

BUDOWNICTWO SPECJALNE	N O R M A B R A N Ź O W A	BN-87
	Budownictwo hydrotechniczne	8955-02
	Uszczelnianie zbiorników wodnych folią polimerową	
	Projektowanie, warunki techniczne wykonania i odbioru	Grupa katalogowa 0775

SPIS TREŚCI1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia
 - 1.3.1. Folia polimerowa
 - 1.3.2. Uszczelnienie z folii polimerowej

2. PROJEKTOWANIE USZCZELNIEŃ FOLIOWYCH

- 2.1. Zakres stosowania uszczelnień
- 2.2. Rodzaje stosowanych folii
- 2.3. Ogólne zasady projektowania uszczelnień
- 2.4. Informacje do Założeń Techniczno-Ekonomicznych
- 2.5. Informacje do projektu technicznego
- 2.6. Warunki stosowania uszczelnień foliowych
- 2.7. Podstawy projektowania
 - 2.7.1. Wyznaczenie podstawowych parametrów
 - 2.7.2. Grubość folii
 - 2.7.3. Wytrzymałość folii na rozciąganie przy zerwaniu oraz wydłużenie względne
 - 2.7.4. Wytrzymałość folii na przedarcie
 - 2.7.5. Współczynnik tarcia gruntu po folii
 - 2.7.6. Ogólne wymagania stawiane gruntom i materiałom współpracującym z folią

3. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU
USZCZELNIEŃ FOLIOWYCH

- 3.1. Zasady prowadzenia badań i sprawdzianów folii
 - 3.1.1. Ustalenie parametrów identyfikacyjnych
 - 3.1.2. Zasady prowadzenia badań sprawdzających
- 3.2. Zasady prowadzenia badań sprawdzających gruntu
- 3.3. Zasady prowadzenia badań współczynnika tarcia gruntu po folii
- 3.4. Częstotliwość prowadzenia badań
- 3.5. Warunki wykonania i odbioru uszczelnień
 - 3.5.1. Ogólne warunki wykonania uszczelnień
 - 3.5.2. Przygotowanie podłoża
 - 3.5.3. Układanie folii

- 3.5.3.1. Ogólne zasady układania folii

- 3.5.3.2. Zgrzewanie

- 3.5.3.3. Klejenie

- 3.5.3.4. Wulkanizowanie

- 3.5.3.5. Łączenie pod wodą

- 3.5.3.6. Kontrola ułożonej folii

- 3.5.4. Układanie przysypki

- 3.5.5. Ubezpieczenia skarp

- 3.6. Eksploatacja budowli z uszczelnieniem foliowym

- 3.6.1. Obserwacje eksploatacyjne

- 3.6.2. Urządzenia kontrolno-pomiarowe

- 3.6.3. Przeglądy okresowe

- 3.6.4. Naprawa uszkodzonych budowli

- 3.7. Warunki składowania i transportu folii

- 3.7.1. Warunki składowania

- 3.7.2. Warunki transportu

4. METODY BADAŃ

- 4.1. Badania folii

- 4.1.1. Postanowienia ogólne

- 4.1.2. Ocena wizualna

- 4.1.3. Badania makroskopowe szczelności

- 4.1.4. Pomiar grubości

- 4.1.5. Wytrzymałość na rozciąganie

- 4.1.6. Wydłużenie przy zerwaniu

- 4.1.7. Opór przedarcia

- 4.1.8. Ścinanie prefabrykatem betonowym

- 4.1.9. Wgniatanie w podłoże gruntowe

- 4.1.10. Odporność folii na korozję chemiczną

- 4.1.11. Inne badania

- 4.2. Badania gruntu

- 4.3. Badania współczynnika tarcia gruntu po folii

- 4.3.1. Badania laboratoryjne

- 4.3.2. Badania na stanowisku doświadczalnym

- 4.3.3. Badania na poletkach doświadczalnych

INFORMACJE DODATKOWE

Zgłoszona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Ustanowiona przez Sekretarza Naukowego Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, dnia 17 września 1987 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1988 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 14/1987, poz. 36 i Dz. Norm. i Miar nr 5/1988, poz. 12)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są ogólne zasady projektowania oraz warunki techniczne wykonania i odbioru uszczelnień z folii polimerowych stosowanych w budownictwie wodnym.

1.2. Zakres stosowania normy. Norma dotyczy uszczelnień przeciwdziałających filtracji wody przez skarpy i dno zbiorników wodnych, tereny zalewane oraz budowle z nimi związane, takie jak: zapory ziemne i obwałowania, kanały, doprowadzalniki itp. Norma może być stosowana przy uszczelnianiu zbiorników na wodę oraz innych obiektów i budowli ziemnych stale lub okresowo piętujących wodę.

1.3. Określenia

1.3.1. folia polimerowa - wyrób płaski jednorodny o stonkowo małej grubości w porównaniu do pozostałych wymiarów. Jako górną granicę grubości przyjmuje się 2,0mm; cienkie folie osiągają grubość kilku mikronów. Folie dzielą się na miękkie i twarde w zależności od wartości modułu odkształcenia postaciowego K . Graniczna wartość modułu wynosi $K = 5000$ MPa. Pod względem optycznym folie mogą być: przezroczyste, przeświecające, nie przezroczyste, bezbarwne i barwione. Powierzchnia folii może być gładka, błyszcząca, matowa, moletowana (regularne zgrubienia powierzchni) i wytłaczana.

1.3.2. uszczelnienie z folii polimerowej - płaszczyna wykonana z arkuszy folii łączonych między sobą wraz z warstwami gruntu lub innego materiału przylegającego do folii. Płaszczyna ta może być pozioma, pionowa i pochyła w zależności od usytuowania w stosunku do poziomu. Warstwę gruntu znajdującego się pod folią określa się jako podsypkę lub podłoże. Warstwę gruntu ułożoną na folii określa się jako przysypkę. Inne materiały przylegające do folii, np. włókniny filtracyjne, określa się jako przekładki.

2. PROJEKTOWANIE USZCZELNIEŃ FOLIOWYCH

2.1. Zakres stosowania uszczelnień. Uszczelnienia foliami polimerowymi mogą być stosowane jako ekrany prze-

ciwfiltracyjne we wszystkich budowlach ziemnych i w uszczelnieniach obszarowych.

2.2. Rodzaje stosowanych folii. Do uszczelnień mogą być użyte folie ogólnego zastosowania z poli(chloroku winylu) (PCW), politeraftaloetyleny (estrofol E), polietyleny (PE), polipropylenu (PP), kauczuku butylowego i inne podobne folie produkowane w różnych gatunkach, kolorach i wymiarach.

2.3. Ogólne zasady projektowania uszczelnień. Projektowanie uszczelnień folią należy poprzedzić zgromadzeniem informacji o foliach przewidzianych na uszczelnienie i gruntach mających z foliami współpracować. Zakres niezbędnych do projektowania informacji jest zależny od fazy projektu. Rodzaj i grubość użytej do uszczelnienia folii powinny być dostosowane do konstrukcji uszczelnienia oraz rodzaju gruntu, z którym folia ma współpracować. Należy w zasadzie przewidywać współpracę folii z gruntem budowli. W koniecznych przypadkach na podsypkę i przysypkę może być użyty specjalnie dobrany grunt. Między folią i gruntem można stosować przekładki z włókniny filtracyjnej lub innego podobnego materiału (geotekstyliów). Jeśli folia jest ułożona na elementach wykonanych z twardych materiałów, np. płytach betonowych, lub przykryta takimi elementami, to konieczne jest stosowanie przekładek z włókniny lub innych materiałów.

