Stanisław Rymar
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. S. Pigonia w Krośnie

GEOTECHNIKA I GEOLOGIA INŻYNIERSKA W ŚWIETLE UWARUNKOWAŃ NORM UE EUROKOD 7

Abstrakt

Powołanie nowych norm europejskich w 2011 r. określonych skrótem Eurokod 7 w zakresie geologii inżynierskiej, geotechniki, a także budownictwa może powodować, zwłaszcza w pierwszym okresie ich obowiązywania określone dylematy, szczególnie przy zamawianiu dokumentacji geologiczno--inżynierskich dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach. Stąd też w opracowaniu zwraca się uwagę na takie zagadnienia, jak: objaśnienie pojęć Eurokod 7, geologiczne problemy inżynierskie w znaczeniu pojęciowym, problemy prawne i tok postępowania przy sporządzaniu dokumentacji geotechnicznych. Przedstawiony jest również zakres polowych badań geologiczno-geotechnicznych z charakterystyką wybranej aparatury i sprzętu do realizacji badań. Na podstawie przykładowych realizacji, kieruje się uwagę na miasto Dynów, jako potencjalny obszar badań geotechnicznych związanych z zachowaną unikatową zabudową i architekturą mieszkalną typową kiedyś dla małych miast i miasteczek galicyjskich, dzisiaj odchodzących w niepamięć, a wartą przecież zachowania i zabezpieczenia przed zniszczeniem.

Słowa kluczowe: geologia inżynierska, geotechnika, polowe badania, Eurokod 7

GEOTECHNICS AND ENGINEERING GEOLOGY IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN UNION STANDARDS EUROCODE 7

Abstract

Establishing the new European standards in 2011, which are defined by shortcut – EUROCODE 7 in a range of Engineering Geology, Geotechnics and Civil Building can cause especially in a first period of theirs validity the specified issues, while ordering Geological Engineering documentations for the purposes of spatial planning in the municipalities. Therefore, in the development attention is paid to issues such as: explanation of terms Eurocode 7, engineering geological problems in the sense of the concept, legal issues in the preparation of technical documentation course proceedings. Presented is also the scope of geological and geotechnical field research with the characteristics of instruments and equipment selected for the implementation of the research. On the basis of the examples of accomplishment is focused on the city Dynow as a potential area of geotechnical research. Dynow city is associated with an unique architecture and a typical retained for residential architecture used for small cities and towns of Galician, today leaving in oblivion, and worth after all, preserve and protect from damage.

Keywords: engineering geology, geotechnics, field study, Eurokod 7

1. Wprowadzenie

Celem europejskiego systemu normalizacyjnego jest ujednolicenie zasad technicznych uwzględniających aktualny w danej chwili stan wiedzy, zarówno technicznej, jak i poziom poznania zagadnień geologicznych i geomechanicznych. Cały system norm europejskich ma również na celu zniesienie barier ograniczających rozwój myśli technicznej i innowacyjność. W tak pojętym systemie należy przyjąć, że to sami zainteresowani znormalizowaniem danej gałęzi wiedzy głównie projektami, konstruktorzy wspólnie z kadrą naukowców opracowują normy, prowadząc ich ciągły monitoring.

2. Eurokody w znaczeniu pojęciowym

Od 2004 r. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) jest członkiem europejskich organizacji normalizacyjnych, współtworząc normy na forum europejskim. Każda norma europejska – EN – opracowana przez te komitety jest wprowadzana do zbioru Polskich Norm, stając się normą PN-EN.

Eurokody to zestaw Norm Europejskich przeznaczonych do projektowania i wykonawstwa inżynieryjnego. Opracowanie tych dokumentów zainicjowała Komisja Wspólnoty Europejskiej w 1975 r. Podejmując prace, przyjęto, że kolejne wersje Eurokodów będą najpierw przeznaczane do doświadczalnego stosowania na równi z normami krajowymi, a następnie po zebraniu doświadczeń wprowadzone do projektowania. Po latach opracowań przekształcono Eurokody w Normy Europejskie, zachowując w tytule pierwotną nazwę Eurokod. W zakresie projektowania geotechnicznego wprowadzono „Eurokod 7" – Projektowanie geotechniczne, oznaczając polską wersję normy: PN-EN 1997-1 „Projektowanie geotechniczne, część 1 – zasady ogólne" oraz PN-EN 1997-2 „Badania podłoża gruntowego". Sukcesywne wprowadzenie norm określanych mianem EUROKOD nastąpiło w Polsce od 2011 r.

3. Geotechniczne problemy inżynierskie w znaczeniu pojęciowym

W celu obiektywizacji ocen podłoża podstawową sprawą jest stosowanie w całej Europie takich samych procedur w badaniach polowych i laboratoryjnych. Zasady doboru metody badań polowych podłoży gruntowych wg ENV1997.3 i przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Zasady doboru metod badań polowych podłoża

ROZPOZNANIE		
Badania studialne na podstawie map topograficznych, geologicznych i hydrogeologicznych. Interpretacja zdjęć lotniczych danego obszaru. Przegląd materiałów archiwalnych.		
BADANIA WSTĘPNE		
GRUNTY SPOISTE	GRUNTY NIESPOISTE	SKAŁY
CPT, SS, DP lub SPT Pobieranie próbek (PS, TP, CS, OS) MPT, GW	SS, CPT, DP lub SPT, SR Pobieranie próbek (AS, OS, SPT, TP) PMT, DMT, GWO	Inspekcja danego obszaru. Mapa nieciągłości, SE. W słabych skałach: DP, CPT, SPT, SR lub CS
Wstępny wybór metody posadowienia		
BADANIA DO PROJEKTOWANIA		

GRUNTY SOPISTE		GRUNTY NIESPOISTE		SKAŁY	
Fundamenty na palach	Fundamenty bezpośrednie	Fundamenty na palach	Fundamenty bezpośrednie	Fundamenty na palach	Fundamenty bezpośrednie
SS, CPT, DP, SPT lub SR Pobieranie próbek (PS, OS, CS) FYT, PMT, GWC, PIL	SS lub CPT, DP Pobieranie próbek (PS, OS, CS, TP) FYT, DMT lub PMT, GW	CPT, DP lub SPT Pobieranie próbek (PS, OS, AS) PMT, DMT, GW, PIL	CPT + DP.SPT Pobieranie próbek (PS, OS, AS, TP) Możliwość PMT lub DMT, (PLT) GW	SR Mapa szczelin w TP, CS, RDT (PMT w zwietrzałych skałach) GW	
Projekt budowlany					

OBJAŚNIENIA

Badania terenowe:		*Pobieranie próbek:*	
SR. SS	sondowanie skał i gruntu	PS	Próbka o nienaruszonej strukturze
CPT(U)	sondowanie statyczne		
	sonda wciskana	CS	Próbka rdzeniowa
	(z pomiarem ciśnienia wody w porach)	AS	Próbka ze świdra spiralnego
DP	sondowanie dynamiczne	OS	Próbnik otwarty
SPT	badanie sondą SPT	TP	Próbka z wykopu otwartego
PMT	badanie presjometryczne		
DMT	badanie dylatometrem gruntów		
FYT	badanie sondą obrotową		
PLT	próbne obciążenie płytą		
SE	badania sejsmiczne		
PIL	próbne obciążenie pali		
GW			
GWC	pomiar w systemie zamkniętym		
RDT	badanie dylatometrem skał		

Źródło: WG ENV1997.3

Z analizy zestawienia wynika, że sposób wykonania badań, a zarazem i koszty z tym związane będą uzależnione głównie od dwóch czynników: charakteru dokumentacyjnego badań (rozpoznanie, badania wstępne, badania do projektowania) i charakteru gruntu (grunty spoiste, grunty niespoiste, skały). Z kolei każdy rodzaj gruntu w zależności od rodzaju fundamentów obwarowany jest konkretnymi rodzajami badań, które muszą być zrealizowane przy użyciu specjalistycznej, często certyfikowanej aparatury. Należy zaznaczyć, że większość produkowanej obecnie aparatury pochodzi z krajów tzw. „starej" UE, głównie Niemcy, Włochy, Anglia.

