

mgr inż. Jacek Ajdukiewicz

## Drenaże francuskie – cz. 2

Pierwsza część artykułu pt. „Drenaże francuskie” została opublikowana w numerze 10/2004 „Materiałów Budowlanych”. Zaprezentowano w niej zasady funkcjonowania, projektowania i wykonywania drenaży francuskich (D.F.) oraz „Żelazne, niepodważalne warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać geowłókniny nietkane, igłowane, stosowane do odwodnień obiektów inżynierskich”.

W drugiej części artykułu omówione zostaną najczęściej występujące nieprawidłowości podczas stosowania technologii D.F. oraz przykłady ciekawych realizacji. Zwrócono też uwagę na aspekty ekologiczne rozwiązania.

### Najczęściej popełniane błędy

Nieprawidłowości podczas stosowania D.F. występują:

#### 1) na szczelbu zarządzania:

- kierownicy jednostek wykonawczych wyrażają zainteresowanie zakupem tańszych włókien do drenażu od przewidywanych w projektach; na ogół wyboru dokonują jedynie na podstawie deklaracji osób handlujących włókninami, że oferują takie same wyroby jak przewidziane w projekcie, lecz tańsze o kilkanaście groszy za metr kwadratowy;

- nowa technika, nowa technologia, nowe materiały, a nie każdy chce się uczyć, więc niektórzy uważają, że lepiej nie wgłębiać się w szczegóły i kupić ten wyrób, który jest najtańszy. Byleby gramatura się zgadzała! Nic bardziej złudnego; tę samą gramaturę mogą mieć tak różne włókniny, że jedne będą sprawne w wykonanym drenażu przez 100 lat, a drugie już po trzech, czterech dniach zostaną zupełnie zakolmatowane;

- inna, niestety typowa sytuacja. Przychodzi handlarz do decydenta i mówi: „w tej ulotce jest napisane, że to są wyroby do drenaży i proponuje przy zakupie ekstragratyfikację”, a efektem jest bardzo szybko niesprawny układ drenażowy; najkrótszy znany mi czas do „zatkania” włókien wynosi cztery dni;

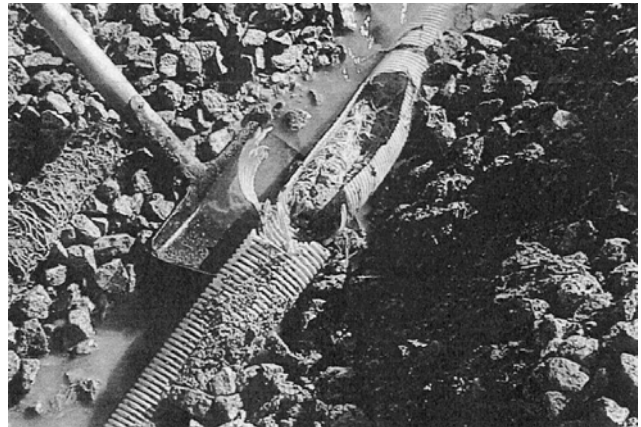
#### 2) na etapie projektowania:

- brak szczegółowej wiedzy wśród projektantów dotyczącej kryteriów prawidłowego doboru geowłókien;

- preferowanie drenaży rurowych, od lat funkcjonujących w budownictwie drogowym. Dotychczas znane były następujące mankamenty drenaży rurowych:

- bardzo niski stosunek sumy pól powierzchni otworów perforacji do powierzchni rury drenażowej ogółem, skutkiem czego były: bardzo duża prędkość przepływu strumieni wody przez przekrój poszczególnych otworków, skutkująca porywaniem różnej wielkości cząsteczek gruntu macierzystego, wypełnianiem nimi obszaru zasypki, podsypki i obsypki w rejonie otworków – aż do utworzenia się w ich rejonie warstwy nieprzepuszczalnej;

- łatwość zatykania się otworków perforacji karbowanych rur drenażowych większymi ( $\varnothing = 2 \div 7$  mm) kawałkami materiałów mineralnych;



Fot. 1, 2. Dren rurowy zatkany korzeniami roślin

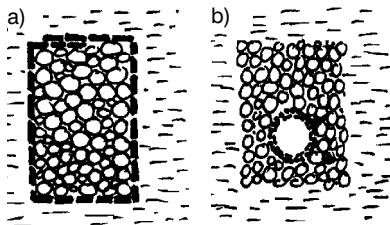
- szybka (w ciągu zaledwie kilku lat) podatność drenów na zamulanie się ich wnętrza, powodująca ustanie funkcji drenażowych;

