

Instrukcja montażu Systemu TTE® powierzchnie biologicznie czynne (TTE® GREEN)

Innowacyjny element TTE® rozprowadza nacisk sił działających na powierzchnię, w ten sposób znacznie obniżając wymagania dla nośności podbudowy znajdującej się pod spodem. Dzięki temu zostaje zachowana przepuszczalność niższej warstwy gleby, a grubość jezdni może zostać zredukowana. Przyjazny dla środowiska koncept budowlany TTE® został przetestowany i opiera się zasadniczo na wytycznych FGSV¹⁾, FLL²⁾ oraz DWA³⁾.

System TTE® Green bezpośrednio absorbuje siły ścinające i ściskające, a także zabezpiecza delikatny torf. Żywotność i wytrzymałość trawy zostały znacznie ulepszone, głównie dzięki strukturze substratu, w którym może rosnąć roślinność, ponieważ jego zdolność do zatrzymania wody oraz zapewnienia składników odżywczych jest dużo lepsza. Co więcej, w ten sposób zagwarantowana jest gospodarka wody deszczowej, która jest jak najbardziej zbliżona do naturalnej i zdecentralizowana, z ochroną wody gruntowej.

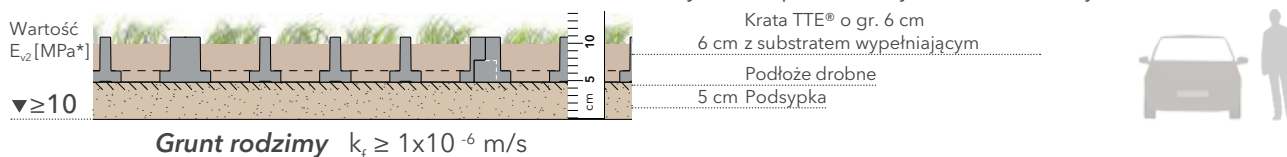
Jeśli w projekcie realizowanej nawierzchni nie przyjęto innej/ specjalnej konstrukcji zabudowy (z uwzględnieniem właściwych przepisów i norm), należy przestrzegać wymagań oraz specyfikacji dla metody budowlanej TTE® w celu zapewnienia prawidłowego działania. Należy również zapoznać się z planem zagospodarowywania terenu.



Zalecana konstrukcja nawierzchni z Systemu TTE® w zależności od obciążenia

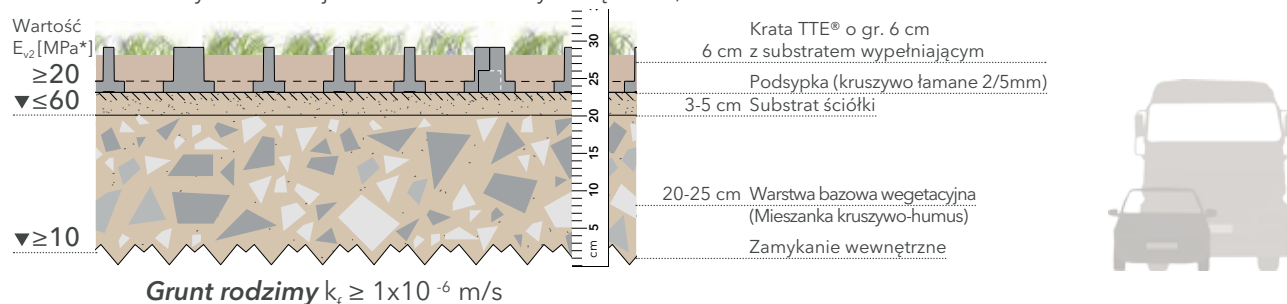
TTE® Green 1

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów osobowych o dopuszczalnej masie całkowitej 3,5 t