Generalnie rzecz ujmując, uzyskane wyniki i zastosowana metodyka badań mają nam dać zespół wiadomości o jednym z podmiotów współpracy podłoża z fundamentem obiektu inżynierskiego. Zagadnienia współpracy fundamentu z podłożem to z jednej strony grunt, a z drugiej fundament obiektu lub konstrukcja inżynierska. Oba elementy współpracy są nierozdzielne od etapu projektowania, poprzez realizację, aż do końca wieloletniej eksploatacji.

Geotechniczne problemy inżynierskie w znaczeniu pojęciowym wynikają głównie z faktu, że na etapie zlecania opracowań dokumentacji dla celów planowania przestrzennego i rozwoju infrastruktury spotykamy się często z trzema niezależnymi od siebie pojęciami: geologią inżynierską, mechaniką gruntów i fundamentowaniem. Często nie potrafimy ich zrozumieć, że jest to jeden cel inżynierski mający zapewnić poprawność fundamentowania, a tym samym bezpieczeństwo konstrukcji.

Mówiąc o fundamentach lub konstrukcjach podziemnych (tunele, kanały itp.), musimy pamiętać, że są to konstrukcje pracujące w szczególnie trudnych warunkach

(agresywność gruntów i wód gruntowych, wpływy dynamiczne, zwiększające się obciążenia, wibracje). Konstrukcje te podczas eksploatacji obiektu są niedostępne i często niewidoczne, dlatego fundamentom stawiamy większe wymagania niż elementom nadziemnym. Nie jest rzeczą możliwą właściwe zaprojektowanie obiektu inżynierskiego bez dogłębnej znajomości geologii inżynierskiej[1].

Mówiąc o gruntach, należy pamiętać o tym, że stanowią one nie tylko podłoże budowlane, ale są również materiałem, z którego budujemy konstrukcje inżynierskie. Obiekty, dla których grunty są podstawowym materiałem konstrukcyjnym, to: przekopy i nasypy torowisk drogowych i kolejowych, masy statyczne zapór i obwałowań przeciwpowodziowych, nasypy zbrojone itp. Oprócz badań geologicznych mających na celu określenie rodzaju podłoża (nazw petrograficznych utworów skalnych) niezmiernie istotne są badania litologiczne i stratygraficzne, jak: układ warstw gruntu, ich nachylenie, kąt naturalnego warstwowania, przepuszczalność i filtracja, poziom wód gruntowych i ich zmienność, kierunek przepływu, poziom stabilizacji w otworach próbnych, agresywność wody do betonu, a także wpływ projektowanych obiektów na zmianę stosunków gruntowo-wodnych.

Ostatnim poniekąd ogniwem w procesie projektowania i oceny podłoży gruntowych jest geotechnik (zawód wg nomenklatury UE zaliczany do tzw. zawodów regulowanych, czyli wymagających specjalistycznych uprawnień). Zadaniem badań geotechnicznych jest ustalenie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów, głównie ich wytrzymałość, a analiza geotechniczna musi w sposób prawidłowy opisywać zachowanie się podłoży gruntowych przyjmującą zasadę obliczeń wg „stanów granicznych". Ocena danych Dotyczących warunków naprężeń występujących lub mogących wystąpić w podłożu zależeć będzie od jakości badań, użytego sprzętu, prawidłowości przyjętych założeń do symulacji i obliczeń komputerowych. Eurokod podkreśla wyraźnie, że prawidłowo dobrane rodzaje badań i rzetelnie opracowane wyniki parametrów geotechnicznych i kontrola jakości wykonania mają tutaj znaczenie najistotniejsze. Aby ten warunek spełnić, praktycznie cała aparatura do badań geotechnicznych wyposażona jest w elektroniczne czytniki i rejestratory, umożliwiające rejestrację i zapis danych w chwili wykonywanych badań.

4. Dokumentacje geotechniczne jako efekt badań

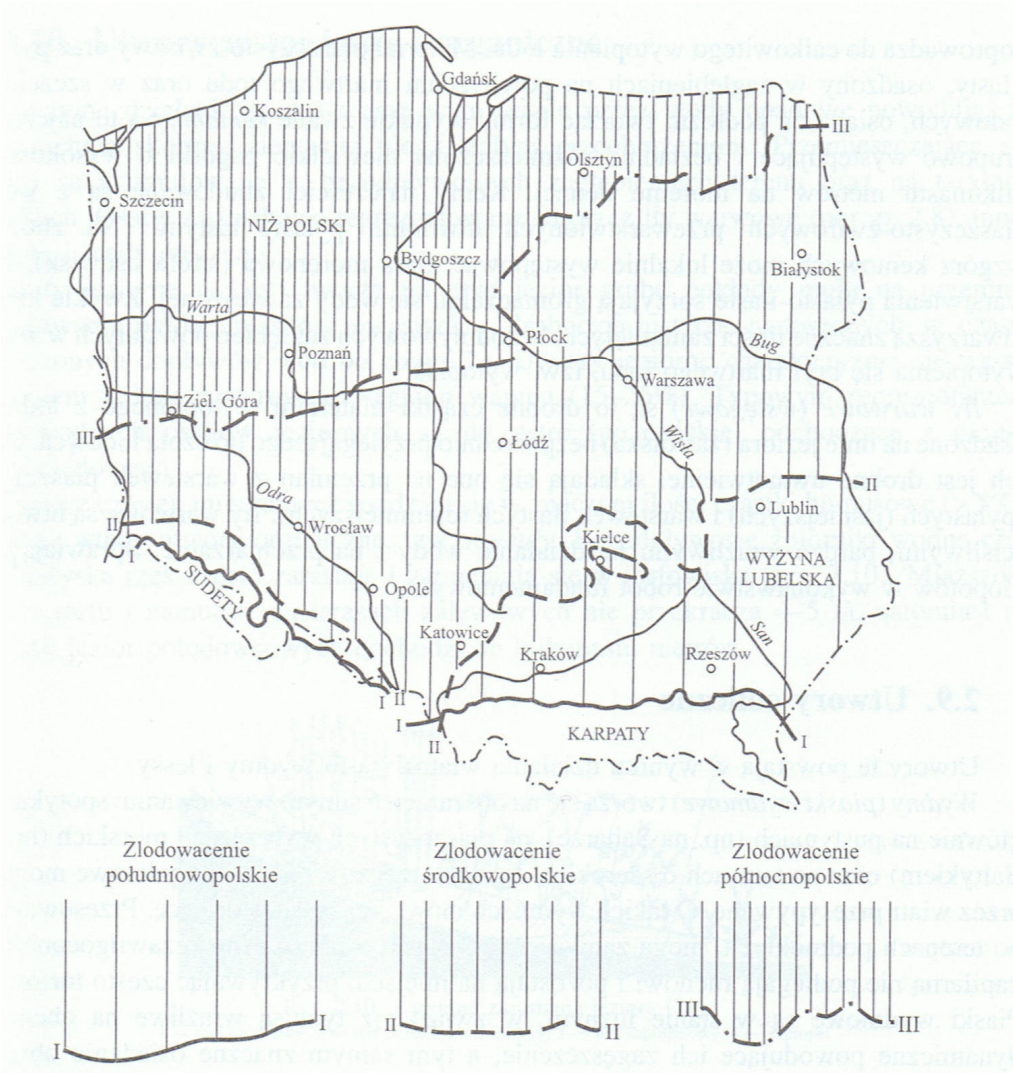
Efektem badań geotechnicznych powinna być dokumentacja, której zadaniem jest przedstawić naturalne podłoża obiektów budowlanych i ich oddziaływanie na budowlę lub odwrotnie, tj. oddziaływanie budowli na podłoże gruntowe. Bywa, że spotykamy się z innymi nazwami, które podkreślają niektóre aspekty takich opracowań. Najczęściej używane określenia to:

