięte pod uwagę na etapie realizacji prac projektowych części budowlanej oraz wykonawstwa.

### 3. Oddziaływanie chemiczne

Parametr	Jednostka	Udział w odcieku	Udział w kondensacie
BOD	mg/l	<3.500	<2.000
COD	mg/l	<6.500	<3.000
PH-wartość		5.5...9	>7
Amoniak NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<900	<100
SO <sub>4</sub>	mg/l	<1.800	<20
Cl	mg/l	<3.000	<40
PO <sub>4</sub>	mg/l	<150	<0.05
Cynk	mg/l	<35	<3
Nikiel	mg/l	<3	<0.05
Ołów Pb	mg/l	<0.3	<0.1

**Tabela nr 1:** Przykładowe zestawienie wartości składu dla odcieków i kondensatu uchwyczonego osobno.

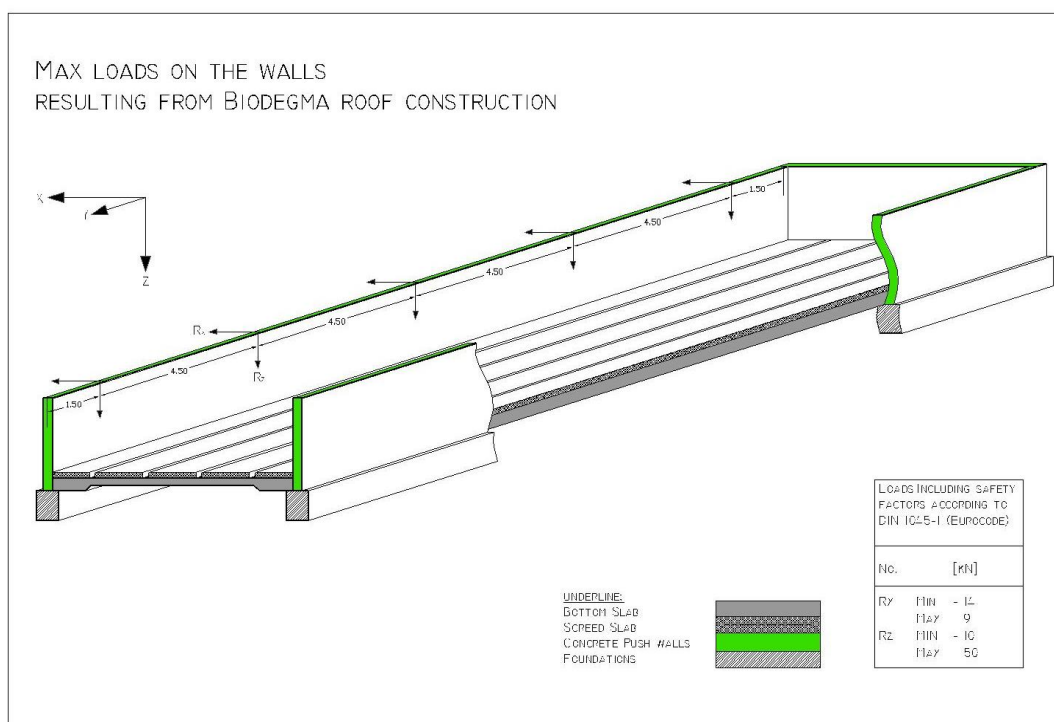
W związku z wysoką zawartością amoniaku w odciekach, jak i kondensacie oraz zgodnie z normą (np. norma w Niemczech DIN 4030) wymaga się pokrycia (powłoki) dla elementów betonowych, jednakże faktem jest, iż wykonuje się je bez pokrycia. Doświadczenie przy realizacji podobnych obiektów

pokazuje, iż odpowiedni beton oraz dobre i staranne wykonanie radzi sobie z atakiem chemicznym bez dodatkowych zabezpieczeń. Niemniej jednak stosowany beton musi być odporny na agresywne działanie chemiczne.

#### 4. Obciążenie statyczne na moduły kompostujące

Występują trzy obciążenia statyczne na konstrukcje modułów.

- obciążenie wynikające z uchylnego dachu skrzydłowego umieszczonego na modułach,
  - obciążenia wynikające z poruszającej się ładowarki kołowej oraz nacisków na ścianę tylną (mniej boczne) modułu,
  - obciążenia wynikające z materiału wewnątrz modułu podczas procesu,
- Wynikające obciążenia dachu pokazane zostały na załączonym **rysunku nr 2**.



