

**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersYTETU ZIELONOGÓRSKIEGO  
NR 146**

**INŻYNIERIA ŚRODOWISKA – 26**

ZIELONA GÓRA • 2012

**REDAKCJA ZESZYTU NAUKOWEGO:**

dr hab. inż. Andrzej Greinert, prof. nadzw. (*Redaktor Naczelny*)

*Redaktorzy tematyczni:*

prof. dr hab. inż. Andrzej Jędrzak

dr hab. Urszula Kołodziejczyk, prof. nadzw.

dr hab. Zofia Sadecka, prof. nadzw.

dr hab. Marlena Piontek, prof. nadzw.

dr hab. Zygmunt Lipnicki, prof. nadzw.

**RADA WYDAWNICZA:**

dr hab. Krzysztof Urbanowski, prof. UZ (*Przewodniczący*),

mgr Ryszard Błażyński (*Sekretarz*),

*Członkowie:* prof. zw. dr hab. inż. Marian Adamski; dr Rafał Ciesielski;

dr hab. inż. Michał Drab, prof. UZ; prof. zw. dr hab., Andrzej Maciejew-

ski; dr hab. inż. Maria Fic, prof. UZ; prof. zw. dr hab. Beata Gabryś;

dr hab. Bohdan Halczak, prof. UZ; prof. zw. dr hab. Janusz Matkowski;

dr hab. inż. Anna Walicka, prof. UZ; dr hab. Zdzisław Wołk, prof. UZ

**Wydano za zgodą J.M. Rektora Uniwersytetu Zielonogórskiego**

**ISSN 1895-7323**

Skład komputerowy: dr hab. inż. Andrzej Greinert, prof. nadzw.

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Jakub Kostecki, Róża Fruzińska – Ochrona gleb w świetle prawa krajowego i europejskiego .....                                                                                                          | 5  |
| Róża Fruzińska, Jakub Kostecki – Kanalizacja bytowo-gospodarcza na przykładzie miejscowości Jemiołów. Część II Przepompownie ścieków .....                                                             | 15 |
| Sławomir Łotysz – Park na torach. Przykład adaptacji wiaduktu kolejowego na teren zieleni .....                                                                                                        | 25 |
| Magdalena Czarna, Urszula Kołodziejczyk – O chemicznych sposobach likwidowania śliskości pośniegowej .....                                                                                             | 32 |
| Lidia Greinert – Winnica w Łazie pod Zieloną Górą – spotkanie historii z nowoczesnością .....                                                                                                          | 44 |
| Ireneusz Nowogoński – Wstępna ocena monitoringu opadów atmosferycznych i sygnalizacji wystąpienia odpływów burzowych na terenie miasta Głogów .....                                                    | 57 |
| Jacek Czekala, Wojciech Czekala – Skład chemiczny kompostów wytworzonych na bazie komunalnych osadów ściekowych, słomy i trocin .....                                                                  | 71 |
| Julitta Gajewska, Medard Wycech, Wawrzyniec Pladys, Paweł Sysa – Mikrobiologiczne wskaźniki skażenia sanitarnego gleby w okolicy przeciekającego zbiornika bezodpływowego na nieczystości ciekłe ..... | 81 |
| Tadeusz Chrzan Przemysław Błoch, Łukasz Zaworski – Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania budowy kombinatu węglowo-energetycznego w województwie lubuskim .....                                           | 90 |



JAKUB KOSTECKI\*, RÓŻA FRUZIŃSKA\*

## OCHRONA GLEB W ŚWIELE PRAWA KRAJOWEGO I EUROPEJSKIEGO

### *Streszczenie*

*Stan środowiska glebowego jest niezwykle ważne z punktu widzenia świata ożywionego – gwarantując mu środowisko życia oraz wytwarzając pokarm. Każda działalność człowieka nieuchronnie prowadzi do degradacji środowiska, w tym również gleb. Stopień ich zanieczyszczenia i nakaz ochrony wynika bezpośrednio z zapisów prawnych, obecnych zarówno w prawodawstwie krajowym jak i aktów uchwalanych na szczeblu unijnym. W pracy przedstawiono ochronę gleb w aktach polskich i europejskich aktach prawnych.*

Słowa kluczowe: ochrona gleby, zanieczyszczenia, prawo krajowe, prawo unijne

### WSTĘP

Gleba stanowi środowisko życia dla niezliczonej liczby mikroorganizmów oraz roślin. Zawarte w niej składniki mineralne pobierane są przez rośliny i w wyniku łańcucha troficznego budują również organizmy zwierzęce i człowieka. Ziemia narażona jest na zanieczyszczenia o charakterze naturalnym i antropogenicznym. Szczególnie ważne wydają się te ostatnie. Wynika to z faktu, na ogół wysokiego stężenia tego typu zanieczyszczeń oraz krótkiego czasu ich powstawania. Może to prowadzić do kumulowania się negatywnych oddziaływań w środowisku.

Wieloletnie emisje zanieczyszczeń wynikające w bujnego rozwoju przemysłu doprowadziły do zwiększenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery, które w wyniku depozycji suchej i mokrej trafiają na powierzchnię ziemi. Gleba narażona jest również na bezpośrednie oddziaływanie przemysłu – w wyniku przekształceń mechanicznych i chemicznych występujących w trakcie wydobywania,

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

przeróbki i składowania surowców mineralnych oraz gotowych wyrobów przemysłowych.

Jakość środowiska jest chroniona przy pomocy aktów prawnych, w których zabrania się zanieczyszczania środowiska i ustala normy jego czystości – zależne od przeznaczenia danego typu gruntów. Od przystąpienia Polski do Unii Europejskiej wszystkie uregulowania krajowe muszą być zgodne z prawodawstwem unijnym.

W artykule przedstawiono aktualny pogląd na ochronę środowiska glebowego w obowiązujących aktach prawnych.

### **REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE STANU ŚRODOWISKA GLEBOWEGO**

Prawo europejskie dzieli się na prawo pierwotne (oparte głównie na traktatach) oraz prawo wtórne – stanowione na podstawie traktatów, obejmujące m.in. rozporządzenia, dyrektywy, decyzje, opinie oraz zalecenia. Prawodawstwo polskie opiera się na Ustawach i wydawanych do nich Rozporządzeniach.

#### **Prawodawstwo europejskie**

Polityka EU skupia się na różnych aspektach środowiska, obejmuje m.in. wodę, atmosferę, odpady, substancje niebezpieczne czy hałas. Brak jest jednak (poza Rozporządzeniem [Dz. U. 2002 nr 165 poz. 1359]) jednoznacznych uregulowań dotyczących środowiska glebowego, które pojawia się tylko sporadycznie w niektórych opracowaniach. Dodatkowo, część z istniejących opracowań współistnieje ze sobą, częściowo powtarzając, częściowo rozszerzając pojęcia dotyczące degradacji i rekultywacji gleb.

Ochronę gleby porusza się m.in. w Dyrektywie 75/442/EWG o odpadach [Dz. U. L 143/56], w której nakazuje się państwom członkowskim unieszkodliwianie odpadów bez szkody dla gleby.

Dyrektywa 85/337/EWG z dnia 27 czerwca 1985 r. [Dyrektywa UE 85/337/EWG] (z późniejszymi zmianami) nakazuje określenie bezpośrednich i pośrednich skutków działalności danej inwestycji na glebę. Wymaga również określenia spodziewanej ilości i typu zanieczyszczeń wprowadzanych do gleby. Podobnie przedstawia się problem gleb we Wniosku dotyczącym Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko [Wniosek KE KOM (2011) 189]. Nieco lepiej wygląda sytuacja w Dyrektywie 2004/35/WE [Dz. U. L 143/56] – do „szkod wyrządzonych środowisku naturalnemu” zakwalifikowano również szkody dotyczące powierzchni ziemi, które stwarzają zagrożenie dla zdrowia ludzi a są konsekwencją wprowadzania do, na lub pod

ziemię „preparatów, organizmów i drobnoustrojów”. Istotnym jest tutaj załącznik nr 2, w którym znajduje się zapis dotyczący rekultywacji gruntów zanieczyszczonych: „zanieczyszczenia zostaną usunięte, skontrolowane, ograniczone, lub zmniejszone, tak aby zanieczyszczony grunt, z uwzględnieniem jego obecnego przeznaczenia lub przyszłego przeznaczenia zatwierdzonego w chwili powstania szkody, w przyszłości nie stwarzał ryzyka negatywnego wpływu na zdrowie ludzi”.