- ograniczony zasięg oddziaływania na otaczający grunt, sięgający – w zależności od uziarnienia gruntu i kształtu jego krzywej przesiewu – od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów długości promienia odwodnienia. W ostatnim czasie okazało się, że nieznanym dotąd czynnikiem pogarszającym lub wręcz likwidującym przepuszczalność przewodów drenażowych są korzenie roślin, a w szczególności traw. Zjawisko to prezentują fotografie 1 i 2 (rura drenarska była zainstalowana na głębokości 1,5 m; zdjęcia wykonano po 1,5 roku od daty oddania drenażu do użytku);

- lekkomyślne upraszczanie zagadnienia doboru materiałów do wykonywania D.F.; dotyczy to wielu autorów tzw. Specyfikacji technicznych, w których specyfikują, że np. potrzebna jest: „geowłóknina o gramaturze 200 g/m<sup>2</sup>; kruszywo mineralne (czyli naturalne)  $\varnothing 0 \div 40$  mm;  $k = 5,0$  m/dobę;  $W_p = 35$ ”. Jest to „pogrzeb” drenu francuskiego i w przeważającej liczbie przypadków – wykonanie w gruncie nieprzepuszczalnej dla wody „belki”;

- owijanie sączków drenażowych włókniną lub kokonem z włókien kokosowych. Liczne doświadczenia wykazały, że tego typu konstrukcje stosunkowo szybko ulegają zamulaniu, a włóknina – kolmatacji, dlatego też najnow-

sza norma szwajcarska z 2000 r. eliminuje tego typu rozwiązania (rysunek 1), wskazując jako poprawne jedynie omawiane w artykule **D.F.**; w uzasadnionych wypadkach norma ta dopuszcza umieszczenie wewnątrz **D.F.** tzw. drenokolektorów (rysunek 2) w celu sprawnego odprowadzenia dużych ilości wód drenarskich do odborników;



**Rys. 1. Poprawna (a) i niepoprawna (b) technicznie konstrukcja francuskich drenaży liniowych (R. Ruegger, R. Hufenus, 2000)**



**Rys. 2. Sposób umieszczenia drenokolektora w D.F.**

▪ **nadawanie spadków D.F.** – jako kontynuacja przyzwyczajeń ze stosowania systemów rurowych. **D.F.** doskonale obchodzą się bez spadków w terenie. Oczywiście nic nie przeszkadza, jeżeli **D.F.** ma stałą głębokość i spadek zgodny ze spadkiem terenu. Należy pamiętać, że jedynym powodem przepływu wody wewnątrz **D.F.** jest różnica jej poziomów pomiędzy każdym z punktów **D.F.** a punktem wypływu wody z drenu, z czego wynika, że najniższy poziom dna **D.F.** powinien być w miejscu odbioru i skierowania wody do odbornika;

▪ **sporadycznie spotykane, zazwyczaj w projektach wykonywanych przez samych wykonawców, obsypywanie zewnętrznych powierzchni D.F. zasypką piaskową zawierającą dużą ilość cząstek ilastych i pylistych.** W swojej praktyce spotkałem tzw. piasek syntetyczny, pochodzący z przemiału odpadu z jednej z krajowych hut metali nieżelaznych, który w sposób niemal idealny oblepia powierzchnie **D.F.**, zamieniając je w geomembrany;

### 3) na etapie wykonywania robót:

▪ **stosowanie materiałów najtańszych, na ogół niekwalifikujących się w ogóle do wykonywania D.F.** Dotyczy to szczególnie geowłókniny. Krążący po przedsiębiorstwach handlarze przekonują, iż oferowane przez nich tanie geowłókniny pomogą wykonawcy wykonać dany obiekt z pozytywnym efektem ekonomicznym. Jako swojego rodzaju kuriozum podać można handlarza obwoźnego, który Przedsiębiorstwu Budowy Dróg wmówił zakup bardzo taniej, bo kosztującej 7 zł za 1 kilogram (!) włókniny meblowej, stosowanej pod tkaniny tapicerskie;

▪ **wypełnianie wnętrza D.F. materiałami:**

- lasującymi się w kontakcie z wodą;
- ulegającymi po pewnym czasie rozpadowi na drobne cząstki;
- zawierającymi zbyt dużą ilość ziarn średnicy 0 ÷ 8 mm;
- niejednorodnymi, różnymi na długości drenu, powodującymi miejscowe spiętrzenia poziomu wody we wnętrzu **D.F.**;

▪ **niechlujstwo w wyłożeniu transzei D.F. geowłókniną, polegające na:**

– nieprzezwiezaniu kierunku zakładki wykonywanych podczas umieszczania kolejnych brytów włókniny w transzei, dociętych na placu budowy. Zakładki zawsze powinny być wykonywane w kierunku „z prądem”, tak aby woda płynąca z określoną prędkością wewnątrz **D.F.** nie mogła wpływać pomiędzy włókniną a grunt macierzysty;