Należy zauważyć, iż przedstawione wyniki obciążeń ścian (od góry) są wypadkową wszystkich czynników oddziałujących na różne elementy dachu takie jak np. wiatr wraz z przewidzianym zapasem bezpieczeństwa (np. zgodnie z niemiecką normą DIN).

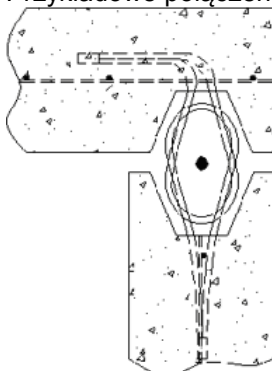
Nacisk na ściany zależy od rodzaju ładowarki kołowej używanej na instalacji. Ściany boczne modułu odbierają minimalne obciążenie nacisku i mogą zostać zaprojektowane w innym wykonaniu. Przeciętne obciążenie wynikające z nacisku na ścianę podczas pracy (załadunku, wyładunku) ładowarki kołowej przedstawia poniższy wzór zgodny z normą DIN 1055. Wynik obciążenia horyzontalnego równa się ciężarowi ładowarki w [kN] pomnożonej razy 5:

$$H_{res}[kN] = 5 \times g[kg] \times 10m/s^2$$

Miejsce oddziaływania to ok. 0,75m nad płytą dolną modułu. Jako czynnik bezpieczeństwa należy przyjąć 1,0

Wylczenie to daje miarodajny, lecz przeciętny wynik obciążenia wynikającego z nacisku na ścianę, jednak należy zweryfikować ten wynik na etapie projektowym części budowlanej modułów kompostujących.

Należy uwzględnić przepisy wewnętrzne, oddzielne, bądź normy obowiązujące w Polsce. Przykładowe połączenie ścian bocznych i tylnej pokazuje poniższy szkic.



W związku z tym, iż proces kompostowania wywołuje wzrost temperatur wewnątrz modułu do nawet 80°C, należy również uwzględnić przenikanie i oddziaływanie tej temperatury na konstrukcję ścian modułu podczas fazy projektowej. W szczególności w okresie zimowym, gdzie temperatura ścian wewnątrz będzie miała ok. 45°C a po stronie zewnętrznej -15°C (lub więcej)  $\Delta t$  60K.

## 5. Jakość materiałów

Jak opisano powyżej materiały stosowane będą narażone na spore oddziaływanie procesów chemicznych podczas fazy intensywnego kompostowania. Poprzez zastosowanie lepszych materiałów i elementów oraz dołożenia wszelkich starań podczas procesu projektowego można zapobiec wielu problemom oraz minimalizować koszty podczas późniejszego użytkowania obiektu.

### Beton

Beton musi być odporny na „duże/mocne oddziaływanie środowiska chemicznego/ agresywnego” np. norma niemiecka DIN 4030. W powiązaniu z normą EUR DIN 1045 następujące parametry są wymagane:

część modułu	min $f_{ck}$	klasa oddziaływania	min powierzchnia żelazobetonu
nie żelbet	C16/20	----	---
Posadzka podłogowa	C30/37 (dodatek na pory)	XC4, XF3, XA3	50mm
Płyty na posadzkowe (beton fibrylowany)	C30/37 (dodatek na pory)	XC4, XF4, XA3, XM2	---
Ściany boczne	C30/37 (dodatek na pory)	XC4, XF1, XA3, XM2	50mm

Uwagi: Należy unikać dodatkowych obróbek powierzchni betonowych. Pozostawić przez min 3 dni beton w obudowie foremnej (szalunku). Świeżą powierzchnię betonu trzymać wilgotną i pod przykryciem; chronić przed słońcem oraz opadami deszczu  
Zima: Utrzymuj beton ciepły oraz izoluj poprzez przykrywanie

**Tabela 2:** wymagana jakość betonu

Do klas oddziaływania przypisane są następujące wymagania:

klasa oddziaływania	XC4	XF1	XF3		XF4	XA3	XM2	
Minc	C25/30	C25/30	C35-45	C25/30 pb	C30/37 pb	C35/45 lub C30/37 pb <sup>A</sup>	C35/45	C30/37 pb <sup>B</sup>
Max w/c – wskaźnik	0,60	0,60	0,55	0,50	0,5	0,45	0,45	0,55
Min wskaźnik betonu (kg/m <sup>3</sup> )	280	280	300		320	320	320	300
Min wymagania cementu (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>C</sup>	270	270	270		---	270	270	