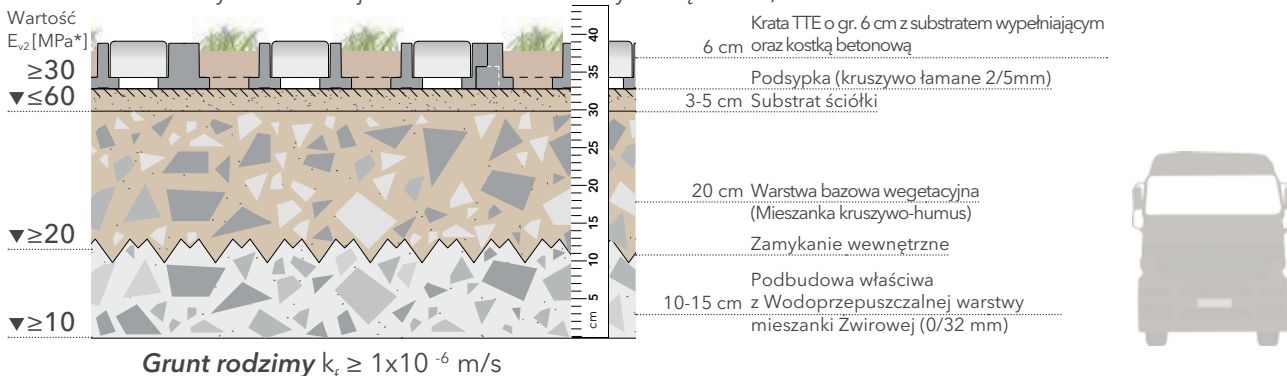
TTE® Green 2

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów osobowych oraz sporadycznego ruchu pojazdów ciężarowych - maks. RStO 01 klasy budowlanej V/VI lub RStO 12 klasy obciążenia 0,3



TTE® Green 3

Chodnik / nawierzchnia z TTE dla ruchu samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej 40 t - maks. RStO 01 klasy budowlanej III / IV lub RStO 12 klasy obciążenia 1,8



¹⁾ MPa = MN/m² ¹⁾ Niemieckie Stowarzyszenie ds. Dróg i Transportu ²⁾ Niemieckie Towarzystwo ds. Rozwoju i Projektowania Krajobrazu
³⁾ Niemieckie Stowarzyszenie ds. Wody, Ścieków i Odpadów

Pakowanie

- Czas dostawy: zwykle 3-7 dni roboczych

	Krata TTE®	TTE® Kostka Brukowa
Rozmiar palety	Dł. x Szer. x Wys 123 x 85 x 200 cm	Dł. x Szer. x Wys 92 x 92 x 8 cm
Waga palety	ok. 800 kg	ok. 903 kg
Jednostka opakowania / paleta	90 szt. ($\triangleq 28,80 \text{ m}^2$)	1440 szt. ($\triangleq 14,4 \text{ m}^2$ powierzchni TTE®)
Podłoże drobne (siatka oddzielająca / wspomaganie instalacji)		24 g/m ² , szerokość rolki 3,20 m

Uwagi dotyczące zagęszczenia oraz infiltracji

- Należy unikać nadmiernego zagęszczenia warstwy wierzchniej i podbudowy
- Zabrania się stosowania substancji wiążących poprawiających jakość podłoża i podbudowy
- Aby uniknąć naruszenia struktury gleby, należy uwzględnić warunki pogodowe oraz wilgotność gleby
- Na gruncie rodzimym oraz humusu używać wyłącznie lekkich pojazdów ciężarowych o niskiej nośności
- Przepuszczalność gruntu rodzimego $k_f \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
- (w przeciwnym razie, należy zapewnić inną opcję odwodnienia)
- Przepuszczalność wody dla warstwy wierzchniej $k_f \geq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ do $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
- Różnica wysokości od powierzchni najwyższego poziomu wód gruntowych $\geq 1 \text{ m}$
- Brak zanieczyszczenia czy kontaktu z substancjami zanieczyszczającymi wodę na obszarze infiltracji
- Instalacja na obszarach ochronnych zbiorników wód śródlądowych oraz na obszarach o wysokim poziomie zanieczyszczenia po uzgodnieniu z właściwymi organami

Warstwa	Zalecany sprzęt do zagęszczania
Podbudowa + bazowa warstwa roślinna	Statyczne za pomocą lekkiego walca
Podbudowa właściwa z wodoprzepuszczalnej warstwy mieszanki żwirowej (0/32 mm)	Dynamiczne np. za pomocą lekkiej lub średniej zagęszczarki płytowej

Aby uniknąć wpływu na infiltrację konstrukcji, nie można nadmiernie przekraczać wymogów dla zagęszczenia oraz nośności. Gleby spoiste: Wartość $E_{v2} \leq 45 \text{ MPa}^*$