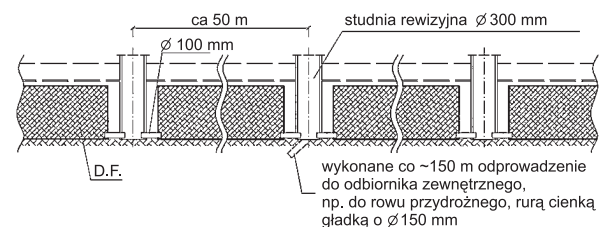
**Fot. 3. Nieosłonięte wypełnienie drenu najczęściej ulega częściowemu zamuleniu przed zakończeniem robót**

– wykonywaniu zbyt małych zakładki; w gruntach normalnych zakładki powinny być nie mniejsze niż 0,3 m; w gruntach gliniastych, ilastych i podobnych – nie mniejsze niż 0,5 m;

– nieosłanianiu wypełnienia podgięciem (fotografia 3) ku górze skraju pierwszego brytu włókniny (licząc od strony kierunku, w którym wykonywane są roboty), dzięki czemu do wnętrza **D.F.** wpływa woda zawierająca bardzo duże ilości drobnych cząstek gruntu, przez co następuje częściowe zamulenie wnętrza drenu. Sprzyja temu na ogół brak skutecznego, bezpośredniego nadzoru nad brygadami wykonującymi dreny. Zapobiegać tego typu nieprawidłowościom można tylko przez szkolenie robotników oraz zapewnienie w miarę stałego nadzoru;

– rozpoczynaniu wykonywania transzei drenu oraz wykładania jej geowłókniną i napełniania wnętrza drenu materiałem mineralnym w najwyższym miejscu zamiast w najniższym, położonym w punkcie wypływu wód drenarskich do odbornika. Powoduje to wypełnianie się transzei wodą i konieczność pracy w środowisku „mętnej wody”. Rozpoczynanie prac w punkcie najniższym zapewnia stały odpływ wody z wnętrza drenu i nie zagraża zamulaniem się wypełnienia mineralnego.

W sytuacji, gdy zachodzi obawa zastosowania przez wykonawcę niewłaściwego materiału wypełniającego dren, należy niezwłocznie po zakończeniu robót wykonać kontrolę jakości prac. Już w projekcie (rysunek 3) można przewidzieć kontrolny wlew dużej ilości wody (4 ÷ 8 m<sup>3</sup>) do wnętrza wykonanego **D.F.** Taka próba pozwala na optyczno-czasową kontrolę jakości wykonanej pracy przez obserwację czasu przepływu, natężenia i czasu wypływu wlanej porcji wody (wykonywanej w punkcie odbioru wody do odbornika). Koszt próby powinien być przez projektantów przewidywany w kosztorysach inwe-



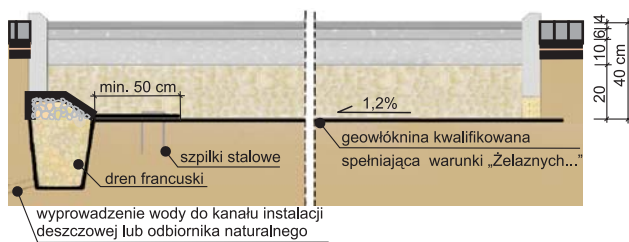
**Rys. 3. System studzienek kontrolnych w D.F. zainstalowanych w pasie rozdzielu dwupasmowej drogi krajowej, w celu uzyskania możliwości bieżącego sprawdzania działania drenu**

storskich. W przypadku niezadowolających wyników próby koszt przemycia systemu D.F. powinien obciążać wykonawcę.

### Przykłady aplikacji drenów francuskich

**D.F. a warstwy odwadniające w podbudowach drogowych** (rysunek 4). Badania uczonych kanadyjskich, wykonane w skali technicznej na długich, kilkusetmetrowych odcinkach dróg w tym kraju (należy przypomnieć, że jest to najlepszy porównawczy klimat do klimatu polskiego, przy czym w Kanadzie okresów przejściowych od temperatury +5°C do -5°C i odwrotnie jest o kilkadziesiąt procent więcej niż w Polsce), wykazały zastępowalność stosowanej w Polsce piaskowej warstwy odwadniającej spełniającym warunki „Żelaznych...” geosyntetykiem w formie geowłókniny niektanej igłowanej (non-woven) czwartej i piątej klasy CBR (rysunek 5).