W Dyrektywie UE 2008/1/WE z roku 2008 [Dz. U. L 24/8] zwrócono uwagę na brak uregulowań prawnych dotyczących gleby, pomimo istnienia takowych dla powietrza i wody. Stwierdzono ponadto, że brak uregulowań ogólnoeuropejskich może prowadzić do „przesuwania zanieczyszczeń między różnymi środowiskami niż do ochrony środowiska jako całości”. Pojawia się definicja „substancji”, „zanieczyszczenia”, „instalacji”, „emisji” oraz „norm jakości środowiska”. Zastrzeżono również, że wszystkie instalacje uzyskać będą musiały pozwolenie „obejmuje graniczne wielkości emisji dla substancji zanieczyszczających” z „uwzględnieniem ich właściwości i potencjału w zakresie przenoszenia zanieczyszczeń z jednego środowiska do innego (środowisko wodne, powietrze i gleba)”. W niektórych przypadkach pozwolenie powinno zawierać „właściwe wymogi, zapewniające ochronę gleby i wód gruntowych”. Dyrektywa 2008/1/WE obowiązuje do roku 2014, jednak od roku 2010 w mocy jest również Dyrektywa 2010/75/UE [Dz. U. L 334/17], w której zaimplementowano rozwiązania z dyrektywy o zintegrowanemu zapobieganiu zanieczyszczeniom [Dz. U. L 24/8]. W Dyrektywie zdefiniowana jest „gleba” oraz „biomasa”. We wstępie znajduje się wymóg, by „eksploatacja instalacji nie prowadziła do pogorszenia jakości gleby i wód podziemnych”. Do tego celu konieczne jest sporządzanie tzw. sprawozdań bazowych, w których określone powinny być „istniejące dane pomiarowe gleby i wód podziemnych oraz dane historyczne”. Informacje te powinny dawać możliwość rzeczywistego określenia stopnia degradacji gleb, co pozwoli na egzekwowanie zasady „zanieczyszczający płaci”. Odpowiedzialność za zanieczyszczenia zostanie regulować mają przepisy krajowe. Dyrektywa wymusza okresowe monitorowanie stanu środowiska – w przypadku wód podziemnych raz na 5 lat, w przypadku gleb – raz na 10 lat. Po zakończeniu działalności operator ma obowiązek „oceny stanu skażenia gleby i wód podziemnych”. „Znaczne skażenie” terenu spowoduje konieczność przywrócenia go do stanu przed zanieczyszczeniem (z uwzględnieniem technicznej wykonalności takich działań). Jeżeli nie będzie to możliwe, zanieczyszczający powinien podjąć „niezbędne działania mających na celu usunięcie, kontrolę, ograniczenie rozprzestrzeniania się lub ograniczenie ilości substancji stwarzających zagrożenie, tak, aby teren, przy uwzględnieniu jego aktualnego i zatwierdzonego przyszłego użytkowania, przestał stwarzać takie zagrożenie”. Wskazanie konieczności rekultywacji terenów zanieczyszczonych jest ważnym elementem ochrony środowiska. Brak jest jednak definicji „znacznego skażenia” – co

przy braku doprecyzowania w prawodawstwie poszczególnych krajów unijnych prowadzić może do nadinterpretacji lub pobłażliwego traktowania osób odpowiedzialnych za pogorszenie jakości gleb.

W odniesieniu na ochrony gleby opracowano w roku 2006 „Strategię tematyczną w dziedzinie ochrony gleby” [Strategia UE KOM (2006) 231] na podstawie której przedstawiono „Wniosek dotyczący Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiająca ramy dla ochrony gleby oraz zmieniająca dyrektywę 2004/35/WE” [Wniosek KE KOM (2006) 232].

W strategii [Strategia UE KOM (2006) 231] zwrócono uwagę na fakt istnienia w krajach UE 3,5 miliona miejsc potencjalnie zanieczyszczonych. Zjawisko poddawania Ziemi nieustannym procesom mającym wpływ na jej stan, wielokrotnie prowadzi do jej degradacji. Wśród głównych, przyczyniających się do tego zjawisk wymienia się: erozję, spadek zawartości materii organicznej, zanieczyszczenie lokalne i rozproszone, uszczelnianie, zagęszczanie, zmniejszenie różnorodności biologicznej, zasolenie, powodzie i osuwanie się ziemi.

Głównymi przyczynami podjęcia problemu degradacji gleb były m.in.:

- fakt wpływu degradacji gleby na inne obszary środowiskowe objęte prawodawstwem Wspólnoty,
- zakłócenie zrównoważonego rozwoju,
- zakłócenie działania rynku wewnętrznego,
- fakt transgranicznego wpływu procesów degradacji,
- konieczność zapewnienia bezpieczeństwa żywności oraz
- coraz powszechniejsze pojawianie się tematów w aspekcie międzynarodowym.

W opracowaniu pojawia się również konieczność prowadzenia badań w zakresie ochrony gruntów oraz zwiększenia poziomu świadomości społecznej problemu. Jako główny cel ochrony gleby autorzy stawiają „zapobieganie dalszej degradacji gleby i zachowywanie jej funkcji” oraz „przywrócenie zniszczonej gleby przynajmniej do stanu odpowiadającemu obecnemu lub planowanemu wykorzystaniu, przy uwzględnieniu również kwestii kosztów tego działania”.

Interesujące wydają się również wyliczenia potencjalnych kosztów wprowadzenia na szczeblu unijnym ramowego programu ochrony gleby. Szacuje się go na 290 mln EUR w ciągu pierwszych pięciu lat w UE-25 oraz 240 mln EUR rocznie w ciągu kolejnych dwudziestu lat. Po opływie tego okresu szacowane koszty programu wynoszą ok. 2 mln EUR rocznie – sugeruje się ich przeniesienie na administrację publiczną.

W projekcie dyrektywy glebowej [Wniosek KE KOM (2006) 232], będącej rozbudowaniem Strategii [Strategia UE KOM (2006) 231] po raz kolejny zwraca się uwagę na fakt istnienia zaleceń dotyczących ochrony ziemi w innych opracowaniach i brak całościowego dokumentu poświęconego tylko temu, jakże złożonemu problemowi. Autorzy opracowania wskazują na glebę jako na nie-

odnawialny zasób środowiska, który inaczej niż woda i powietrze, w większości znajduje się w rękach prywatnych właścicieli.

Dyrektywa glebowa nakłada na państwa członkowskie obowiązek sporządzenia publicznie dostępnego spisu terenów zdegradowanych i na degradację podatnych, oraz jego okresowego uaktualniania. W założeniu prowadzić ma to do ograniczania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i docelowej remediacji gruntów zdegradowanych oraz zapobiegania zanieczyszczeniom na terenach, które nie były do tej pory narażone na takie zjawiska. W przypadku tzw. „miejsc niczych” sugeruje się powołanie specjalnego mechanizmu finansowania służącemu rekultywacji tego typu obszarów.

Interesującym wydaje się fakt sporządzania sprawozdań o stanie gleby w przypadku obrotu ziemią. Sprawozdanie takie powinno zawierać:

- historię danego miejsca;
- analizę chemiczną substancji potencjalnie zanieczyszczających glebę;
- poziomy stężenia substancji niebezpiecznych.

Dyrektywa nakłada ponadto na kraje członkowskie obowiązek opracowania krajowych strategii naprawczych „obejmujących co najmniej cele działań naprawczych, wykaz miejsc zanieczyszczonych, harmonogram wdrożenia oraz środki przyznane przez organy odpowiedzialne za decyzje budżetowe w państwach członkowskich”.

Pomimo szczytnych intencji twórców Dyrektywy nie udało się wcielić jej w życie. Próbę uregulowania statusu gleby oraz zjawisk z nią związanych ponawiano kilkakrotnie, jednak zapisy Dyrektywy okazywały się najbardziej problematyczne dla krajów wysoko rozwiniętych, takich jak Wielka Brytania, Holandia czy Niemcy. Problemy degradacji i rekultywacji gleb funkcjonują więc nadal w opracowaniach dotyczących ochrony wody czy atmosfery, w podobny sposób traktowane są jednak w ustawodawstwie krajowym.

### **Prawodawstwo polskie**

W prawodawstwie polskim problem gleb, podobnie jak w prawodawstwie europejskim nie jest uregulowany przez jedną ustawę, pojawia się natomiast w kilku opracowaniach. Za szczególnie ważne uznaje się: Ustawę o lasach [Dz. U. 1991 nr 101 poz. 444 z p. zm.], Prawo geologiczne i górnicze [Dz. U. 1994 nr 27 poz. 96 z p. zm.], Ustawę o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Dz. U. 1995 nr 16 poz. 78 z p. zm.], Prawo ochrony środowiska [Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z p. zm.] (do Ustawy powstało rozporządzenie „w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi” [Dz. U. 2002 nr 165 poz. 1359]) oraz Ustawę o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie [Dz. U. 2007 nr 75 poz. 493 z p. zm.].

Szczątkowe informacje o ochronie i rekultywacji gruntów pojawiają się również w Prawie wodnym [Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229 z p. zm.], Ustawie o ochronie przyrody [Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880 z p. zm.] oraz Ustawie o udostępnianiu informacji o środowisku (...) [Dz. U. 2008 nr 199 poz. 1227 z p. zm.].

