

WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH.

BOISKA SPORTOWE Z NAWIERZCHNIĄ Z TWORZYW SZTUCZNYCH.

Autorzy:

- | | |
|-----------------|---------------------------------------|
| p. 3.3 | prof. dr hab. inż. Piotr Radziszewski |
| | prof. nzw. dr hab. inż. Jerzy Piłat |
| | dr inż. Karol Kowalski |
| p. 2, 3.2 | dr n.t. Stanisław Łukasik |
| | dr inż. Marek Świeca |
| | mgr inż. Anna Gniwek |
| p. 1, 3.4, 4, 5 | mgr inż. Marek Gajdis |
| | mgr inż. Jacek Popczyk |
| | inż. Dorota Piętka |

Spis treści

1. WSTĘP.....	4
1.1. Przedmiot i zakres stosowania.....	4
1.2. Normy i dokumenty związane	4
1.3. Terminy i definicje	7
1.4. Dokumentacja robót.....	9
2. PODŁOŻA	10
2.1. Podłoże gruntowe.....	10
2.1.1. Dokumentacja projektowa do prowadzenia robót ziemnych	11
2.1.2. Dokumentacja warunków geotechnicznych w podłożu	11
2.1.3. Wymagania dla podłoża gruntowego.....	13
2.1.4. Realizacja robót ziemnych.....	14
2.1.4.1. Prace przygotowawcze	14
2.1.4.2. Wykopy	15
2.1.4.3. Kontrola podłoża gruntowego	16
2.1.4.4. Metody kontroli	17
2.1.4.4.1. Badanie płytą statyczną wg PN-S-02205	17
2.1.4.4.2. Badanie płytą dynamiczną.....	18
2.1.4.4.3. Kryteria oceny.....	18
2.1.4.4.4. Kontrola końcowa.....	19
2.2. System drenażowo –odsączający	19
2.2.1. Kontrola w trakcie wykonywania	21
3. PODBUDOWY	22
3.1. Rodzaje podbudów.....	22
3.2. Podbudowa z kruszyw	22
3.2.1. Prace przygotowawcze.....	22
3.2.2. Materiał na podbudowy.....	23
3.2.3. Wymagania dla podbudowy z kruszyw	23
3.2.4. Kontrola materiałów	25
3.2.5. Kontrola w trakcie wykonywania	25
3.2.6. Kontrola końcowa	26
3.3. Podbudowa asfaltowa	26
3.3.1. Wymagania dla materiałów i podbudowy	26
3.3.1.1. Warstwa dolna podbudowy.....	27
3.3.1.2. Warstwa górna podbudowy	30

3.3.2.	Wykonanie warstw podbudowy z betonu asfaltowego	34
3.3.2.1.	Wytwarzanie mieszanki mineralno-asfaltowej	34
3.3.2.2.	Wykonanie warstw podbudowy z mieszanki mineralno-asfaltowej.....	34
3.3.3.	Badania przed przystąpieniem do robót i w czasie robót	36
3.3.3.1.	Badania przed przystąpieniem do robót.....	36
3.3.3.2.	Badania w czasie robót	36
3.3.3.3.	Kontrola końcowa. Odbiór robót	38
3.4.	Podbudowa betonowa	39
3.4.1.	Wymagania dla podbudowy betonowej	39
3.4.1.1.	Mieszanka betonowa	39
3.4.1.2.	Zbrojenie	39
3.4.2.	Układanie mieszanki betonowej	39
3.4.2.1.	Prace przygotowawcze	39
3.4.2.2.	Warunki przystąpienia do betonowania	40
3.4.2.3.	Wytwarzanie mieszanki betonowej	40
3.4.2.4.	Wbudowanie mieszanki betonowej.....	40
3.4.3.	Kontrola w trakcie wykonywania podbudowy	41
3.4.4.	Kontrola końcowa	42
4.	WYKONANIE NAWIERZCHNI.....	42
4.1.	Wykonanie nawierzchni syntetycznej	43
4.1.1.	Kontrola materiałów	43
4.1.2.	Kontrola międzyoperacyjna.....	44
4.1.3.	Kontrola końcowa	44
4.2.	Wykonanie nawierzchni z trawy syntetycznej.....	45
4.2.1.	Kontrola materiałów	45
4.2.2.	Kontrola międzyoperacyjna.....	46
4.2.3.	Kontrola końcowa	46
4.3.	Odbiór końcowy	47
5.	UWAGI KOŃCOWE	48

1.Wstęp

1.1. Przedmiot i zakres stosowania

Niniejsze warunki techniczne wykonania i odbioru robót dotyczą boisk sportowych z zastosowaniem nawierzchni z tworzyw sztucznych (np. z poliuretanu, darni syntetycznej).

Warunki techniczne mogą stanowić dokument odniesienia do opracowania:

- w projektach budowlanych: wymagań dotyczących określenia rodzaju, zakresu i sposobu wykonywania poszczególnych rodzajów robót,
- w zamówieniach publicznych: specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót, które wraz z dokumentacją projektową określają przedmiot zamówienia,
- w umowach: specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót będących przedmiotem umowy

Zakres opracowania obejmuje wymagania dotyczące materiałów, podłoży, wykonania nawierzchni, a także odbioru robót.

1.2. Normy i dokumenty związane

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r.– Prawo budowlane (Dz. U z 2000 r. Nr 106, poz. 1126, z późn. zm.)
- [2] Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 110, poz. 1190)
- [3] Ustawa z dnia 16.04.2004 r. – O wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr. 92 poz. 881)
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2003 r. Nr 120, poz. 1133)
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. (Dz. U. Nr 201, poz. 1673)
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. (Dz. U. Nr 47, poz. 401)
- [7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126, poz. 839)
- [8] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430)

- [9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 22 grudnia 2006 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. nr 245 poz. 1782)
- [10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2004r. nr 202 poz. 2072)
- [11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz.U. 2002 nr 108 poz. 953)
- [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r. w sprawie karty charakterystyki substancji niebezpiecznej lub preparatu niebezpiecznego (Dz.U. 2002 nr 140 poz. 1171)
- [13] PN-EN 196-2:2006 Metody badania cementu -- Część 2: Analiza chemiczna cementu
- [14] PN-EN-206-1:2003 „Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja, zgodność”
- [15] PN-EN 932-3:1999/A1:2004 Badania podstawowych właściwości kruszyw -- Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
- [16] PN-EN 933-1:2000 „Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania”
- [17] PN-EN 933-3:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
- [18] PN-EN 933-4:2008 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn -- Wskaźnik kształtu
- [19] PN-EN 933-5:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
- [20] PN-EN 933-6:2002 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 6: Ocena właściwości powierzchni -- Wskaźnik przepływu kruszyw
- [21] PN-EN 933-9:2009 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 9: Ocena zawartości drobnych cząstek -- Badanie błękitem metylenowym
- [22] PN-EN 933-10:2009 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 10: Ocena zawartości drobnych cząstek -- Uziarnienie wypełniaczy (przesiewanie w strumieniu powietrza)
- [23] PN-EN 1097-2:2000/A1:2008 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
- [24] PN-EN 1097-3:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
- [25] PN-EN 1097-4:2008 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 4: Oznaczanie pustych przestrzeni suchego, zagęszczonego wypełniacza

- [26] PN-EN 1097-5:2008 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
- [27] PN-EN 1097-6:2002/A1:2006 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
- [28] PN-EN 1097-7:2008 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 7: Oznaczanie gęstości wypełniacza -- Metoda piknometryczna
- [29] PN-EN 1367-3:2002 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
- [30] PN-EN 1367-6:2008 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 6: Mrozoodporność w obecności soli
- [31] PN-EN 1744-1:2010 Badania chemicznych właściwości kruszyw -- Część 1: Analiza chemiczna
- [32] PN-EN 1969 : 2002 „Nawierzchnie terenów sportowych – Wyznaczanie grubości nawierzchni sportowych z tworzyw sztucznych”
- [33] PN-EN 12350-1:2009 „Badania mieszanki betonowej – Część 1: Pobieranie próbek”
- [34] PN-EN 12591:2009 „Asfalty i produkty asfaltowe – Wymagania dla asfaltów drogowych”
- [35] PN-EN 12697-1:2006 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 1: Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego
- [36] PN-EN 12697-5+A1:2008 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 5: Oznaczanie gęstości
- [37] PN-EN 12697-8:2005 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni
- [38] PN-EN 12697-12:2008 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Metody badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco -- Część 12: Określanie wrażliwości próbek asfaltowych na wodę
- [39] PN-EN 13036-7:2004 „Drogi samochodowe i lotniska – Metody badań – Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni : badanie liniałem mierniczym”
- [40] PN-EN 13108-1:2008 „Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 1: Beton asfaltowy”
- [41] PN-EN 13108-20:2008 Mieszanki mineralno-asfaltowe -- Wymagania -- Część 20: Badanie typu
- [42] PN-EN 13179-1:2002 Badania kruszyw wypełniających stosowanych do mieszanek bitumicznych -- Część 1: Badanie metodą pierścienia delta i kuli
- [43] PN-EN 13179-2:2002 Badania kruszyw wypełniających stosowanych do mieszanek bitumicznych -- Część 2: Liczba bitumiczna
- [44] PN-EN 14877:2008 „ Nawierzchnie syntetyczne niekrytych terenów sportowych. Specyfikacja”
- [45] PN-EN 15330-1:2008 „Nawierzchnie sportowe – murawa syntetyczna i nawierzchnie perforowane igłowo do użytkowania w plenerze – Część 1: Dokumentacja dla murawy syntetycznej”
- [46] PN-B-02479:1998 „Geotechnika – Dokumentowanie geotechniczne”

- [47] PN-B-02480:1986 „Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów”
- [48] PN-B-03020:1981 „Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- [49] PN-B-03264:2002 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Obliczenia statyczne i projektowanie”
- [50] PN-B-04481:1988 „Grunty budowlane – Badanie próbek gruntu”
- [51] PN-B-06050:1999 „Geotechnika-Roboty ziemne-Wymagania ogólne”
- [52] PN-B-11111:1996 „Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; żwir i mieszanka”
- [53] PN-B-11112:1996 „Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych”
- [54] PN-B-11113:1996 „Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; piasek”
- [55] PN-B-11213:1997 „Materiały kamienne – Elementy kamienne, krawężniki uliczne, mostowe i drogowe”
- [56] PN-S-02205:1998 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania”
- [57] PN-S-06102:1997 „Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie”
- [58] PN-S-96013 „Drogi samochodowe. Podbudowa z chudego betonu. Wymagania i badania”
- [59] BN-8845-02:1964 „Krawężniki uliczne. Warunki techniczne ustawienia i odbioru”
- [60] BN-8931-04:1968 „Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą”
- [61] Roboty ziemne. Warunki techniczne wykonania i odbioru. Ministerstwo Ochrony. Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa 1994
- [62] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne. Zeszyt 1: Roboty ziemne. ITB, Warszawa 2007
- [63] Wymagania techniczne. Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach publicznych. IBDiM, Warszawa 2008

1.3. Terminy i określenia

asfalt drogowy (lepiszczko asfaltowy) – asfalt stosowany do otaczania kruszyw mineralnych, używany w budowie i utrzymaniu nawierzchni drogowych.

beton asfaltowy (AC) – mieszanka mineralno-asfaltowa, w której kruszywo o uziarnieniu ciągłym tworzy strukturę wzajemnie się klinującą.

kruszywo – materiał ziarnisty stosowany w budownictwie. Rodzaje kruszywa: naturalne, sztuczne i z recyklingu.

kruszywo drobne – kruszywo o wymiarach ziaren $D \leq 2\text{mm}$ (górny wymiar sita), którego większa część pozostaje na sicie 0,063 mm.

kruszywo grube – kruszywo o wymiarach ziaren $D \leq 45\text{mm}$ (górny wymiar sita) oraz $d \geq 2\text{mm}$ (dolny wymiar sita).

kruszywo naturalne – kruszywo ze złóż naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Do kruszyw naturalnych zaliczamy: żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo łamane ze skał, kruszywo z nadziarna i otoczków.

mieszanka betonowa - mieszanina wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed zagęszczeniem

mieszanka mineralna – mieszanka kruszyw o zróżnicowanym uziarnieniu w zależności od typu projektowanej mieszanki mineralno asfaltowej.

mieszanka mineralno-asfaltowa (MMA) – mieszanka kruszywa oraz lepiszcza asfaltowego.

nasyp – warstwa lub specjalnie ukształtowana budowla ziemna z materiału gruntowego

nasyp konstrukcyjny – nasyp stanowiący budowlę ziemną lub jego element

nasyp niwelacyjny – nasyp wykonywany przy kształtowaniu terenu

nawierzchnia – warstwa lub zespół warstw służących do przejmowania i rozkładania obciążeń na podłoże gruntowe

nawierzchnia syntetyczna – elastyczna warstwa użytkowa wykonywana z kompozycji zawierającej spoiwo żywiczne, utwardzacz, wypełniacz gumowy oraz środki pomocnicze, stosowana na zewnątrz lub wewnątrz obiektów sportowych – wykonywana bezpośrednio na placu budowy lub też będąca gotowym elementem w postaci maty.

nawierzchnia uniwersalna – jest to nawierzchnia murawy syntetycznej przeznaczona do gry w więcej niż jeden rodzaj sportu

nawierzchnia z trawy syntetycznej – nawierzchnia sportowa składająca się z wykładziny o kępkowej, tkanej lub wyplatanej budowie, której włos ma imitować wygląd naturalnej trawy

podbudowa – nasyp stanowiący podłoże lub warstwę konstrukcyjną wszelkiego rodzaju nawierzchni utwardzonych (np. parkingowych, boisk itp.)