2.4. Informacje do Założeń Techniczno-Ekonomicznych. Przed przystąpieniem do opracowania ZTE obiektów z uszczelnieniem foliami, należy mieć informacje o dostępnych foliach (informacje fabryczne i handlowe, Polskie Normy dotyczące folii, normy branżowe, próbki materiałów) oraz następujące dane o gruntach przewidzianych do współpracy z foliami: uziarnienie, analizę sitową, kształt ziaren, stopień obtaczania wg klasyfikacji Zingga i wartości współczynnika tarcia gruntu suchego i nawodnionego po foliach wg tabl. 1.

Tablica 1. Orientacyjne wartości kąta tarcia gruntu (betonu) po folii ustalone w badaniach laboratoryjnych

Lp.	Folia	Przysypka piasek		Przysypka żwir		Nad folią beton	
		Podsypka piasek		Podsypka żwir		podsypka piasek	podsypka żwir
		suchy	nawodniony	suchy	nawodniony		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	PE-0,1	22,8	17,5	28,8	21,7	24,8	33,3
2	PE-0,2	20,0÷24,0	15,0	21,8÷26,1	25,3	25,8	33,1
3	PE-0,02	22,0÷22,6	20,4	31,7	29,5	26,1	32,5

cd. tabl. 1.

Lp.	Folia	Przysypka piasek		Przysypka żwir		Nad folią beton	
		Podsypka piasek		Podsypka żwir		podsypka piasek	podsypka żwir
		suchy	nawodniony	suchy	nawodniony		
1	2	3	4	5	6	7	8
4	PE-0,04	20,0-20,5	17,5	30,8	26,0	23,3	30,0
5	E-0,036	20,5;23,6	18,8	22,6;26,0	23,5	19,2	28,8
6	E-0,080	19,3-21,2	15,8	21,0;21,3	20,2	18,9	22,0
7	PP-1,2	20,6	17,9	20,5;21,5	18,0	20,3	23,6
8	PCW-1,0	25,0	22,0	27,0	22,6		
9	PCW-2,0	24,2	21,2	26,5	24,8		
10	PCW-0,4M	19,7	17,6	24,0	19,2		
11	PC-0,4T	19,3	17,7	29,3	19,0		

2.5. Informacje do projektu technicznego. Projekt techniczny powinien być opracowany dla wybranego rodzaju i grubości folii oraz znanego gruntu przewidzianego do współpracy z folią. Projekt techniczny należy poprzedzić badaniami folii i gruntu. Badania folii należy przeprowadzić w zakresie podanym w 3.1 wg metod opisanych w 4.1.

Badania gruntu należy przeprowadzić zgodnie z 4.2 i 4.3. Przy projektowaniu uszczelnień o powierzchni do 500 m² w budowlach o piętrzeniu do 1,5 m, projekt techniczny może być opracowany wg 2.4.

2.6. Warunki stosowania uszczelnień foliowych. Projekt uszczelnienia folią powinien spełniać następujące warunki:

- W ekranach pochyłych należy sprawdzić stateczność przysypki znajdującej się na folii.

- Skarpy budowli ziemnych narażone na falowanie, działanie lodu itp. należy ubezpieczyć płytami betonowymi, narzutem kamiennym lub innymi podobnymi materiałami ułożonymi na warstwie drenażowej,

- Jeżeli ze względu na niekorzystne właściwości gruntu podłoża konieczne jest zastosowanie podsypki pod folię, to powinna ona mieć grubość nie mniejszą niż 20 cm.

- Grubość przysypki nie może być mniejsza niż 30 cm dla gruntu układanego ręcznie i 50 cm przy układaniu mechanicznym.

- Sąsiednie arkusze folii w uszczelnieniu należy łączyć za pomocą klejenia, zgrzewania lub wulkanizowania. Szerokość zakładu dla złączy: klejonego nie może być mniejsza niż 10 cm, zgrzewanego - nie mniejsza niż 3 cm, wulkanizowanego - nie mniejsza niż 5 cm. Złącza folii układanej pod wodą, wykonywane na zakład, powinny mieć szerokość co najmniej 50 cm,

- Połączenia uszczelnień folią z konstrukcjami sztywnymi (stalowymi, drewnianymi i betonowymi) należy wykonywać przy zastosowaniu pośredniego uszczelnienia odkształcalnego, np. glinowego. Dopuszcza się stosowanie połączeń bezpośrednich z konstrukcjami sztywnymi po zbudowaniu folii na ścinanie wg 4.1.8, stosując pętlę kompensacyjną średnicy co najmniej 30 cm. W tym przypadku jest wymagane wykonanie zaokrągleń krawędzi konstrukcji sztywnych i zastosowanie przekładki z włókniny lub podobnych materiałów,

- folię lżejszą od wody (folia PE), układaną pod wodą, należy trwale dociążyć, np. przez wspawanie prętów stalowych,

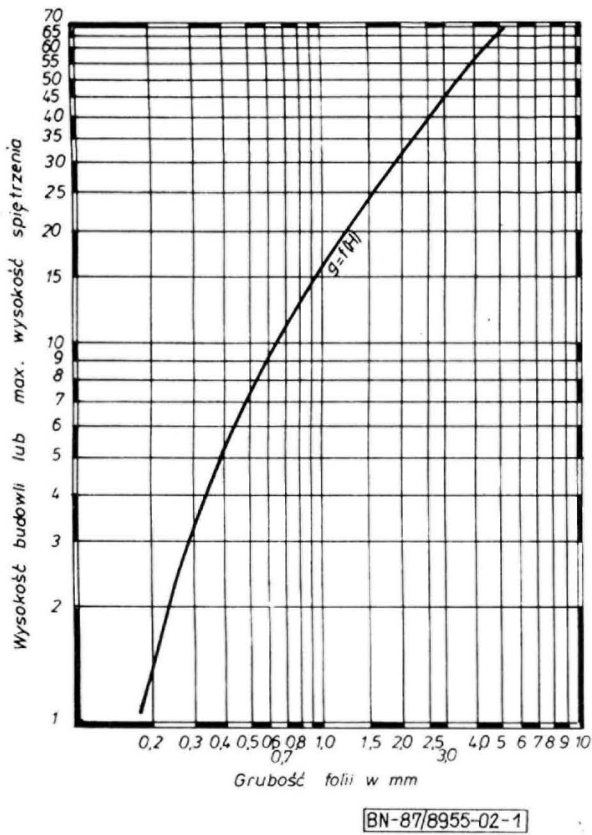
- kierunek układania arkuszy powinien być prostopadły lub równoległy do osi lub podłużnej krawędzi budowli.

2.7. Podstawy projektowania

2.7.1. Wyznaczenie podstawowych parametrów. Podstawowymi parametrami, które należy ustalić przy projektowaniu uszczelnienia foliowego, są:

- grubość folii,
- wytrzymałość folii na rozciąganie przy zerwaniu oraz wydłużenie względne,
- wytrzymałość folii na przedarcie,
- współczynnik tarcia gruntu przysypki po folii.

2.7.2. Grubość folii. Wyznaczenie grubości folii, w zależności od wysokości piętrzenia uszczelnianej budowli, należy przyjmować wg rys. 1.