- dokumentacje geologiczno-inżynierskie,
- dokumentacje z technicznych badań podłoża gruntowego,
- opinie i ekspertyzy geologiczne,
- opinie i orzeczenia o warunkach gruntowo-wodnych.

[1] W zrozumieniu ogólnym geologia inżynierska jest to dział geologii zajmujący się badaniem przypowierzchniowym utworów geologicznych skorupy ziemskiej do głębokości fundamentowania.

Należy w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że przytoczone wyżej formy dokumentacyjne powinny się odnosić do materiałów archiwalnych. Związane jest to z koniecznością dokonania analizy środowiska geologicznego, interpretacją genetyczną, stratygraficzną i litologiczną. Musimy pamiętać, że wiek skał odniesiony do kolejnych nasunięć lodowca, rzutuje na ich własności. Inaczej interpretujemy własności takiej samej skały, np. gliny piaszczystej w przypadku jej skonsolidowania lądolodem. Możemy wykorzystać tutaj mapę zasadniczych jednostek strukturalnych obszaru Polski. Rozwinięciem jej jest mapa obrazująca granice zlodowaceń i ważniejszych postojów lądolodu na obszarze Polski (ryc. 1).

Ryc. 1. Maksymalne zasięgi zlodowaceń na obszarze Polski



Źródło: S. Pisarczyk, Gruntoznawstwo inżynierskie

Elementem zamykającym ten rozdział badań jest analiza mapy geologiczno-gospodarczej Polski, obejmującej w poszczególnych arkuszach obszar całego kraju, wykonanej w skali 1:50 000.

Jak zaznaczono w rozdziale 1, proces wprowadzania Eurokodów był i poniekąd jest do dzisiaj procesem długotrwałym. Podstawę prawną dotyczącą wykonywania badań gruntów stanowi Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126, poz. 839). Rozporządzenie to określa rodzaj dokumentacji, jaką należy wykonać w zależności od rodzaju projektowanego obiektu oraz kategorii geotechnicznej. Kategorie geotechniczne obiektów są związane z rodzajami warunków gruntowych.

4.1. Rodzaje warunków gruntowych

1. Proste warunki gruntowe – występują wtedy, gdy mamy warstwy gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, równolegle do powierzchni terenu, nie obejmują gruntów słabonośnych, przy czym poziom zwierciadła wody zalega poniżej projektowanego obiektu.
2. Złożone warunki gruntowe – występują w przypadku gruntów niejednorodnych, nieciągłych, zmienionych genetycznie i litologicznie, obejmujących grunty słabonośne, przy zwierciadle wód gruntowych w poziomie projektowanego posadawiania i powyżej tego poziomu.
3. Skomplikowane warunki gruntowe – występują w przypadku warstw gruntów objętych występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych, zwłaszcza form osuwiskowych, kurzawkowych, glacitektonicznych, na obszarze szkód górniczych, w tarasach rzecznych, nieciągłościach górotworu.

4.2. Kategorie geotechniczne

Pierwsza kategoria geotechniczna

Obejmuje niewielkie obiekty budowlane o statycznym wyznaczalnym schemacie obliczeniowym, które mają być posadowione w prostych warunkach gruntowych. Należą do nich: 1- lub 2-kondygnacyjne budynki mieszkalne i gospodarcze; wykopy do głębokości 1,2 m i nasypy do wysokości 3,0 m, wykonywane zwłaszcza przy budowie dróg, układaniu rurociągów itp.; rozparcia wykopów lub ściany oporowe przy rozpiętości do 2 m.

Druga kategoria geotechniczna

Obejmuje obiekty budowlane w prostych i złożonych warunkach gruntowych wymagające ilościowej oceny danych geotechnicznych i ich analizy. Należą do nich: fundamenty bezpośrednie lub głębokie; nasypy powyżej 3 m wysokości oraz budowle ziemne; przyczółki i filary mostowe oraz nadbrzeża; systemy kotwiące i kotwy gruntowe.

Trzecia kategoria geotechniczna

Obejmuje nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenia dla użytkowników i środowiska. Należą do nich: obiekty energetyki jądrowej, rafinerie, zakłady chemiczne, zapory wodne itp. W tej kategorii umieszczamy także budowle monumentalne i obiekty zabytkowe lub pozostałe obiekty, jeśli lokalizacja dotyczy skomplikowanych warunków gruntowych.

4.3. Sprawdzanie gruntu pod fundamenty

Dokumentację geotechniczną przygotowuje inżynier geotechnik na podstawie badań przeprowadzonych w terenie, często popartą badaniami laboratoryjnymi. Dokumentacja taka musi zawierać:

- mapę z zaznaczonymi miejscami badań, przekroje geotechniczne odwiertów ilustrujące budowę geologiczną podłoża,
- informację o poziomie wody gruntowej,
- część tekstową, w której zawarte są wnioski z badań i zalecenia dotyczące bezpiecznego posadowienia budynku. Jeżeli budowa podłoża jest skomplikowana, a obiekt np. zabytkowy, potrzebne jest wykonanie dokładniejszej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (tab. 2, fot. 1, 2).