podbudowa stabilizowana mechanicznie – warstwa lub warstwy konstrukcyjne nawierzchni służące do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże; w przypadkach technicznie uzasadnionych podbudowa stabilizowana mechanicznie może stanowić nawierzchnię twardą nie ulepszoną

punkt rosy – temperatura, w której powietrze o określonej temperaturze wyjściowej i określonej wilgotności względnej nie jest już w stanie przyjąć większej ilości wody

stabilizacja mechaniczna – proces technologiczny polegający na odpowiednim zagęszczeniu, przy optymalnej wilgotności: gruntów podłoża lub innych warstw konstrukcyjnych,

podłoże – grunt rodzimy lub nasypowy leżący pod nawierzchnią do głębokości przemarzania, jednak nie mniej niż do głębokości, na której naprężenia pionowe od największych obciążeń użytkowych wynoszą 0,02 MPa

warstwa odsączająca – warstwa, której głównym zadaniem jest odprowadzenie wody opadowej do drenażu oraz ochrona nawierzchni przed skutkami działania mrozu

stopień zagęszczenia I_D – jest to stosunek zagęszczenia występującego w stanie naturalnym do zagęszczenia maksymalnego

szczelina skurczowa pełna - szczelina dzieląca płyty betonowe na całej grubości i umożliwiającą tylko kurczenie się płyt

szczelina skurczowa pozorna - szczelina dzieląca płyty betonowe w części górnej przekroju poprzecznego

wskaźnik krzywizny uziarnienia C_c – jest to stosunek kwadratu średnicy ziaren, których wraz z mniejszymi jest w gruncie 30% do iloczynu średnicy ziaren, których wraz z mniejszymi jest w gruncie 10% do średnicy ziaren, których wraz z mniejszymi jest w gruncie 60%; $C_c = d_{30}^2 / (d_{10} * d_{60})$

wskaźnik nośności gruntu $w_{noś}$ (CBR) – jest to stosunek obciążenia jednostkowego p do obciążenia porównawczego p_p ; $w_{noś} = (p/p_p) * 100 [\%]$

wskaźnik odkształcenia I_0 – stosunek modułu wtórnego E_2 do pierwotnego E_1 ; $I_0 = E_2 / E_1$

wskaźnik różnoziarnistości gruntu C_u – inaczej zwany wskaźnikiem niejednorodności uziarnienia wyznacza się ze stosunku średnicy ziaren, których wraz z mniejszymi jest w gruncie 60% do średnicy ziaren, których wraz z mniejszymi jest w gruncie 10%; $C_u = d_{60} / d_{10}$

wskaźnik zagęszczenia I_s – stosunek gęstości objętościowej szkieletu gruntowego gruntu w nasypie do maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, uzyskana w zagęszczeniu badaniu aparacie Proctora; $I_s = \gamma_d / \gamma_{ds}$

wykop niwelacyjny – wykop wykonany w celu zmiany ukształtowania istniejącego terenu

wymiana gruntu – wykonanie nasypu uzupełniającego w miejscu usuniętego grunt nienośnego,

wypełniacz – kruszywo, którego większa część przechodzi przez sito o wymiarze 0,063 mm.

wzmocnienie podłoża – zabieg, którego celem jest zwiększenie wytrzymałości, zmniejszenie ścisłości lub poprawa innych właściwości gruntu

zagęszczenie gruntów – proces budowlany, którego celem jest zmniejszenie objętości porów gruntu

1.4. Dokumentacja robót

Dokumentację robót stanowią:

- projekt budowlany, opracowany zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [4],

- specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót (obligatoryjna w przypadku zamówień publicznych), zgodna z definicją podaną w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. [10],
- dziennik budowy, prowadzony zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 26 czerwca 2002r. w sprawie dziennika budowy oraz tablicy informacyjnej [11],
- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania użytych wyrobów budowlanych zgodnie z ustawą Prawo Budowlane z 7 lipca 1994r [1], z późniejszymi zmianami i ustawą o wyrobach budowlanych z 16 kwietnia 2004 r. [3],
- protokoły odbiorów częściowych i końcowych robót z załączonymi protokołami badań kontrolnych.

Roboty należy wykonywać na podstawie projektu opracowanego dla konkretnego obiektu.

W projekcie powinny być zawarte:

- wymagania dotyczące podłoża gruntowego i sposób jego kontroli,
- wymagania dotyczące warstw konstrukcyjnych i sposób ich kontroli,
- specyfikacje materiałów,
- sposób wykonania kolejnych etapów prac,
- wymagania i warunki odbioru kolejnych etapów robót i odbioru końcowego.

Przez dokumentację powykonawczą robót rozumiemy (zgodnie z art. 3, p.14 ustawy Prawo Budowlane[1]) wymienioną wyżej dokumentację robót z naniesionymi zmianami w stosunku do projektu budowlanego i specyfikacji technicznej, dokonany w trakcie budowy.

2. Podłoża

2.1. Podłoże gruntowe

Na podstawie rozporządzenia MSWiA z dnia 24.09.1998 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych [7] - boiska sportowe „Orlik 2012” wraz z zapleczem należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej. Dlatego też uznaje się za wystarczające sporządzenie dokumentacji geotechnicznej przez uprawnionego specjalistę – posiadającego uprawnienia geologiczne kategorii VI lub VII. Konstrukcja boiska zalicza się do ustrojów wiotkich bardzo wrażliwych na zewnętrzne oddziaływania a w szczególności zmiany wilgotności gruntu, możliwości powstawania wysadzin, deformacje i nierównomierne osiadania wywołane niedostatecznym przygotowaniem podłoża.

Prace ziemne należy prowadzić pod nadzorem wykwalifikowanych geotechników (geolodzy, inżynierowie budowlani) w celu zapewnienia prowadzenia robót zgodnie z wymaganiami projektowymi.

2.1.1. Dokumentacja projektowa do prowadzenia robót ziemnych

Podstawą do prowadzenia robót jest zatwierdzony projekt budowlany oraz projekty wykonawcze.

Dokumentacja projektowa powinna być wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami i zawierać wszystkie dane niezbędne do właściwego i bezpiecznego zaplanowania i wykonania prac ziemnych. Projekt powinien obejmować:

- 1) charakterystykę ukształtowania terenu
- 2) historię poprzedniego użytkowania terenu
- 3) opis warunków gruntowo-wodnych (dokumentacja geotechniczna – zakres zgodny z II kategorią geotechniczną)
- 4) informacje o przyległych drogach i obiektach budowlanych (rodzaj fundamentów, głębokość posadowienia)
- 5) informacje na temat rodzaju i stanu uzbrojenia terenu (plan instalacji podziemnych)
- 6) wymagania ochrony środowiska,
- 7) odwodnienie, w tym: drenaż podłużny i poprzeczny, spadki dna wykopu,
- 8) w przypadku budowy nasypów (nasypy konstrukcyjne, podbudowy, warstwy odsączające/drenażowe, wymiany gruntów) – usytuowanie, kształt i wymiary nasypu oraz wymagania co do jego właściwości, a w szczególności:
 - rodzaj materiału, z którego powinien być wykonany nasyp wraz z podaniem wymaganych właściwości, np. graniczna krzywa uziarnienia, wskaźnik różnoziarnistości
 - układ warstw, jeśli nasyp ma być wykonany z różnych materiałów,
 - grubości warstw konstrukcyjnych uwzględniające możliwości technologiczne układania warstw z różnych gruntów,
 - określenie warunków dla zapewnienia właściwego rozdzielania poszczególnych warstw,
 - wymagane właściwości wytrzymałościowe materiału gruntowego w nasypie – właściwości te powinny być określone przez wskaźniki, które można w trakcie wykonywania prac stosunkowo łatwo kontrolować; są to:
 - I_s – wskaźnik zagęszczenia wg PN-B-04481:1988 [50]
 - E_1, E_2 – odpowiednio moduł odkształcenia pierwotnego i wtórnego gruntu
 - I_0 – wskaźnik odkształcenia ($I_0 = E_2/E_1$) wg PN-S-02205:1998 [56]
 - w_{nos} – wskaźnik nośności wg PN-S-02205:1998 [56]
- w razie potrzeby warunki bezpieczeństwa dla obiektów sąsiednich podczas zagęszczenia nasypu.

Integralną częścią projektu budowlanego musi być dokumentacja określająca geotechniczne warunki podłoża budowlanego.

2.1.2. Dokumentacja warunków geotechnicznych w podłożu

Badania podłoża mają na celu uzyskanie danych o przestrzennym układzie gruntów, ich parametrach geotechnicznych oraz poziomie wody gruntowej. Na podstawie badań wydziela się warstwy geotechniczne określając ich właściwości fizyczne (I_D, I_L), parametry wytrzymałościowe (φ, c) oraz odkształceniowe (E_0, M_0). Koniecznym jest ustalenie poziomu zwierciadła wody gruntowej, wysokości kapilarnego podsiąkania oraz agresywności wody/gruntu w stosunku do betonu. W celu

właściwego zaprojektowania badań należy przeprowadzić wizję lokalną i analizę materiałów archiwalnych.

W szczególnych przypadkach, kiedy warunki geologiczno - inżynierskie są skomplikowane i należy je zaliczyć do III kategorii geotechnicznej konieczne jest wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (zgodnie z prawem geologicznym i górnictwem). Takimi przypadkami są lokalizacje obiektów na obszarach objętych czynnymi procesami geologicznymi, uszkodzeniami górnictwem, krasem, itp.).

Rozpoznanie warunków geotechnicznych do kategorii II odbywa się zazwyczaj na podstawie:

- a) dokumentacji archiwalnych,
- b) wierceń i sondowań geotechnicznych,
- c) badań laboratoryjnych,
- d) obserwacji studni lub innych punktów umożliwiających ustalenie poziomu wód gruntowych i agresywności środowiska.

Liczba podstawowych punktów badawczych i ich usytuowanie w terenie powinny umożliwić wydzielenie warstw geotechnicznych z dokładnością odpowiadającą wymaganiom obliczeń projektowych. Przyjmuje się następujące wymagania minimalne:

- najmniejsza dopuszczalna liczba punktów obserwacyjnych dla jednego obiektu (np. małego boiska) wynosi cztery, w tym co najmniej jeden otwór wiertniczy; jeżeli istnieje możliwość wykorzystania archiwalnych otworów wiertniczych, wykonywanie otworu nie jest konieczne
- dla obiektów o zwartym obrysie w planie - odległość między punktami obserwacyjnymi nie powinna być większa niż 40 m - w przypadku prostych oraz większa niż 20 m - w przypadku złożonych warunków gruntowych. W razie potrzeby dla uściślenia warunków geotechnicznych należy zwiększyć liczbę punktów badawczych.

W tabelicy 1 przedstawiono minimalne ilości badań wykonywanych dla rozpoznania podłoża gruntowego.

Tabela 1. Liczba punktów badawczych przy badaniach podłoża, w zależności od powierzchni projektowanej zabudowy

Liczba punktów dla powierzchni zabudowy w m ²				
do 600	od 600 do 1 500	od 1 500 do 5 000	od 5 000 do 20 000	więcej niż 20 000
od 4 do 5	od 5 do 8	od 8 do 12	od 12 do 18	od 5 do 7 na każdy następny ha

Jeżeli podczas badań stwierdzone zostanie występowanie gruntów słabych, mogących wpływać w istotny sposób na wartości osiadań i nośność podłoża, liczbę punktów badawczych należy zwiększyć tak, aby można było jednoznacznie ustalić rozciągłość i miąższość warstw geotechnicznych obejmujących te grunty.

W szczególności dotyczy to:

- a) zagęszczenia wierceń lub sondowań w celu uściślenia zasięgu gruntów słabych,
- b) pogłębienia otworów badawczych poniżej spągu gruntów słabych,

Jeżeli stwierdza się korzystniejsze od przewidywanych warunki geotechniczne możliwe jest zmniejszenie liczby punktów badawczych lub ich głębokości. Głębokość rozpoznania nie może być mniejsza niż 3 m poniżej poziomu posadowienia budowli. Rozpoznanie profilu podłoża powinno być szczegółowe, a pobierane próbki do badań klasy 2.

W celu wydzielenia warstw geotechnicznych badania gruntów należy prowadzić w zakresie, umożliwiającym określenie parametrów geotechnicznych wydzielanych warstw.

Próbki gruntów pobiera się w takiej liczbie, aby dla każdej wydzielanej warstwy geotechnicznej można było oznaczyć cechy identyfikacyjne gruntu oraz określić potrzebne parametry geotechniczne.

Próbki wody w celu zbadania jej agresywności należy pobierać wówczas, gdy projektuje się posadowienie obiektów poniżej zwierciadła wód gruntowych lub w strefie wahań zwierciadła wód gruntowych.

Dokumentacja geotechniczna powinna zawierać informację obejmującą:

- 1) rodzaj i stan gruntów w podłożu na terenie robót ziemnych
- 2) układ warstw gruntów w podłożu
- 3) poziom wód gruntowych i powierzchniowych oraz ich okresowe wahania
- 4) właściwości fizykomechaniczne gruntów i ich zmienność
- 5) ocenę geotechnicznych warunków posadowienia.

2.1.3. Wymagania dla podłoża gruntowego

Podłoże gruntowe, na którym zostaną wbudowane warstwy konstrukcyjne nie może się nadmiernie odkształcać i osiadać podczas budowy oraz użytkowania obiektów sportowych. Można przyjąć, że osiadania nie wystąpią, jeśli w podłożu znajdują się następujące rodzaje gruntów:

- grunty skaliste lub kamieniste,
- grunty niespoiste (gruboziarniste) w stanie zagęszczonym lub bardzo zagęszczonym,
- spoiste w stanie zwartym lub półzwartym,

Przygotowanie podłoża pod warstwy konstrukcyjne obiektów sportowych zależy od rodzaju i stanu gruntu, wysokości położenia zwierciadła wody. Bezwzględnie musi być usunięty humus, grunty zawierające powyżej 2% części organicznych oraz grunty wysadzinowe. W przypadku gruntów wątpliwych decyduje położenie zwierciadła wody. W tablicy 2 przedstawiono podział gruntów ze względu na wysadzinowość.

Tablica 2. Podział gruntów ze względu na wysadzinowość

	Grupa gruntów		
	Niewysadzinowy	Wątpliwy	Wysadzinowy
Właściwości	Rumosz niegliniasty	Piasek pylasty	Grunty mało wysadzinowe
	Żwir	Zwierzelina gliniasta	Gлина piaszczysta zwięzła:
	Pospółka	Rumosz gliniasty	Gлина zwięzła
	Piasek gruby	Żwir gliniasty	Ił
	Piasek średni	Pospółka gliniasta	Ił piaszczysty
	Piasek drobny		Ił pylasty
	Żużel nierozpadowy		Grunty bardzo wysadzi nowe:

			Piasek gliniasty Pył piaszczysty Pył Gлина piaszczysta Gлина Gлина pylasta
Zawartość cząstek wg PN-B-04481[50], % ≤ 0,075 mm ≤ 0,02 mm	< 15 < 3	15 ÷ 30 3 ÷ 10	>30 > 10
Kapilarność bierna	< 1,0	1,0 ÷ 1,3	>1,3

W przypadku gdy w górnej części podłoża występują grunty o współczynniku filtracji $k_{10} \leq 10^{-5}$ m/s powierzchnię podłoża, na której będą układane warstwy konstrukcyjne należy wykonać ze spadkami poprzecznymi od 2% do 4% w celu odwodnienia.

Przyjęte w niniejszych wytycznych rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe nawierzchni zostały wyznaczone jak dla podłoża niewysadzinowego grupy nośności G1. W przypadku podłoża o niższej grupie nośności należy go doprowadzić do grupy G1. Zasady klasyfikacji podłoża do odpowiedniej grupy nośności przedstawiono w rozporządzeniu Ministra TiGM z dnia 2.03.1999 [8].