Od wielu lat z pełnym powodzeniem (stosując wyroby firmy FIBERTEX® A/S typu F-4M i F-45M – fotografia 4) eliminuję warstwy piaskowe, a w szczególnie trudnych warunkach gruntowych (wysoki poziom wód gruntowych, grunty słabonośne, napięte zwierciadło wody) dodatkowo stosuję ponad tymi włókninami poziome warstwy mineralne z kruszywa  $\phi 16 \pm 63$  mm, na których układa się warstwy geowłókniny separacyjnej typów: F-330, F-320, F-32M. Dopiero nad takimi warstwami odwodnienia poziomego stosowane są niesorty, względnie dobrze zagęszczalne kruszywa mineralne o zróżnicowanym uziarnieniu. Z pełną odpowiedzialnością stwierdzam, że we wszystkich aplikacjach rozwiązania te w pełni zdają egzamin, zaś ich skojarzenie z jednocześnie budowanymi na krańcach odwadnianych obszarów pionowymi D.F., charakteryzuje się sprawnym, działającym z dużą skutecznością wypływem wód z połączonych systemów. Jako przykład można podać wykonany w 2000 r. tzw. Węzeł Mikołowski, na przebiegu którego, w wyniku nakładania

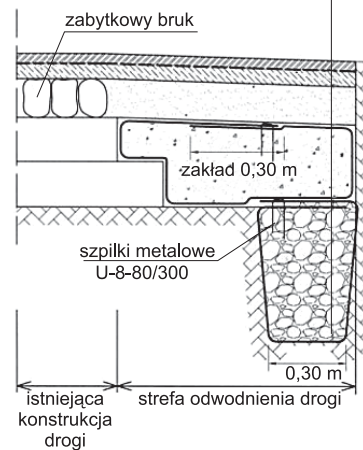


**Rys. 4. Preferowana przez autora konstrukcja drogi na osiedlu domków jednorodzinnych; przykładowe warstwy podbudowy i nawierzchni**



**Fot. 4. Montaż D.F.: a) zamykanie drenu; b) dren zamknięty**

warstwa ścierna z betonu asfaltowego	materac
geowłóknina kwalifikowana AM-2 zgodna z AASHTO m288	
warstwa wyrównawcza z betonu asfaltowego	
łtuczeń kamienny (nielasujący się) - 0/31,5 mm	
geowłóknina kwalifikowana spełniająca warunki „Żelaznych...”	
warstwa odsączająca z kruszywa naturalnego	
geowłóknina kwalifikowana spełniająca warunki „Żelaznych...”	
geowłóknina kwalifikowana spełniająca warunki „Żelaznych...”	
łtuczeń kamienny (nielasujący się) - 20/31,5 mm	
geowłóknina kwalifikowana spełniająca warunki „Żelaznych...”	
podłoże gruntowe	D.F.



**Rys. 5. Przykład poszerzenia, rewitalizacji nawierzchni i odwodnienia ulicy miejskiej, uprzednio wykonanej z zabytkowego bruku**

się ruchów drogowych: wschód – zachód i v/v (DK-44) oraz północ – południe i v/v (DK-93), występuje jedno z największych w południowej Polsce obciążenie jezdni ruchem drogowym. Na węźle tym krakowskie KPRD S.A., we współpracy z autorem i jego zespołem, wykonało drenaż całego (położonego na obszarze kurzwawki piaskowej oraz poddanego dużemu napływowi znajdujących się pod wysokim ciśnieniem wód gruntowych) obszaru podbudów dwóch równoległych jezdni na odcinku prawie 800 m każda. Obydwie jezdnie nie zostały dotychczas ani zdeformowane, ani też nie wystąpiły na ich nawierzchniach żadne uszkodzenia czy odkształcenia. W ten sposób instalacja pięciu równoległych D.F. (po obu stronach jezdni, pod nawierzchnią każdej z dwóch jezdni + jeden dren odcinający pod rowem [na pewnym odcinku zamiast rowu], znajdującym się obok jezdni pld. – ptn., od strony kierunku napływu wód gruntowych z obszaru ok. 3 km<sup>2</sup>), skolektorowanych w najniższym punkcie przebiegu trasy drogowej cały czas odprowadza wody drenarskie do systemu kanalizacji wód opadowych, wypływających niemal pełnym przekrojem rury  $\phi 400$  mm.

W innym przypadku wykonawca wykonał D.F. korzystając z tańszej, podobno identycznej (tak zachwalał przedstawiciel producenta) jak F-4M geowłókniny non-woven. Na szczęście – tylko po jednej stronie jezdni. Efekt był negatywny. Na pytanie wykonawcy, co ma zrobić, zaleciłem, żeby drugi (po drugiej stronie jezdni) dren wykonać z zastosowaniem geowłókniny F-4M. Dren ten natychmiast zadziałał, umożliwiając wykonanie położonej obok niego połowy szerokości podbudowy. Następ-