Tab. 2. Profil sondowań geologiczno-inżynierskich

Współrzędne: B 49°33'51.2680" L 21°46'55.4235" h 494.425

Dane wiertnicze			Dane geologiczne							Część techniczna	
Metoda wiercenia	Zarurowanie	Narzędzia	Stratygrafia	Skala głęb. 1:100	Profil litologiczny	Symbol	Przelot warstwy [m]	Opis makroskopowy Rodzaj gruntu	Głębokość występowania zwierciadła wody	Głębokość pobrania prób gruntu; Nr próby	Sposób likwidowania otworu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wiercenie mechaniczne Urządzenie Nordmeyer – Maschinenin Germany	Nie występuje	Próbnik otwarty typ RKS 40 x 1000 Nordmeyer - GEOTOOL	Czwartorzęd	0,0	- = ~ - = ~	Nm	0,0 – 0,5	Namuł	▼ 0,7 m; ustabilizowane po 40 dniach obserwacji	0,1 m; nr 1/1	Materiałem rodzimym
						Gp	0,5 – 1,0	Glina piaszczysta		0,5 m; nr 1/2	
				1,0		J sw	1,0 – 2,0	Ił niebieski zwięzły; mało wilgotny		1,0 m; nr 1/3 pr. główna	
				2,0		J w	2,0 – 2,5	Ił niebieskozielony; wilgotny; od głęb. 2,5 m przechodzący w brązowy z rumoszem gliniastym	▽ 2,2 m; poziom nawiercony	2,0 m; nr 1/4	
						KR_g	2,5 – 3,0				
				3,0		Ł zw	3,0 – 4,0	Łupki brązowe zwarte z wkładką iłu zielonego		3,0 m; nr 1/5	
				4,0		J tpl	4,0 – 4,5	Ił zielony twardoplastyczny			
						Ł	4,5 – 5,0	Łupek zwietrzały		5,0 m; nr 1/6	
				5,0		J zw	5,0 – 6,0	Ił niebieskoszary zwarty; wilgotny			
				6,0		Ł sw	6,0 – 6,5	Łupek zwietrzały z rumoszem; mało wilgotny			
						J w	6,5 – 7,0	Ił niebieskoszary, półzwarty; wilgotny		- 6,5 m; nr 1/7 -	
				7,0		KR		z rumoszem typu zwietrzały łupek			
				7,5		KR s	7,0 – 7,5	Rumosz zwietrzały; suchy			

Próbnik otwarty typu RKS; średnica próby ø 40 mm, długość 1 m; rdzeniowanie pełne (100%).
Stan pogody: temp. 20 °C, pochmurno, brak opadów 5 tygodni.

Sporządził: doc. dr inż. Stanisław Rymar
Data: 08.09.2011 r.(I etap); 25.10.2011 r.(II etap)

Źródło: Opracowanie własne

Fot. 1. Wiercenia geologiczno-inżynierskie w obrębie obiektu zabytkowego
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

Fot. 2. Fundamentowanie obiektu z użyciem naturalnego piaskowca
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

4.4. Domy jednorodzinne a obowiązek badań geotechnicznych

Prywatni inwestorzy podejmujący realizację małych domów jednorodzinnych uważają, że przekazują one na podłoże niewielkie obciążenia i w związku z tym, nie warto zlecać wykonania badań geotechnicznych. Istotnie, takiej potrzeby nie precyzuje wyraźnie prawo budowlane, według którego projekt budowlany ma zawierać wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych w zależności od potrzeb. Zgodnie z przywołanym rozporządzeniem MSWiA z 24 września 1998 r. budynki 1- i 2-kondygnacyjne należą do pierwszej kategorii geotechnicznej, która obejmuje niewielkie obiekty budowlane lokalizowane w prostych warunkach gruntowych – a dla nich wystarcza jakościowe określenie właściwości gruntów. Nie ma więc jednoznacznego przepisu nakazującego inwestorowi przeprowadzenie badania gruntu. Wychodząc z takiego założenia, niektóre urzędy wydające pozwolenia na budowę nie wymagają przedstawienia wraz z projektem budowlanym dokumentacji geotechnicznej. Nośność większości gruntów w Polsce jest wystarczająca do bezpiecznego posadawiania domów jednorodzinnych.

4.5. Grunty słabonośne i antropogeniczne w świetle badań geotechnicznych

Grunty organiczne typu torfy i namuły nie są w stanie przenieść nawet małego obciążenia. Obciążone znacznie się odkształcają, powodując przemieszczanie się fundamentów. Prowadzi to do zarysowania, a nawet pękania konstrukcji. Grunty organiczne spotkać możemy na terenach, gdzie dawniej znajdowały się różnego rodzaju zbiorniki wodne, zakola rzek, meandry, terasy rzeczne. Obecnie są to najczęściej bujne łąki. Tego typu grunty występują np. w obszarach doliny Sanu, np. w miejscowości Słonne.

Słabym podłożem są też grunty nasypowe, czyli takie, które zostały przez człowieka przeniesione z miejsca swojego naturalnego występowania i złożone bez żadnego zagęszczenia.

Najczęściej tego typu grunty spotyka się w wyrobiskach i zagłębieniach terenu. Utworzone w naszych warunkach z glin zwałowych, iłów lub pospółki rzecznej bardzo trudno poddają się zagęszczeniu, w kontakcie z wodą uplastyczniają się. Podłoże z takich gruntów zupełnie nie nadaje się pod zabudowę. Znajomość warstw gruntowych i warunków wodnych pomaga podjąć właściwe decyzje dotyczące posadowienia domu, ochrony piwnic przed wodą, sposobu odprowadzenia wód opadowych lub sposobu ułożenia drenażu rozsączającego.

5. Charakterystyka wybranej aparatury i sprzętu do realizacji dokumentacji geotechnicznych wg unormowań Eurokod 7

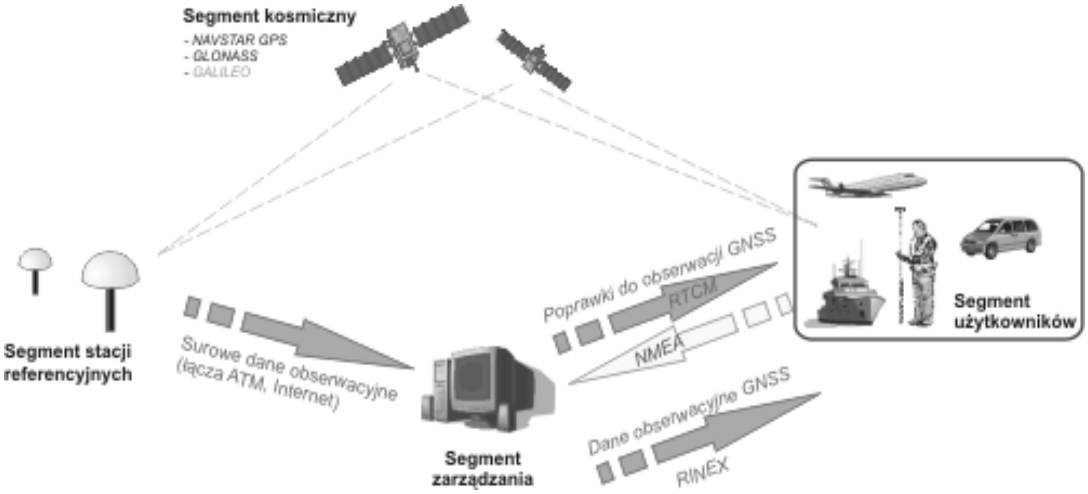
W nawiązaniu do wymogów, jakim powinny odpowiadać dokumentacje geotechniczne lub geologiczno-inżynierskie, każda jednostka naukowo-badawcza, usługowa bądź prowadząca obsługę skomplikowanych inwestycji musi posiadać odpowiedni sprzęt obsługiwany przez inżynierów z odpowiednimi uprawnieniami. Prezentowany sprzęt i realizacje wykonane przy jego użyciu to efekt wykonanych prac i możliwości Laboratorium Geotechniki i Geochemii Zakładu Inżynierii Środowiska Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Krośnie.