Tablica 3. Grupa nośności w zależności od rodzaju gruntów podłoża

Rodzaj gruntów podłoża	Grupa nośności podłoża dla warunków wodnych		
	dobrych (zwierciadło wody min. 2m poniżej poziomu posadowienia)	przeciętnych (zwierciadło wody ok. 1 ÷ 2m poniżej poziomu posadowienia)	złych (zwierciadło wody ok. 0 ÷ 1m poniżej poziomu posadowienia)
1	2	3	4
Grunty niewysadzinowe: rumosze (niegliniaste), żwiry i pospółki, piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste, żużle nierozpadowe	G1	G1	G1
Grunty wątpliwe: piaski pylaste	G1	G2	G2
Grunty wątpliwe: zwiaterzliny gliniaste i rumosze gliniaste, żwiry i pospółki gliniaste	G1	G2	G3
Grunty małowysadzinowe (w stanie zwartym, półzwartym lub twardoplastycznym – $I_L \leq 0,25$): gliny zwięzłe, gliny piaszczyste i pylaste zwięzłe, ility, ility piaszczyste i pylaste	G2	G3	G4
Grunty bardzo wysadzinowe: piaski gliniaste, pyły piaszczyste, pyły, gliny, gliny piaszczyste i pylaste, ility warwowe	G3	G4	G4

2.1.4. Realizacja robót ziemnych

2.1.4.1. Prace przygotowawcze

Przed przystąpieniem do wykonywania robót ziemnych należy przeprowadzić odpowiednie prace przygotowawcze. Są to:

- 1) roboty geodezyjne związane z wytyczeniem granic wykopu oraz usytuowaniem występujących w danym obszarze instalacji podziemnych, lub innych przeszkód wymagających wykonywania wykopu ze szczególną ostrożnością,
- 2) oczyszczenie i przygotowanie terenu, a w szczególności:
 - usunięcie rumowisk, wysypisk odpadów oraz gruntów zanieczyszczonych,
 - usunięcie występujących w granicach wykopów krzewów i drzew,
 - przełożenie kolidujących instalacji podziemnych,
 - zabezpieczenie przed uszkodzeniami w razie potrzeby drzew i obiektów występujących w sąsiedztwie granic wykopu,
 - osuszenie lub przełożenie istniejących na terenie robót ziemnych zbiorników i cieków wodnych,
- 3) odwodnienie powierzchniowe terenu – wykonywane roboty należy zabezpieczyć przed destrukcyjnym działaniem wód opadowych przez odpowiednie ukształtowanie przyległego terenu (spadki od wykopu).

Woda gruntowa napływająca do wykopu przez skarpy lub ściany rozluźnia grunt, a co za tym idzie zmniejsza jego nośność. W celu zabezpieczenia wykopu od wód gruntowych należy wykonać rowki oraz dreny poziome kierujące wodę do studzienek zbiorczych (rząpi), skąd będzie odpompowana do systemu odwadniającego.
- 4) wgłębne obniżenie poziomu wody gruntowej – obniżenie poziomu lub obniżenie ciśnienia powinno być wykonane na podstawie projektu; poziom wody gruntowej można obniżyć stosując np. igłofiltry lub studnie wiercone. Należy pamiętać i zwracać szczególną uwagę, by system odwodnienia nie doprowadził do nadmiernego osiadania lub uszkodzeń pobliskich obiektów.

2.1.4.2. Wykopy

Wykopy powinny być wykonywane w maksymalnym stopniu przy użyciu sprzętu mechanicznego. Ręczne odspajanie należy praktykować w przypadku:

- 1) odspajania gruntów w sąsiedztwie przewodów instalacji podziemnej, przy wykopach poszukiwawczych
- 2) w strefie dna wykopu, jeżeli użycie sprzętu mogłoby pogorszyć warunki gruntowe
- 3) jeśli użycie sprzętu uniemożliwia uzyskanie wymaganej dokładności wykonania.

Jednocześnie z wykopem należy zaplanować i realizować odwodnienie. Ma to ogromne znaczenie przy gruntach spoistych lub skałach podatnych na nawodnienie. Spływ powierzchniowy powinien być skierowany do rowów i studni odwadniających, a następnie wypompowanych na zewnątrz wykopu do systemu odprowadzającego wodę.

Poza obrysem wykopu należy wykonać rowy przejmujące wody powierzchniowe. Powierzchnie skarp w gruntach podatnych na rozmywanie należy zabezpieczać.

Wykop w ostatniej fazie należy wykonywać w taki sposób, by nie pogorszyć stanu gruntów występujących w dnie wykopu.

W przypadku, gdy natychmiastowe zabudowanie wykopu jest niemożliwe zaleca się wykonanie wykopu do głębokości o min. 10 cm wyższej niż projektowana rzędna dla wykopów wykonywanych ręcznie, a 10 ÷ 30 cm (w zależności od rodzaju gruntu) dla wykopów wykonywanych mechanicznie. Pogłębienie wykopu należy wykonać tuż przed rozpoczęciem układania warstw konstrukcyjnych.

W przypadku, gdy w wykonywanym wykopie, na głębokości posadowienia, znajduje się grunt o nośności mniejszej od przewidzianej w projekcie lub grunt silnie nawodniony, roboty ziemne należy przerwać do czasu ustalenia sposobu postępowania (projektanci, nadzór geotechniczny).

2.1.4.3. Kontrola podłoża gruntowego

W trakcie wykonywania robót ziemnych należy przeprowadzić badania kontrolne mające na celu potwierdzenie rozpoznania geologicznego – dokumentacji geotechnicznej (badania takie wykonuje najczęściej nadzór geotechniczny).

Po usunięciu nadkładu do rzędnych projektowych należy przeprowadzić odbiór geotechniczny wykopu. Odbiór wykonanego wykopu jest ostatnim elementem oceny geotechnicznych warunków posadowienia. Pozwala on w sposób bezpośredni na całym obszarze określić występujące grunty, ich rodzaj i stan oraz położenie warstw w poziomie posadowienia. Przykładowy raport z odbioru geotechnicznego wykopu dla prostych warunków gruntowych przedstawiono w załączniku Nr 1.

W przypadku niejednorodnego podłoża podstawowym elementem odbioru wykopu musi być jego szkic z naniesionymi granicami pomiędzy różnymi rodzajami gruntów. Jeżeli podłożem są grunty spoiste, ale różniące się stanem na tyle, że będzie to mieć wpływ na współpracę konstrukcji z podłożem należy określić granice pomiędzy nimi i nanieść na szkic (umożliwia to jej weryfikację).

W przypadku istotnych niezgodności z dokumentacją geotechniczną lub geologiczno-inżynierską mogą być konieczne: korekta poziomu posadowienia, wymiana lub poprawienie właściwości gruntów.

Kontrolę musi wykonywać osoba z odpowiednimi uprawnieniami geologicznymi, geotechnicznymi (omawiane obiekty zaliczane są do II kategorii geotechnicznej).

Badania kontrolne powinny być udokumentowane w raporcie geotechnicznym. Raport powinien zawierać:

- opis wykonanych prac
- termin wykonania prac
- lokalizację punktów badań kontrolnych
- wyniki badań
- wyniki kontroli.

Termin wykonania kontroli gruntów w poziomie posadowienia oraz wyniki kontroli powinny być również odnotowane w dzienniku budowy.

Bezpośrednio po wykonaniu wykopu i odbiorze geotechnicznym należy sprawdzić szczegółowo stan podłoża do głębokości co najmniej 50 cm.

Podłoże powinno wykazywać wartości wskaźnika zagęszczenia (I_s) lub modułu odkształcenia (E_2) zgodnie z tablicą 4.

Tablica 4. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia lub modułu E_2 dla podłoża

Strefa podłoża	Minimalna wartość I_s lub E_2	
	Grunty niespoiste	Grunty spoiste
Warstwa do głębokości 20 cm	$I_s \geq 1,00$	$I_s \geq 1,00$

	$E_2 \geq 80 \text{ MPa}$	$E_2 \geq 60 \text{ MPa}$
Podłoże na głębokości od 20 do 50 cm	$I_s \geq 0,97$ $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$	$I_s \geq 1,00$ $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$

W przypadku, gdy podłoże nie osiąga wartości wymienionych w tablicy 4 należy go dogęścić lub wzmocnić w inny sposób tak, aby osiągnąć wartości minimalne stanu parametrów podanych w tablicy.

2.1.4.4. Metody kontroli

Zakres kontroli powinien obejmować wskaźnik zagęszczenia lub moduł odkształcenia. Ocena wskaźnika zagęszczenia (I_s) jest długotrwała i wymaga badań laboratoryjnych określających maksymalną gęstość szkieletu gruntowego oraz wilgotność optymalną (badanie w aparacie Proctora). Możliwe jest przyspieszenie kontroli poprzez badania modułu odkształcenia. W praktyce można wykonać 3-4 badania wtórnego modułu odkształcenia płytą statyczną i uzupełnić znacznie większą ilością badań modułu płytą dynamiczną. Zaleca się wykonanie jednego badania na 50 m². Pozwala to na statystyczną ocenę wyników i zwiększa prawdopodobieństwo wychwycenia obszarów niedostatecznie zagęszczonych.

2.1.4.4.1. Badanie płytą statyczną wg PN-S-02205:1998[56]

Badanie polega na pomiarze odkształceń pionowych (osiadań) badanej warstwy podłoża pod wpływem nacisku statycznego wywieranego za pomocą stalowej okrągłej płyty o średnicy $D = 300 \text{ mm}$. Pomiar modułu odkształcenia podłoża gruntowego należy przeprowadzać, gdy temperatura badanej warstwy jest większa od 0° C.

Z badania otrzymujemy moduł odkształcenia E obliczany według wzoru:

$$E = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot 0,75D \quad (1)$$

gdzie:

Δp – różnica nacisków, [MPa],

Δs – przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków, [mm]

D – średnica płyty, [mm]

W badaniu oznacza się dwa moduły odkształcenia:

E_1 – pierwotny moduł odkształcenia

E_2 – wtórny moduł odkształcenia.

Końcowe obciążenie doprowadza się do:

- 0,25 MPa - przy badaniu gruntu podłoża lub nasypu,
- 0,35 MPa - przy badaniu ulepszanego podłoża.

Istotnym elementem oceny rzeczywistych wartości modułu odkształcenia jest tzw. wskaźnik odkształcenia (I_0). Jego wymaganą wartość określa się indywidualnie w zależności od wagi problemu. Ale nie powinien on przekraczać wartości 2,2.

Badanie to jest próbnym obciążeniem i jego wyniki przyjmuje się, jako miarodajne w stosunku do innych metod określania modułu odkształcalności podłoża (szczególnie dla badań płytami dynamicznymi).

2.1.4.4.2. Badanie płytą dynamiczną

Badania płytą dynamiczną nie są badaniami znormalizowanymi, choć są obecnie powszechnie wykonywane (istnieje kilka typów płyt). Dlatego też badania należy prowadzić zgodnie z zasadami podanymi przez producenta. Istniejąca literatura podaje, że dla płyt dynamicznych najczęściej stosowanych w Polsce wartości modułu dynamicznego są około 2-krotnie niższe niż wtórny moduł z badania płytą statyczną.

Zasadę badania zagęszczenia gruntu tą metodą można opisać następująco:

Obciążnik uderowy (ok. 10 kg) spada wzdłuż prowadnicy z wysokości 0,73 m na gumowy amortyzator. Amortyzator ten znajduje się w obudowie sztywno połączonej z płytą bazową, która (podobnie jak w badaniach statycznych) ma średnicę 0,3 m i średnią grubość 0,02 m. W centralnej części płyty bazowej umieszczony jest geofon, przyjmujący powstałą w wyniku uderzenia falę odbitą, przetwarzając ją w sygnał analogowy, proporcjonalny do siły oddziaływania uderu na podłoże. Przetworzony wstępnie sygnał dźwiękowy przesyłany jest do przetwornika analogowo/cyfrowego, z którego, po zamianie na sygnał cyfrowy podlega przetworzeniu w procesorze na wymiar odpowiadający zagłębieniu płyty w ośrodku gruntowym.

Maksymalna siła $P_{\max}$ przekazywana każdorazowo na płytę bazową przez spadający obciążnik uderowy, nie musi być każdorazowo mierzona. Obliczenia teoretyczne i praktyka wykazały, że maksymalna siła $P_{\max}$ jest praktycznie niezależna od reakcji warstwy i może być przyjmowana, jako stała obliczeniowa.

Kalibrowanie geofonu następuje wskutek wstępnych, niedomiarowych uderów. Odbywać się ono powinno w miejscu przeprowadzania pomiaru. Jest to istotne także ze względu na konstrukcję samego geofonu - przekazuje on niedokładnie pomierzona prędkość, jeżeli nie nastąpiło wcześniejsze ustalenie współczynnika dla prędkości rzeczywistej. W wyniku uderów wstępnych i wytypowania prędkości maksymalnej emanacji fal akustycznych w ośrodku gruntowym obliczany jest współczynnik uwzględniający częstotliwość wzbudzenia i częstotliwość własną, urządzenia pomiarowego. Na tej podstawie szacowany jest moduł dynamicznego odkształcenia podłoża. Badania płytą dynamiczną powinny być wykonywane przez doświadczonych geotechników gdyż istnieje wiele czynników, które w sposób istotny wpływają na wynik pomiaru (np. zbyt duże zawilgocenie gruntu powoduje, że wykazywany moduł jest niższy niż rzeczywisty).

2.1.4.4.3. Kryteria oceny

Jeśli warunki gruntowe stwierdzone w wyniku kontroli są gorsze od przyjętych w projekcie, projektant musi określić tryb dalszego postępowania (np. zakres dodatkowych badań kontrolnych, sposób wzmocnienia podłoża lub możliwość przystąpienia do dalszych prac).

Jeżeli warunki gruntowe w poziomie posadowienia są zgodne z założonymi w projekcie, Raport może stanowić podstawę odbioru końcowego wykopu.

Raport geotechniczny zawierający wyniki badań kontrolnych przydatności gruntów do wbudowania należy porównać z założeniami projektowymi. Jeśli spełniają wymagania to materiał nadaje się do wykorzystania w określonym celu, jeśli inaczej to nie można go stosować.

Przy kontroli właściwości wytrzymałościowych, jeśli chociaż jeden z wyników jest negatywny (wartość wskaźnika jest mniejsza od wymaganej), zagęszczenie danego fragmentu warstwy, o powierzchni minimum 500 m², należy powtórzyć i wykonać ponownie badania kontrolne.