Rys. 1. Zależności grubości folii z tworzyw sztucznych od wysokości piętrzenia obiektu

Grubość folii należy przyjmować nie mniejszą niż 0,2 mm i nie większą niż 2,0 mm. W uzasadnionych przypadkach, można przyjąć inną grubość folii.

2.7.3. Wytrzymałość folii na rozciąganie przy zerwaniu oraz wydłużenie względne powinny odpowiadać normom produkcyjnym danej folii. Wytrzymałość folii na rozciąganie nie może być mniejsza niż 8,0 MPa, a wydłużenie względne - nie mniejsze niż 80%. Przy sprawdzaniu naprężenia rozciągającego folię, naprężenie obliczone nie może przekraczać 0,1 naprężenia niszczącego dla danej folii.

2.7.4. Wytrzymałość folii na przedarcie powinna odpowiadać normom produkcyjnym danej folii, nie może być jednak mniejsza niż 0,8 kG/1 mm grubości folii.

2.7.5. Współczynnik tarcia gruntu po folii. Nachylenie skarpowych uszczelnień foliowych należy projektować na podstawie wartości współczynnika tarcia gruntu współpracującego z folią, ustalonego dla danego gruntu danej folii doświadczalnie lub wg tabl. 1.

Do obliczeń stateczności gruntu współpracującego z folią należy przyjmować wartości współczynnika tarcia gruntu po folii wyznaczonego doświadczalnie i pomnożonego przez: 1,05 przy badaniach małym aparatem (w laboratorium), 1,10 dużym aparatem (w laboratorium) i 1,15 wielkometrym aparatem (w terenie).

2.7.6. Ogólne wymagania stawiane gruntom i materiałom współpracującym z folią. Grunty współpracujące z folią nie mogą być kamieniste lub ostrokrawędziowe. Materiały współpracujące z folią nie mogą jej uszkadzać. W przypadkach odbiegających od powyżej ustalonych zasad, należy stosować przekładki z włókniny (geotekstyliów) lub potwierdzić badaniami wytrzymałości folii na przebicie danym gruntem i badaniami na ścinanie innymi materiałami z nią współpracującymi. Rzeczywiste naprężenie w folii w obu tych przypadkach nie może przekraczać 0,5 naprężenia niszczącego, ustalonego w badaniach.

3. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU USZCZELNIEŃ FOLIOWYCH

3.1. Zasady prowadzenia badań i sprawdzianów folii

3.1.1. Ustalenie parametrów identyfikacyjnych. Po otrzymaniu partii zamówionej folii, należy na podstawie danych fabrycznych sprawdzić i ustalić:

- rodzaj folii (PCW, PE, E, PP itp.),
- kolor i rodzaj powierzchni (przezroczysta, przeświecająca, nieprzezroczysta, barwiona, gładka, błyszcząca, moletowana, wytłaczana itp.),
- grubość folii w mm,
- pozostałe wymiary folii (długość i szerokość arkuszy w m),
- partię produkcyjną,
- gatunek folii,
- podstawowe dane wytrzymałościowe,
- sposób opakowania,
- inne dane.

3.1.2. Zasady prowadzenia badań sprawdzających. Przy wykonawstwie ponad 1 ha uszczelnień na miejscu budowy powinno znajdować się odpowiednio wyposażone laboratorium. Mniejszy zakres uszczelnień może być nadzorowany przez laboratorium znajdujące się poza budową. Na budowie powinno się prowadzić systematyczne badania każdej partii folii w zakresie: oceny i badań wizualnych, grubości, wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż i w szerz kalandrowania, wydłużenia przy zerwaniu, oporu przedarcia, ścinania prefabrykatem betonowym i przebicia przez podłoże (w przypadku współpracy z konstrukcjami sztywnymi lub gruntem ostrokrawędziowym). Należy również zbadać odporność folii na korozję chemiczną przy przewidywaniu styku folii z substancjami chemicznymi lub środowiskiem agresywnym. Badania należy przeprowadzać wg 4.1.

Od badań folii na budowie można odstąpić w części lub w całości pod warunkiem dostarczenia przez producenta, dla każdej partii folii, atestów fabrycznych w zakresie podanym w 4.1. Brakujące atesty należy uzupełnić, przeprowadzając wymagane badania.

3.2. Zasady prowadzenia badań sprawdzających gruntu.

W trakcie wykonania uszczelnień foliowych należy prowadzić badania sprawdzające gruntu współpracującego z folią zgodnie z 4.2.

3.3. Zasady prowadzenia badań współczynnika tarcia gruntu po folii. Przy wykonywaniu pochyłych uszczelnień folią, należy na budowie sprawdzać wielkość współczynnika tarcia gruntu po folii. Badania należy przeprowadzić dla gruntu suchego i nawodnionego zgodnie z 4.3.1. Przy wykonywaniu uszczelnień o powierzchniach ponad 1 ha oraz dla budowli o piętrzeniu ponad 5 m, należy badać współczynnik tarcia gruntu po folii na specjalnym wielkowimiarowym stanowisku doświadczalnym oraz w miarę możliwości na poletkach doświadczalnych w terenie, zgodnie z 4.3.2 i 4.3.3.

3.4. Częstotliwość prowadzenia badań. Badania należy przeprowadzać co najmniej: przed rozpoczęciem robót uszczelniających i przy zmianie podstawowych cech gruntu, zmianie rodzaju i parametrów folii oraz zmianie środowiska, w którym folia ma pracować.

3.5. Warunki wykonania i odbioru uszczelnień

3.5.1. Ogólne warunki wykonania uszczelnień. Uszczelnienia foliami należy wykonywać na podstawie projektu technicznego zgodnie z warunkami zawartymi w 2.6 oraz poniżej podanymi warunkami szczegółowymi.

3.5.2. Przygotowanie podłoża. Podłoże pod układaną folię powinno być uformowane z gruntu mineralnego odpowiednio dobranego do stosowanego materiału foliowego. Folia może być układana bezpośrednio na wyrównanym podłożu gruntowym, warstwie podsypki, przekładce z włókny lub innym podobnym materiale. Podłoże powinno być zagęszczone i przygotowane zgodnie z warunkami WTWiO robót ziemnych.

Podłoże pod uszczelnienia obszarowe należy przygotować dwuetapowo. W pierwszym etapie należy wyrównać podłoże do poziomu przewyższającego płaszczyznę ułożenia folii o grubość przysypki, a w drugim - obniżając ten poziom o grubość przysypki, bezpośrednio przed układaniem folii.

Z powierzchni przewidzianej pod folię należy usunąć przedmioty obce i ostrokrawędziowe.

W podłożu nie wolno pozostawiać warstwy śniegu lub lodu oraz gruntu zmarzniętego.

Z podłoża należy usunąć grunt organiczny.

Warstwa wierzchnia podłoża nie może być uszkodzona przed następnymi czynnościami wykonywania uszczelnienia.

3.5.3. Układanie folii

3.5.3.1. Ogólne zasady układania folii. Folia powinna być ułożona pasmami równoległymi lub prostopadłymi do krawędzi budowli, a sąsiednie arkusze odpowiednio połączone przez zgrzewanie, klejenie lub wulkanizowanie. Metody łączenia należy ustalić doświadczalnie na budowie. Część prac łączeniowych należy wykonywać w pomieszczeniach zamkniętych.