5.1. Pomiary geodezyjne

Określenie położenia sytuacyjnego i wysokościowego punktów pomiarowych ustalonych w trakcie czynności terenowych jest nieodzownym elementem wykonywanych badań. Podstawą prac terenowych jest znajomość lokalizacji współrzędnych tzw. punktów osnowy geodezyjnej, na których oparty zostaje pomiar sytuacyjny. Uzyskanie informacji o lokalizacji współrzędnych jest odpłatne i udostępnione wyłącznie w określonym celu[2].

Przy wykorzystaniu tradycyjnych metod pomiaru określenie współrzędnych np. 14 punktów w terenie o urozmaiconej morfologii zajmuje około 1 tygodnia. Wykorzystywany odbiornik GPS pozwala na realizację tych prac terenowych w czasie około 1,5 godziny. Stosujemy tutaj nowoczesny odbiornik satelitarny Trimble RG z systemem precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG-EUPOS z wykorzystaniem serwisu NAWGEO. System pozwala „wgrać" dowolną mapę katastralną. Dokładność pomiaru w zależności od konfiguracji terenu od 0,5 do 1 cm (ryc. 2).

Ryc. 2. Zasada działania systemu



Źródło: www.asgeupos.pl

5.2. Technika georadarowa i elektrooporowa jako geofizyczny system szybkiego rozpoznania wstępnego

Rozpoznanie geofizyczne jako szybkie i nieinwazyjne jest szczególnie zalecane dla badań większych obszarów przeznaczonych lub kwalifikowanych pod zabudowę infrastrukturalną (paragraf 44, rozdz. D „Badania geofizyczne" „Instrukcji sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 dla potrzeb planowania przestrzennego w Gminach", Ministerstwa Środowiska, Warszawa 1999. Wykonane już realizacje przy użyciu georadaru Detector Duo, włoskiej firmy IDS, były już prezentowane

[2] E. J. Lipińska, P. Kustroń-Mleczak, S. Rymar, *Zarys metodyki identyfikacji dawnych wyrobisk górniczych na obszarze Uzdrowiska Iwonicz Zdrój* [w:] *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 446/2011, Warszawa 2011.

na Konferencji „Błękitny San”, a także opublikowane w monografii pt. „Środowisko przyrodnicze i walory turystyczne Południowo-Wschodniej Polski i Zachodniej Ukrainy”[3].

Uzyskiwane wyniki zachęciły do dalszego rozwoju praktycznego badań w tym obszarze. Aktualnie testowany jest georadar RIS ONE w konfiguracji do badań geologicznych, włoskiej firmy IDS, którego praktyczne zastosowanie pozwoli na ocenę podłoży budowlanych z uwzględnieniem horyzontów wodonośnych do głębokości około 20 m (fot. 3)

Fot. 3. Urządzenie georadarowe typu RIS-IDS – badania terenowe,
z prawej Stanisław Rymar
Źródło: Fot. B. Rajchel

Dotyczy to również analizy rozprzestrzeniania się (migracji) skażeń w środowiskach wodno-gruntowych. Do grupy najnowocześniejszych urządzeń lokalizacyjnych należy wykrywacz instalacji podziemnych DIGICAT 550i z generatorem sygnału DIGITEX oraz sondą firmy Leica (fot. 4).

[3] *Środowisko przyrodnicze i walory turystyczne Południowo-Wschodniej Polski i Zachodniej Ukrainy*, red. Janusz Rak, Muzeum Regionalne im. A. Fastnachta w Brzozowie, Brzozów 2011, s. 182, 192 i 195.

Fot. 4. Lokalizator DIGICAT 550i – badania terenowe
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

Jest to urządzenie najnowszej generacji. Pozwala na zlokalizowanie podziemnych instalacji. Wyklucza to kolizję z podziemnymi kablami i rurami podczas badań geotechnicznych. Lokalizator DIGICAT 550i odbiera naturalne sygnały pochodzące z podziemnych instalacji metalowych (np. z kabli energetycznych obciążonych lub fale radiowe przenoszone przez kable telekomunikacyjne i rury metalowe). Urządzenie posiada generator sygnału. Wykorzystując aktywny sygnał lokalizacyjny generatora, można zlokalizować głębiej położone żeliwne rury wodociągowe lub nieobciążone kable oświetlenia ulicznego. Zapis pozwala wskazać nie tylko miejsce występowania infrastruktury podpowierzchniowej, ale także określać ich głębokość.

5.3. Urządzenia do badań terenowych podłoży gruntowych w świetle własności fizyczno-mechanicznych

Urządzenia tego typu pozwalają na szybkie określenie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów na badanym obszarze lub ich kontroli podczas przebiegu prac inwestycyjnych. Niezwykle przydatne przy realizacji prac ziemnych typu obwałowania rzek, podbudowy dróg, chodników, parkingów itp. Wybrane i przedstawione typy urządzeń zostały przetestowane i ocenione z punktu ich użyteczności i niezawodności na liniowych obiektach kubaturowych (głównie Krosno) typu kontrola wałów przeciwpowodziowych rzeki Wisłok, ocena stanu zagęszczenia nasypu skarpy w obrębie obiektów

PWSZ Krosno, badania stanu gruntów w obrębie fundamentowania, obiektów zbytkowych (obiekt dawnej „rządcówki" na terenie Kampusu Technicznego PWSZ Krosno), ocena stanu technicznego obszarów dawnego składowiska odpadów w Krośnie (obszar około 15 ha). Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki potwierdziły przydatność testowanej aparatury i może ona być wykorzystywana przy badaniach terenowych niezależnie od miejsca ich lokalizacji.