Jak widać problematyka ochrony powierzchni ziemi i gleby pojawia się w wielu opracowaniach. W niektórych traktowana jest pobieżnie, w innych z całą starannością. Wydaje się, że ustawodawca Polski wychodzi przed europejskie wizje ochrony gleby, z uwzględnieniem jednak większości pomysłów Komisji.

W ustawie o lasach [Dz. U. 1991 nr 101 poz. 444 z p. zm.] wskazuje się zrównoważoną gospodarkę leśną jako element wpływający na „ochronę gleb i terenów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie”. Na terenach leśnych ustawodawca zakazuje zanieczyszczania gleb.

W prawie geologicznym i górnictwie [Dz. U. 1994 nr 27 poz. 96 z p. zm.] pojawia się zapis zezwalający na prowadzenie prac geologicznych tylko na podstawie projektu prac geologicznych, obejmującego m.in.: „przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska (...) oraz sposób rekultywacji gruntów i środki mające na celu zapobieżenie szkodom”. Udzielenie koncesji na wydobywanie kopalin może nastąpić po przedłożeniu badań złoże umożliwiających „opracowanie projektu zagospodarowania złoże oraz wskazanie możliwości i kierunków rekultywacji terenów poeksploatacyjnych”. Dokumentacja ta powinna zawierać informacje określające „rodzaj, charakter i stopień zanieczyszczeń gruntów i wód podziemnych”. Usuwanie szkód i rekultywacja terenu po likwidacji zakładu górnictwa spoczywa na przedsiębiorcy. Ustawodawca niezbyt fortunnie wprowadził zapis o konieczności „przywrócenia stanu poprzedniego”, co może skutkować brakiem perspektywicznego planowania przestrzeni objętych pracami górnictwem. Co prawda „przywrócenie stanu poprzedniego” odbywać się może poprzez „dostarczenie gruntów, obiektów budowlanych, urządzeń, lokali, wody lub innych dóbr tego samego rodzaju” jednak brak jest zapisów wskazujących na możliwość wykorzystania terenu w innym celu niż przed podjęciem eksploatacji. Wykorzystanie gruntów na cele rolnicze lub leśne przed rozpoczęciem wydobywania obliguje do rekultywacji tych terenów zgodnie z Ustawą o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Dz. U. 1995 nr 16 poz. 78 z p. zmianami].

Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Dz. U. 1995 nr 16 poz. 78 z p. zm.] „reguluje zasady ochrony gruntów rolnych i leśnych oraz rekultywacji i poprawiania wartości użytkowej gruntów”. Ustawodawca wprowadza definicję gruntów zdegradowanych (o zmniejszonej wartości rolniczej lub leśnej) i zdewastowanych (grunty, które całkowicie straciły zdolność produkcyjną) oraz ich rekultywacji (nadania lub przywrócenia wartości użytkowych lub przyrodniczych) i zagospodarowania (późniejszego użytkowania). Szczególną uwa-

gę położono na grunty przeznaczone na działalność przemysłową i położone w obrębie obszarów przemysłowych. Do zagospodarowania na cele nierolnicze i nieleśne przeznaczają się gleby niskiej jakości, w wyjątkowych okolicznościach mogą to być grunty lepszej jakości. Dodatkowo dla obszarów ograniczonego użytkowania (wokół zakładów przemysłowych) powinien być opracowany plan gospodarowania na tych gruntach obejmujący m.in. analizę występujących na tym terenie zanieczyszczeń, ich wpływ na środowisko, aktualne zagospodarowanie i kierunki produkcji roślinnej oraz sposób przeciwdziałania zmniejszeniu wartości użytkowej gleb.

Prawo ochrony środowiska [Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z p. zm.] definiuje powierzchnię ziemi i glebę oraz nakazuje kompensację przyrodniczą w przypadku pogorszenia ich stanu w wyniku prowadzonej przez człowieka działalności. Ustawodawca wprowadził zapis nakazujący już podczas procesu planowania przestrzeni uwzględnić konieczność ochrony gleby. Ochrona ta ma polegać na utrzymaniu jakości gleby „co najmniej na poziomie wymaganych standardów” lub „doprowadzeniu jakości gleby i ziemi co najmniej do wymaganych standardów, jeżeli nie są one dotrzymane”. Stan środowiska glebowego pozostawia się kontroli państwowego monitoringu środowiska. Bardzo ważnym z punktu widzenia rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w środowisku jest zapis artykułu 336 mówiący o tym, że „kto używa do prac ziemnych glebę lub ziemię, która przekracza standardy jakości (...) podlega karze grzywny”.

Rozporządzenie w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi” [Dz. U. 2002 nr 165 poz. 1359] definiuje glebę jako zanieczyszczoną, jeżeli chociaż jedna ze wskazanych w rozporządzeniu substancji przekracza ustalony limit, przy uwzględnieniu wartości tła. Dodatkowo rozporządzenie określa limity zawartości poszczególnych substancji z uwzględnieniem przeznaczenia gruntu (grupa A – obszary chronione, grupa B – grunty rolne i leśne oraz tereny przeznaczone do zamieszkania wraz z infrastrukturą komunikacyjną, grupa C – tereny przemysłowe). Dodatkowo rozporządzenie rozróżnia koncentrację w zależności od głębokości (dla grupy B i C) odpowiednio: do 0,3 m, 0,3-15 m i powyżej 15 m, dla grupy C: do 0,2 m, do 2 m i poniżej 15 m. W rozporządzeniu wskazano wartości graniczne dla poszczególnych grup zanieczyszczeń: metale ciężkie, związki nieorganiczne (cyjanki), węglowodory (aromatyczne, WWA, chlorowane), środki ochrony roślin (pestycydy chloroorganiczne i nie chlorowe) oraz inne zanieczyszczenia (tetrahydrofuran, pirydyna, tetrahydrotiofen, cykloheksan, fenol, krezole i ftalany).

Ustawa o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie [Dz. U. 2007 nr 75 poz. 493 z p. zm.] odnosi się z kolei do szkód spowodowanych w środowisku nie więcej niż 30 lat wcześniej. Rozróżnione są działania zapobiegawcze i naprawcze, które powinny być podjęte bezpośrednio po zaistnieniu sytuacji zagrożenia dla środowiska przez podmiot korzystający ze środowiska. Brak podjęcia działań zmierzających do ograniczenia lub powstrzymania szkód oraz

brak zgłoszenia faktu zaistnienia szkód dla środowiska skutkować może karą grzywny. Organ ochrony środowiska może, w wyjątkowych okolicznościach, przejąć na siebie działania zapobiegawcze lub naprawcze. Koszty tych działań ponosi podmiot korzystający ze środowiska, chyba że egzekucja okaże się nieskuteczna. Wszystkie szkody dla środowiska oraz działania naprawcze podjęte na terenie kraju powinny znaleźć się w specjalnym rejestrze prowadzonym przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Prawo wodne [Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229 z p. zm.] dotyczy problemu przyrodniczego wykorzystania ścieków i osadów ściekowych, dbając o to, aby podczas udzielania zezwoleń na wprowadzanie tego typu substancji do ziemi i gleby była brana pod uwagę rzeźba terenu oraz rodzaj gleby oraz aby wprowadzone substancje nie spowodowały pogorszenia jej jakości (przekroczenia norm zapotrzebowania roślin na azot, potas, wodę oraz utrudniać procesów samooczyszczania zachodzących w glebie).

Ustawa o ochronie przyrody [Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880 z p. zm.] wprowadza możliwość zakazu uszkodzania i zanieczyszczania gruntów w obrębie obiektów objętych ochroną, m.in. pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych itp. W przypadku parków narodowych oraz w rezerwatów przyrody zakaz ten jest obligatoryjny.

Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku (...) [Dz. U. 2008 nr 199 poz. 1227 z p. zm.] przekazuje nadzór nad zanieczyszczonymi gruntami oraz metodami ich rekultywacji regionalnym dyrektorom ochrony środowiska, pełniącymi również nadzór nad innymi elementami środowiska. Dodatkowo, w ustawie zapisano, że dokumenty dotyczące zanieczyszczenia gleb i ich rekultywacji „zamieszcza się w publicznie dostępnych wykazach”, co w znaczący sposób ułatwia dostęp do tych informacji wszystkim zainteresowanym.

## WNIOSKI

Przegląd obowiązujących aktów prawnych pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Środowisko glebowe jest obecne w prawodawstwie zarówno krajowym, jak i europejskim. Tematyka ochrony gleb pojawia się w wielu aktach pośrednich, dotyczących jednak w głównej mierze innych komponentów środowiska.
2. Na szczeblu unijnym problem regulacji prawnej ochrony gleby jest dostrzegany, jednak z różnych powodów nie doszło do dnia dzisiejszego do wprowadzenia tzw. dyrektywy glebowej.