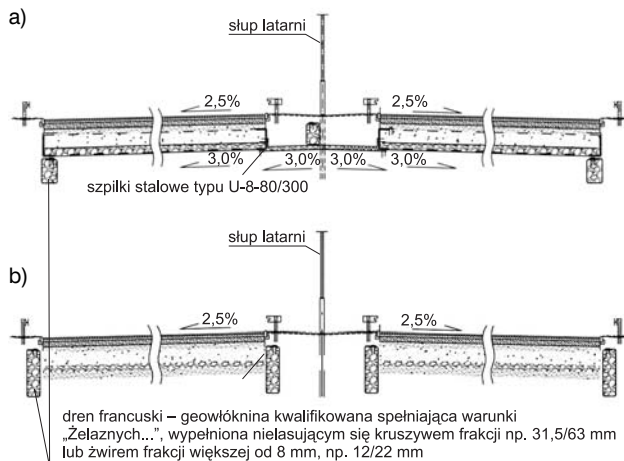
nie zdemontowano dren wykonany jako pierwszy. Odyskane kruszywo zeszkładowano, przemyto strumieniem bieżącej wody i wykorzystano w konstrukcji odtworzonego drenu pierwszego; tym razem z zastosowaniem geowłókniny F-4M. Po wykonaniu dren ten również zadziałał i już po czterech dniach podbudowa mogła być zakończona. Jest to najbardziej oczywisty sprawdzian znaczenia właściwego doboru geowłókniny do budowy skutecznego D.F.

**D.F. a stan krajowych nawierzchni bitumicznych.** Jednym z głównych czynników powodujących destrukcję nawierzchni asfaltowych jest woda (znajdująca się względnie dopływająca od strony pasa rozdziału i poboczy). Przenika ona również do podbudów przez spękania tworzące się w nawierzchni bitumicznej. Umieszczana pod podbudową tzw. piaskowa warstwa odsączająca jest de facto magazynem wody z racji zbliżonych wartości napięć powierzchniowych  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oraz wody. Wynika z tego, że pod podbudową praktycznie cały czas utrzymuje się duża ilość wody w formie cieczy. W okresach przejściowych ilość ta powiększa się o kondensat pary wodnej wykraplający się na dolnej powierzchni nawierzchni.

Instalacja D.F. w obszarach podbudów, a także obok krawędzi jezdni, potwierdziła słuszność wyników prac badawczych, wskazujących na celowość wykorzystania skojarzonych drenów pionowych zarówno do odbioru wód spływających, jak i odwadniania podbudów (rysunek 6).

Tego rodzaju odwodnienie zrealizowano jako pierwsze po powodzi w 1997 r. w obszarze drogi wojewódzkiej nr 457 Brzeg – Popielów, gdzie została zdeformowana nawierzchnia do głębokości ok. 0,30 m, na skutek zawodnienia warstwy gliny, oddzielonej od nawierzchni jedynie bardzo cienką (0,20 ÷ 0,30 m) podbudową z piasku. Przy obu krawędziach jezdni tej drogi wykonano D.F. Po podłączeniu ich do odbiorników zewnętrznych (położonych 0,9 m niżej) już po ok. trzech tygodniach nawierzchnia powróciła do swojej poprzedniej formy i niwelety i taka jest do chwili obecnej.

**Pas drogowy, jezdnia, rowy i życie ludzkie.** W obszarach zaludnionych, od biegnących przez nie dróg wykonuje się wjazdy do poszczególnych posesji – średnio co kilkadziesiąt metrów. Wjazdy po obu stronach



**Rys. 6.** Stosowany przez autora sposób rozmieszczenia D.F. w nowo budowanych (a) i istniejących (b) obiektach drogowych

wykończone są na ogół prostopadymi do osi drogi betonowymi głowicami. Pomiedzy utwardzonymi wjazdami pozostają rowy połączone rurami, biegnącymi pod obszarami wjazdów, mającymi na celu umożliwienie transportu zbierających się w rowach wód w kierunku odbiornika.



**Fot. 5.** Rowy pomiędzy wjazdami na posesje

Przy niewielkiej odległości pomiędzy głowicami dwóch sąsiadujących z sobą wjazdów rów zamienia się w otwarty grób dla kierowców i pasażerów (fotografia 5), zaś same głowice są ścianami śmierci.

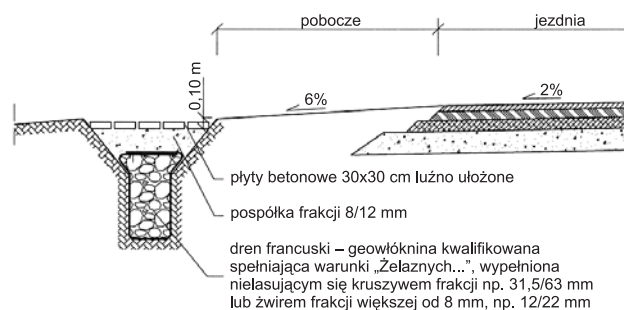
Czy można zaproponować inne rozwiązanie? Oczywiście tak. Wystarczy całą przeszeń (rowy wraz z wjazdami) zamienić na D.F. dbając o to, aby jego górna powierzchnia miała dostateczną szerokość (1,5 ÷ 2,0 m) i (łącznie z wysypanym na nią materiałem mineralnym o grubości warstwy 0,1 ÷ 0,15 m) była usytuowana poniżej niwelety krawędzi jezdni (fotografia 6, rysunek 7). W wyniku takiej zamiany eliminuje się z konstrukcji głowice i rury, a obszar samego wjazdu wzmacnia się. Powierzchnia uprzednich rowów może być podstawą chodników dla pieszych pod warunkiem luźnego ułożenia na niej płytek chodnikowych (rysunek 7), względnie perforowanych płyt betonowych (np. typu Jumbo) z perforacjami wypełnionymi materiałem mineralnym o jednakowych średnicach (16, 20, 25 mm). W tym celu najlepiej stosować żwir płukany.