**Tabela 3:** klasy oddziaływania

A-jeśli XF podobnie

B- wymagana specjalna obróbka powierzchni - gładzenie

C – uwzględnia różną, jakość: wskaźnik może zostać obniżony do nawet 30kg/m<sup>3</sup> jeśli używamy żwiru o uziarnieniu max. 63mm

### Konstrukcje stalowe

Wszystkie elementy znajdujące się wewnątrz modułu lub mające z nim kontakt powinny zostać wykonane z stali nierdzewnej (1.4301 lub lepsza). Konstrukcja dachu modułów (należy do zakresu wyposażenia technologicznego) wykonana jest z specjalnie zaprojektowanego stopu metali dodatkowo powlekana warstwą ochronną lakierniczą.

### Wymagania konstrukcyjne

#### Spadki

Dla wszystkich zamkniętych powierzchni w module proponuje się spadek 2% tak, aby poprawić spływanie wody.

#### Konstrukcja wodoszczelna

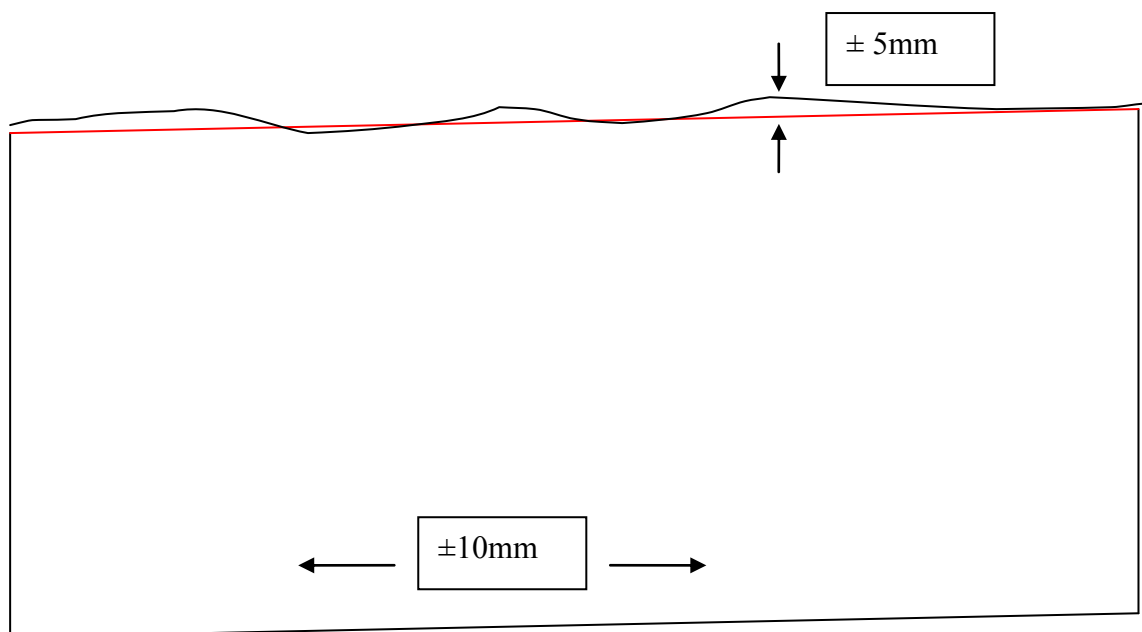
Moduł kompostowania, w którym zachodzi proces powinien być wodoszczelny tak, aby możliwe było oddzielne uchwycenie wody z modułu, z dachu oraz powierzchniowej. Wiąże się to z zróżnicowanym zanieczyszczeniem tych wód.

#### Tolerancje

Stawiane elementy i połączenia wymagają zachowania większej tolerancji wykonania niż akceptowana powszechnie. Poniżej przedstawione zmiany tolerancji klas Euro:

- szerokość każdego modułu, wymiar pomiędzy osiami: +/-20mm, łącznie max. +/-30mm na cały blok modułu
- wysokość ścian: +/- 5mm
- długość ścian bocznych: +/- 10mm

inne detale wskazuje **rysunek „Operat geodezyjny”**



#### Zasilanie i woda

Należy zapewnić doprowadzenie kabla zasilającego pod tylną ścianę modułu dla zasilania wentylatorów oraz dachu uchylnego. Szacowana moc zainstalowana dla wyposażenia technologicznego wynosi 30 kW. Należy przewidzieć zapas mocy wynoszący min. 30%.