3. Rozproszenie tematu ochrony gleby i brak skonkretyzowanej wizji działania wpływa negatywnie na ochronę gleby pozostawiając pole do działania władzom krajowym.

*Autorzy są stypendystami w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2 „Transfer wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa*



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Lubuskie  
Warte zachodu

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## LITERATURA

1. Dz. U. 1991 nr 101 poz. 444 z p. zm. – Ustawa o lasach
2. Dz. U. 1994 nr 27 poz. 96 z p. zm. – Ustawa Prawo geologiczne i górnicze
3. Dz. U. 1995 nr 16 poz. 78 z p. zmianami – Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych
4. Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z p. zmianami – Ustawa Prawo ochrony środowiska
5. Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229 z p. zmianami – Ustawa Prawo wodne
6. Dz. U. 2002 Nr 165, poz. 1359. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi
7. Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880 z p. zmianami – Ustawa o ochronie przyrody
8. Dz. U. 2007 nr 75 poz. 493 z p. zmianami – Ustawa o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie
9. Dz. U. 2008 nr 199 poz. 1227 z p. zmianami – Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko
10. Dz. U. L 85/337 Dyrektywa UE 85/337/EWG z dnia 27 czerwca 1985 r. w sprawie oceny wpływu wywieranego przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko
11. Dz. U. L 143/56 Dyrektywa 2004/35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie odpowiedzialności za środowisko w odniesieniu do zapobiegania i zaradzania szkodom wyrządzonym środowisku naturalnemu

12. Dz. U. L 24/8 Dyrektywa 2008/1/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 stycznia 2008 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Wersja skodyfikowana)
13. Dz. U. L 334/17 Dyrektywa 2010/75/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)
14. Strategia UE KOM (2006) 231 Strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby – wersja ostateczna, 2006: Komunikat Komisji do Rady, parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów
15. Wniosek KE KOM (2006) 232 wersja ostateczna - 2006/0086 (COD), 2006: Wniosek dotyczący Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej ramy dla ochrony gleby oraz zmieniającej dyrektywę 2004/35/WE
16. Wniosek KE KOM (2011) 189 wersja ostateczna - 2011/0080 (COD), 2011: Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko

## **PROTECTION OF THE SOIL IN THE LIGHT OF NATIONAL AND EUROPEAN LAW**

### *S u m m a r y*

*Environmental condition of the soil is extremely important from the point of view of the living world – it's a guarantee of environment of living and producing food. Every human activity inevitably leads to environmental degradation, including soil pollution. The degree of soil degradation and the order of its protection is a direct result of legal provisions, which is present both in the national legislation and the acts adopted at EU level. This paper presents the problem of soil protection in the files of Polish and European legislation.*

Key words: soil protection, soil pollution, Polish law, European law

**RÓŻA FRUZIŃSKA\*, JAKUB KOSTECKI\***

**KANALIZACJA BYTOWO-GOSPODARCZA  
NA PRZYKŁADZIE MIEJSCOWOŚCI JEMIOŁÓW.  
CZĘŚĆ II PRZEPOMPOWNIE ŚCIEKÓW**

*Streszczenie*

*W artykule zaprezentowano warunki stosowania, obliczenia oraz dobór przepompowni ścieków na przykładzie koncepcji projektowej kanalizacji bytowo-gospodarczej dla miejscowości Jemiołów.*

Słowa kluczowe: kanalizacja bytowo-gospodarcza, przepompownie ścieków

**WPROWADZENIE**

Kanalizacja ciśnieniowa to systemy niekonwencjonalnej, nad którymi prace trwają od połowy lat 70 XX wieku [Chudzicki i Sosnowski 2009, Bień i Cholewińska 2002]. Początkowo w systemach kanalizacyjnych stosowane były pompy tłokowe z napędem parowym, ok. 1990 r. zaczęto stosować pompy z napędem gazowym, wykorzystywano w nich gaz świetlny lub fermentacyjny. Pompy napędzane prądem elektrycznym zaczęto stosować w przepompowniach w latach 20 i 30 XX wieku [Suligowski 2006].

Konieczność pompowania ścieków jest zależna nie tylko od wielkości miejscowości, ale przede wszystkim od charakteru jej zabudowy, pełnionych funkcji, ukształtowania terenu, na którym jest położona, struktury sieci i usytuowania oczyszczalni ścieków. W wielu przypadkach te same ścieki są wielokrotnie przepompowywane przez kolejne przepompownie znajdujące się wzdłuż drogi spływu ścieków. Z powodu tych uwarunkowań ilość ścieków przepompowywanych może być różna w miejscowościach o podobnej wielkości. Znajomość ilości ścieków wpływa nie tylko na typ i wydajność projektowanej przepompowni, ale także na koszty eksploatacyjne [Dymaczewski i Sozański 2002].

Współcześnie popularne są bezobsługowe przepompownie o małych gabarytach z pompami zatapialnymi. Pompy te mogą rozdrabniać skratki, przepom-

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

powywać zanieczyszczenia długowłókniste lub poprzez odpowiednie oprogramowanie mieszać ścieki przed ich przepompowaniem, zapobiega to tworzeniu się na gromadzonych ściekach kożucha [Suligowski 2006, Flygt 2012].

Konieczność pompowania ścieków wynika ze znacznego zagłębienia kanałów przy niesprzyjającym spadku terenu lub występowania innych przeszkód.

Celem pracy było przedstawienie warunków stosowania, metody obliczeń oraz doboru pośredniej przepompowni ścieków na przykładzie koncepcyjnego rozwiązania kanalizacji bytowo-gospodarczej dla miejscowości Jemiołów.

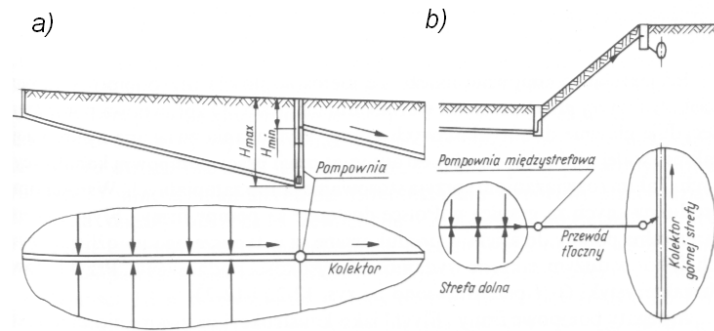
### WARUNKI STOSOWANIA

W systemie kanalizacji ciśnieniowej przepływ ścieków spowodowany jest wytworzeniem różnicy ciśnień przez odpowiednio dobrane pompy [Chudzicki i Sosnowski 2009].

W grawitacyjnych sieciach kanalizacyjnych zastosowanie pompowni należy rozpatrywać, gdy [Chudzicki i Sosnowski 2009, Szpindor 1998]:

- zachowanie minimalnych spadków kanałów prowadzi do nadmiernego zagłębienia kanałów (pompownia pośrednia),
- obszar objęty projektem kanalizacji charakteryzuje się zróżnicowanymi wysokościami - skutkuje to zaprojektowaniem odrębnych układów sieci grawitacyjnej (przy jednej oczyszczalni ścieków) lub wspólnym zbieraczu dla tych stref (pompownia strefowa),
- na obszarze objętym projektem kanalizacji występują na wysokim poziomie wody gruntowe lub warunki gruntowe nie sprzyjają układaniu sieci grawitacyjnej,
- sieć projektowana jest do okresowego odprowadzania ścieków (np. z ośrodków czasowych lub innych obiektów użytkowanych sezonowo).

Na rysunku 1 przedstawiono zasady stosowania pompowni w dwóch przypadkach: nadmiernym zagłębieniu sieci oraz przy projektowaniu strefowego systemu kanalizacyjnego.



Rys. 1. Zasady stosowania pompowni: a) pośredniej na kolektorze, b) strefowej [Szpindor 1998]

Fig. 1. Principles of pumping stations: a) the intermediate at the collector, b) zone

W rozpatrywanym przypadku konieczność zastosowania pompowni ścieków wynika z nadmiernego zagłębiania kanałów oraz potrzeby pokonania pewnej odległości pomiędzy grupami zabudowań.

#### OBLICZENIA HYDRAULICZNE PRZEWODÓW CIŚNIENIOWYCH

Podstawowym parametrem przewodów ciśnieniowych jest wysokość podnoszenia  $h_c$ , na którą składa się geometryczna wysokość podnoszenia oraz wysokość strat ciśnienia w przewodzie tłocznym.

$$h_c = h_{st} + h_s$$

gdzie:

$h_c$  - wysokość podnoszenia pompowni [m],

$h_{st}$  - geometryczna wysokość podnoszenia [m],

$h_s$  - wysokość strat ciśnienia w przewodzie tłocznym [m].