Wiele tak wykonanych zmian pozwoliło w co najmniej kilkunastu przypadkach (znanych z autopsji) zachować życie ludziom.

**D.F. w budownictwie nasypów drogowych oraz najazdów na mosty i wiadukty.** Od wielu lat rowy odwadniające podłoża usytuowane u podstawy nasypów są z powodzeniem zastępowane podnasypowymi D.F. W przypadku gruntów, w których wysięk wody do drenu może występować pod wysokim ciśnieniem, dodatkowo wykonywane są drenaże pod samym nasypem i łączone



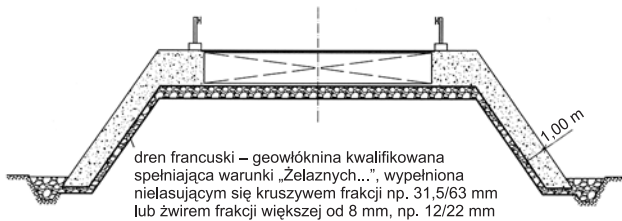
**Fot. 6.** Zmiana rowu na D.F. z jednoczesnym wykorzystaniem górnej pości D.F. jako chodnika dla pieszych



**Rys. 7.** Zmiana wymagającego nakładów eksploatacyjnych rowu przydrożnego na D.F. – z wykorzystaniem terenu po rowie do budowy chodnika dla pieszych



Fot. 7. Podnasykowe D.F. w formie drabiny. Wyprowadzenie wód drenarskich rurami gładkimi do odbiornika zewnętrznego



Rys. 8. Podparcie zakończenia płyty przejściowej na D.F. – z odprowadzeniem wód, również przy zastosowaniu wewnętrznych D.F., do zamienionych na D.F. rowów obok nasypów

w kształt „drabiny” (fotografia 7). Na rysunku 8 pokazano wdrożoną konstrukcję podparcia płyt przejściowych z poziomym drenem francuskim, w którym starannie zagęszczono wypełnienie mineralne. Dren ten połączono z D.F. usytuowanymi w skarpach nasypów (na głębokości > 1 m), te zaś z drenami w podstawie nasypu. Obserwacje wykazały, że w ten sposób otrzymuje się nie tylko wzmocnienie podpory pod oparte o nasyp końcówki płyt przejściowych, ale jednocześnie likwiduje się problemy z odwodnieniem obszaru zabudowy płyt przejściowych, jak też (po wykonaniu odpowiednich połączeń) z wyprowadzeniem wody z drenaży usytuowanych na pościach mostów czy wiaduktów. Sytuowanie odpływów z D.F. pod powierzchniami skarp, na głębokości większej od głębokości przemarzania, likwiduje groźbę zamarzania wód drenarskich w obszarze nasypów.

**Wielofunkcyjność D.F.** Praktyka wykazała, że D.F. są konstrukcjami budowlanymi, które mogą spełniać również inne funkcje. Na pierwszym miejscu należy wymienić funkcję zabudowanego wewnątrz gruntu muru oporowego (fotografia 8), przeciwdziałającego siłom rozporającym np. od konstrukcji nawierzchni i podbudowy jezdni drogowych czy nasypów, zwłaszcza gdy przebiegają one po obszarach gruntów słabonośnych.



Fot. 8. Podwójny D.F. stanowiący przyporę dla budowanego nasypu

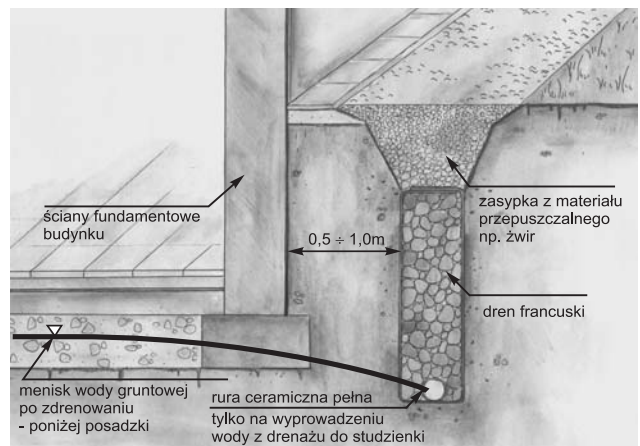
Wewnątrz D.F. można umieszczać różnego typu przewody (rury kanalizacyjne, wodociągowe odprowadzenie wód z rynien, kable elektryczne, przewody telekomunikacyjne, sieci komputerowe i przewody gazowe, czy wreszcie kable monitoringu i pomiarów). W takich przypadkach należy właściwie rozmieszczać i uszczelniać miejsca przejścia przewodów przez geosyntetyk. D.F. mogą być również z powodzeniem używane do nawadniania obszarów zagrożonych erozją wiatrową czy też w innych sytuacjach wymagających tego typu operacji.