Lekka płyta dynamiczna

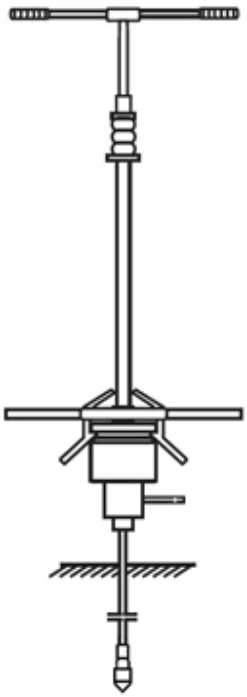
Lekka płyta dynamiczna służy do kontroli zagęszczenia gruntu. Badanie prowadzi się w prosty sposób, obciążając dynamicznie płytę o średnicy 30 cm. Płyta dynamiczna pozwala określić dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} w MN/m^2 i wielkość osiadania w mm. Lekką płytą dynamiczną można zbadać przypowierzchniowe warstwy podłoża do głębokości około 0,5 m. Urządzenie jest bardzo przydatne, gdy trzeba określić zagęszczenie wbudowanych w podłoże warstw gruntu pod posadzki, fundamenty, rurociągi itp. Bezpośrednio po pomiarze można stwierdzić, czy badane podłoże zostało zagęszczone w sposób właściwy. Płyta wyposażona w elektroniczny zapis z możliwością wydruku wyników pomiaru na miejscu (fot. 5)

Fot. 5. Lekka płyta do badań właściwości dynamicznych podłoża gruntowego typu HMP LFG ze wskaźnikiem osiadania wraz z drukarką
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

Sonda dynamiczna lekka DPL

Sonda dynamiczna lekka DPL (Dynamic Penetration Light) to najpopularniejsze urządzenie do wyznaczania stopnia zagęszczenia gruntów rodzimych lub wskaźnika zagęszczenia gruntów nasypowych. Jest to najlżejsza z dostępnych sond dynamicznych. Waga młota wynosi 10 kg. Pozwala to na zbadanie podłoża gruntowego do głębokości 6 do 10 metrów. Stożkową końcówkę sondy wprowadza się w podłoże, rejestrując liczbę uderzeń N10, czyli potrzebnych do wbicia 10 cm żerdzi (fot. 6, ryc. 3).

Fot. 6. Sonda dynamiczna lekka DPL
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

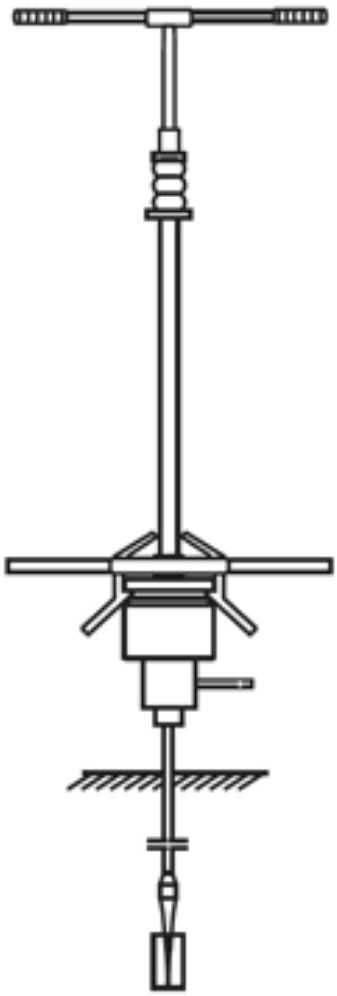


Ryc. 3. Sonda dynamiczna lekka DPL
Źródło: Katalog producenta

Sonda stożkowo-krzyżakowa SLVT

Sonda SLVT jest najprostszym urządzeniem do badań terenowych in situ, którym można określić stan gruntów spoistych. Możliwe jest zbadanie podłoża gruntowego od 6 do 10 m. Szczególnie przydatne do określenia parametrów wytrzymałościowych gruntów słabych. Krzyżakową końcówkę sondy wprowadza się w grunt, rejestrując liczbę uderzeń N10 (jak w przypadku tradycyjnej sondy DPL). W chwili osiągnięcia słabej warstwy dokonuje się pomiaru wytrzymałości na ścinanie poprzez rejestrację momentu obrotowego, wykorzystując klucz dynamometryczny (ryc. 4).

Ryc. 4. Sonda stożkowo-krzyżakowa SLVT – schemat



Źródło: Katalog producenta

Sonda DPSH (odmiany DPH, DPM, DPL, SPT)

Sonda DPSH to rodzaj sondy dynamicznej służącej do wyznaczania stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych. Odmiana sondy zależy od ciężaru stosowanego młota. Nazwa jest skrótem od angielskiego określenia Dynamic Penetration Super Heavy. Sonda będąca na wyposażeniu Zakładu Inżynierii Środowiska PWSZ Krosno napędzana jest silnikiem hondy, który podnosi i automatycznie zwalnia młot wbijający stożek umieszczony na żerdziach (fot. 7).

Fot. 7. Badania z wykorzystaniem sondy mechanicznej
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

W Polsce funkcjonuje wiele różnych nazw na określenie poszczególnych rodzajów sond dynamicznych. Wciąż obok nazw podanych w Eurokodzie 7 pojawiają się nazwy lub skróty nieaktualne. W celu usystematyzowania sond dynamicznych prezentujemy poniższe zestawienie:

- Dynamic Penetration Light – sonda lekka DPL (dawna nazwa SL lub SD-10),
- Dynamic Penetration Medium – sonda średnia DPM,
- Dynamic Penetration Heavy – sonda ciężka DPH,
- Dynamic Penetration Super Heavy – sonda superciężka DPSH (dawniej SC lub SD-63,5).

Zgodnie z wymogami Eurokod 7 parametrem charakteryzującym grunty sypkie jest stopień zagęszczenia oznaczany symbolem I_D. Odpowiednie wzory i współczynniki korekcyjne pozwalają oszacować stopień zagęszczenia.

Istotnym elementem przy badaniach geotechnicznych jest technika i technologia pobierania prób gruntu do badań laboratoryjnych. Według nomenklatury Eurokod 7 próby muszą być pobierane jako próby okruchowe lub próby o nienaruszonej strukturze (oznaczenia NS i NNS). W tym celu stosujemy zestaw świdrów ręcznych firmy Eijkelkamp (fot. 8) oraz wiertnicę spalinową na trójnogu wiertniczym o udźwigu 800 kg, napędzaną silnikiem spalinowym typu STIHL.

Fot. 8. Zestaw świdrów do wierceń otworów piezometrycznych i poboru prób gruntu
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

Wiertnica umożliwia wykonanie wierceń do głębokości 12–15 m. Stosuje się żerdzie ślimakowe o długościach 1,0 m i średnicy 62–75 m. Urządzenie to jest szczególnie przydatne do rozpoznania podłoża budowlanego zbudowanego ze słabych gruntów. Daje dobre wyniki w gruntach piaszczystych, suchych lub nawodnionych (fot. 9).