Aby właściwie dobrać pompownię należy wyznaczyć geometryczną wysokość podnoszenia  $h_{st}$ , która jest stratą ciśnienia - sumą strat ciśnienia wywołanych tarciami  $h_t$  i strat ciśnienia wywołanych oporami miejscowymi  $h_m$ .

$$h_s = h_t + h_m$$

Straty ciśnienia w przewodach kanalizacyjnych oblicza się w oparciu o normę PN-EN 12056-4:2002 z uproszczonym założeniem wartości lepkości kinematycznej. Przyjmuje się wartość lepkości kinematycznej jak dla wody czystej

o temp. 10°C przy całkowitym wypełnieniu przekroju poprzecznego rurociągu. Straty ciśnienia opisane są wzorem:

$$h_s = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} + \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} [m]$$

gdzie:

$\lambda$  - współczynnik strat liniowych (tarcia) obliczany przy pomocy wzoru Colebrook-White'a, zależny od liczby Reynoldsa i chropowatości przewodu [-],

$d$  - wewnętrzna średnica przewodu [m],

$g$  - przyspieszenie ziemskie [ $m \cdot s^{-2}$ ],

$l$  - długość przewodu [m],

$v$  - prędkość przepływu ścieków [ $m \cdot s^{-1}$ ],

$\zeta$  - współczynnik strat miejscowych w przewodzie [-].

Współczynniki strat miejscowych są wartościami charakterystycznymi dla wszystkich zaworów i kształtek. Przy obliczaniu strat miejscowych należy uwzględnić zawory i kształtki przewodu odpływowego aż do lewara przepływu zwrotnego [PN-EN 12056-4:2002]. W Tab. 1 przedstawiono zestawienie współczynników oporów miejscowych  $\zeta$  zaworów i kształtek [PN-EN 12056-4: 2002].

Tab. 1. Współczynniki oporów miejscowych zaworów i kształtek [PN-EN 12056-4: 2002]

Tab. 1 Local resistance factors of valves and profiles

| Typ oporu miejscowego                  | Współczynnik oporu miejscowego $\zeta$ |
|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Zawór odcinający*                      | 0,5                                    |
| Zawór zwrotny                          | 2,2                                    |
| Kolano 90°                             | 0,5                                    |
| Kolano 45°                             | 0,3                                    |
| Swobodny wypływ                        | 1,0                                    |
| Trójkąt 45° na wylocie przepływu       | 0,3                                    |
| Trójkąt 90° na wylocie przepływu       | 0,5                                    |
| Trójkąt 45° na odgałęzieniu przepływu  | 0,6                                    |
| Trójkąt 90° na odgałęzieniu przepływu  | 1,0                                    |
| Trójkąt 90° przy przepływie przeciwnym | 1,3                                    |
| Zwiększenie średnicy                   | 0,3                                    |

\* należy kierować się wymaganiami technicznymi ustalonymi przez producenta

Współczynnik strat liniowych określający opór tarcia przepływających ścieków o ściany przewodu powinien być obliczany przy wykorzystaniu wzoru Colebrooka-White'a:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left( \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,71} \right)$$

gdzie:

$\lambda$  - współczynnik strat liniowych (tarcia) [-],

$D$  - wewnętrzna średnica przewodu [m],

$L$  - długość przewodu [m],

$g$  - przyspieszenie ziemskie [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ],

$\text{Re}$  - liczba Reynoldsa [-],

$\varepsilon$  - chropowatość względna wewnętrznych ścianek przewodu [-].

Liczbę Reynoldsa wykorzystywaną do obliczania współczynnika strat liniowych oblicza się na podstawie wzoru:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

gdzie:

$v$  - prędkość przepływu ścieków [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$D$  - wewnętrzna średnica przewodu [m],

$\nu$  - kinematyczny współczynnik lepkości [ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ].

Natomiast chropowatość względną wewnętrznych ścian przewodu oblicza się ze wzoru:

$$\varepsilon = \frac{k}{D}$$

gdzie:

$k$  - chropowatość bezwzględna [m],

$D$  - wewnętrzna średnica przewodu [m].

Z uwagi na zawikłaną postać wzoru Colebrooka-White'a do obliczenia pierwszego przybliżenia  $\lambda$  można wykorzystać wzór Waldena:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left( \frac{6,1}{\text{Re}^{0,915}} + 0,268 \cdot \varepsilon \right)$$

Podczas doboru średnicy przewodu ciśnieniowego należy uwzględnić minimalną prędkość przepływu wynoszącą  $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Zachowanie minimalnej prędkości przepływu zapobiega osadzaniu się części stałych i związanemu z tym zmniejszaniu wewnętrznej średnicy przewodu. Pompownie wyposażone

w pompy zatapialne powinny przynajmniej raz na dobę zapewnić osiągnięcie minimalnej prędkości przepływu ścieków. W przypadku zalegania ścieków, także w zagłębieniach przewodów, mogą zachodzić w nich niekorzystne procesy beztlenowe. Aby uniknąć tego zjawiska powinno się zaprojektować dodatkowe przedmuchiwanie rurociągów sprężonym powietrzem. W przypadkach, gdy ścieki mają być pompowane na większe odległości warto rozważyć zastosowanie tłoczni ścieków, która zapewnia odpowiednie napowietrzenie ścieków [Hydro-Vacuum 2012].

Minimalną prędkość przepływu oblicza się ze wzoru:

$$Q_{\min} = v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-3} \cdot d_i^2$$

gdzie:

$Q_{\min}$  - minimalna wielkość przepływu [ $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

$v$  - minimalna prędkość przepływu w przewodzie odpływowym =  $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,

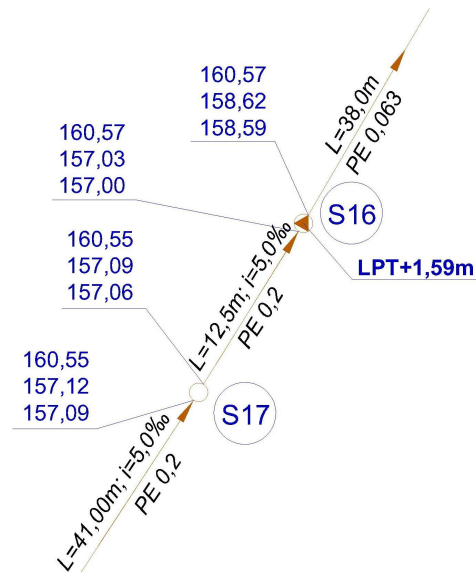
$d_i$  - wewnętrzna średnica przewodu odpływowego [mm].

Z doбором rodzaju pomp wiąże się minimalna średnica, jaką należy zastosować do tłoczenia ścieków. Według PN-EN 12056-4:2002 minimalne średnice przewodów tłocznych w przepompowni ścieków fekalnych bez urządzeń rozdrabniających powinna wynosić 80 mm, natomiast z urządzeniami rozdrabniającymi 32 mm.

#### DOBÓR PRZEPOMPOWNI ŚCIEKÓW

Przepompownie ścieków dobiera się na podstawie obliczeń całkowitego dopływu ścieków bytowo-gospodarczych oraz znajomości całkowitej wysokości podnoszenia ścieków.

Na Rys. 1 przedstawiono schemat sieci kanalizacyjnej z lokalizacją projektowanej przepompowni ścieków.



Rys. 1. Schemat sieci kanalizacyjnej  
Fig. 1 Sewerage system scheme

W Tab. 2 zawarto podstawowe dane niezbędne do wykonania obliczeń i doboru przepompowni ścieków.

Tab. 2. Podstawowe dane wykorzystywane w trakcie obliczeń i doboru przepompowni ścieków

Tab. 2. The basic data used in the calculation and selection of sewage pumping station

| Parametr                                                              | Rodzaj / parametr                 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Rodzaj ścieków                                                        | bytowo-gospodarcze                |
| Maksymalny dopływ ścieków                                             | $4,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ |
| Średnica rurociągu doprowadzającego ścieki                            | 0,2 m                             |
| Rzędna dna rurociągu doprowadzającego ścieki                          | 157,00 m n.p.m.                   |
| Rzędna terenu posadowienia pompowni                                   | 160,57 m n.p.m.                   |
| Poziom wód gruntowych                                                 | 156,37 m n.p.m.                   |
| Rodzaj gruntu                                                         | piaski luźne                      |
| Długość rurociągu tłoczego                                            | 38 m                              |
| Rzędna włączenia rurociągu tłoczego do odbiornika (studni rozprężnej) | 158,40 m n.p.m.                   |

W toku obliczeń i poboru przepompowni wyznacza się:

- obliczeniową wydajność przepompowni,
- średnice przewodów tłocznych,
- wymaganą wysokość podnoszenia (jako sumę geometrycznej wysokości podnoszenia, strat lokalnych i strat na długości),

W poniżej przedstawiono wyniki obliczeń doboru przepompowni ścieków do opracowanego projektu koncepcyjnego kanalizacji bytowo-gospodarczej [Ecol-Unicon 2012].