Układanie folii powinno być prowadzone w temperaturach dodatnich. Dopuszcza się wchodzenie na ułożoną folię tylko w obuwiu gumowym lub podobnym, nie powodującym uszkodzenia folii.

3.5.3.2. Zgrzewanie styków sąsiednich arkuszy folii może być kontaktowe, wykonane za pomocą prądu wysokiej częstotliwości, promieni podczerwonych, ultradźwięków lub innych metod gwarantujących szczelność złącza i jego odpowiednią wytrzymałość.

3.5.3.3. Klejenie. Łączenie folii jest możliwe przez zastosowanie klejów, rozpuszczalników lub taśm klejących zapewniających szczelność i wytrzymałość złącza zgodnie z 3.5.3.6. Klejone złącze należy docisnąć workami z piaskiem lub walkiem gumowym, używając podkładowej drewnianej.

3.5.3.4. Wulkanizowanie. Łączenie folii produkowanych na bazie kauczuku butylowego wykonuje się specjalnymi urządzeniami do termoplastycznej obróbki kauczuku.

3.5.3.5. Łączenie pod wodą. W wyjątkowych przypadkach, gdy folia jest układana pod wodą, dopuszcza się stosowanie połączeń folii na zakład, bez spajania, przy szerokości zakładu minimum 50 cm.

3.5.3.6. Kontrola ułożonej folii. Układanie folii powinno być kontrolowane na bieżąco, a wydzielone fragmenty uszczelnienia odebrane przed rozpoczęciem następnych czynności.

Przeprowadza się przegląd powierzchni folii i styków uszczelnienia.

Uszkodzenia powinny być zlikwidowane przez naklejenie lub wspawanie odpowiednich łat.

Należy przeprowadzić kontrolę szczelności wszystkich styków, np. za pomocą próbnika próżniowego. Należy sprawdzić wyrywkowo wytrzymałość wykonanych styków zgodnie z 4.1.5. Wytrzymałość styków nie może być mniejsza niż 50% wytrzymałości folii.

3.5.4. Układanie przysypki. Ułożony i odebrany fragment uszczelnienia folią powinien być przykryty warstwą przysypki z gruntów mineralnych nie później niż w ciągu 2 dob od rozpoczęcia układania folii.

Można również stosować nad folią przekładki z włók-
niny filtracyjnej lub innego podobnego materiału.

Ułożoną folię można obciążyć małymi pryzmami gruntu
dla ochrony przed porywami wiatru.

Podczas formowania przysypki nie może nastąpić usz-
kodzenie ułożonej folii.

Przysypka powinna być wyrównana i zagęszczona a pra-
ce wykonane, kontrolowane i odebrane zgodnie z warunkami
WTWiO - robót ziemnych.

Niedopuszczalne jest stosowanie na przysypkę gruntu
zmarzniętego, zawierającego lód i śnieg, a także gruntu
organicznego i gruntu z ciałami obcymi ostrokrawędzio-
wymi.

3.5.5. Ubezpieczenia skarp budowli z uszczelnieniami
folią należy wykonywać zgodnie z warunkami WTWiO-H-2.
W szczególności jest wymagane zabezpieczenie gruntu przy-
sypki przed wymyciem (sufozją).

3.6. Eksploatacja budowli z uszczelnieniem foliowym

3.6.1. Obserwacje eksploatacyjne. Podczas pierwszego
piętrzenia i w eksploatacji należy prowadzić obserwacje za-
chowania się budowli z uszczelnieniami foliowymi.

3.6.2. Urządzenia kontrolno-pomiarowe. Budowle wod-
ne z uszczelnieniami foliowymi należy wyposażyć w odpo-
wiednie dla ich klasy urządzenia kontrolno-pomiarowe, któ-
re powinny umożliwiać określenie przebiegu przemiesz-
czeń i odkształceń oraz zjawisk filtracyjnych.

3.6.3. Przeglądy okresowe. Podczas okresowych prze-
glądów budowli wodnych uszczelnionych foliami należy prze-
prowadzać obserwacje stanu warstwy gruntu przyległego
do folii oraz porównywać wielkość filtracji przez korpus
budowli z odpowiednimi wielkościami w poprzednich okre-
sach obserwacyjnych.

3.6.4. Naprawa uszkodzonych budowli. W przypadku
stwierdzenia niebezpiecznego osiadania budowli z uszczel-
nieniem folią lub zwiększonej filtracji, należy po obniże-
niu piętrzenia przeprowadzić skuteczną i trwałą naprawę
uszczelnienia.

3.7. Warunki składowania i transportu folii

3.7.1. Warunki składowania. Folię pakowaną w rulony
należy przechowywać w magazynach zamkniętych i nieo-
grzewanych, zabezpieczoną przed bezpośrednimi promie-
niami słonecznymi, zachowując przepisy o składowaniu ma-
teriałów łatwopalnych. Rulony należy układać równo, w po-
zycji leżącej, na twardym i gładkim podłożu, w nie więcej
niż 3 warstwach.

3.7.2. Warunki transportu. Folia powinna być przewo-
żona z zachowaniem przepisów o transporcie materiałów
łatwopalnych, chroniona przed działaniem słońca i opa-
dów atmosferycznych. Rulony należy przewozić poziomo,
zabezpieczając je przed przesuwaniem i mechanicznym u-
szkodzeniem.

4. METODY BADAŃ

4.1. Badania folii

4.1.1. Postanowienia ogólne. Badania i ocenę wyników
badań należy prowadzić zgodnie z PN-74/N-01051, PN-79/
N-03000, PN-83/N-03010, PN-77/N-03031.

4.1.2. Ocena wizualna. Ocenę wizualną folii należy
przeprowadzić stwierdzając, czy na dowolnie wybranych od-
cinkach arkuszy nie występują wady, takie jak: dziury, pę-
cherze, wtrącenia obce, rysy i zagniecenia. Partie mają-
ce takie wady należy wysegregować i odrzucić. W przy-
padku wystąpienia wad na małej powierzchni, należy wyciąć
i odrzucić tylko tę część arkuszy, na których wady wystę-
pują.

4.1.3. Badania makroskopowe szczelności. Badania wi-
zualne folii należy prowadzić następująco: z wylosowanych
partii folii należy wyciąć w dowolnym miejscu 3 ÷ 8 próbek
o wymiarach 200 ÷ 300 mm, rozciągnąć je na ramie wzdłuż
kalandrowania, zwiększając jej długość o 20%.

Pod folią układa się biały papier (nie glansowany), a na
folii rozprowadza się wodą dowolny barwnik. Drobne punk-
ty barwne na papierze świadczą o dziurach w folii. Partie
mającą dziury należy odrzucić.