2.1.4.4. Kontrola końcowa

Zakres kontroli końcowej powinien obejmować:

- 1) rzędną dna wykopu,
- 2) rodzaj i stan gruntów w poziomie dna wykopu,
- 3) geometrię wykopu,
- 4) rzędną posadowienia nasypu (wymiany gruntu, warstw wbudowanych).

Dokumentacja budowy niezbędna przy odbiorze końcowym powinna obejmować:

- dokumentację projektową,
- wyniki badań kontrolnych (operaty geodezyjne i raporty geotechniczne),
- protokoły odbiorów częściowych,
- dziennik budowy.

Roboty można uznać za wykonane prawidłowo, jeżeli:

- zakres wykonanych badań kontrolnych i odbiorów częściowych spełnia wymagania projektowe,
- wyniki wszystkich badań końcowych i odbiorów częściowych spełniają wymagania projektowe,
- wyniki badań końcowych i odbiorów częściowych zostały właściwie udokumentowane.

Wyniki odbioru powinny być udokumentowane w formie protokołu, w którym powinna być zawarta ostateczna ocena prawidłowości wykonania robót i stwierdzenie ich przyjęcia, i wpisu do Dziennika Budowy.

Jeśli wszystkie badania, kontrole oraz odbiory częściowe robót oraz odbiór końcowy wykazują, że zostały spełnione wymagania określone w projekcie, to wykonane roboty ziemne należy uznać za zgodne z wymaganiami.

Do wbudowywania należy stosować materiał określony w dokumentacji projektowej. Wszelkie zmiany w stosunku do projektu powinny być uzgodnione z projektantem, inwestorem i wpisane do Dziennika Budowy.

2.2. System drenażowo – odsączający

Prawidłowa współpraca nawierzchni boisk z podłożem wymaga zastosowania odwodnienia liniowego oraz warstwy odsączającej. Materiałem stosowanym przy wykonywaniu warstw zasypki odwodnienia liniowego oraz warstw odsączających jest żwir płukany i piasek. Przed przystąpieniem do budowy odwodnienia należy udrożnić istniejącą instalację odprowadzającą do kanalizacji deszczowej lub ogólnie spławnej, do których przewidziano podłączenie projektowanego odwodnienia. Kiedy nie jest możliwe odprowadzenie wody do kanalizacji należy wykonać studnie chłonne, poprzez które woda opadowa z boisk zostanie odprowadzona do podłoża. Warunkiem odprowadzenia wody do podłoża jest wykonanie operatu wodno-prawnego i uzyskanie pozytywnej decyzji na odprowadzenie wód opadowych do gruntu.

Do zasypki drenaży liniowych należy stosować żwir filtracyjny płukany a do warstwy odsączającej piaski i żwiry. Uziarnienie zasypki filtracyjnej drenażu liniowego należy projektować indywidualnie w zależności od rodzaju gruntów występujących w podłożu oraz projektowanej podbudowy. Uziarnienie zasypki musi być przepuszczalne i chronić rury drenarskie przed zamuleniem. W przypadku, kiedy istnieje groźba kolmatacji rur należy stosować geowłókniny filtracyjne ewentualnie zasypki warstwowe.

Rury drenarskie z PVC odwodnienia liniowego należy układać zawsze kielichami w kierunku przeciwnym do spadku dna wykopu. Każda rura po ułożeniu zgodnie z osią i niweletą powinna ściśle przylegać do podłoża na całej swej długości i co najmniej 1/4 obwodu, symetrycznie do osi kanału. Poszczególne rury należy unieruchomić (przez obsypanie zasypką pośrodku długości rury) i mocno podbić z obu stron, aby rura nie mogła zmienić swego położenia do czasu wykonania uszczelnienia złączy. Należy sprawdzić prawidłowość ułożenia rury (oś i spadek) za pomocą przyrządów geodezyjnych.

Odchyłka osi ułożonego przewodu od osi projektowanej nie może przekraczać ± 20 mm dla rur PVC. Spadek dna rury powinien być jednostajny, a odchyłka spadku nie może przekraczać ± 10 mm.

Po sprawdzeniu prawidłowości ułożenia przewodów i badaniu szczelności należy rury zasypać zasypką filtracyjną pamiętając, aby pozostawić ok. 10 cm słabo zagęszczonego materiału. Zasypkę filtracyjną zagęszczamy do projektowanego wskaźnika zagęszczenia dopiero w następnej warstwie, co uchroni rury przed uszkodzeniem lub niekontrolowanym przemieszczeniem.

Warstwa odsączająca powinna być wykonana z piasków lub żwirów ułożonych w warstwie o grubości od 10 do 20 cm po zagęszczeniu.

W przypadku wykorzystania do budowy warstwy odsączającej piasków, żwirów lub pospółek pochodzących z lokalnych źródeł należy wykonać podstawowe badania, w tym uziarnienia i współczynnika filtracji celem potwierdzenia ich przydatności. Grunty te powinny charakteryzować się minimalnymi wskaźnikami:

- wskaźnikiem różnoziarnistości $C_u \geq 5$
- wskaźnikiem krzywizny uziarnienia $C_c = 1 \div 3$
- współczynnikiem filtracji $k > 10^{-5}$ m/sek.

Materiał powinien spełniać wymagania dotyczące nieprzenikania cząstek pomiędzy warstwą a podłożem oraz podłożem zgodnie z zależnością:

$$D_{15} / d_{85} \leq 5$$

w której:

D_{15} – wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy odsączającej, [mm]

d_{85} – wymiar boku oczka, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, [mm]

Jeżeli powyższy warunek nie może być spełniony, to należy ułożyć na podłożu warstwę separacyjną lub odpowiednio dobraną geowłókninę. Ochronne właściwości geowłókniny, przeciw przenikaniu drobnych ziarn gruntu, wyznacza się z warunku:

$$d_{50} / O_{90} \geq 1,2$$

w którym:

d_{50} – wymiar boku oczka, przez które przechodzi 50% ziarn gruntu podłoża, [mm]

O_{90} – umowna średnica porów geowłókniny odpowiadająca wymiarom frakcji gruntu zatrzymanego na geowłókninie w ilości 90%; wartość parametru O_{90} powinna być podawana przez producenta geowłókniny,

Jeżeli projekt przewiduje wykonanie warstwy odsączającej o grubości większej niż 20 cm to należy ją wykonać dwuwarstwowo. W trakcie układania należy sprawdzać czy materiał nie uległ rozsegregowaniu, a jeśli to nastąpi to należy go wymienić.

Wskaźnik zagęszczenia (I_s) warstwy odsączającej nie powinien być mniejszy niż 1,0 według normalnej próby Proctora, wykonanej zgodnie z normą PN-B-04481:1988 [50].

Dopuszcza się również kontrolę zagęszczenia warstwy metodą obciążeń płytą statyczną i dynamiczną podobnie jak w przypadku podłoża. Należy określić pierwotny i wtórny moduł odkształcenia warstwy według wg PN-S-02205:1998 [56]. Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu odkształcenia nie powinien przekraczać 2,2 – 2,3.

Wilgotność kruszywa podczas zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej z tolerancją od -20% do +10% jej wartości.

2.2.1. Kontrola w trakcie wykonywania

Kontrola bieżąca obejmuje:

- sprawdzenie jakości wbudowywanego materiału poprzez:
 - kontrolę uziarnienia,
 - kontrolę zawartości zanieczyszczeń obcych,
- sprawdzenie jakości wykonanej warstwy odsączającej poprzez:
 - sprawdzenie warunku nieprzenikania cząstek,
 - kontrolę grubości warstwy ,
 - kontrolę rzędnych wysokościowych,
 - kontrolę równości w profilu podłużnym i przekroju poprzecznym,
 - kontrolę spadków poprzecznych,
 - kontrolę zagęszczenia,
 - kontrolę nośności.

Kontrolę przeprowadza się poprzez porównanie wyników oceny z warunkami założonymi w projekcie.

Badania kontrolne powinny być udokumentowane w Raporcie geotechnicznym. Raport powinien zawierać:

- opis wykonanych prac,
- termin wykonania prac,
- lokalizację punktów badań kontrolnych,
- wyniki badań,

- wynik kontroli.

Termin wykonania kontroli warstwy oraz wyniki kontroli powinny być odnotowane w Dzienniku Budowy.

3. Podbudowy

3.1. Rodzaje podbudów

Podbudowa stanowi warstwę konstrukcyjną, na której bezpośrednio układa się nawierzchnię syntetyczną. Aby zapewnić trwałość oraz prawidłowe warunki użytkowania nawierzchni powinna się ona charakteryzować, między innymi odpowiednią wytrzymałością, mrozoodpornością i równością. Najczęściej wykonywanymi podbudowami są:

- podbudowa z kruszyw,
- podbudowa z betonu asfaltowego,
- podbudowa z betonu.

W dalszej części przedstawiono zasady wykonywania, wymagania oraz metody kontroli podbudów.

3.2. Podbudowa z kruszyw

3.2.1. Prace przygotowawcze

Jakość wykonania poszczególnych warstw konstrukcyjnych ma podstawowe znaczenie dla zachowania w długim (powyżej 25 lat) okresie prawidłowych warunków eksploatacyjnych obiektu. Ze względów klimatycznych oraz zużycia eksploatacyjnego może być konieczna wymiana samej nawierzchni boisk, ale warstwy konstrukcyjne muszą zachować swoje parametry. Z tego względu wymaga się wykonania odcinka próbnego o wymiarach minimalnych 5x12 m. Na odcinku próbnym zawierającym wszystkie warstwy konstrukcyjne należy określić:

- czy sprzęt budowlany przeznaczony do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- grubości warstw materiałów w stanie luźnym, konieczne do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- liczbę przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnego do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia lub modułu odkształcenia.

Na odcinku próbnym należy zastosować kruszywo oraz sprzęt do mieszania, rozkładania i zagęszczania, identyczne jakie będzie stosowane do wykonywania warstw konstrukcyjnych.

Dla poszczególnych warstw konstrukcyjnych należy wykonać badania kontrolne metodami, które będą stosowane przy badaniach odbiorczych w trakcie budowy boisk. Z badań na odcinku próbnym należy sporządzić raport.

Po wykonaniu odcinka próbnego należy go rozebrać, a materiał po segregacji można ponownie użyć do budowy boisk.

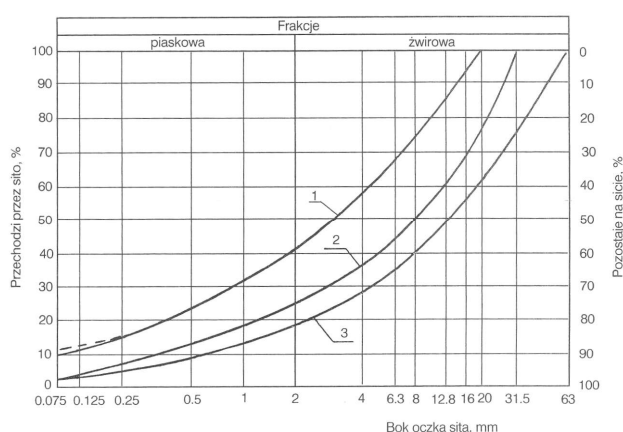
Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inspektora Nadzoru.

3.2.2. Materiał na podbudowy

Materiał stosowany do wykonywania nasypów (podbudów) powinien charakteryzować się odpowiednią wytrzymałością, mrozoodpornością oraz właściwym uziarnieniem, umożliwiającym łatwe zagęszczenie i uzyskanie wymaganych właściwości wytrzymałościowych oraz wodoprzepuszczalności. Parametry te ustalane są indywidualnie i zawarte są w projekcie, według, którego prowadzone są prace.

Kruszywa przeznaczone na podbudowę wykonywaną metodą stabilizacji mechanicznej powinny mieć uziarnienie ciągłe mieszczące się w pomiędzy granicznymi krzywymi podanymi na wykresie pól dobrego uziarnienia (rysunek 1) oraz powinny spełniać wymagania stawiane przez PN S-06102:1997 [57] (tabela 1). Ciągłość uziarnienia oznacza, że krzywa uziarnienia nie może przebiegać od dolnej krzywej granicznej do górnej krzywej granicznej uziarnienia na sąsiednich sitach. Wymiar największego ziarna kruszywa nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

Rysunek 1. Pole dobrego uziarnienia kruszyw przeznaczonych na podbudowy wykonywane metodą stabilizacji mechanicznej wg PN-S-06102:1997 [57]



gdzie:

obszar pomiędzy krzywą 1-2 - kruszywo na podbudowę zasadniczą (górną warstwę) lub podbudowę jednowarstwową

obszar pomiędzy krzywą 1-3 – kruszywo na podbudowę pomocniczą (dolną warstwę)

3.2.3. Wymagania dla podbudowy z kruszyw

Kruszywo stosowane do budowy nasypów (a zatem i podbudowy) powinno charakteryzować się (o ile projekt nie podaje inaczej):

- współczynnikiem filtracji $k > 10^{-5}$ m/sek.

Materiał stosowany do podbudowy powinien spełniać wymagania dotyczące nieprzenikania cząstek pomiędzy podbudową oraz podłożem zgodnie z zależnością:

$$D_{15} / d_{85} \leq 5$$

w której:

D_{15} – wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy podbudowy lub warstwy odsączającej, [mm]

d_{85} – wymiar boku oczka, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, [mm]

Jeżeli powyższy warunek nie może być spełniony, to należy ułożyć na podłożu warstwę separacyjną lub odpowiednio dobraną geowłókniny. Ochronne właściwości geowłókniny, przeciw przenikaniu drobnych ziarn gruntu, wyznacza się z warunku:

$$d_{50} / O_{90} \geq 1,2$$

w którym:

d_{50} – wymiar boku oczka, przez które przechodzi 50% ziarn gruntu podłoża, [mm]

O_{90} – umowna średnica porów geowłókniny odpowiadająca wymiarom frakcji gruntu zatrzymanego na geowłókninie w ilości 90%; wartość parametru O_{90} powinna być podawana przez producenta geowłókniny,

Przy doborze geowłókniny poza parametrem O_{90} powinny być wyspecyfikowane wartości wytrzymałości na przebicie statyczne i dynamiczne. Wartości te nie powinny być niższe niż 700 N w przypadku wytrzymałości na przebicie statyczne oraz 50 mm na przebicie dynamiczne. W żadnym przypadku nie należy uwzględniać wymagania dotyczącego gramatury geosyntetyku (stosowanego w projektach), jako ekwiwalentnego w stosunku do podanych wyżej wymagań.

W miarę możliwości należy stosować materiał miejscowy. Jeśli miejscowe materiały nie nadają się do wbudowania, należy rozważyć ich uzdatnianie przez:

- zmieszanie z cementem, wapnem lub innymi materiałami (np. popioły lotne, żużel granulowany)
- skruszenie, przemycie lub przesianie
- dostosowanie wilgotności.