- Wydajność pompowni obliczono w oparciu o wzór:  
 $Q_D = 1,1 \cdot 4,5 = 4,95 [l \cdot s^{-1}] = 17,8 [m^3 \cdot h^{-1}]$  (zwiększenie ilości ścieków o 10% pozwala wykluczyć przepełnienie pompowni oraz zapewnienie samooczyszczania).
- Wyznaczenie średnic przewodów tłocznych: dla  $Q_D = 4,95 [l \cdot s^{-1}]$  dokonano na podstawie nomogramu [KWH Pipe Poland 2002]. Dobrano przewód PE 63 SDR 13,6 (63×4,7), prędkość przepływu  $v = 2,0 [m \cdot s^{-1}]$ .  
 $h_{st} = h_{g \max} - h_{\min} = 1,9m$
- Straty miejscowe  

$$h_m = \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 1,02 \cdot \frac{2,0^2}{2 \cdot 9,81} = 0,21 [m]$$
- Straty liniowe  $h_l = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{0,0269 \cdot 38,0}{0,0536} \cdot \frac{2,0^2}{2 \cdot 9,81} = 3,9 [m]$  [Książczyński i in. 2002]
- Całkowita wysokość podnoszenia:  $h_c = 1,9 + 0,21 + 3,9 = 6,01 [m]$

Kolejnymi krokami prowadzącymi do doboru pompowni są:

- dobór średnicy zbiornika pompowni na podstawie jej wydajności,
- wyznaczenie objętości retencyjnej pompowni na podstawie wydajności pompowni i liczby włączeń pompy na godzinę,
- wyznaczenie wysokości retencyjnej (głębokości pompowni od poziomu rury wlotowej) na podstawie objętości retencyjnej oraz powierzchni poziomego przekroju zbiornika pompowni,
- wyznaczenie wysokości korpusu z uwzględnieniem wielkości typowych kręgów betonowych,
- dobór pomp na podstawie wydajności oraz wysokości podnoszenia z wykorzystaniem kart katalogowych pomp wybranego producenta.

## PODSUMOWANIE

Stosowanie nowoczesnych przepompowni ścieków jest działaniem korzystnym, wpływającym pozytywnie na zmniejszenie kosztów budowy sieci kanalizacyjnej. Dotyczy to zarówno zmniejszania kosztów robót ziemnych w wynikających z konieczności nadmiernego zagłębienia sieci a także z możliwości tworzenia sieci rozproszonych (uniknięcie budowy sieci grawitacyjnych).

*Autorzy są stypendystami w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2 „Transfer wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa*



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Lubuskie  
Warte zachodu

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## LITERATURA

1. Bień J.B., Cholewińska M.: *Systemy kanalizacji podciśnieniowej i ciśnieniowej*. Wyd. Politechniki Częstochowskiej 2001
2. Chudzicki J., Sosnowki S.: *Instalacje kanalizacyjne. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja*. Wyd. „Seidel i Przywecki” sp. z o.o. 2009
3. Ecol-Unicon Sp. z o.o. *materiały i katalogi produktów*, [www.ecol-unicon.com.pl](http://www.ecol-unicon.com.pl), sierpień 2012
4. *Flygt katalogi produktów*: [www.flygt.com](http://www.flygt.com), lipiec 2012
5. Książczyński K.W., Jeż P., Gręplowska Z.: *Tablice do obliczeń hydraulicznych*, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2002
6. KWH Pipe Poland Sp. z o.o.: *Systemy ciśnieniowe. Właściwości, projektowanie, montaż*. Wehopipe, 04/2008
7. PN-EN 12056-4:2002 *Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków - Część 4: Pompownie ścieków - Projektowanie układu i obliczenia*
8. Hydro-Vacuum: *Pompy do cieczy zanieczyszczonych i ścieków typu FZ, Przepompownie ścieków typu PS, Tłocznie ścieków*. Katalog produktów 1/2012
9. Suligowski Z.: *Infrastruktura kanalizacyjna w gospodarce komunalnej*. Wyd. Politechniki Gdańskiej 2006, pp. 283-291

10. Szpindor A.: *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi*. Wyd. Arkady 1998, pp.353-356
11. *Wodociągi i kanalizacja w Polsce, tradycja i współczesność*. Red. Dymaczewski Z., Sozański M.M., Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych 2002, pp. 513-516

**DOMESTIC SEWAGE SYSTEM IN THE EXAMPLE  
OF JEMIOŁÓW VILLAGE.  
PART II: SEWAGE PUMPING STATION**

*S u m m a r y*

*In the paper have been described conditions of use, calculation and selection of the sewage pumping station on the example of sewage system for the Jemiołów village.*

Key words: domestic sewage system, sewage pumping station

**SŁAWOMIR ŁOTYSZ\*****PARK NA TORACH. PRZYKŁAD ADAPTACJI  
WIADUKTU KOLEJOWEGO NA TEREN ZIELENI***Streszczenie*

*Wiadukt biegnącej zachodnim brzegiem Manhattanu starej i od lat nieużywanej linii kolejowej przez lata zarósł krzakami i drzewami. Ostatnio, po trzech dekadach dyskusji na temat potencjalnego przeznaczenia tego reliktu przemysłowej przeszłości zachodnich dzielnic miasta, został zagospodarowany jako park. Od razu stał się wyjątkową atrakcją przyciągającą tłumy turystów i nowojorczyków. Niecodzienny sposób wykorzystania starego wiaduktu wskazuje kierunek, w którym z powodzeniem mogą podążać inni projektanci i właściciele podobnych reliktyw.*

Słowa kluczowe: rewitalizacja, park, architektura krajobrazu,  
dziedzictwo przemysłowe

**WPROWADZENIE**

W czerwcu 2009 roku w Nowym Jorku został otwarty dla publiczności wyjątkowy park. Wyjątkowy, bo wąski na kilka metrów, długi na kilkaset i położony na wysokości dwóch kondygnacji nad poziomem terenu. Nowy park urządzony został bowiem na nieczynnym wiadukcie kolejowym biegnącym wzdłuż zachodniego skraju Manhattanu.

Pierwsze tory ułożono na tej trasie już w 1847 roku. Biegły na poziomie terenu oddzielając miasto od nabrzeża rzeki Hudson. W miejscach, w których tory przecinały ulice i aleje, dochodziło do licznych wypadków, toteż biegnącą wzdłuż tej trasy 10<sup>th</sup> Avenue szybko przechrzczono na „Aleję Śmierci”. W 1929 roku zdecydowano przebudować linię tak, by zapobiec tragicznym wypadkom, a zarazem usprawnić funkcjonowanie tej linii. Wiadukt poprowadzono przez środek kwartałów zabudowy. Czasem nawet tory przebiegały przez budynki fabryczne, jakie dominowały w tej dzielnicy. Po High Line kursowały głównie pociągi towarowe z surowcami transportowanymi wprost do zakładów. Równie

---

\* Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski

łatwy był odbiór gotowych produktów. Rozwój transportu samochodowego w latach 50. sprawił, że znaczenie tej linii kolejowej znacznie zmalało. Ostatni pociąg – transport trzech wagonów mrożonych indyków – pokonał tę trasę w 1980 roku. Od tej pory stalowa konstrukcja już tylko zaciemniała ulice, a na nieużywanych torowiskach wyrosły krzaki i drzewa.

W latach 90. właściciele terenu pod wiaduktem zawiązali stowarzyszenie domagając się usunięcia pozostałości linii kolejowej. We wrześniu 1992 roku Federal Interstate Commerce Commission wydała zgodę na wyburzenie całego wiaduktu. Odcinek na długości pięciu kwartałów od Gansevoort do Bank Street padł nawet wcześniej, bo na początku 1991 roku. Proces wyburzania ustał, gdy pojawiły się wątpliwości, kto ma zań zapłacić. Władze federalne chciały rozłożenia kosztów pomiędzy firmę Conrail, ostatniego zarządcę linii kolejowej, a właścicieli posesji, przez które przebiegała. Spór i procesy sądowe trwały przez lata, tymczasem w mieście dojrzał coraz silniejszy ruch na rzecz ocalenia relikwów High Line jako zabytku techniki. Nie bez znaczenia było ożywienie, jakie w końcu lat 90. stało się udziałem dzielnicy Chelsea i całego zachodniego Manhattanu. Chelsea stało się modne. W starych fabrykach zaczęto urządzać mieszkania, pojawiły się klimatyczne knajpki i markety, zaczęli się tu przenosić artyści, studenci i podstarzali hippisi. Za nimi zawitali turyści. Stara High Line przebiegała m.in. przez kwartał, w którym dziś mieści się niesłychanie popularny zespół handlowo-usługowy Chelsea Market. W starych wnętrzach, niemal w sercu dawnej dzielnicy ubojni i rzeźni (zwanej Old Meat District) przy 9th Avenue i 15th Street ulokowały się sklepy, punkty usługowe, restauracje i kawiarnie. Centralny pasaż wiję się nieregularnie. Nierówność posadzek, surowość ceglanych i betonowych ścian, żelazne elementy konstrukcji nośnych kontrastują ze szkłem, aluminium i nierdzewną stalą współczesnego detalu architektonicznego i elementów wyposażenia wnętrz poszczególnych sklepów. Wzdłuż i wszerz biegną dziesiątki rur, czy to pozostałości po dawnych instalacjach wodnych i kanalizacyjnych czy też zwykłe atrapy pełniące rolę dekoracji. Choć na wysokości 15th Street High Line jest już rozebrana, belki nośne wiaduktu przechodzącego przez budynek zachowały się. Widać je nad korytarzem prowadzącym do zachodniego wyjścia marketu.