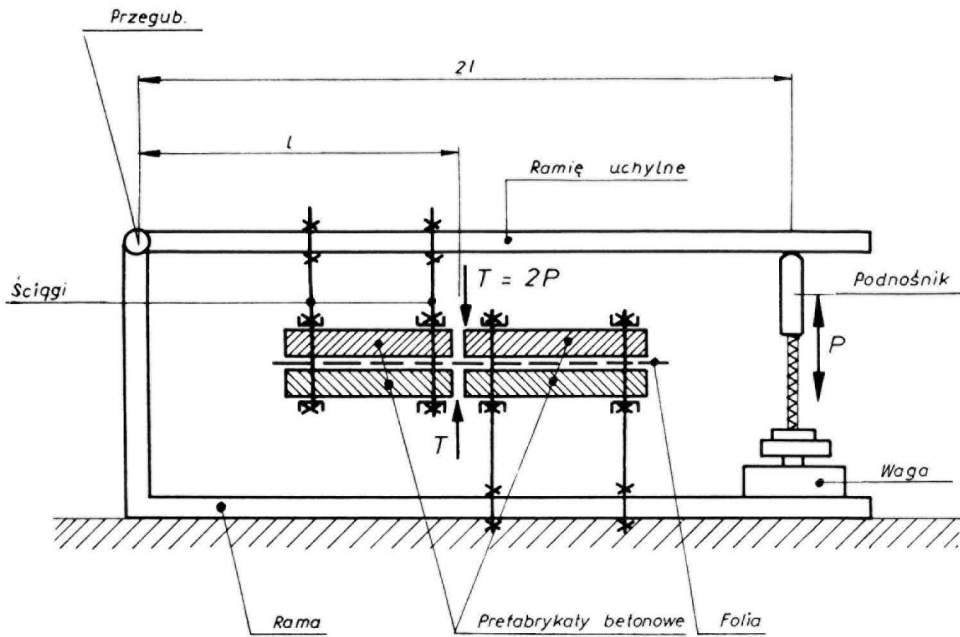
4.1.4. Pomiar grubości folii należy przeprowadzić wg
PN-75/C-89090.

4.1.5. Wytrzymałość na rozciąganie. Badania folii na
rozciąganie należy przeprowadzić wg PN-81/C-89092.

4.1.6. Wydłużenie przy zerwaniu. Wraz z badaniem
folii na rozciąganie należy ustalić wydłużenie trwałe, sta-
nowiące procentowy stosunek długości próbki po zerwaniu
do długości próbki przed rozpoczęciem rozciągania wg
PN-81/C-89092.

4.1.7. Ópór przedarcia. Pomiar wielkości siły prze-
darcia należy prowadzić wg PN-83/C-89091.

4.1.8. Ścinanie prefabrykatem betonowym wg rys.2 (me-
toda Plocharskiego) prowadzi się na paskach folii o wy-
miarach 50×200+2×100 mm (na zamocowanie), przymoco-
wanych do elementów betonowych rozstawionych między so-
bą o 5 mm. Elementy betonowe przesuwają się pionowo, aż
do całkowitego ścięcia próbki. Mierzy się wielkość siły
ścinającej i wydłużenie względne przy ścinaniu.



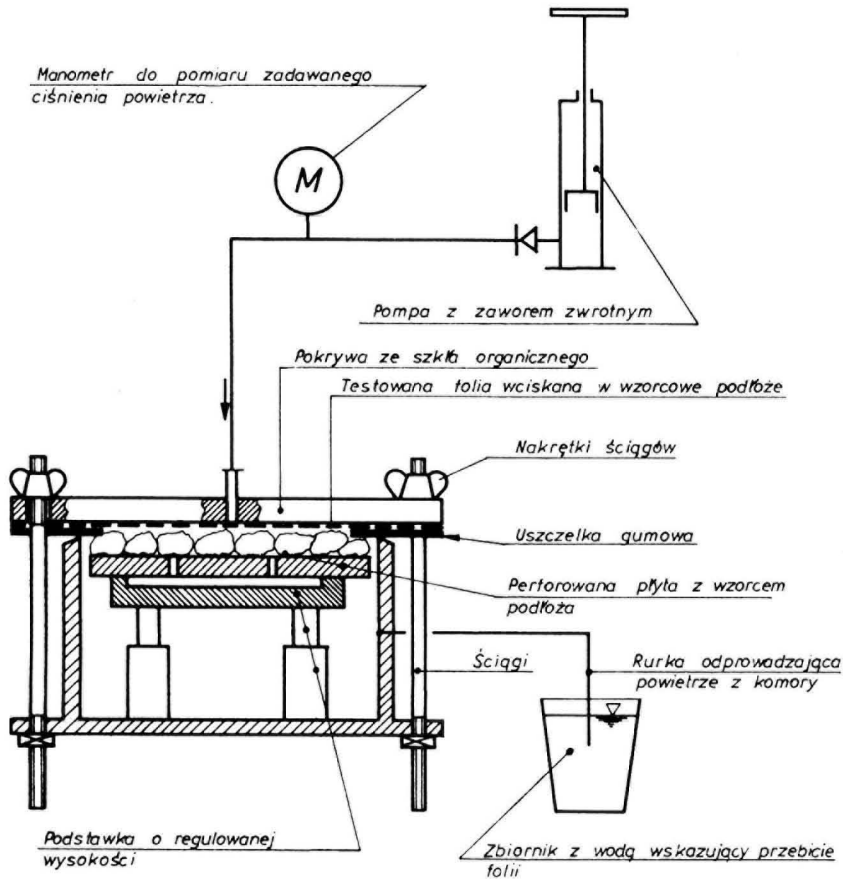
BN-87/8955-02-2

Rys. 2. Schemat stanowiska do badań ścinania folii prefabrykatem betonowym

Dla każdej partii folii należy zbadać po 3 próbki wzdłuż i w szereg kalandrowania, ustalając średnią arytmetyczną siły ścinającej i wielkość naprężenia.

4.1.9. Wgniatanie w podłoże gruntowe. Badania odporności folii na wgniatanie w podłoże gruntowe wg rys. 3

(metoda Płocharskiego) przeprowadza się na krążkach folii o średnicy 140 mm, opartych o sztywny krążek tej samej średnicy z naklejoną warstwą badanego gruntu. Na próbkach poddanych ciśnieniu powietrza bada się wielkość siły niszczącej i ciśnienie, przy którym nastąpiło zniszczenie.



BN-87/8955-02-3

Rys. 3. Schemat stanowiska do badań przebicia folii podłożem gruntowym

Dla każdej partii folii należy przeprowadzić po 3 badania, ustalając wynik na podstawie średniej arytmetycznej.

4.1.10. Odporność folii na korozję chemiczną i agresywne środowisko bada się wg PN-78/C-89067.

4.1.11. Inne badania. O konieczności przeprowadzenia innych dodatkowych badań decydują warunki pracy uszczelnienia folią. Metody badań dodatkowych należy ustalić każdorazowo na podstawie Polskich Norm, norm branżowych, norm zakładowych lub literatury ¹⁾.