Należy pamiętać i przestrzegać, by do budowy nasypów nie stosować:

- gruntów zamarzniętych, pęczniejących i rozpuszczalnych w wodzie,
- gruntów z domieszkami rozpuszczalnymi w wodzie,
- gruntów zanieczyszczonych – zawierających dodatki gruzu, części roślinnych, drzew, śniegu, lodu, torfu.

Minimalna grubość poszczególnych warstw podbudowy według normy PN-S-06102:1997 [57] po zagęszczeniu powinna wynosić:

- a) dla kruszyw łamanych - 10,0 cm,
- b) dla kruszyw naturalnych - 12,5 cm,
- c) dla mieszanek kruszyw - 11,0 cm

Wilgotność kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [50] (metoda II). Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie. Jeżeli wilgotność kruszywa jest niższa od optymalnej o 20% jej wartości, dodać określoną ilość wody i równomiernie wymieszać. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

3.2.4. Kontrola materiałów

Materiał z przeznaczeniem do wbudowania należy kontrolować, poprzez:

1) jeśli materiał jest przywieziony od dostawcy/producenta na teren budowy:

- sprawdzenie dokumentów dostarczonego materiału – sprawdzenie czy dostarczony materiał ma określone następujące cechy i czy wyniki są zgodne z wymogami normy PN-S-06102: 1997 [57]:
 - uziarnienie,
 - zawartość zanieczyszczeń obcych,
 - zawartość zanieczyszczeń organicznych,
 - nasiąkliwość,
 - mrozoodporność,
 - rozpad krzemianowy i żelazawy,
 - zawartość związków siarki,
 - wskaźnik nośności $w_{noś}$
- wizualna ocena jakości materiału w trakcie rozładunku,
- wykonanie dla każdej partii badań sprawdzających – rodzaj badań uzależniony jest od pełnionej funkcji materiału po jego wbudowaniu (niezbędne właściwości zawiera projekt wg którego prowadzone są prace) – na ogół są to wg PN-B-11111 [52]; PN-B-11112 [53]; PN-B-11113 [54]
 - uziarnienie,
 - zawartość zanieczyszczeń obcych,
 - zawartość zanieczyszczeń organicznych,

2) jeśli materiał stosowany jest materiałem pozyskanym z innego miejsca na terenie budowy

- wykonanie badań przydatności w zakresie wynikającym z pełnionej funkcji materiału po jego wbudowaniu – niezbędne właściwości zawiera projekt, według którego prowadzone są prace.

3.2.5. Kontrola w trakcie wykonywania

Kontrola bieżąca obejmuje:

- sprawdzenie jakości wbudowywanego materiału poprzez:
 - kontrolę uziarnienia,
 - kontrolę zawartości zanieczyszczeń obcych,
 - kontrolę zawartości zanieczyszczeń organicznych,
- sprawdzenie jakości wykonanych poszczególnych warstw poprzez:
 - sprawdzenie warunku nieprzenikania cząstek,
 - kontrolę grubości warstw podbudowy,
 - kontrolę szerokości podbudowy,
 - kontrolę rzędnych wysokościowych osi i krawędzi podbudowy,
 - kontrolę równości w profilu podłużnym i przekroju poprzecznym,
 - kontrolę spadków poprzecznych,
 - kontrolę zagęszczenia,
 - kontrolę nośności.

Kontrolę przeprowadza się poprzez porównanie wyników oceny z warunkami założonymi w projekcie. Poszczególne warstwy muszą być również kontrolowane w zakresie zgodności ich geometrii z wymaganymi w projekcie. Jeżeli ten nie przewiduje inaczej to:

- nierównomierności podłużne nie powinny być większe niż 20 mm na 4-ro metrowej łacie,
- rzędne wysokościowe nie mogą się różnić o więcej niż ± 1 cm w stosunku do projektowych,
- grubość warstwy nie może się różnić o więcej niż ± 1 cm w stosunku do projektowych.

Badania kontrolne powinny być udokumentowane w Raporcie geotechnicznym. Raport powinien zawierać:

- opis wykonanych prac,
- termin wykonania prac,
- lokalizację punktów badań kontrolnych,
- wyniki badań,
- wyniki kontroli.

Termin wykonania kontroli warstw wbudowanych (podbudowa z kruszywa) oraz wyniki kontroli powinny być odnotowane w Dzienniku Budowy.

Każda wykonana warstwa podbudowy musi być poddana procedurze odbioru częściowego. Następna, wyżej położona warstwa może być układana dopiero po osiągnięciu wymaganego zagęszczenia warstwy poprzedniej, potwierdzonego odbiorem w dokumentacji budowy. Odbiory warstw wykonuje się na podstawie wyników kontroli właściwości wytrzymałościowych warstw.

3.2.6. Kontrola końcowa

Wykonana podbudowa powinna wykazywać wartości wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 1,00$ i modułu odkształcenia $E_2 \geq 100$ MPa przy jednoczesnym zachowaniu wskaźnika odkształcenia $I_0 \leq 2,2$.

Kontrolę I_s , E_2 należy prowadzić zgodnie procedurami badawczymi (podanymi w niniejszych wytycznych) zakładając, że ilość oznaczeń nie powinna być mniejsza niż 3 na 1000 m². Kontrola końcowa powinna być przeprowadzona w obecności Inspektora Nadzoru, Wykonawcy przedstawiciela Zlecniodawcy i innych zainteresowanych stron. Lokalizacja badań kontrolnych końcowych powinna być inna niż wcześniejszych badań wykonywanych w trakcie budowy. Jeśli wszystkie badania, kontrole oraz odbiory częściowe robót wykazują, że zostały spełnione wymagania określone w projekcie, to prace związane z wykonaniem podbudowy z kruszywa należy uznać za zgodne z wymaganiami.

3.3. Podbudowa asfaltowa

3.3.1. Wymagania dla materiałów i podbudowy

Podbudowa z betonu asfaltowego do nawierzchni sportowej zgodnie z „Projektem architektoniczno-budowlanym boisk sportowych Orlik 2012”, powinna składać się z dwóch warstw, dolnej i górnej. Właściwości tych warstw nawierzchni powinny odpowiadać wymaganiom wg „WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008”[63] dla mieszanki mineralno asfaltowej typu beton asfaltowy, warstwa wiążąca i ścieralna, kategoria ruchu KR1-KR2.

3.3.1.1. Warstwa dolna podbudowy

Do wykonania warstwy dolnej podbudowy należy stosować beton asfaltowy AC 11W lub AC 16W. Należy stosować następujące materiały:

- asfalt drogowy 50/70, o właściwościach zgodnie z PN-EN 12591:2009 [33],
- kruszywa grube o właściwościach podanych w tablicy 5, kruszywa drobne o właściwościach podanych w tablicy 6 oraz wypełniacz o właściwościach podanych w tablicach 7 i 8.

Tablica 5. Wymagane właściwości kruszywa grubego do warstwy dolnej podbudowy.

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1 [16], kategoria nie niższa niż:	$G_{c85/20}$
2	Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż wg kategorii	$G_{20/17,5}$
3	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1 [16], kategoria nie wyższa niż	f_2
4	Kształt kruszywa wg PN-EN 933-3[17] lub wg PN-EN 933-4[18], kategoria nie wyższa niż	Fl_{35} lub Sl_{35}
5	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej wg PN-EN 933-5[19]; kategoria nie niższa niż:	$C_{Deklarowana}$
6	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2[23], rozdział 5; kategoria nie wyższa niż:	LA_{35}
7	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6[27], rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta
8	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3[24]	deklarowana przez producenta
9	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6[27], załącznik B; kategoria nie wyższa niż:	$W_{cm0,5}^{aj}$
10	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6[30], w 1% NaCl, kategoria nie wyższa niż:	F_1
11	„Zgorzel słoneczna” bazaltu wg PN-EN 1367-3[29], kategoria:	SB_{LA}
12	Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3[15]	deklarowany przez producenta
13	Grube zanieczyszczenia lekkie, wg PN-EN 1744-1[31] p.14.2; kategoria nie wyższa niż:	$m_{LPC0,1}$
14	Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem wg PN-EN 1744-1[31] p.19.1	wymagana odporność
15	Rozpad żelazowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem wg PN-EN 1744-1[31] p. 19.2	wymagana odporność

16	Stałość objętości kruszywa z żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1[31] p.19.3; kategoria nie wyższa niż:	$V_{3,5}$
a) jeżeli nasiąkliwość jest większa, to należy badać mrozoodporność wg p. 10		

Tablica 6. Wymagane właściwości kruszywa drobnego do warstwy dolnej podbudowy.

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1[16], kategoria nie niższa niż:	$G_{F85} G_{A90}$
2	Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż wg kategorii:	$G_{TC} NR$
3	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1[16], kategoria nie wyższa niż:	f_{16}
4	Jakość pyłu wg PN-EN 933-9[21]; kategoria nie wyższa niż:	$MB_F 10$
5	Kanciastość kruszywa drobnego wg PN-EN 933-6[20], rozdz. 8, kategoria nie niższa niż:	$E_{cs} Deklarowana$
6	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6[27], rozdz. 7, 8 lub 9	<i>deklarowana przez producenta</i>
7	Grube zanieczyszczenia lekkie, wg PN-EN 1744-1[31] p.14.2; kategoria nie wyższa niż:	$m_{LPC} 0,1$

Tablica 7. Wymagane właściwości wypełniacza do warstwy dolnej podbudowy.

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-10[22], kategoria nie niższa niż:	<i>zgodnie z tabl. 4</i>
2	Jakość pyłu wg PN-EN 933-9[21], kategoria nie wyższa niż:	$MB_F 10$
3	Zawartość wody wg PN-EN 1097-5[26], nie wyższa niż:	$1\% (m/m)$
4	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-7 [28]	<i>deklarowana przez producenta</i>
5	Wolne przestrzenie w suchym zagęszczonym wypełniaczu wg PN-EN 1097-4 [25], wymagana kategoria:	$V_{28/45}$
6	Przyrost temperatury mięknięcia wg PN-EN 13179-1[42], wymagana kategoria:	$\Delta_{R\&B} 8/25$
7	Rozpuszczalność w wodzie wg PN-EN 1744-1[31], kategoria nie wyższa niż:	WS_{10}
8	Zawartość $CaCO_3$ w wypełniaczu wapiennym wg PN-EN 196-2[13], kategoria nie niższa niż:	CC_{70}
9	Zawartość wodorotlenku wapnia w wypełniaczu mieszanym, wymagana kategoria	$K_o 10, K_o Deklarowana$

10	„Liczba asfaltowa” wg PN-EN 13179-2[43], wymagana kategoria:	<i>BN_{deklarowana}</i>
----	--	---------------------------------

Tablica 8. Uziarnienie wypełniacza dodanego oznaczone wg PN-EN 933-10[22].

Sito # [mm]	Przesiew % (mm)	
	Ogólny zakres dla poszczególnych wyników	Maksymalny zakres uziarnienia deklarowany przez producenta ^{a)}
2	100	-
0,125	od 85 do 100	10
0,063	od 70 do 100	10
a) zakres uziarnienia powinien być deklarowany na podstawie ostatnich 20 wyników, z których 90% powinno mieścić się w tym zakresie, a wszystkie powinny mieścić się w ogólnym zakresie podanym w tablicy		

Uziarnienie mieszanki mineralnej i minimalne zawartości lepiszcza

Zalecane uziarnienie mieszanki mineralnej i minimalna zawartość lepiszcza podano w tablicy 9.

Tablica 9. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz minimalna zawartość lepiszcza do dolnej warstwy podbudowy.

Właściwość	Przesiew, % (m/m)			
	AC 11W		AC 16W	
Wymiar sita #, mm	Od	do	Od	do
16	100	-	90	100
11,2	90	100	65	80
8	60	80	-	-
2	30	50	25	40
0,125	5	18	5	15
0,063	3,0	8,0	3,0	8,0

Zawartość lepiszcza*	$B_{min4,6}$	$B_{min4,4}$
----------------------	--------------	--------------

*minimalna zawartość lepiszcza (kategoria B_{min}) w mieszankach mineralno-asfaltowych została podana dla założonej gęstości mieszanki mineralnej $2,650 \text{ Mg/m}^3$. Jeśli stosowana mieszanka mineralna ma inną gęstość (ρ_a), to do wyznaczenia minimalnej zawartości lepiszcza podaną wartość B_{min} należy pomnożyć przez współczynnik α wg równania:

$$\alpha = 2,65 / \rho_a$$

ρ_a - gęstość objętościowa ziaren kruszywa mieszanki mineralnej, w $[\text{Mg/m}^3]$, określona zgodnie z normą EN 1097-6[27].

Zaprojektowany beton asfaltowy AC powinien spełniać wymagania w tablicy 10.

Tablica 10. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy dolnej podbudowy

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20[41]	Metoda i warunki badania	Rodzaj mieszanki	
			AC 11W	AC 16W
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.4	$V_{min3,0}$ $V_{max6,0}$	$V_{min3,0}$ $V_{max6,0}$
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.5	VFB_{min65} VFB_{max80}	VFB_{min60} VFB_{max80}
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.5	VMA_{min16}	VMA_{min16}
Odporność na działanie wody	C.1.1, ubijanie 2x25 uderzeń	PN-EN 12697-12[38], przechowywanie w 40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 15°C	$ITSR_{80}$	$ITSR_{80}$

3.3.1.2. Warstwa górna podbudowy

Do wykonania warstwy górnej podbudowy należy stosować beton asfaltowy AC 5S lub AC 8S lub AC 11S. Należy stosować następujące materiały:

- asfalt drogowy 50/70 lub 70/100 o właściwościach zgodnie z PN-EN 12591 [34],
- kruszywa grube o właściwościach podanych w tablicy 11, kruszywa drobne o właściwościach podanych w tablicy 6 oraz wypełniacz o właściwościach podanych w tablicach 8 i 12.

Tablica 11. Wymagane właściwości kruszywa grubego do warstwy górnej podbudowy.