	Szacowanie wstępne	Ocena nośności
Ocena nośności	Test ruchu ulicznego DIN 18035-4	Test nacisku płyty obciążającej zgodnie z DIN 18134
Test	Test w terenie	Test laboratoryjny
Test przepuszczalności	TP Gestein-StB (Regulamin przeprowadzania niemieckich testów technicznych dla kruszyw w budowie dróg) część 8.3.2 test szybki	DIN 18130-1 lub TP Gestein-StB
		FLL Zalecenia dla sadzenia drzew - część 2 (przy użyciu stalowego walca o wadze średniej)

Podbudowa

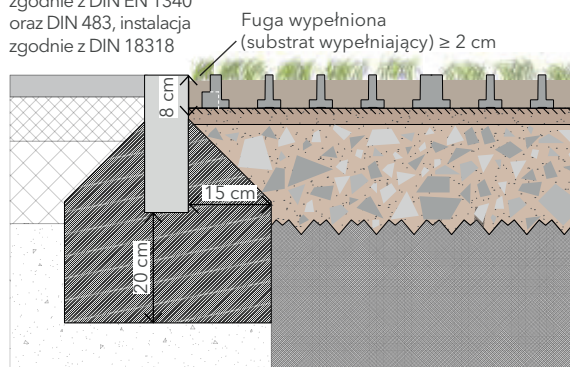
- W razie konieczności, usunąć warstwę humusu, w tym obsiane nawierzchnie i grunt zgodnie z profilem grubości warstwy i wysokości połączeń
- Przygotować substrat zgodnie z wymaganiami Systemu TTE® oraz ZTV E-StB

	TTE® Green 1	TTE® Green 2	TTE® Green 3
Usunięcie warstwy	ok. 10 cm	30 cm (gleby F ₁) do 35 cm (gleby F ₂ /F ₃)	40 cm (gleby F ₁) do 45 cm (gleby F ₂ /F ₃)

*1 MPa = MN/m²

Obróbka krawędzi

Obrzeże lub krawężnik betonowy zgodnie z DIN EN 1340 oraz DIN 483, instalacja zgodnie z DIN 18318



Obróbka krawędzi jest wymagana:

- zwykle na początku/końcu procesu układania, równoległe do kierunku instalacji (patrz techniki wiązania)
- przy punktach przejścia do powierzchni łączących oraz obszarach, po których będą jeździły pojazdy
- na obszarach, które zostaną poddane naprężeniom na skutek działania sił ścinających i sił ciągu (np. ostre zakręty, ruch pojazdów ciężkich)

Unikać cięcia płyt

Wymiary powierzchni = wymiary siatki 40,15 cm x X rzędy + 2 x ząb łączący (każdy 1,5 cm) + 2 x fuga (każde ≥ 2 cm), określić odstępy poprzez rozłożenie rzędów próbnych.



Warstwa bazowa wegetacyjna

- Dostarczyć substrat żwirowo-torfowy 0/16 do 0/45 mm zgodnie z Dyrektywą FLL⁴⁾ jako mieszkankę substratu gotową do zabudowy lub mieszkankę jednorodnie zmieszaną na miejscu lub jako poprawę jakości gleby
- Zamknąć wewnątrz warstwę gruntu rodzimego lub bazową
- Zagęszczać statycznie bazową warstwę wegetacyjną w warunkach gruntu wilgotnego zgodnie z wymaganiami Metody Budowy TTE[®] oraz Wytocznych TTE[®]

	Gleby F ₁	Gleby F ₂ /F ₃	Nośność E _{v2}	Stosunek E _{v2} /E _{v1}
TTE [®] 2	Wegetacyjna warstwa bazowa 20 cm	Wegetacyjna warstwa bazowa 25 cm	≥ 20 MPa*	< 2.0
TTE [®] 3	20 cm bazowa warstwa wegetacyjna na 10 cm bazowej warstwie żwirowej	20 cm bazowa warstwa wegetacyjna na 15 cm bazowej warstwie żwirowej	≥ 30 MPa* ≥ 20 MPa*	< 2.0



Bazowa warstwa wegetacyjna poprzez poprawienie jakości gleby: Spisłnianie żwiru do istniejącego humusu

Zalecana mieszanka

70 % żwiru z kruszywem 2/32 do 2/45 mm
lub bazowa warstwa żwirowa 0/32 do 0/45 mm
15 % humus grupa 2 lub 4
15 % gotowy kompost o potwierdzonej jakości

OSTRZEŻENIE: Używać wyłącznie świeżego humusu (nie gruntu rodzimego) w warstwie kruszywa.