4.2. Badania gruntu. Należy przeprowadzić badania gruntu współpracującego z folią, oznaczając jego podstawowe cechy:

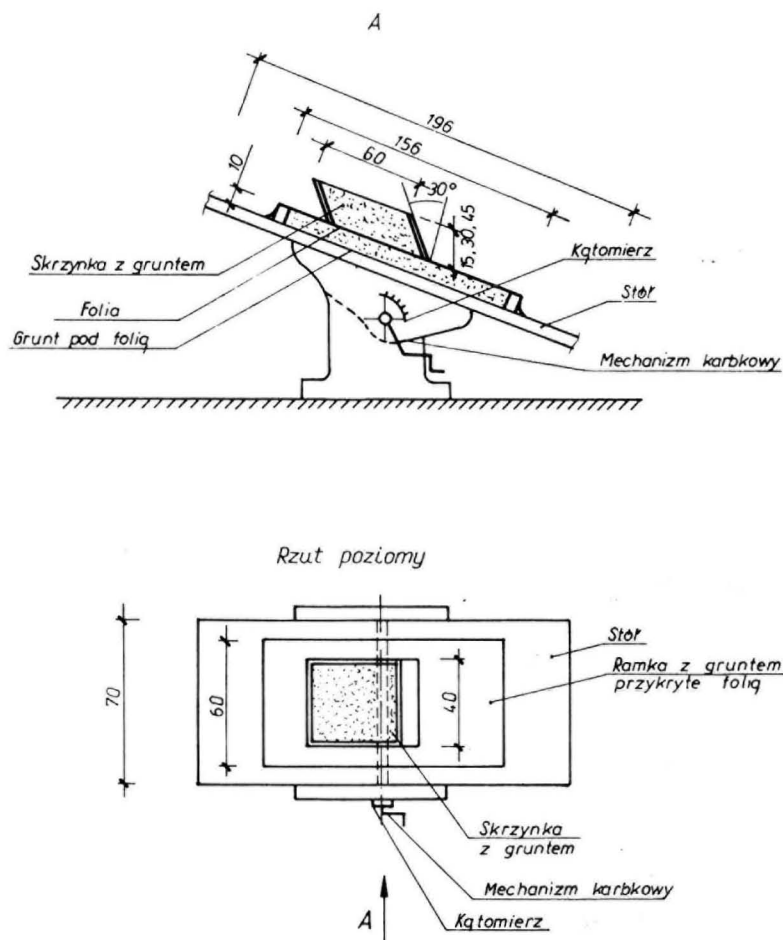
- uziarnienie (analiza sitowa), kształt ziaren wg klasyfikacji Zingga i stopień ich obtaczania,
- minimalny i maksymalny ciężar objętościowy szkieletu gruntowego,
- oznaczenie kąta tarcia gruntu suchego i nawodnionego.

Badania należy przeprowadzić wg PN-75/B-04481, PN-86/B-02480 i PN-81/B-03020.

4.3. Badania współczynnika tarcia gruntu po folii

4.3.1. Badania laboratoryjne współczynnika tarcia gruntu suchego po folii należy prowadzić przyrządem wg rys. 4, złożonym z płaszczyzny dającej się obrócić wokół jednej krawędzi ruchem jednostajnym o dowolny kąt w granicach $0^\circ ; 40^\circ$. Obracana płaszczyzna powinna mieć możliwość zatrzymania się w każdej chwili. Pomiar kąta nachylenia płaszczyzny obracanej należy przeprowadzić z dokładnością do $0,5^\circ$. Płaszczyznę przyrządu pokrywa się warstwą badanego gruntu o grubości 10 cm. Na gruncie układa się arkusz badanej folii, przymocowanej do płaszczyzny przyrządu. Następnie na folii ustawia się skrzynkę bez dna o wymiarach $40 \times 60 \times 15$ cm z dwoma bokami pionowymi i dwoma nachylenymi do pionu pod kątem 30° . Skrzynkę wypełnia się badanym gruntem ubitym ręcznie. Ruchem jednostajnym obraca się płaszczyznę przyrządu aż do zaobserwowania ruchu ustawionej na niej skrzynki. Zmierzony kąt w tym położeniu jest kątem tarcia gruntu po folii, a jego tangens - współczynnikiem tarcia gruntu po folii, miarodajnym do obliczeń uszczelnień foliowych. Należy wyznaczyć również współczynnik tarcia gruntu nawodnionego po folii. W tym celu przyrząd jak wyżej należy wstawić do naczynia z wodą i przeprowadzić analogiczne badania.

¹⁾ Normy i literatura wg Informacji dodatkowych p.2 i 4.