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1[16], kategoria nie niższa niż:	$G_{c85/20}$
2	Tolerancja uziarnienia; odchylenie nie większe niż wg kategorii	$G_{20/15}$
3	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1[16], kategoria nie wyższa niż	f_2
4	Kształt kruszywa wg PN-EN 933-3[17] lub wg PN-EN 933-4[18], kategoria nie wyższa niż	Fl_{25} lub Sl_{25}
5	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej wg PN-EN 933-5[19]; kategoria nie niższa niż:	$C_{Deklarowana}$
6	Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2[23], rozdział 5; kategoria nie wyższa niż:	LA_{30}
7	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-6[27], rozdz. 7, 8 lub 9	<i>deklarowana przez producenta</i>
8	Gęstość nasypowa wg PN-EN 1097-3 [24]	<i>deklarowana przez producenta</i>
9	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6[27], załącznik B; kategoria nie wyższa niż:	$W_{cm}0,5^a)$
10	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6[30] , w 1% NaCl, kategoria nie wyższa niż:	$F_{NaCl}7$
11	„Zgorzel słoneczna” bazaltu wg PN-EN 1367-3[29], kategoria:	SB_{LA}
12	Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny wg PN-EN 932-3[15]	<i>deklarowany przez producenta</i>
13	Grube zanieczyszczenia lekkie, wg PN-EN 1744-1[31] p.14.2; kategoria nie wyższa niż:	$m_{LPC}0,1$
14	Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem wg PN-EN 1744-1[31] p.19.1	<i>wymagana odporność</i>
15	Rozpad żelazowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem wg PN-EN 1744-1[31] p. 19.2	<i>wymagana odporność</i>

16	Stołość objętości kruszywa z żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1[31] p.19.3; kategoria nie wyższa niż:	$V_{3,5}$
a) jeżeli nasiąkliwość jest większa, to należy badać mrozoodporność wg p. 10		

Tablica 12. Wymagane właściwości wypełniacza do warstwy górnej podbudowy.

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie wg PN-EN 933-10[22], kategoria nie niższa niż:	<i>zgodnie z tabl. 4</i>
2	Jakość pyłu wg PN-EN 933-9[21], kategoria nie wyższa niż:	MB_{F10}
3	Zawartość wody wg PN-EN 1097-5[26], nie wyższa niż:	$1\% (m/m)$
4	Gęstość ziaren wg PN-EN 1097-7[28]	<i>deklarowana przez producenta</i>
5	Wolne przestrzenie w suchym zagęszczonym wypełniaczu wg PN-EN 1097-4[25], wymagana kategoria:	$V_{28/45}$
6	Przyrost temperatury mięknięcia wg PN-EN 13179-1[42], wymagana kategoria:	$\Delta_{R\&B}8/25$
7	Rozpuszczalność w wodzie wg PN-EN 1744-1[31], kategoria nie wyższa niż:	WS_{10}
8	Zawartość $CaCO_3$ w wypełniaczu wapiennym wg PN-EN 196-2[13], kategoria nie niższa niż:	CC_{70}
9	Zawartość wodorotlenku wapnia w wypełniaczu mieszanym, wymagana kategoria	K_a2, K_a10, K_a <i>Deklarowana</i>
10	„Liczba asfaltowa” wg PN-EN 13179-2[43], wymagana kategoria:	$BN_{deklarowana}$

Uziarnienie mieszanki mineralnej i minimalne zawartości lepiszcza

Zalecane uziarnienie mieszanki mineralnej i minimalna zawartość lepiszcza podano w tablicy 13.

Tablica 13. Uziarnienie mieszanki mineralnej oraz minimalna zawartość lepiszcza do górnej warstwy podbudowy.

Właściwość	Przesiew, % (m/m)					
	AC 5S		AC 8S		AC 11S	
Wymiar sita #, mm	od	do	od	do	od	do
16	-		-	-	100	0-
11,2	-	-	100	-	90	100

8	100	-	90	100	70	90
5,6	90	100	70	90	-	-
2	50	70	45	65	45	60
0,125	9	24	8	20	8	22
0,063	7,0	14,0	6,0	12,0	6,0	12,0
Zawartość lepiszcza*	$B_{min7,0}$		$B_{min6,6}$		$B_{min6,4}$	

*minimalna zawartość lepiszcza (kategoria B_{min}) w mieszankach mineralno-asfaltowych została podana dla założonej gęstości mieszanki mineralnej $2,650 \text{ Mg/m}^3$. Jeśli stosowana mieszanka mineralna ma inną gęstość (ρ_a), to do wyznaczenia minimalnej zawartości lepiszcza podaną wartość B_{min} należy pomnożyć przez współczynnik α wg równania:

$$\alpha = 2,65 / \rho_a$$

ρ_a - gęstość objętościowa ziaren kruszywa mieszanki mineralnej, w $[\text{Mg/m}^3]$, określona zgodnie z normą EN 1097-6[27].

Zaprojektowany beton asfaltowy AC powinien spełniać wymagania w tablicy 14.

Tablica 14. Wymagane właściwości betonu asfaltowego do warstwy górnej podbudowy

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20[40]	Metoda i warunki badania	Rodzaj mieszanki		
			AC 5S	AC 8S	AC 11S
Zawartość wolnych przestrzeni	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.4	$V_{min1,0}$ $V_{max3,0}$	$V_{min1,0}$ $V_{max3,0}$	$V_{min1,0}$ $V_{max3,0}$
Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.5	VFB_{min78} VFB_{max89}	VFB_{min78} VFB_{max89}	VFB_{min75} VFB_{max89}
Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej	C.1.2, ubijanie 2x50 uderzeń	PN-EN 12697-8[37], p.5	VMA_{min16}	VMA_{min16}	VMA_{min16}
Odporność na działanie wody	C.1.1, ubijanie 2x25 uderzeń	PN-EN 12697-12[38], przechowywanie w	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$	$ITSR_{90}$

		40°C z jednym cyklem zamrażania, badanie w 15°C			
--	--	---	--	--	--

3.3.2. Wykonanie warstw podbudowy z betonu asfaltowego

3.3.2.1. Wytwarzanie mieszanki mineralno-asfaltowej

Wytwarzanie mieszanki mineralno-asfaltowej (MMA) powinno odbywać się w oparciu o zatwierdzoną receptę. Mieszanke betonu asfaltowego (AC) należy produkować w otaczarce, zapewniającej prawidłowe dozowanie składników, ich wysuszenie i wymieszanie oraz zachowanie temperatury składników i gotowej mieszanki mineralno-asfaltowej. Sposób i czas mieszania składników mieszanki AC powinny zapewnić równomierne otoczenie kruszywa lepiszczem. System dozowania środków adhezyjnych powinien zapewnić jednorodność dozowania. Warunki wytwarzania i przechowywania mieszanki mineralno-asfaltowej na gorąco nie powinny istotnie wpływać na skuteczność działania tych środków. Kruszywo powinno być wysuszone i tak podgrzane, aby mieszanka mineralna po dodaniu wypełniacza uzyskała właściwą temperaturę. Maksymalna temperatura gorącego kruszywa nie powinna być wyższa o więcej niż 30°C od maksymalnej temperatury mieszanki mineralno-asfaltowej.

Temperatura mieszanki AC powinna wynosić:

- z asfaltem 50/70 od 140° do 180°C,
- z asfaltem 70/100 od 140° do 180°C.

Najwyższa temperatura dotyczy mieszanki mineralno-asfaltowej bezpośrednio po wytworzeniu. Najniższa temperatura dotyczy mieszanki mineralno-asfaltowej dostarczonej na miejsce wbudowania.

Deklaracja Zgodności

Dla wyprodukowanej mieszanki mineralno-asfaltowej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 22 grudnia 2006 r. w sprawie deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [9] producent powinien wystawić deklarację zgodności. Forma i zawartość deklaracji zgodności musi odpowiadać wyżej wymienionemu rozporządzeniu.

3.3.2.2. Wykonanie warstw podbudowy z mieszanki mineralno-asfaltowej

Odcinek próbny

Zaleca się wykonanie odcinka próbnego na co najmniej trzy dni przed rozpoczęciem robót w celu:

- określenia technologii wbudowania mieszanki mineralno-bitumicznej
- sprawdzenia, czy użyty sprzęt jest właściwy,
- określenia grubości warstwy mieszanki mineralno-asfaltowej przed zagęszczeniem, koniecznej do uzyskania wymaganej warstwy,

- zbadania parametrów mieszanki, zwłaszcza zawartości wolnych przestrzeni,
- określenia potrzebnej ilości przejść walców dla uzyskania prawidłowego zagęszczenia warstwy,
- wykonania złączy poprzecznych i podłużnych.

Warunki atmosferyczne

Warstwa nawierzchni z betonu asfaltowego może być układana, gdy temperatura otoczenia jest nie niższa niż +5°C. Temperatura powietrza powinna być mierzona, co najmniej 3 razy dziennie w okresach równomiernie rozłożonych w planowanym czasie realizacji dziennej działki roboczej. Nie dopuszcza się układania z mieszanki mineralno-asfaltowej podczas opadów atmosferycznych oraz silnego wiatru.

Przygotowanie podłoża

Rzędne wysokościowe podłoża powinny być zgodne z dokumentacją projektową. Z podłoża powinien być zapewniony odpływ wody. Według „Wymagań Technicznych WT-2 2008” [63], podłoże pod warstwę asfaltową na całej powierzchni powinno być:

- nośne i ustabilizowane,
- czyste, bez zanieczyszczeń lub pozostałości luźnego kruszywa,
- wyprofilowane, równe i bez kolein.

Podłoże pod warstwę z betonu asfaltowego powinno być oczyszczone. Na podłożu nie może być śniegu lub lodu. Nie wolno wbudowywać betonu asfaltowego, gdy na podłożu tworzy się zamknięty filtr wodny.

Skropienie należy wykonać z wyprzedzeniem w czasie na odparowanie wody. W przypadku stosowania rozkładarki wyposażonej w rampę skrapiającą dopuszcza się skropienie emulsją asfaltową bezpośrednio przed wykonaniem warstwy. Skropienie powinno być równomierne, a ilość rozkładanego lepiszcza po odparowaniu wody powinna być równa $0,1 \div 0,3 \text{ kg/m}^2$. Skropiona emulsją asfaltową warstwa powinna być wyłączona z ruchu technologicznego na okres niezbędny do całkowitego rozpadu emulsji i odparowania wody z emulsji. Przed ułożeniem warstwy z betonu asfaltowego Wykonawca powinien zabezpieczyć skropioną warstwę nawierzchni przed uszkodzeniem dopuszczając tylko niezbędny ruch pojazdów.

Powierzchnie obrzeży i krawężników oraz tym podobnych urządzeń, przylegające do układanej warstwy betonu asfaltowego, powinny być posmarowane gorącym asfaltem lub pokryte taśmą asfaltową.

Wbudowanie i zagęszczenie warstwy betonu asfaltowego

Mieszanka mineralno-asfaltowa typu beton asfaltowy powinna być dowożona na budowę w zależności od postępu robót. Podczas transportu i postoju przed wbudowaniem mieszanka powinna być zabezpieczona przed ostygnięciem.

Mieszanka betonu asfaltowego powinna być wbudowana układarką wyposażoną w układ z automatycznym sterowaniem grubości warstwy i utrzymaniem niwelety zgodnie z dokumentacją

projektową. Układarka powinna poruszać się ze stałą prędkością i bez zbędnych zatrzymań. W miejscach niedostępnych dla sprzętu dopuszcza się wbudowanie ręczne.

Zagęszczenie mieszanki powinno odbywać się zgodnie ze schematem przejść walca ustalonym na odcinku próbnym. Minimalna temperatura mieszanki podczas zagęszczania nie może być niższa niż 100°C.

3.3.3. Badania przed przystąpieniem do robót i w czasie robót

3.3.3.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca powinien przedstawić wyniki badania materiałów przeznaczonych do produkcji betonu asfaltowego oraz badań betonu asfaltowego.

Wykonawca powinien przedstawić Deklarację Zgodności zgodnie z p. 3.3.2.1

3.3.3.2. Badania w czasie robót

Częstość i zakres badań i pomiarów podano w tablicy 15.

Tablica 15. Zakres oraz częstość badań i pomiarów w czasie wytwarzania i wbudowania mieszanki betonu asfaltowego.

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstość badań
KONTROLNE BADANIA MATERIAŁÓW		
1	Uziarnienie kruszywa	1 raz na 2000 ton i w przypadku wątpliwości
2	Uziarnienie wypełniacza	Wg wskazań Planu Jakości Producenta MMA
3	Właściwości asfaltu - penetracja w 25°C lub temperatura mięknięcia wg PIK	1 raz na każde 300 ton dostawy
4	Badania właściwości kruszyw	Zatwierdzenie źródła przed pierwszym użyciem i co najmniej 1 raz w roku
BADANIA BETONU ASFALTOWEGO (AC)		
1	Temperatura składników	Dozór ciągły
2	Temperatura mieszanki	Każdy samochód przy załadunku i w czasie wbudowania
3	Zawartość asfaltu i uziarnienie mieszanki	Jeden raz dziennie

4	Wolna przestrzeń w próbkach Marshalla	Nie rzadziej niż 1 raz na każde 3000 ton
BADANIA PO ZAGĘSZCZENIU WARSTWY Z MIESZANKI BETONU ASFALTOWEGO (AC)		
1	Grubość i wskaźnik zagęszczenia warstwy, wolna przestrzeń w warstwie	2 próbki z powierzchni do 3000 m ²
2	Równość	Pomiar nie rzadziej niż co 10 m, łąta 4 m
3	Spadki poprzeczne	Pomiar nie rzadziej niż co 10 m
4	Wygląd zewnętrzny	Ocena wizualna całej powierzchni

Pomiar temperatury składników mieszanki i betonu asfaltowego

W czasie produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej należy w sposób ciągły kontrolować temperaturę składników mieszanki. Pomiar polega na odczycie wskazań odpowiednich termometrów zamontowanych w otaczarce. Temperaturę mieszanki mineralno-asfaltowej należy mierzyć i rejestrować przy załadunku i w czasie wbudowania w nawierzchnię. Wyniki powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.3.2.1.

Zawartość asfaltu i uziarnienie mieszanki mineralnej

Badanie polega na wykonaniu ekstrakcji mieszanki AC, zgodnie PN-EN 12697-1[35], z próbki pobranej w czasie produkcji mieszanki. Zawartość rozpuszczalnego lepiszcza z każdej pobranej próbki nie może odbiegać od wartości projektowanej, z uwzględnieniem dopuszczalnych odchyłek, podanych Rozdziale 8.8 „WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008”[63]. Po wykonaniu ekstrakcji lepiszcza należy przeprowadzić kontrolę uziarnienia mieszanki kruszywa mineralnego. Uziarnienie każdej próbki pobranej z luźnej mieszanki mineralno-asfaltowej nie może odbiegać od wartości projektowanych z uwzględnieniem dopuszczalnych odchyłek podanych w Rozdziale 8.8 „WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008”[63].

Zawartość wolnych przestrzeni

Zawartość wolnych przestrzeni w próbkach Marshalla oblicza się zgodnie z PN-EN 12697-8[37]. Wymagania dotyczące zawartości wolnych przestrzeni dla warstw podbudowy powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Tablicach 6 i 10.