Istnieje również możliwość odcięcia połączenia systemów D.F. od strony odbiorników, gdy zachodzi obawa niebezpiecznego podniesienia się w nich poziomu wody (np. w stanach powodziowych). Wykonuje się to przez zamontowanie na końcach systemów D.F. tzw. klap zwrotnych, eliminujących groźbę transferu zwiększonego ciśnienia (i ilości) wody z systemu drenarskiego do odbiornika.

**D.F. w budownictwie indywidualnym.** Dziesiątki aplikacji D.F. w budownictwie ogólnym (fotografia 9) i indywidualnym udowadniają, że systemy te mogą być stosowane z powodzeniem w różnych warunkach gruntowych. Dren opaskowy wokół budynku (rysunek 9) jest w stanie przejść zarówno wody opadowe, jak i wgłębne. Po zainstalowaniu odpowiednich pojemników w postaci studzienek względnie zbiorników umieszczonych głęboko w gruncie (np. z tworzyw sztucznych) może być doskonałym źródłem wody do podlewania ogródków. Tak gromadzona woda (po przepompowaniu do zbiorników przejściowych, zlokalizowanych kilka metrów powyżej spłuczek WC) może być wykorzystywana do celów higienicznych w indywidualnych gospodarstwach domowych.



Fot. 9. Głęboki (5 m), pionowy D.F. zabezpieczający budynek Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach; rozwiązanie INORY



Rys. 9. Sposób odwodnienia obwodowego istniejącego budynku przy zastosowaniu drena francuskiego. Geosyntetyk: włókna Fibertex® typ F-320 (dla piasków) lub F-4M (dla ilów i glin) – autor mgr inż. arch. R. Zajac – INORA

## Szczególne przypadki stosowania D.F.

Szczególnymi zastosowaniami D.F. są:

- odwodnienie powierzchni połaci mostowych; konstrukcje takie są w kraju wykonywane, lecz z zastosowaniem innych materiałów geosyntetycznych i mineralnych;

- odwodnienie obszarów, na których występują duże ilości związków żelaza, a szczególnie związków żelazo-siarkowych i żelazoorganicznych. Może wówczas następować (na ogół następuje) zabudowywanie się tych związków w strukturze przestrzennej geosyntetyków. Przeciwdziałac skutkom tego zjawiska można stosując indywidualne, właściwe dla danego przypadku, rozwiązanie konstrukcyjne D.F.;

- odwodnienie w obszarach ciekłych glin czy ilów. Wykonanie w kraju systemów D.F. w takich warunkach zakończyło się powodzeniem; drenaże nieprzerwanie i skutecznie pracują przez wiele lat. Przy okazji aplikacji zaistniała możliwość wypróbowania (w krótkim czasie) przydatności oferowanych przez różnych producentów i dostawców (a zwłaszcza przez osoby jedynie handlujące geowłókninami) wyrobów geosyntetycznych. Próby te potwierdziły słuszność „Żelaznych, niepodważalnych warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać geowłókniny nietkane, igłowane, stosowane do odwodnień obiektów inżynierskich”. Podobnie negatywne efekty odnotowali inspektorzy nadzoru na różnych drogach krajowych.

Biorąc pod uwagę stosunkowo mały udział kosztów geowłóknin stosowanych do budowy D.F. w kosztach inwestycji (remontów) – bezsensowne jest szukanie oszczędności w nakładach na ten cel.