Substrat

- Dostarczyć substrat 0/4 do 0/8 mm zgodnie z Dyrektywą FLL⁴⁾ jako mieszkankę substratu gotową do montażu/ zabudowy lub mieszkankę jednorodnie zmieszaną na miejscu
- Usunąć substrat podsypki w warunkach wilgotnego gruntu do poziomu o grubości warstwy 3-5 cm

Zalecana mieszanka

70 % tłuczeń kamienny 2/4 do 2/8, 4/8 lub 5/8 mm
15 % przesiany humus BG 2 lub BG 4 0-20 mm
15 % przesiany gotowy kompost, o potwierdzonej jakości 0-20 mm

OSTRZEŻENIE:

Nie stosować materiału o czystym składzie mineralnym (który wpływa znacząco na dostarczenie wody i składników odżywczych)

*) MPa = MN/m² 4) FLL dyrektywa w sprawie planowania, wykonania i utrzymania powierzchni brukowych z możliwością obsadzenia roślinnością

System TTE®

1. Ułożyć geowłókninę z zakładką ok. 20 cm na podbudowie właściwej z wyrównaną podsypką
2. Umieścić podkładki dystansowe (np. listwy) dla połączeń kompensacyjnych na krawędziach / instalacjach
3. Ułożyć kraty TTE® w wyrównaniu doczołowym. Przestrzegać wymaganych typów połączeń i umieszczać płyty razem bez wpustów (TTE® Green 3: 50% kostek brukowych w szachownicy)
4. Wypełnić kraty kostkami betonowymi i zabudować płyty z godnie z projektem (np. oznakowanie, ścieżki)
5. Zamieścić substrat wypełniający w zagłębieniach i fugach kompensacyjnych ok. 1,5 - 2 cm poniżej górnej krawędzi geowłókniny

6. Zagęścić ułożoną powierzchnię za pomocą zagęszczarki płytowej o średniej wadze z fartuchem => ustawienia ok. 2 cm

Uwagi dotyczące układania

- Układać poprzecznie do kierunku ruchu.
- Przesunąć w górę do elementów TTE umieszczonych na paletach w miarę postępu procesu układania.
- Układać mieszankę elementów TTE z różnych palet.
- W przypadku oznakowań oraz przejść, w miarę możliwości, układać kostkę brukową TTE przed wypełnieniem i fugowaniem.

Tempo instalacji: ok. 15-20 m²/osoba/godzina: (format 80x40 cm, ok. 8,7 kg/szt.)

Utworzyć połączenia kompensacyjne ≥ 2 cm od substratu wypełniającego pomiędzy krawędzią a TTE®



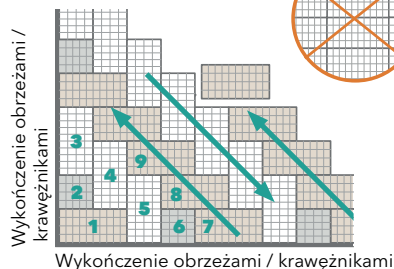
Ułożenie elementów TTE® na podłożu drobnym



Wprowadzenie kostki brukowej TTE np. w miejscach przejść jako oznakowanie

Typ łączenia

Łączenie w jodełkę



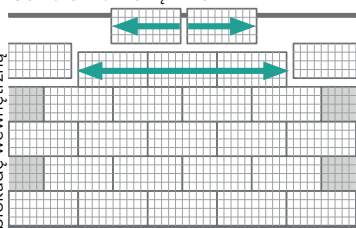
Wykończenie obrzeżami / krawężnikami



Boki z funkcją blokadę automatycznej blokady wewnętrznej

Łączenie rozporowe

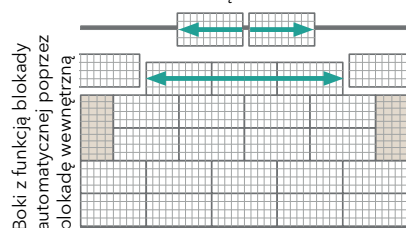
wykonanie obrzeżowania lub wykończenie obrzeżami / krawężnikami



Wykończenie obrzeżami / krawężnikami

Łączenie bloków kompensacyjnych

wykonanie obrzeżowania lub wykończenie obrzeżami / krawężnikami



Wykończenie obrzeżami / krawężnikami

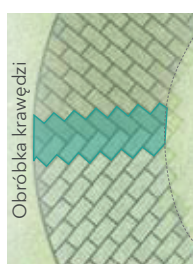
- Obciążenie powierzchni szerokiej (np. powierzchnie do organizacji imprez)
- Układanie przekątne w rzędach naprzemiennych
- Wymagane zaokrąglone krawędzie