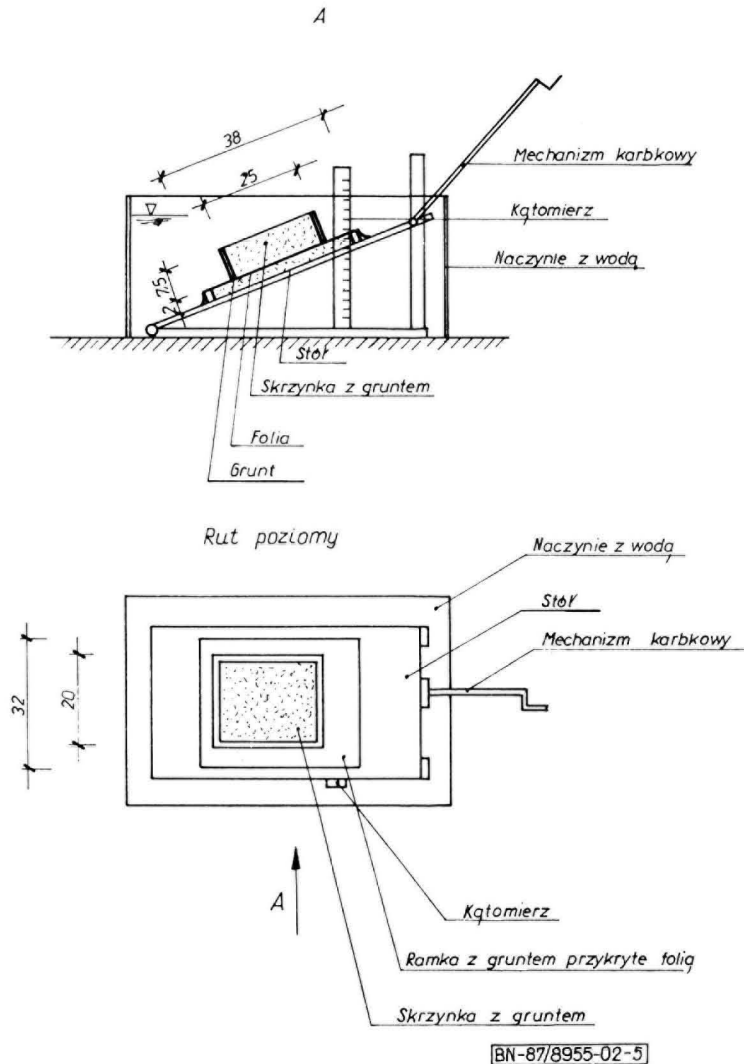


BN-87/8955-02-4

Rys. 4. Schemat dużego aparatu do badania współczynnika tarcia gruntu po folii

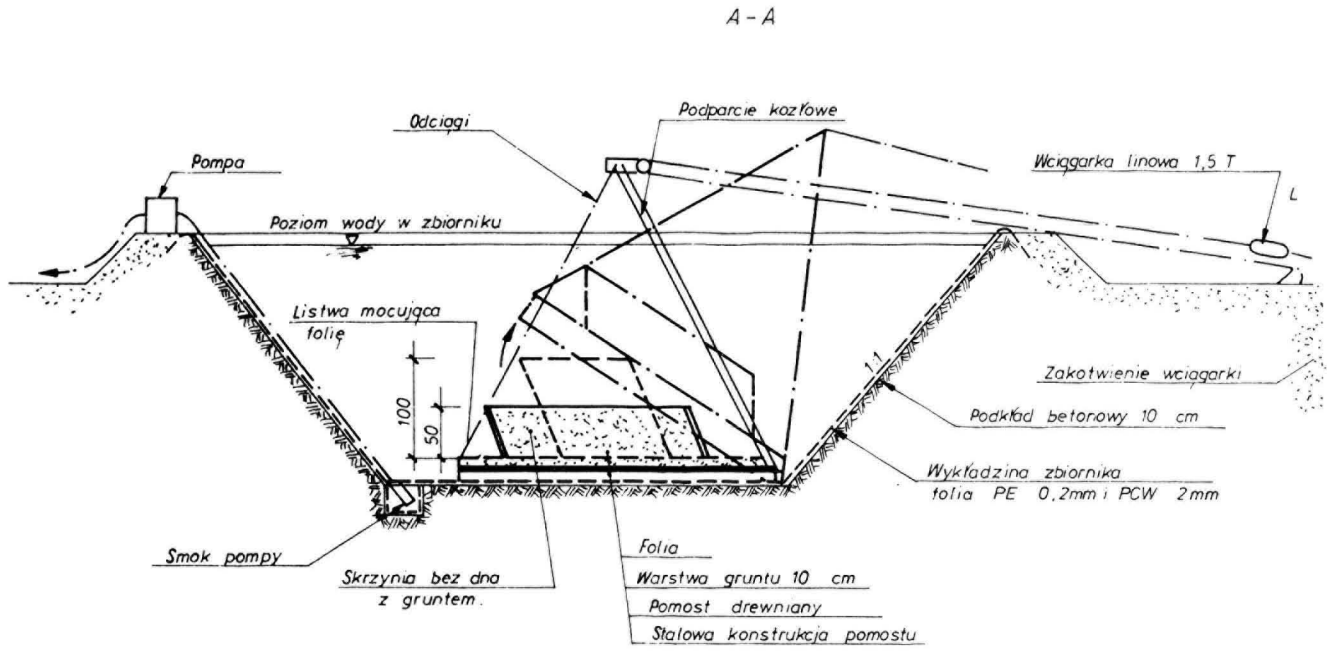
Przy braku odpowiednio dużego naczynia, można badania przeprowadzić metodą jak wyżej, używając do tego celu skrzynki o wymiarach $25 \times 20 \times 7,5$ cm wg rys. 5. Bada się współczynnik gruntu suchego i nawodnionego po folii oraz ustala współczynnik korelacji między małym i dużym przyrządem, wprowadzając odpowiednie zmiany do wyników badań małym przyrządem. Wartość współczynnika korelacji wynika z porównania wartości współczynników tarcia gruntu po folii (na sucho).

4.3.2. Badania na stanowisku doświadczalnym. Weryfikację wyników badań laboratoryjnych można przeprowadzić na stanowisku doświadczalnym wg rys. 6, złożonym z przyrządu opisanego w 4.3.1, ale o wymiarach 100×150 cm lub 150×200 cm. Wysokość skrzynki powinna być dostosowana do rzeczywistej grubości przysypki nad folią. Przyrządem umieszczonym w basenie bada się współczynnik tarcia gruntu suchego i nawodnionego po folii.

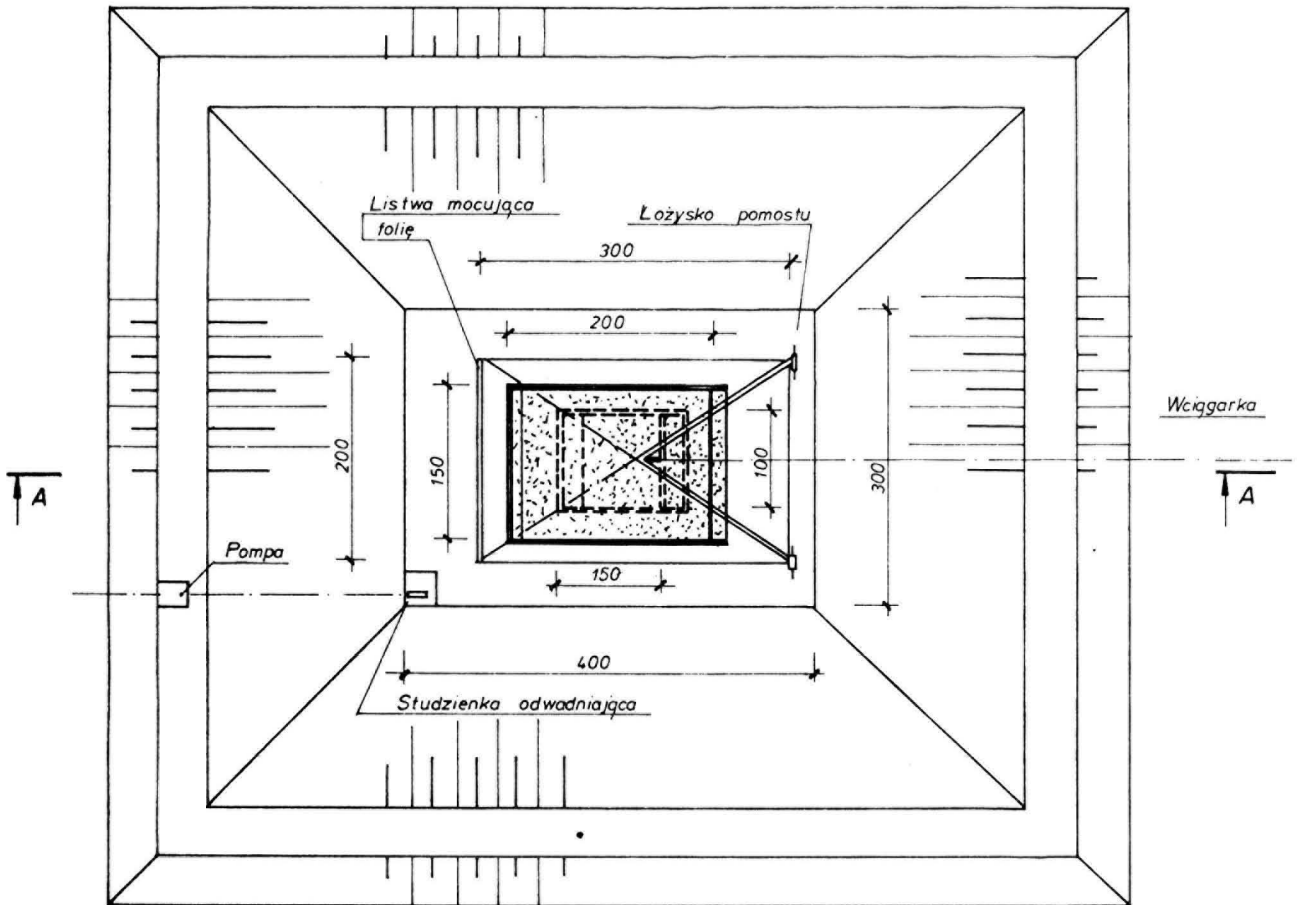


Rys. 5. Schemat małego aparatu do badania współczynnika tarcia gruntu po folii

W każdym z badań należy wykonać po 10 serii pomiarów, określając wartość współczynnika tarcia jako średnią arytmetyczną.