W reakcji na ożywienie gospodarcze dzielnicy właściciele terenów pod wiaduktem jeszcze usilniej dążyli do wyburzenia jego resztek. Najwyraźniej nie dostrzegali, że największy urok Chelsea polega na postindustrialnym charakterze tego miejsca. W oczach deweloperów stary wiadukt to tylko sterta złomu zajmująca miejsce, na którym mogłyby stanąć nowe obiekty – nowoczesne apartamentowce i biurowce najpewniej niewiele odbiegające od tego, co buduje się gdzie indziej w mieście. Tymczasem przekonanie lokalnej społeczności o wyjątkowości dzielnicy i walorów przebiegającej przez nią starej linii kolejowej znalazło wyraz w powołaniu w 1999 roku Stowarzyszenia Przyjaciół High Line. Aktorzy, pisarze, intelektualiści wystąpili w obronie tego zabytku techni-

ki. W sukurs przyszły im pozytywne przykłady realizacji obiektów, których projektanci nie tylko umiejętnie wkomponowali je w przestrzeń wokół wiaduktu (a raczej: pod nim), ale uczynili z tego sąsiedztwa zaletę. Projekt myjni samochodowej Chelsea Carwash, wzniesionej w 2000 roku wyszedł z pracowni Cybul & Cybul and Chrstopher K. Grabe i od razu został dobrze przyjęty przez krytyków: „To szkliste poszycie nad ciemną stałą jest widokiem bardziej zatrzymującym wzrok niż jakiegokolwiek migające, neonowe cuda” – na łamach żurnalu „Architecture” pisała wówczas krytyk Anne Guiney.

Ale jeden budynek inkorporujący krótki odcinek wiaduktu to za mało, by wskazać kierunek, by mówić, że zdefiniowano ogólny i doskonały program wykorzystania struktury o długości liczonej w kilometrach. Taki pomysł całościowego wykorzystania nieużywanego wiaduktu, i to dość wcześnie, bo ledwie rok po zamknięciu linii, miał architekt Steven Holl. Zaproponował on otóż wybudowanie na odcinku od 19th do 29th Street serii osiemnastu domów mieszkalnych. Miały to być indywidualnie zaprojektowane budynki o różnym charakterze, od schronisk dla bezdomnych po luksusowe apartamenty. Projekt „Bridge of Houses” zakładał pozostawienie przejścia pieszego w poziomie dawnego torowiska, a także urządzenie ciągu placów pomiędzy kolejnymi domami, jakby nanizanymi na wstęgę wiaduktu. Holl jako pierwszy dostrzegł, że miejsce to ma spory potencjał rekreacyjny. Brak terenów zieleni i przestrzeni publicznych w tej części miasta stał się po latach jednym z mocniejszych argumentów zwolenników zachowania wiaduktu i urządzenia na nim parku.



*Rys. 1. High Line Park jest dość zatłoczony (aut. 2012)*  
*Fig. 1. High Line Park is usually quite crowded (aut. 2012)*

Projekt Holla pozostał praktycznie niezauważony. W 1981 roku na takie pomysły było chyba za wcześnie. Dwie dekady później, już w apogeum dyskusji nad przyszłością starego wiaduktu, pojawił się kontrowersyjny projekt obiektu na działce przeciętej przez historyczny wiadukt. Francuski architekt Jean Nouvel zaproponował wzniesienie na rogu West 13<sup>th</sup> Street i Washington Street zespołu składającego się 32-piętrowej wieży mieszkalnej, budynku usługowego o 5 piętrach oraz obiektu o funkcji mieszanej wysokiego na 8 pięter. Architekt wykorzystał wiadukt jako element determinujący formę budynku – torowisko przecina pod ostrym kątem cały zespół. Nie była to jednak ani odpowiedź na pytanie co zrobić z całą linią – jak czynił to Holl, ani też subtelne powiązanie starego z nowym, jak w myjni autorstwa Cybul & Cybul. Nouvel chciał także zamienić 100-metrowy odcinek wiaduktu na teren parkowy, czym bynajmniej nie zyskał sobie poparcia stowarzyszenia Friends of High Line. Oni chcieli więcej. Chcieli urządzenia parku na całym odcinku zachowanego wiaduktu.

Przyjaciele High Line zdawali sobie sprawę, że realizacja projektu Nouvela zniweczyłaby ich zamiary. To tak, jakby z tortu ktoś wykroił sam środek z wisienką. Koronnym argumentem w prawnej batalii przeciwko projektowi „błyskotliwego, ale niezbyt czułego na kontekst miejsca francuskiego architekta”, jak określił go Robert Stern – autor monumentalnego dzieła „New York 2000” – była zbyt duża wysokość budynku w porównaniu ze średnią w tej dzielnicy. Przyjaciele High Line wygrali w sądzie jeszcze raz w 2002 roku podważając decyzję o rozbiórce wiaduktu podjętą przez odchodzącego burmistrza Giulianiego. Tym razem to miłośnicy i obrońcy tego zabytku techniki przeszli do ofensywy. Postanowili zmienić nastawienie władz miejskich tak, by te nie próbowały więcej rozebrać wiaduktu. Wykonano plan studialny z analizą skutków inwestycji, z której wynikało, że zamiana wiaduktu na otwartą przestrzeń publiczną przyniesie miastu spore korzyści ekonomiczne. Nadzieja na pomyślny finał walki o zachowanie High Line, niewątpliwie wartościowego zabytku techniki, choć w opinii wielu szpetnej, bezużytecznej bariery krępującej rozwój tej części miasta, przysła nieoczekiwanie ze strony biznesu. Zabytek jest wart tyle, ile przynosi realnego zysku liczonego w dolarach, a najlepiej – w milionach dolarów. Gdy burmistrzem Nowego Jorku został Michael Bloomberg, osobiście poparł ideę adaptacji starej linii kolejowej w teren rekreacyjny.

We wrześniu 2003 roku część wiaduktu wraz z otaczającym terenem została oficjalnie uznana za obiekt zabytkowy. Ogłoszono też międzynarodowy konkurs architektoniczny na koncepcję zagospodarowania High Line. Wpłynęło nań 720 projektów. Zwyciężyła koncepcja biura Diller Scofidio + Renfro. Projekt zieleni wykonała pracownia Field Operations. Architekci przedstawili projekt przestrzeni publicznej stanowiącej powiązanie parku florystycznego z uwydatnieniem walorów zabytku techniki.

W latach 2006-2009 trwały prace budowlane na pierwszym odcinku. Wiadukt poddano gruntownemu remontowi – usunięto całą roślinność, warstwę wegetatywną, podkłady kolejowe i podsypkę. Odsłoniętą konstrukcję stalową wiaduktu poddano konserwacji, wymieniono najbardziej skorodowane elementy. Założono drenaż i niezbędne instalacje, po czym odtworzono wszystkie warstwy po kolei. Na końcu posadzono całkowicie nową roślinność dbając jedynie o zgodność gatunków z tymi, które rosły tam wcześniej w stanie dzikim. Ten etap rewitalizacji nowojorskiego wiaduktu wyraźnie pokazuje, z jak wielką mistyfikacją mamy do czynienia. „Zachowajmy High Line w stanie dzikim!” – wołali przez ostatnie dwie dekady obrońcy tego wyjątkowego zabytku techniki, tymczasem fotografie ukazują pracowników plantujących według schematu narysowanego przez architektów krajobrazu z Field Operations kępy trawy i rośliny w innych okolicznościach uważane za chwasty.