Pomiar grubości warstwy

Grubości wykonanej warstwy należy określać na podstawie wyciętych próbek. Za grubość warstwy przyjmuje się średnią arytmetyczną wszystkich pojedynczych oznaczeń grubości na całym odcinku budowy. Grubość warstwy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż $\pm 10\%$.

Wskaźnik zagęszczenia warstwy

Wskaźnik zagęszczenia warstwy należy sprawdzać na próbkach wyciętych z zagęszczonej warstwy, poprzez porównanie gęstości objętościowej wyciętych próbek z gęstością objętościową próbek Marshalla formowanych w dniu wykonania warstwy podbudowy. Wskaźnik zagęszczenia powinien być większy lub równy od wartości 0,98.

Wolna przestrzeń w warstwie

Wolną przestrzeń w warstwie należy określać wg PN-EN 12697-8[37]. Do obliczeń należy przyjąć gęstość MMA oznaczonej wg PN-EN 12697-5[35] w dniu wykonania warstwy podbudowy.

Równość podbudowy

Równość podbudowy z betonu asfaltowego należy określić metodą czterometrowej łąty i klina. Dopuszczalne nierówności nie mogą przekroczyć 6 mm.

Spadki poprzeczne

Sprawdzenie polega na przyłożeniu łąty i pomiarze prześwitu klinem lub pomiarze profilografem laserowym. Spadki poprzeczne warstwy powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5\%$.

Rzędne wysokościowe warstwy

Sprawdzenie rzędnych wysokościowych polega na wykonaniu niwelacji i porównaniu wyników pomiaru z dokumentacją projektową. Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi warstwy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać 1cm.

Wygląd warstwy

Wygląd warstwy podbudowy należy sprawdzać przez oględziny całej powierzchni boiska. Wygląd warstwy powinien być jednorodny, bez spękań, deformacji, plam i wykruszeń.

3.3.3.3. Kontrola końcowa. Odbiór robót

Badania kontrolne związane z odbiorem robót są badaniami zleconymi zleceniodawcy. Roboty uznaje się za wykonane poprawnie, jeżeli wszystkie badania i pomiary, z uwzględnieniem tolerancji, dały wyniki pozytywne. Kontrola końcowa powinna być przeprowadzona na podstawie wyników następujących badań:

- grubości warstwy,
- zawartości lepiszcza,
- zawartości wolnych przestrzeni w warstwie podbudowy,
- wskaźnika zagęszczenia,
- równości.

Wymienione badania powinny być przeprowadzone zgodnie z „WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008” [63] dla betonu asfaltowego, warstwy wiążącej i ścieralnej, kategoria ruchu KR1 do KR-2

3.4. Podbudowa betonowa

W przypadku nawierzchni sportowych dopuszcza się możliwość zamiany tradycyjnej podbudowy tłuczniowej – podbudową betonową. Z uwagi na nieprzepuszczalność podbudowy betonowej, jej powierzchnię, należy uformować w taki sposób, aby zapewnić odprowadzenie wody opadowej i przeciwdziałać powstawaniu zastoin wodnych. Efekt ten uzyskujemy nadając podbudowie spadki poprzeczne rzędu $0,5 \div 0,6$ % i wykonując odwodnienie liniowe wzdłuż zewnętrznych krawędzi projektowanego boiska.

3.4.1. Wymagania dla podbudowy betonowej

3.4.1.1. Mieszanka betonowa

Podstawowym warunkiem, jaki powinien być spełniony, aby mieszanka betonowa została dopuszczona do „wbudowania”, jest jego zgodność z normą PN-EN 206-1[14]. Skład betonu oraz składniki betonu projektowanego lub recepturowego należy tak dobrać, aby zostały spełnione określone wymagania dla mieszanki betonowej i betonu, łącznie z konsystencją, gęstością, wytrzymałością, trwałością, ochroną przed korozją stali w betonie, z uwzględnieniem procesu produkcyjnego i planowanej metody realizacji prac betonowych.

3.4.1.2. Zbrojenie

Jako zbrojenie, zaleca się stosować prefabrykowane siatki stalowe lub zbrojenie rozproszone w postaci włókien stalowych bądź propylenowych. Zastosowane zbrojenie musi być zgodne z założeniami projektowymi.

3.4.2. Układanie mieszanki betonowej

3.4.2.1. Prace przygotowawcze

Przystępując do wykonania betonowego podłoża pod nawierzchnię sportową należy, w pierwszej kolejności, osadzić na ławie betonowej koryta systemu odwodnienia liniowego wzdłuż bocznych linii boiska. Wzdłuż linii końcowych boiska należy zastosować obrzeża chodnikowe wibroprasowane i osadzić je w taki sposób, aby ich górna krawędź znajdowała się około 1 cm poniżej powierzchni nawierzchni sportowej. Powierzchnie obrzeży betonowych powinny być bez rys, pęknięć i ubytków betonu, o fakturze z formy lub zatartej. Dopuszcza się możliwość stosowania obrzeży kamiennych zgodnych z normą PN-B-11213:1997[55]. Krawędzie elementów powinny być równe i proste. Przy ustawianiu obrzeży należy sprawdzać:

- dopuszczalne odchylenia linii obrzeży w poziomie od linii projektowanej, które wynosi ± 1 cm na każde 100 m ustawionego obrzeża,
- dopuszczalne odchylenie niwelety górnej płaszczyzny obrzeża od niwelety projektowanej, które wynosi ± 1 cm na każde 100 m ustawionego obrzeża,

- równość górnej powierzchni obrzeży sprawdzane przez przyłożenie w dwóch punktach na każde 100 m obrzeża, trzymetrowej łaty, przy czym prześwit pomiędzy górną powierzchnią obrzeża i przyłożoną łatą nie może przekraczać 1 cm,

- dokładność wypełnienia spoin bada się co 10 metrów. Spoiny muszą być wypełnione całkowicie zaprawą cementową, na pełną ich głębokość.

Odpowiednio wcześniej należy także ustawić i wypoziomować prowadnice. Przy pomocy prowadnic i łaty wibracyjnej uzyskujemy oczekiwane spadki poprzeczne. Prowadnice mogą być wykonane z perforowanej blachy stalowej lub betonu. Przekrój poprzeczny profilu stalowego ma kształt trójkąta. W jego górnym wierzchołku zamocowany jest ślizg z tworzywa sztucznego, po którym przesuwa się łata wibracyjna. Profil mocowany jest do podłoża za pomocą śrub regulujących. Prowadnice betonowe po wypoziomowaniu przytwierdza się do podłoża za pomocą betonowych podlewek. Dopuszcza się wykonanie prowadnic w każdy inny sposób pod warunkiem zachowania reżimu technologicznego i właściwych spadków poprzecznych.

3.4.2.2. Warunki przystąpienia do betonowania

Zalecane temperatury powietrza, przy których można wykonywać podbudowę z betonu cementowego wahają się w granicach od 5°C do 25°C. Warunkowo dopuszcza się możliwość wykonywania podbudowy z betonu cementowego w innych, niż podane wyżej, temperaturach. Gdy temperatura powietrza jest wyższa niż 25°C należy zadbać, aby temperatura mieszanki nie przekroczyła 30°C, a w temperaturach niższych niż 5°C należy stosować zabiegi specjalne pozwalające na utrzymanie temperatury mieszanki powyżej 5°C przez okres, co najmniej 3 dni. Betonowania nie można wykonywać podczas opadów deszczu i gdy podłoże gruntowe jest zamarznięte.

3.4.2.3. Wytwarzanie mieszanki betonowej

Mieszanke betonową o składzie zawartym w receptce laboratoryjnej, należy wytwarzać w wytwórniach betonu, zapewniających ciągłość produkcji i gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w sposób zabezpieczający przed segregacją i związaniem

3.4.2.4. Wbudowanie mieszanki betonowej

Wbudowanie mieszanki betonowej w podbudowę należy wykonywać mechanicznie, przy zastosowaniu odpowiedniego sprzętu, zapewniającego równomierne rozłożenie masy oraz zachowanie jej jednorodności.

Niepożądane zmiany mieszanki betonowej, na przykład segregacja, wydzielanie się wody, wyciek zaczynu, powinny być zminimalizowane podczas ładowania, transportu i rozładowywania, jak również podczas transportu wewnętrznego na terenie budowy.

Dopuszcza się ręczne wbudowywanie mieszanki betonowej przy wykonywaniu małych robót, w tym o nieregularnych kształtach powierzchni.

Do zagęszczania mieszanki betonowej w podbudowie należy stosować odpowiednie mechaniczne urządzenia wibracyjne(zarówno wgłębne jak i powierzchniowe), zapewniające jednolite jej zagęszczenie. Powierzchnia warstwy zagęszczonej powinna mieć jednolitą teksturę i połysk, a

grube ziarna kruszywa powinny być widoczne lub powinny znajdować się bezpośrednio pod powierzchnią. W przypadku zastosowania, jako podbudowy, betonu jamistego odpowiednie zagęszczenie uzyskuje się wałując mieszankę lekkim walcem ręcznym.

Beton pod nawierzchnie sportowe musi być zatarty na gładko oraz odpowiednio zdylatowany. Rozpoczęcie zacierania w dużej mierze uzależnione jest od panujących warunków atmosferycznych: nasłonecznienia, temperatury, wilgotności, wiatru. Zacieranie możemy przyspieszyć stosując maty ssące i pompy próżniowe. Ich użycie obniża zawartość wody w mieszance betonowej o 15-20% i zwiększa jej zagęszczenie. Aby zmniejszyć pylenie zaleca się stosowanie zacieraczek wyposażonych w łopatki. Po zakończeniu zacierania podbudowę betonową zabezpiecza się przed przesychaniem w okresie dojrzewania betonu.

Rodzaje i rozmieszczenie szczelin dylatacyjnych w nawierzchni powinno być zgodne z dokumentacją projektową. Szczeliny skurczowe należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi na głębokość, co najmniej 6 cm lub 1/3 grubości płyty. Nacinanie powinno być wykonane w ciągu pierwszych 3 dni po ułożeniu betonu. Powstałe w skutek cięcia mleczko cementowe należy zmyć a szczeliny wypełnić masą zalewową zgodną z założeniami projektowymi.

Po ułożeniu mieszanki należy zabezpieczyć ją przed odparowaniem wody wg jednej z podanych metod:

- spryskanie specjalnym preparatem powłokotwórczym,
- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w ciągu, co najmniej 7 dni,
- przykrycie folia na okres 7 dni,
- przykrycie włókniną i utrzymanie jej w stanie wilgotnym w ciągu, co najmniej 7 dni.

Nie dopuszcza się żadnego ruchu pojazdów i maszyn po betonie cementowym w pierwszych 7 dniach po wykonaniu.

3.4.3. Kontrola w trakcie wykonywania podbudowy

Kontrola przeprowadzana w trakcie wykonywania podbudowy obejmuje sprawdzenie:

a) Zbrojenia

Należy upewnić się, że jest ono zgodne z założeniami projektowymi. W przypadku zbrojenia prefabrykowanymi siatkami zgrzewanymi oprócz kontroli otuliny należy sprawdzić wielkość zakładu, na którego długości powinny się znajdować przynajmniej dwa pręty podłużne (tj. jedno oczko siatki). Kwestie te regulują tabela 27 i p. 8.1.1.2 normy PN-B-03264 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe, sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie”[49].

b) Mieszanki betonowej

Mieszankę betonową kontrolujemy w miejscu jej układania. Należy sprawdzić:

- zgodność dostarczonej mieszanki betonowej z założeniami projektowymi, którą określamy na podstawie dowodu dostawy betonu towarowego (p. 7.3 normy EN 206-1:2003[14]),
- konsystencję dostarczonej mieszanki betonowej, wykonywaną metodą opadu stożka, na próbce punktowej pobranej na początku rozładunku, po rozładowaniu około 0,3m³ mieszanki zgodnie z EN 12350-1[33]. Tablica 3 i tablica 11 normy EN 206-1[14] określa wielkość opadu stożka i dopuszczalne tolerancje.
- wytrzymałość na ściskanie do wyznaczenia, której należy posłużyć się próbkami sześciennymi o wymiarach 15cm x 15cm x 15cm pobranymi wg normy PN-EN 206-1:2003 „Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja, zgodność”[14] w ilości trzech sztuk przy dostawie pierwszych 50m³ mieszanki betonowej i jednej próbki przy dostawie każdych kolejnych 25m³ mieszanki.

3.4.4. Kontrola końcowa

Kontrola końcowa polega na sprawdzeniu zgodności wykonania podbudowy z betonu cementowego z założeniami projektowymi. Kontroli podlegają:

- geodezyjne usytuowanie obiektu,
- rzędne wysokościowe - dopuszczalna odchyłka ± 1 cm od rzędnych projektowych,
- wymiary poziome obiektu, które sprawdzamy mierząc taśmą mierniczą, prostopadle do jednej z osi, odległości jego przeciwległych brzegów – dopuszczalna odchyłka ± 1 cm,
- grubość podbudowy, którą określa się na podstawie różnicy odczytów niwelety w punktach pomiarowych przed i po wykonaniu podbudowy - dopuszczalna odchyłka ± 1 cm,
- ukształtowanie podbudowy: właściwe kierunki spadków, ich wielkości oraz właściwa lokalizacja linii o największych i najmniejszych rzędnych wysokościowych – dopuszczalne przesunięcie ± 1 cm,
- wykończenie powierzchni podbudowy - brak zanieczyszczeń, ubytków betonu, złuszczeń, spękań,
- podział na pola dylatacyjne, ich wielkość i właściwe zabezpieczenie szczelin dylatacyjnych – zgodne z założeniami projektowymi.

Określenie dopuszczalnych odchyłek płaszczyzny podbudowy dokonuje się w oparciu o normę BN-8931-04:1968[60] „Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą”[, która zakłada odchyłkę rzędu 6 mm dla pomiaru wykonywanego łatą o długości 4 m.

4. Wykonanie nawierzchni

Warunki przygotowywania poszczególnych wyrobów do aplikacji oraz wytyczne ich stosowania powinna określać instrukcja wykonywania nawierzchni sportowych opracowana przez Producenta. Nawierzchnie sportowe powinny być wykonywane zgodnie z projektem technicznym opracowanym dla określonego obiektu, uwzględniającym wymagania polskich przepisów budowlanych oraz właściwości techniczno - użytkowe wyrobów.

Podczas wykonywania prac należy przestrzegać warunków bezpiecznego stosowania wyrobów podanych przez Producenta w kartach charakterystyki wyrobów, opracowanych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r. w sprawie karty charakterystyki substancji niebezpiecznej lub preparatu niebezpiecznego [12].