Rzut poziomy



BN-87/8955-02-6

Rys. 6. Schemat stanowiska do badań w terenie współczynnika tarcia gruntu po folii

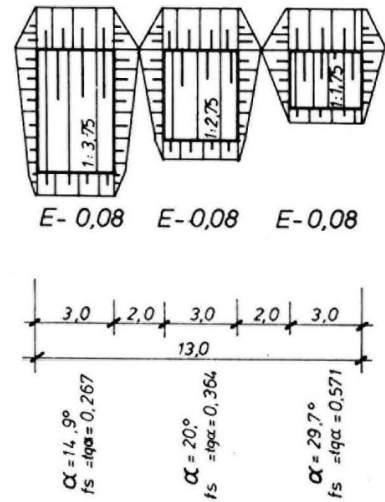
Ustalony tą metodą współczynnik tarcia jest bardziej zbliżony do rzeczywistego.

W każdym z badań należy wykonać po 3 serie pomiarów, określając wartość współczynnika tarcia jako średnią arytmetyczną.

4.3.3. Badania na poletkach doświadczalnych mają ustalić rzeczywiste warunki pracy uszczelnienia folią. Badania należy przeprowadzać tylko wówczas, gdy istnieje możliwość szybkiego nawodnienia i odwodnienia badanych poletek.

Buduje się poletka wg rys. 7 i rys. 8, o wymiarach w planie co najmniej 300×300 cm, z gruntu przewidzianego na podsypkę pod folię. Poletka wykonuje się o nachyleniu jak w projekcie oraz o nachyleniu $8 \pm 10^\circ$ większym i mniejszym od nachylenia projektowego. Na płaszczyźnie poletek układa się badaną folię i przykrywa ją gruntem przewidzianym na przysypkę, o grubości warstwy jak w projekcie uszczelnień. Po zbadaniu poletek, nawadnia się je i szybko odwadnia, powtarzając w miarę możliwości ten proces kilkakrotnie.

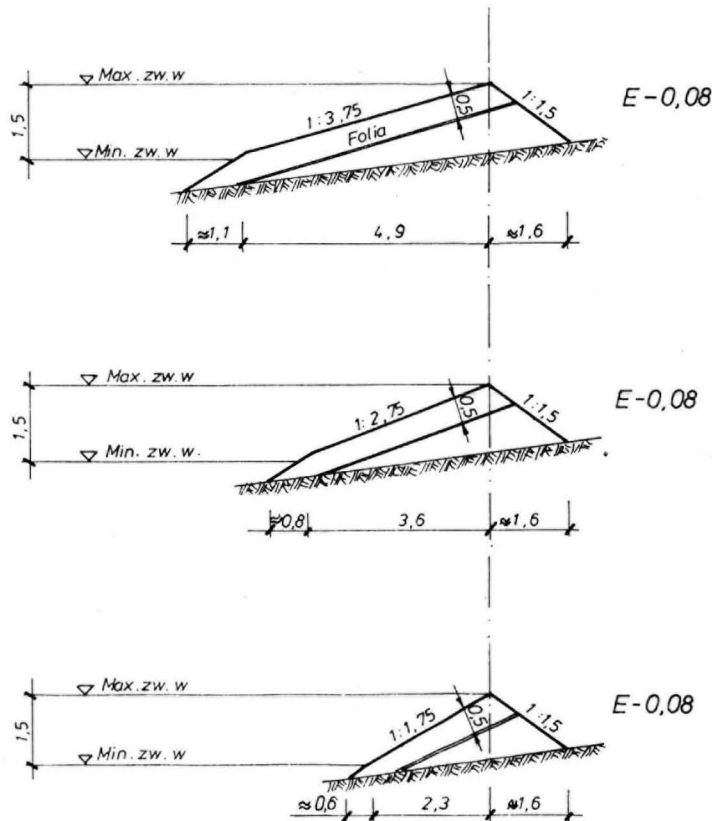
Rzut sytuacyjny



BN-87/8955-02-7

Rys. 7. Schemat stanowiska doświadczalnego (przykład) plan sytuacyjny

Przekroje poprzeczne



BN-87/8955-02-8

rys. 8. Schemat stanowiska doświadczalnego (przykład) przekroje poprzeczne

Badania na paletkach doświadczalnych nie są miarodajne do wyznaczania współczynnika tarcia gruntu po folii, a mogą tylko wykazać, jaki jest współczynnik bezpieczeństwa

między wartościami współczynnika tarcia z badań laboratoryjnych lub na stanowisku doświadczalnym a rzeczywistością w terenie.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
 - PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
 - PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
 - PN-75/B-04481 Grunty budowlane. Badania laboratoryjne
 - PN-78/C-89067 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie odporności na działanie substancji chemicznych
 - PN-75/C-89090 Folie z tworzyw sztucznych. Oznaczanie grubości
 - PN-83/C-89091 Folie z tworzyw sztucznych. Oznaczanie wytrzymałości na rozdzieranie
 - PN-81/C-89092 Folie z tworzyw sztucznych. Oznaczanie cech wytrzymałościowych przy statycznym rozciąganiu
 - PN-74/N-01051 Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Nazwy, określenia i symbole
 - PN-79/N-03000 Statystyczna kontrola jakości. Nazwy i określenia
 - PN-83/N-03010 Statystyczna kontrola jakości. Losowy wybór jednostek produktu do próbek
 - PN-77/N-03031 Statystyczna kontrola jakości. Kontrola odbiorcza według oceny liczbowej właściwości o rozkładzie normalnym. Plany badania
 - BN-64/6353-01 Folia rozdmuchiwana z uplastycznionego poli(chlorku winylu)
 - BN-84/6353-02 Folia zdwajana z plastyfikowanego poli(chlorku winylu)
 - PN-68/6353-03 Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego poli(chlorku winylu) suspensyjnego
 - BN-77/6392-01/13 Folia estrofol. Charakterystyka techniczna folii T
 - ZN-68/MPCh/SCh 362 Folia techniczna antykorozyjna. Zakłady Chemiczne "OŚWIĘCIM"
 - TWT-55/6/01/71 Folia z tworzyw sztucznych. Folia hydroizolacyjna. Dolnośląskie Zakłady Tworzyw Sztucznych w Oławie
 - WTWiO Warunki Techniczne wykonania i odbioru robót ziemnych. Ministerstwo Rolnictwa, Warszawa 1979
 - WTWiO-H-2, Budownictwo specjalne w zakresie gospodarki wodnej. Hydrotechniczne budowle ziemne. Warunki wykonania i odbioru umocnień. Centralny Urząd Gospodarki Wodnej, Warszawa 1966
3. Autor projektu normy - dr inż. Zbigniew Ambrożewski - Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego HYDROPROJEKT - Warszawa.
4. Literatura
 - Ambrożewski Z.: Instrukcja badań właściwości folii z polimerów do uszczelniania zapór. Załącznik do pracy doktorskiej. SGGW AR, Wydział Melioracji Wodnych. Warszawa, czerwiec 1984.
 - Ziemne budowle hydrotechniczne. Tymczasowe wytyczne projektowania i wykonania uszczelnień z folii polimerowych. Warszawa: Centralny Ośrodek Badawczo Rozwojowy Budownictwa Hydrotechnicznego ENERGOPOL 1982.
 - Polietylen produkcji Krajowej. Przedsiębiorstwo Obrotu Tworzywami Sztucznymi CHEMIPLAST ERG. Gliwice 1972.
 - Folia estrofol. Przedsiębiorstwo Obrotu Tworzywami Sztucznymi CHEMIPLAST ERG, Gliwice 1972.
 - Polipropylen. Własności i zastosowanie. Przedsiębiorstwo Obrotu Tworzywami Sztucznymi CHEMIPLAST ERG. Warszawa 1975.