- Obciążenie liniowe (np. drogi dojazdowe)
- Układać poprzecznie do kierunku jazdy
- Układanie wielu rzędów jednocześnie, jeśli to możliwe
- Wykonanie obrzeżowania np. krawężnikami

- Obciążenie lekkie (np. powierzchnie parkingów)
- Układać poprzecznie do kierunku jazdy
- Bez cięcia krawędzi płyt
- Układanie wielu rzędów jednocześnie, jeśli to możliwe
- Wykonanie obrzeżowania np. krawężnikami

Zmiana kierunku

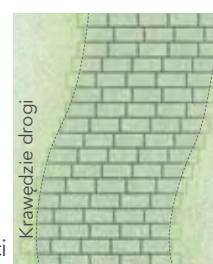
- Unikać cięcia na powierzchni, jeśli to możliwe (utrata połączenia)
- Zwykle cięcie na powierzchni krawędzi nie jest wymagane



Obróbka krawędzi

Ostre łuki

- Obrót połączenia o 90°
- Krawędzie po jednej stronie w przypadku dużych obciążeń
- W razie konieczności montować docięte płyty np. połówki płyt



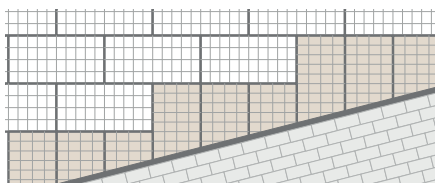
Krawędzie drogi

Łagodne łuki

- Wykonanie przesunięcia / zakładki co najmniej co 2 zagłębienia

Cięcia oraz łączenie

- Przyciąć krawędzie płyt w stanie niewypełnionym
- Krawędzie płyt bez wypełnienia kostką ciąć za pomocą piły stołowej lub ręcznej z tarczą do drewna z ostrzem "widiowym")
- Obrobić krawędzie przeciętych płyt



Ułożyć końcowe rzędy wzdłużnie, jeśli szerokość płyty jest < 2 zagłębienia w punkcie połączenia

Substrat wypełniający

- Dostarczyć wypełnienie 0/2 do 0/5 mm zgodnie z Dyrektywą FLL⁴⁾ jako mieszankę substratu gotową do montażu lub mieszankę jednorodnie zmieszaną na miejscu
- Umieścić/ wysypać substrat wypełniający w zagłębieniach i fugach ok. 1,5 - 2 cm poniżej górnej krawędzi płyty

Zalecana mieszanka

50 % przesiany humus grupa 2 lub 4 0-20 mm
30 % 0/2 mm przepłukany piasek
20 % gotowy kompost o potwierdzonej jakości 0-20 mm

Wymagany materiał wypełniający [m³]
≈ powierzchnia [m²] × 0,04 m



Aby chronić roślinność, **substrat musi zatrzymywać się ok. 1,5 - 2 cm poniżej górnej krawędzi płyty**



Wprowadzenie wypełnienia za pomocą rozścielacza drogowego



Utworzyć warstwę wypełnienia za pomocą zmiataarki

Sadzenie

- Mieszanka nasion zgodnie z DIN 18917 oraz regulowane mieszanki nasion (RSM)
- Wymieszać nasiona z niewielkimi ilościami substratu wypełniającego i równo obsiać, ilość nasion 25 g/m², RSM 5.1 „obszar parkowania” lub RSM 2.2 „Trawa użytkowa do lokalizacji suchych” odmiana 2



Gęsta i bujna roślinność dzięki idealnym warunkom hodowlanym



Zielone obszary parkingu nawet po 10 latach codziennego użytkowania

Pielęgnacja po instalacji

- Pielęgnacja po instalacji zgodnie z Dyrektywą FLL⁴⁾
- W zależności od pogody, podlewać obszary trawiaste ok. 1-2 razy / tydzień, ilością wody 15 l/m² na jedno podlewanie
- Nawozić nasiona po ok. 2 tygodniach od puszczenia pędów, ilość ok. g/m², czyste N (w miarę możliwości, powtórzyć po 1 etapie)
- Kosić trawę, wysokość 6-10 cm, wysokość przycięcia 4 cm

⁴⁾ Dyrektywa FLL w sprawie planowania, wykonania i utrzymania powierzchni brukowych z możliwością obsadzenia roślinnością