4.1. Wykonanie nawierzchni syntetycznej

Warunki niezbędne do prawidłowej instalacji nawierzchni:

- Podczas wykonywania prac, należy bezwzględnie przestrzegać, aby wilgotność otoczenia oscylowała w przedziale 40-90%, a temperatura podłoża powinna być większa o co najmniej 3°C od panującej w danym miejscu temperatury punktu rosy. Konieczne jest stałe monitorowanie warunków atmosferycznych i odnotowywanie ich w dzienniku budowy.
- Podbudowa nawierzchni syntetycznej powinna być odpowiednio wyprofilowana spadkami podłużnymi i poprzecznymi. Dopuszczalne odchyłki określa projekt techniczno-architektoniczny,
- Podłoże powinno być suche, wolne od zanieczyszczeń organicznych, kurzu, błota, piasku itp. Nie może być zaolejone (plamy należy usunąć).

Sprzęt

Nawierzchnie syntetyczne wykonuje się przy użyciu specjalistycznego sprzętu bezpośrednio na placu budowy. Roboty budowlane i montażowe powinny być prowadzone przez odpowiednio wykwalifikowany personel i wykonane zgodnie z zasadami sztuki budowlanej, obowiązującymi przepisami, normami i instrukcjami producentów pod nadzorem inwestorskim i autorskim.

4.1.1. Kontrola materiałów

Oznaczenia materiałów i elementów niezbędnych do wykonania nawierzchni powinny być zgodne z normami wyrobów, w których podany jest wymagany zakres oznakowania, lub powinny zawierać np. dane identyfikacyjne:

- określenie producenta (nazwę i znak firmy),
- pełną nazwę wyrobu, ewentualnie nazwę handlową,
- symbol handlowy wyrobu,
- datę produkcji,
- okres gwarancji – np. w przypadku komponentów poliuretanowych, przy czym okres prac powinien się kończyć przed okresem gwarancji wyrobu,
- zakres i warunki stosowania – np. w przypadku komponentów poliuretanowych do jakich warstw nawierzchni są przeznaczone,
- warunki składowania i transportu, np. temperatura, warunki wilgotnościowe.

Należy sprawdzić czy ilość dostarczonych materiałów jest zgodna ze zużyciem określonym w karcie technicznej Producenta wyrobu.

Wszystkie materiały powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta. Niedopuszczalne jest przechowywanie ich z narażeniem na bezpośrednie oddziaływanie warunków atmosferycznych.

4.1.2. Kontrola międzyoperacyjna

Kontrola międzyoperacyjna powinna obejmować sprawdzenie:

- grubości poszczególnych warstw za pomocą niwelatora lub grubościomierza - powinny być zgodne z zaleceniami Producenta określonymi w karcie technicznej wyrobu oraz z projektem technicznym,
- zgodności spadków podłużnych i poprzecznych z projektem technicznym,
- prawidłowego uwałowania warstw – brak wykruszania się warstwy górnej

4.1.3. Kontrola końcowa

Kontrola końcowa wykonanej nawierzchni syntetycznej powinna obejmować sprawdzenie:

- stanu podłoża na podstawie protokołów kontroli międzyoperacyjnych,
- jakości materiałów na podstawie dokumentacji dostarczonej przez dostawców,
- zgodności wykonania nawierzchni z dokumentacją techniczną lub umową (przez oględziny i pomiary)
- prawidłowości wykonania nawierzchni przez wizualną ocenę z wysokości 1m w świetle dziennym i ocenę:
 - faktury i koloru – powierzchnia powinna posiadać jednorodną fakturę i brak przebarwień,
 - stanu powierzchni - na nawierzchni nie powinny występować pęcherze, zgrubienia, dziury, pęknięcia ani rysy,
 - trwałości związania warstwy użytkowej z warstwą elastyczną – brak odspojień,
 - łączeń powstałych w wyniku instalacji nawierzchni - powinny być liniami prostymi, bez uskoków utrudniających późniejsze użytkowanie,
- grubości nawierzchni - powinna być jednakowa na całej powierzchni boiska; sprawdzenie należy wykonać przy użyciu niwelatora lub wg normy PN-EN 1969[32],
- nierówności powierzchni - nie powinny przekraczać wartości podanych w tablicy 17
- spadków poprzecznych i podłużnych nawierzchni - powinny odpowiadać wartościom określonym w projekcie technicznym opracowanym dla danego obiektu
- wymiarów boiska, które powinny być zgodne z projektem

Tabela 16 Nierówności nawierzchni przeznaczonych dla lekkoatletyki, wielu dyscyplin sportowych i do tenisa wg PN-EN 14877:2008 zał.C [44]

Systemy przepuszczalne i nieprzepuszczalne		
Odcinek pomiarowy, m	0,3	3,0
Odchyłka maksymalna, mm	2,0	6,0

4.2. Wykonanie nawierzchni z trawy syntetycznej

Wykładzina sportowa typu „trawa syntetyczna” przeznaczona jest do wykonywania nawierzchni sportowych na zewnątrz budynków, na otwartej przestrzeni obiektów sportowych i rekreacyjnych. Podłoże, na którym ma być układana wykładzina, powinno być suche, równe, pozbawione zanieczyszczeń, mocne i stabilne. Podłoża betonowe powinny być sezonowane tak długo, aż osiągną parametry wytrzymałościowe założone w projekcie. Możliwe jest układanie wykładziny na podłożu sprężystym, na warstwie amortyzującej, wykonanej np. z lepiszcza syntetycznego i granulatu gumowego. W przypadku, gdy podłoże stanowi grunt, konieczne jest wykonanie warstwy nośnej i wyrównawczej z kruszywa o odpowiedniej granulacji oraz systemu odprowadzania wody, zgodnie z zasadami podanymi w p. 2.2 i 3.2

Warunki niezbędne do prawidłowej instalacji nawierzchni:

- Podczas wykonywania prac temperatura otoczenia i podłoża powinna wynosić od 10 do 25°C, a wilgotność 60-70% - bez opadów atmosferycznych
- Temperatura nawierzchni z trawy syntetycznej powinna być taka sama jak temperatura podłoża,
- Podbudowa pod nawierzchnię z trawy syntetycznej powinna być odpowiednio wyprofilowana spadkami podłużnymi i poprzecznymi zgodnie z projektem architektonicznym,
- Podłoże powinno być suche, równe, pozbawione zanieczyszczeń, mocne i stabilne.

4.2.1. Kontrola materiałów

Projekt budowlany powinien zawierać charakterystykę wyrobów przeznaczonych do wykonania nawierzchni. Przed przystąpieniem do robót należy sprawdzić oznaczenia materiałów i elementów niezbędnych do jej wykonania. Na plac budowy mogą być przyjęte jedynie materiały wymienione w projekcie lub materiały zastępcze według specjalnej dokumentacji określającej odstępstwa od projektu. Niedopuszczalne jest zastosowanie materiałów nieznanego pochodzenia. Materiały mogą być przyjęte na budowę, jeśli spełniają następujące warunki:

- odpowiadają materiałom wymienionym w projekcie lub w dokumentacji technicznej,
- są właściwie opakowane i oznakowane,
- posiadają etykiety zawierające dane pozwalające na identyfikację produktu:
 - określenie producenta (nazwę i znak firmy),
 - pełną nazwę wyrobu, ewentualnie nazwę handlową,
 - symbol handlowy wyrobu,

Przed instalacją należy również sprawdzić:

- zgodność dostarczonej sztucznej trawy z zamówieniem poprzez sprawdzenie etykiet oraz oględziny (kolor, wysokość włosa, rodzaj włókna)
- zgodność liczby dostarczonych rolek,
- długość rolek (na podstawie naklejonych etykiet),
- linie boisk w brytach trawy, jeśli tak były zamówione.

- ilość dostarczonych materiałów (klej poliuretanowy, taśmy łączące oraz wypełniacze do trawy), powinna być zgodna ze zużyciem określonym w karcie technicznej Producenta wyrobu.
- Zaleca się pobranie próbki o powierzchni około 1 m² w celu ewentualnych badań rozjemczych.

4.2.2. Kontrola międzyoperacyjna

W trakcie kontroli międzyoperacyjnej należy sprawdzić :

- prostolinijność cięcia brytów trawy za pomocą przymiaru liniowego oraz dopasowanie brzegów,
- centralne ułożenie taśmy łączeniowej oraz całkowite wypełnienie klejem porowatego podłoża trawy,
- szerokość, prostolinijność i odchylenie od kształtu łukowatego wklejanych linii – powinny być zgodne z instrukcją Producenta nawierzchni
- szerokość spoin klejonych (przed zasypaniem wypełniaczami) - nie powinna być większa niż 4mm
- zużycie wypełniaczy do trawy – powinno być zgodne z kartą techniczną nawierzchni lub instrukcją Producenta
- wymiary boiska – powinny być zgodne z projektem.

4.2.3. Kontrola końcowa

Kontrola końcowa wykonania nawierzchni z trawy syntetycznej powinna obejmować sprawdzenie:

- stanu podłoża na podstawie protokołów badań międzyoperacyjnych ,
- jakości materiałów na podstawie dokumentacji dostarczonej przez dostawców,
- zgodności wykonania z dokumentacją techniczną lub umową (przez oględziny i pomiary),
- prawidłowości wykonania przez wizualną ocenę z wysokości 1m w rozproszonym świetle dziennym i ocenę:
 - Stanu czystości - nie powinny występować zabrudzenia klejem ani pozostałości po zakończonych pracach,
 - Poprawności ułożenia - brak pofalowań nawierzchni i odstających bądź niedoklejonych brzegów,
 - Wielkości i rozmieszczenia miejsc połączeń – spoiny powinny być niewidoczne i nie naruszać estetyki wykonanej nawierzchni,
- prawidłowość wykonania nawierzchni poprzez dokonanie pomiarów:
 - Równości - dopuszczalne odchylenia powierzchni od płaszczyzny poziomej nie powinny przekraczać wartości podanych w Tablicy 17
 - Całkowitej wysokości wypełnienia – pomiaru dokonać suwmiarką lub innym przymiarem w kilkunastu rozłożonych symetrycznie miejscach boiska; wysokość wypełnienia powinna odpowiadać wartościom przypisanym dla odpowiedniego rodzaju sportu – tablica 18

Tablica 17 Równość nawierzchni boiska lub kortu wg PN-EN 15330-1:2008 zał. G [45]

Długość łąty	Główne sporty			
	Hokej	Piłka nożna	Rugby	Tenis
3m	≤ 6mm	≤ 10mm	≤ 10mm	≤ 6mm
0,3m	≤ 2mm	≤ 2mm	≤ 10mm	≤ 2mm
Uwaga: Aby nawierzchnia spełniała wymagania podane w Tablicy 3, warstwa umieszczona pod nawierzchnią również powinna spełniać te same wymagania.				

Tablica 18 Zalecane wysokości wypełnienia nawierzchni wg PN-EN 15330-1:2008 zał.B [45]

Główne wykorzystanie	Typowa wysokość włosa	Rodzaj wypełnienia	Wysokość wypełnienia
Hokej	10-20mm 10-20mm	----- piasek	Niewypełniona lub częściowo wypełniona
Tenis	10-20mm	piasek	90-100%
Wiele rodzajów sportów	20-35mm	piasek	80-90%
Piłka nożna i wiele rodzajów sportów	35-40mm	piasek, guma	60-80%
Piłka nożna	40-55mm	piasek, guma	50-80%
Piłka nożna i rugby	55-70mm	piasek, guma	50-80%

4.3. Odbiór końcowy

Odbioru gotowej nawierzchni boiska można dokonać po stwierdzeniu zgodności jej wykonania z zamówieniem, którego przedmiot określają projekt budowlany oraz specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót, także dokumentacja powykonawcza, w której podane są uzgodnione zmiany dokonane podczas prac przy układaniu nawierzchni.

Nawierzchnie można uznać za wykonane prawidłowo, jeśli wszystkie wyniki badań kontrolnych zgodne z niniejszymi WTWIORB są pozytywne .

W przypadku wystąpienia niezgodności nawierzchnie nie powinny zostać przyjęte, a ewentualne warunki przyjęcia nawierzchni powinny być przedmiotem uzgodnień zainteresowanych stron.

W takim przypadku należy przyjąć jedno z następujących rozwiązań:

- jeżeli to możliwe, poprawić nawierzchnię i przedstawić do ponownego odbioru,
- jeżeli odchylenia od wymagań nie zagrażają bezpieczeństwu użytkownika i trwałości nawierzchni oraz jeśli inwestor wyrazi zgodę – obniżyć wartość wykonanych robót,
- w przypadku gdy nie są możliwe podane wyżej rozwiązania, trzeba usunąć nawierzchnię i wykonać ją ponownie

Protokół odbioru nawierzchni powinien zawierać:

- ocenę wyników badań,
- wykaz wad i usterek ze wskazaniem możliwości ich usunięcia,
- stwierdzenie zgodności lub niezgodności wykonania nawierzchni z zamówieniem.

5. Uwagi końcowe

W trakcie wykonywania robót oraz w momencie dokonywania ich odbiorów mogą wystąpić wątpliwości lub rozbieżności co do jakości użytych materiałów lub wykonanych prac. W takim przypadku należy pobrać (najlepiej komisyjnie) próbki materiałów i zlecić ich sprawdzenie specjalistycznemu laboratorium (np. ITB, Politechnika itp.) lub zlecić takiej instytucji ocenę wykonanych prac. Bardzo ważne jest w tym przypadku udokumentowanie wykonanych wcześniej odbiorów i kontroli w postaci protokołów i wpisów do Dziennika Budowy.

Załącznik 1

Standardowy raport geotechniczny z kontroli robót

Raport Nr _____

Ten raport powinien być sporządzony przez uprawnionego specjalistę i dołączony do dokumentacji powykonawczej lub przedstawiony odpowiednim urzędom

Raport sporządził: geolog*/konsultant geotechniczny

Nr_uprawnień _____

Organizacja (nazwa i adres firmy) _____

Obiekt _____

Zamawiający (nazwa i adres) _____

Wykonawca robót _____

Krótką charakterystyką odbieranej fazy robót wraz określeniem zakresu rzeczowego (podać dokument odniesienia – dokumentacja geotechniczna, geologiczno-inżynierska, inne)

Grunty występujące w poziomie posadowienia obiektu

Piaski lodowcowe tak/nie*

Gliny zwałowe tak/nie*

Grunty organiczne tak/nie*

Nasypy niebudowlane tak/nie*

Pyły tak/nie*

Iły tak/nie*

Inne grunty – podaj szczegóły _____

Aktualny poziom wody gruntowej _____

Maksymalny poziom wody gruntowej _____

Ocena stanu gruntów _____

Zalecenia dotyczące drenażu _____

Ocena przydatności podłoża do dalszych prac _____