Fot. 9. Wiercenia w celu poboru prób do badań laboratoryjnych – wiertnica mechaniczna
Źródło: Ze zbiorów S. Rymara

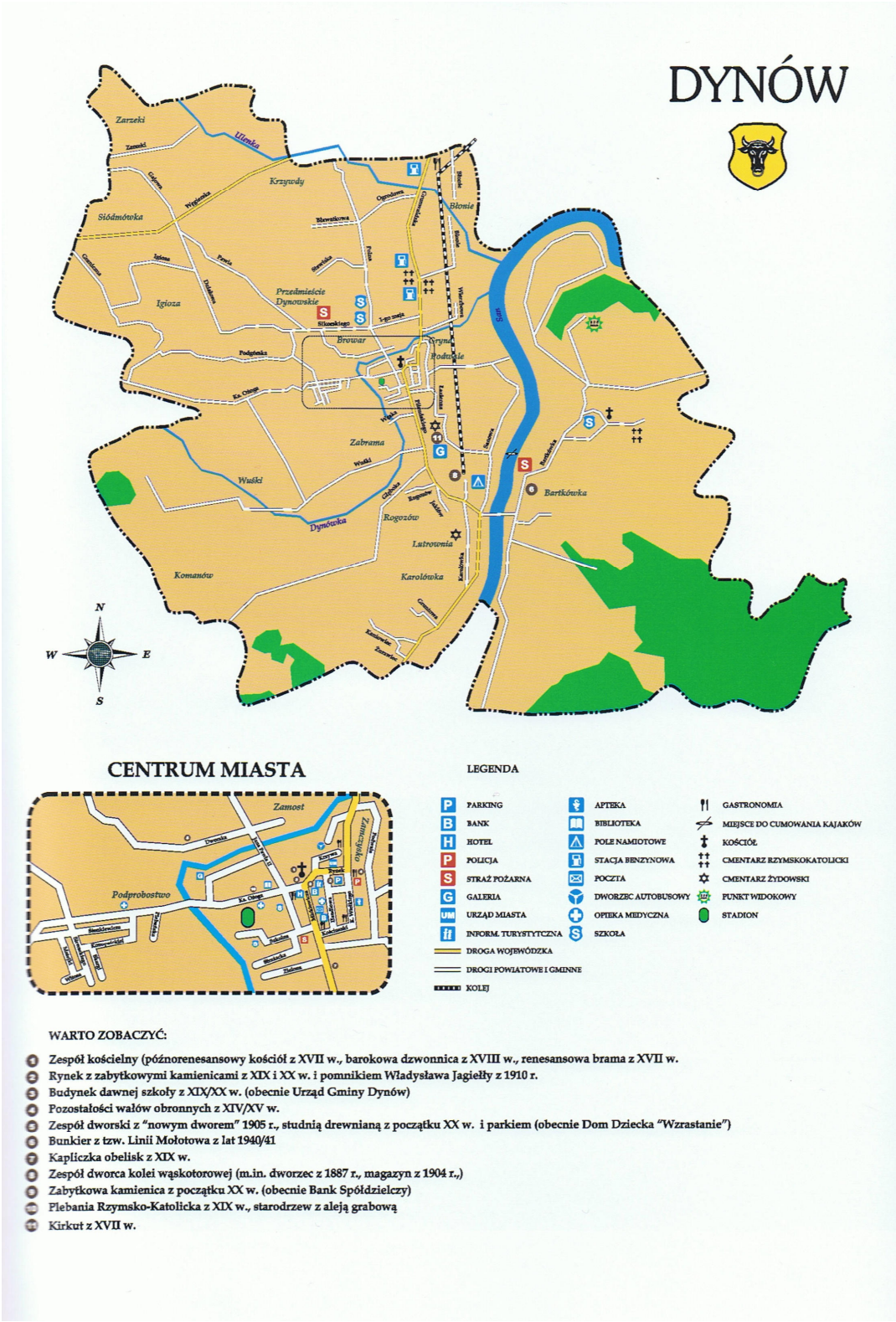
Jak zaznaczono we wstępie, rozwinięciem, uzupełnieniem lub sprawdzeniem badań polowych są badania laboratoryjne. W laboratorium naszej jednostki przeprowadzamy badania:

- badanie granicy płynności,
- badanie granicy plastyczności,
- analiza sitowa,
- badanie wilgotności,
- badanie Proctora,
- badanie edometryczne,
- badanie parametrów ścinania w jedno- lub trójosiowym stanie naprężenia.

6. Możliwość wykorzystania geotechnicznych badań inżynierskich w obrębie obiektów zabytkowych Dynowa i gmin zrzeszonych w Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego

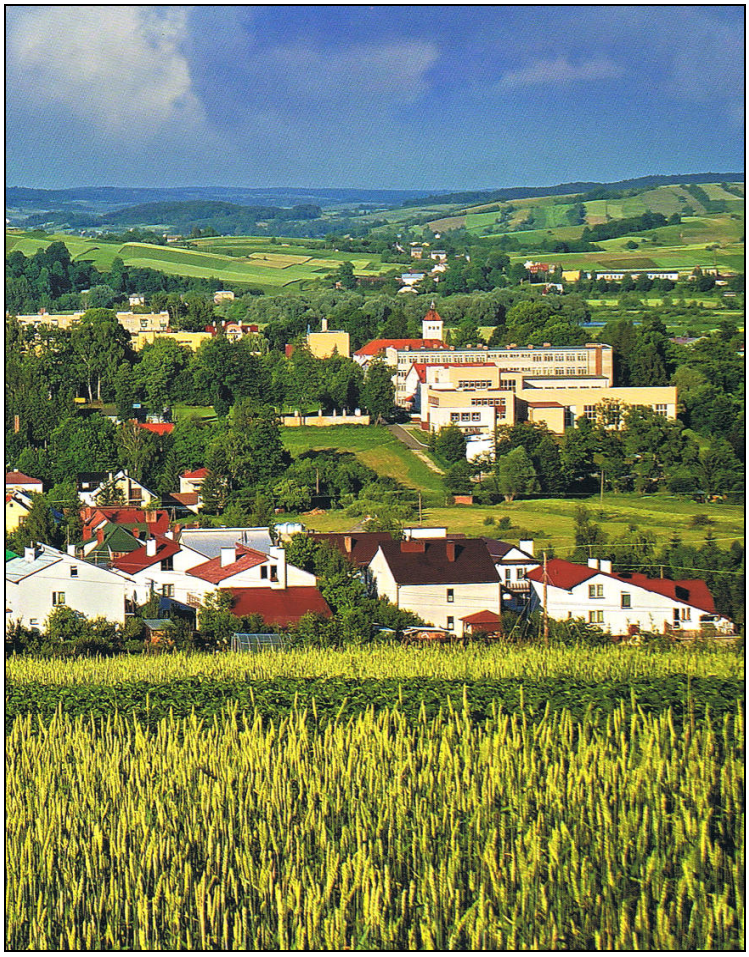
Dynów, Pogórze Dynowskie oraz gminy wchodzące w skład Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego doczekały się wielu opracowań i monografii związanych ze swoją historią. Bardzo dobrą publikacją jest wydana w 2009 r. przez Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego „Dolina Błękitnego Sanu”. Nawet pobieżna analiza tej publikacji wskazuje, jak wiele cennych, unikatowych obiektów zostało odrestaurowanych. Obiekty te stanowią ważny element promocji walorów turystycznych miasta, a ich lokalizacja uwzględniana jest na mapach i planach (ryc. 5).

Ryc. 5. Lokalizacja obiektów zabytkowych na planie miasta Dynowa



Źródło: Dolina Błękitnego Sanu, praca zbiorowa,
wyd. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, 2009

Miasto Dynów przyciąga i kusi piękną współczesną architekturą (fot. 10), ale zapewne najbardziej cenna z zabudowy architektura typowego miasteczka galicyjskiego znika.