## Drenaże francuskie a ekologia

Odbywający się na całej czynnej, zewnętrznej powierzchni geowłókniny (okalającej z czterech stron D.F.) proces filtracji zawiesiny ciała stałego z dopływających do D.F. wód powierzchniowych i wglębnych powoduje, że przez pory włókniny mają szansę wnikać do wnętrza D.F. jedynie cząstki gruntu bardzo niewielkiej średnicy. Nie wdając się w szczegóły tego procesu można – zgodnie z obowiązującą teorią filtracji – udowodnić, że największa średnica cząstek gruntu, który może wnikać do wnętrza D.F. wynosi zaledwie 1/10 średnicy porów włókniny. Stosując zatem włókniny, spełniające „Żelazne, niepodważalne warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać geowłókniny nietkane, igłowane, stosowane do odwodnień obiektów inżynierskich” umożliwiają się przedostawanie do wnętrza D.F. cząstek gruntu średnicy  $4 \div 7 \mu\text{m}$ . Stanowią one trwałą, niesedymentującą zawiesinę w wodach drenarskich i ich obecność nie dyskwalifikuje tych wód jako zanieczyszczonych. Można zatem wszystkie wody drenażowe, opuszczające prawidłowo zaprojektowany i wykonany układ drenarski, śmiało kierować zarówno do otwartych odbiorników, jak i do ogólnospławnych sieci wód deszczowych czy burzowych. Pochodzące z D.F. wody w żadnym wypadku nie stanowią zagrożenia ekologicznego i nie muszą być klarowane, podczyszczane, czyszczone ani odstawiane.

Drugim zjawiskiem, towarzyszącym pracy D.F. w warunkach drogowych, jest bardzo prawdopodobna (dotychczas nie ma w tej dziedzinie miarodajnych wyników badań certyfikowanej państwowej jednostki badawczej) zdolność do powierzchniowego wiązania się cząsteczek (molekuł) produktów ropopochodnych (na-

fty, benzyn, ropy naftowej, olejów oraz smarów, tworzących z wodami spływającymi z połaci jezdni i z poboczy tzw. emulsje wodno-organiczne) z materiałami, z których wykonywane są nietkane, igłowane geowłókniny, tj. z poliolefinami. W górnej części przekroju D.F. sporadycznie następuje napełnienie wodą, a więc praktycznie zawsze znajduje się tam powietrze z tlenem atmosferycznym i istnieją idealne warunki do egzystencji bakterii. Duża grupa bakterii używa jako pożywki właśnie produktów ropopochodnych. Następuje więc biodegradacja zatrzymanych molekuł wyrobów ropopochodnych, a tym samym oczyszczenie wody dopływającej do wnętrza D.F. z węglowodorów zagrażających środowisku naturalnemu.

Jak wspomniano, nie było dotychczas badań naukowych nad tym zjawiskiem w D.F. Nic zatem nie stoi na przeszkodzie, aby krajowe jednostki naukowo-badawcze zgłębiły to zagadnienie. Wypada wszakże stwierdzić, że w praktyce proces osiadania węglowodorów ropopochodnych na powierzchni włóknin polipropylenowych nietkanych, igłowanych został stwierdzony i udowodniony w procesie pracy tzw. osadników produktów ropopochodnych, zainstalowanych na wielu stacjach benzynowych. O ile wiem, wykonywane przez PIOS na wypływach z tych osadników analizy nigdy nie wykazały zawartości produktów ropopochodnych (na odpływach z dobrze działających tzw. separatorów taśmowych). Jeśli zostałyby przeprowadzone odpowiednio prace badawcze i rozpowszechnione na szeroką skalę prawidłowo konstruowane D.F. jako przyjezdniowe systemy odwodnień, względnie jako zamienniki rowów, wówczas lepiej chronione byłoby nie tylko życie ludzkie (pasażerów i kierowców poruszających się po polskich drogach), ale również środowisko naturalne, przy jednocześnie dużych oszczędnościach na budowie wszelkiego typu osadników i separatorów przydrożnych.

## Podsumowanie

Wdrażając w krajowym budownictwie nowoczesne, europejskiej jakości, geosyntetyki mam na swym koncie 1827 zrealizowanych obiektów, w których geosyntetyki zastosowano wg rozwiązań projektowych INORY, przy moim osobistym udziale względnie inżynierów INORY. Mając takie doświadczenie mogę sobie pozwolić na następujące résumé:

- 1) celem stosowania geosyntetyków jest nie tylko wykonanie nowoczesnej konstrukcji, ale przede wszystkim zapewnienie: długowieczności i długotrwałej niezawodności konstrukcji; eliminacji awarii, uszkodzeń oraz niesprawności technicznych obiektów w okresie eksploatacji przez wiele dziesiątków lat; maksymalnego wykorzystania właściwości mechanicznych, hydraulicznych i metrologicznych stosowanych geosyntetyków;

- 2) kierowanie się przy zakupie geosyntetyków kryteriami samej ceny (czy też quasi-parametrami, np. gramaturą) jest jednoznaczne z decyzjami o budowie obiektów o krótkiej żywotności;

- 3) rozpowszechnienie drenów francuskich we wszystkich rodzajach budownictwa inżynierskiego spowoduje: wydłużenie żywotności obiektów komunikacyjnych (szczególnie nawierzchni dróg i ulic); lepszą niż dotychczas ochronę podziemnych części budynków i budowli; uchronienie przed śmiercią lub kalectwem osób korzystających z jezdni okolonych dotychczas rowami, szczególnie na terenie obszarów zabudowanych.