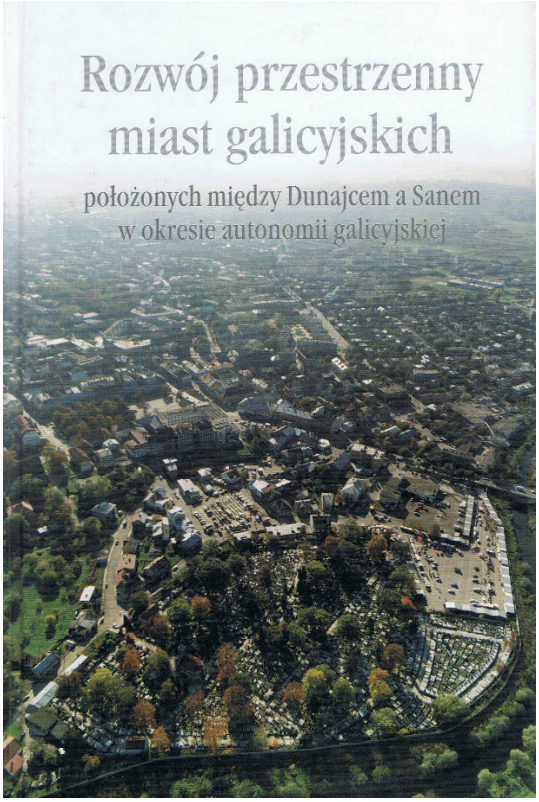
Fot. 10. Współczesna architektura Dynowa
Źródło: Dolina Błękitnego Sanu, praca zbiorowa, wyd. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, 2009. Fot. Daniel Gąsecki

Ustawa z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami, nakłada na gminy obowiązek prowadzenia ewidencji oraz udzielania wsparcia na rzecz prac związanych z renowacją zabytków, powodując tym samym inne spojrzenie na problem. Zapewne wystąpią duże problemy natury materialnej, a także administracyjnej związanej z ratowaniem tego, co pozostało. Wiele informacji związanych z tą tematyką wnoszą określone badania, publikacje, monografie. Jedną z takich jest monografia pt. „Rozwój przestrzenny miast galicyjskich położonych między Dunajcem a Sanem w okresie autonomii galicyjskiej" (ryc. 6)[4]. Niestety, nie ma w niej żadnej noty o Dynowie, tymczasem zabytkowe układy urbanistyczne i krajobraz kulturowy obejmowane są obecnie szczególną ochroną. W Dynowie zachował się taki układ przestrzenny, stąd też warto

[4] *Rozwój przestrzenny miast galicyjskich położonych między Dunajcem a Sanem w okresie autonomii galicyjskiej*, red. Z. Beiersdorf, A. Laskowski, Regionalny Ośrodek Studiów i Ochrony Środowiska Kulturowego w Rzeszowie, Jasło 2001.

podjąć działania na rzecz jego ochrony, uwzględniając go chociażby w lokalnym planie zagospodarowania przestrzennego.

Ryc. 6. Okładka monografii *Rozwój przestrzenny miast galicyjskich …*



Źródło: Fot. S. Rymar, pozycja ze zbiorów własnych

Bezsprzecznym jest jednakże fakt, że wszelkie działania związane z renowacją, przebudową, adaptacją obiektów lub infrastrukturą muszą oprzeć się o fachowe badania gruntoznawcze. Pozwala to na prawidłową ocenę planowanych zamierzeń inwestycyjnych, pozwala uniknąć ewentualnych błędnych decyzji budowlanych, konstrukcyjnych, a czasem również zbędnych kosztów.

7. Podsumowanie

Ustawowy zapis o dobrowolnym stosowaniu norm PN jest zgodny z główną zasadą normalizacji europejskiej, wprowadzoną na poziomie wspólnoty w 1985 r. Przepisy i normy pozostają w ścisłej relacji, ale ustawodawca unijny z zasady nie nakłada – chociaż silnie reguluje rynek – obowiązku stosowania norm, bo są one tworzone dobrowolnie przez zainteresowanych na ich własne potrzeby (o tym mówią dokumenty[5]), a uczestnicy procesów normalizacyjnych, jakkolwiek liczni na szczeblu europejskim czy krajowym, nie

[5] Uchwała Rady Europy z 28 października 1999 r. w sprawie roli normalizacji w Europie – Ogólne wytyczne współpracy między CEN, CENELEC i ETSI a Komisją Europejską i Europejskim Stowarzyszeniem Wolnego Handlu EFTA.

reprezentują ogółu społeczeństwa. We wszystkich dokumentach unijnych konsekwentnie się podkreśla, że działalność normalizacyjna i stosowanie norm są dobrowolne.

Biorąc pod uwagę szerszy aspekt projektowania, wykonawstwa, stosowanych materiałów budowlanych, nieodzownym wydaje się fakt, że musimy stosować normy europejskie. Żaden inwestor, szczególnie z krajów wspólnoty, nie wejdzie na teren budowy, nie mając prawidłowo sporządzonej dokumentacji geotechnicznej zrealizowanej według wytycznych konstruktora, a wykonanej przez uprawniony podmiot gospodarczy pod nadzorem „certyfikowanych inżynierów".

Bibliografia

1. Ciołek W., *Dylematy z interpretacją powołania Eurokodów w przepisach prawnych* [w:] „Inżynier Budownictwa", nr 2/12, 2012.
2. *Dolina Błękitnego Sanu*, praca zbiorowa, wyd. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, Dynów 2009.
3. *Kalendarz budowlany 2006, rozdz. 6 – Badania geotechniczne*, Wysokiński L., Wyd. Podkarpacka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa, Rzeszów 2006.
4. Lipińska E. J., Kustroń-Mleczak P., Rymar S., *Zarys metodyki identyfikacji dawnych wyrobisk górniczych na obszarze Uzdrowiska Iwonicz Zdrój* [w:] „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego", 446/2011.
5. *Rozwój przestrzenny miast galicyjskich położonych między Dunajcem a Sanem w okresie autonomii galicyjskiej*, red. Z. Beiersdorf, A. Laskowski, Regionalny Ośrodek Studiów i Ochrony Środowiska Kulturowego w Rzeszowie, Jasło 2001.

Akty prawne:

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2011 r. Nr 291, poz. 1714).
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem (Dz. U. z 2011 r. Nr 292, poz. 1724).
3. Stanowisko PKN w kwestii dobrowolnego stosowania norm – strona internetowa: www.pkn.pl.
4. Uchwała Rady Europy z 28 października 1999 r. w sprawie roli normalizacji w Europie – Ogólne wytyczne współpracy między CEN, CENELEC i ETSI a Komisją Europejską i Europejskim Stowarzyszeniem Wolnego Handlu EFTA.
5. Ustawa z 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. z 2002 r. Nr 169, poz. 1386 z późn. zm.).
6. Ustawa z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. Nr 162/2003, poz. 1568).

Źródła internetowe i inne:

http://www.asgeupos.pl (dostęp na dzień 15.11.2011).

Literatura uzupełniająca:

Materiały informacyjne (broszury, ulotki, karty katalogowe) producentów sprzętu geotechnicznego.