Rys. 2. Stare szyny wkomponowane w nową nawierzchnię (M. Lizurej 2009)

Fig. 2. Old rails incorporated into new pavement (M. Lizurej 2009)

Powstała wygodna trasa wycieczkowa prowadząca przez coraz bardziej popularne dzielnice miasta. Koszt inwestycji przekroczył 150 milionów dolarów, z budżetu miasta pochodziło 43 miliony. Warto zauważyć, że miasto zaangażowało się w tę inwestycję niekoniecznie kierując się wolą ochrony nieczynnej linii kolejowej czy nadzieją pozyskania przychylności potencjalnych wyborców zrzeszonych w społecznych organizacjach broniących High Line. Ani jedno ani drugie nie tłumaczyłoby wyłożenia na ten cel tak dużej sumy z miejskiego bu-

dżetu. Informując o wyasygnowanej kwocie Bloomberg jednoznacznie wskazał, skąd taka zdecydowana zmiana w podejściu władz. Zgodnie z wyliczeniami wpływy z podatków w związku ze wzrostem wartości terenu oraz rozwojem aktywności gospodarczej wyniosą 262 milionów dolarów w ciągu następnych 20 lat.



*Rys. 3. Fragment parku – plac nad Dziesiątą Aleją (aut. 2012)*

*Fig.3. Square above the Tenth Avenue (aut. 2012)*

High Line, jako zabytek techniki oswojony przez dziką przyrodę, a następnie wtórnie ucywilizowany przez architektów, na dobre już zaistniał w świadomości nowojorczyków. W tym wzroście popularności kryje się jednak niebezpieczeństwo. Magnetyczna siła starego wiaduktu kusi architektów i właścicieli przyległych terenów, by nawiązać do jego postindustrialnej formy. Pamiętać trzeba, że mowa tu o obiekcie, którego długość przekracza dwa kilometry – takich natchnionych realizacji mogą być dziesiątki. Zagrożenie sztafą zastępuje to, co stało się ze wspomnianą już myjnią samochodową w Chelsea. Myjnia została ostatnio zamknięta i działkę sprzedano sieci sklepów Milk Studios. Architekci ze studia Richard Lanka & Associates działający na zlecenie nowego właściciela terenu, usunęli charakterystyczną szklaną attykę, tak chwaloną przez krytyków, nowojorczyków i turystów. Odsłoniли w ten sposób wiadukt czyniąc jego odbiór podobnym do tego, czego doświadczyć można na pozostałych kilometrach pierzei. Wewnątrz, równie sztafpowo podkreślono stalowe, nitowane belki dźwigające całą konstrukcję. Powstał efekt identyczny z tym, co od lat można oglądać w Chelsea Market. Gdy wokół wszystko jest trendy i na topie, gdzie jest miejsce na indywidualizm i klasę? Amanda Burden, przewodnicząca

New York City Planning Commission powiedziała „...stawianie czegokolwiek w pobliżu High Line wymaga od architektów, by byli bardziej innowacyjni niż w innych rejonach Manhattanu.” Jak widać nie wszyscy architekci są w stanie podołać temu wyzwaniu.

#### LITERATURA

1. GUINEY A.: *Chelsea Carwash New York City*. „Architecture.” 10/2000. s. 88
2. KAYATSKY I.: *New York's High Line reveals first look at its new plans*. „Architectural Record.” 5/2005, s. 60
3. PEARSON C.: *James Corner Field Operations and Diller Scofidio + Renfro change our perspective on parks with the High Line*. „Architectural Record.” 10/2009, s. 86
4. PLATT R.: *The Humane Megacity: Transforming New York's Waterfront*. „Environment.” 7/8.2009, s. 46
5. STEPHENS S.: *Master of the Metropolis*. „Architectural Record.” 1/2010, vol. 198, s. 7
6. STERN R. (red.): *New York 2000: Architecture and Urbanism from the Bicentennial to the Millennium*. Nowy Jork: Monacelli, 2006
7. ULAM A.: *New York's High Line spurring innovative buildings and planning*. „Architectural Records.” 6/2006. s. 54

#### RE-USING OLD RAILWAY VIADUCT AS A CITY PARK

##### Summary

*An old railway viaduct running along the west banks of Manhattan, had been remaining idle for thirty years. Now it has been turned into a public park. Carefully designed by a renowned architectural company almost instantly became a point of interest for New Yorkers and tourists. This excellent example of modernization of postindustrial relic attracted much attention from promoters of reusing post-industrial heritage.*

Key words: revitalization, landscape architecture, city park, industrial heritage

MAGDALENA CZARNA, URSZULA KOŁODZIEJCZYK\*

## O CHEMICZNYCH SPOSOBACH LIKWIDOWANIA ŚLISKOŚCI POŚNIEGOWEJ

### *Streszczenie*

*W zimowym utrzymaniu dróg wykorzystuje się różne środki chemiczne, których zadaniem jest zapobieganie oraz likwidacja śliskości pośniegowej, oblodzenia oraz gołoledzi. W pracy określono skuteczność działania tych środków, z jednoczesnym wskazaniem substancji najbardziej skutecznych. Szczegółowymi badaniami objęto środki chemiczne, w tym: chlorek sodu, chlorek wapnia, chlorek magnezu, 25% roztwór chlorku sodu, 25% roztwór chlorku wapnia, sól drogową (97% NaCl + 2,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,2% K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>), mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem wapnia (w proporcjach: 4:1, 3:1, 2:1) oraz mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem magnezu (w proporcjach: 4:1, 3:1, 2:1). W wyniku analiz wykazano, że najskuteczniejszym środkiem stosowanym w zimowym utrzymaniu dróg jest mieszanina chlorku sodu z chlorkiem magnezu, sporządzona w proporcji 4:1.*

Słowa kluczowe: zimowe utrzymanie dróg, śliskość zimowa, środki chemiczne

### WSTĘP

Utrzymanie dróg - zgodnie z Ustawą o drogach publicznych z dnia 21 marca 1985 r. (Dz.U. z 2007 r., Nr 19, poz. 115) - oznacza wykonanie robót remontowych, przywracających stan pierwotny obiektów oraz prac konserwacyjnych (porządkowych i innych), zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, w tym prac polegających na odśnieżaniu i zwalczaniu śliskości zimowej.

W utrzymaniu dróg wyróżniamy: utrzymanie letnie i zimowe. Szczególnie istotne jest zimowe utrzymanie dróg [Fortuna i Wojciechowski 1995, Bieńka

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej

2002, 2006], gdzie mamy do czynienia z tzw. śliskością zimową, a ponadto – uszkodzeniami nawierzchni drogowej wskutek wysadzinowości gruntów.

Przygotowania do zimowego utrzymania dróg [Chollar 1996, Fortuna 1981, Kamel 2000] rozpoczynają się już w okresie letnim i polegają na:

- a) zgromadzeniu środków przeciwoślodziowych,
- b) nasadzeniach drzew i krzewów, które będą osłaniać pas drogi przed zaśnieżaniem,
- c) udrażnianiu systemów odwodnienia dróg (rowów, przepustów, wpustów ulicznych, ścieków przykrawężnikowych),
- d) przeprowadzaniu aktualnych wizji terenowych,
- e) doraźnych naprawach nawierzchni dróg, poboczy i chodników,
- f) remoncie lub zakupie nowego sprzętu do usuwania śniegu i gołoledzi,
- g) sprawdzeniu systemu obsługi meteorologicznej, itd.

Do podstawowych działań bezpośrednich, wykonywanych w ramach zimowego utrzymania dróg należy usuwanie śniegu z dróg oraz śliskości zimowej, dokonywane poprzez wykorzystanie materiałów uszorstniających lub topników do odladzania jezdni, albo – obydwu metod łącznie. Zakres prac oraz ich technologia zależą od standardu zimowego utrzymania dróg, warunków atmosferycznych oraz aktualnego stanu utrzymania dróg [Dobrodziej 1995].

W zwalczaniu śliskości zimowej stosuje się trzy metody: zapobiegawczą, likwidacyjną i zwiększania szorstkości [Pręgowski 2004, Wojciechowski 2006].

**Metoda zapobiegawcza** polega na pokryciu nawierzchni drogi środkami chemicznymi, obniżającymi temperaturę zamarzania wody zanim wystąpi oblodzenie. Najczęściej w tym celu stosuje się chlorek sodu ( $\text{NaCl}$ ). Jego ilość dostosowana jest do zjawiska jakiego ma przeciwdziałać (5-10  $\text{g/m}^2$  przy zapobieganiu gołoledzi, 10-20  $\text{g/m}^2$  przy zapobieganiu lodowicy oraz 20-30  $\text{g/m}^2$  przy zapobieganiu zlodowacenia i śliskości śniegowej). Aby umożliwić lepszą przyczepność soli do jezdni stosuje się zwilżanie wodnym roztworem soli (solanką). Dawki oraz czas rozpoczęcia posypywania uzależnione są od szybkości zmian pogodowych, które sprzyjają wystąpieniu śliskości zimowej (wilgotność, temperatura powietrza i nawierzchni oraz siła i kierunek wiatru).

**Metoda likwidacyjna** polega na usuwaniu gołoledzi, lodowicy czy zlodowacenia za pomocą różnych środków chemicznych. Przykładowo, przy użyciu środków chemicznych w ilości 10-20  $\text{g/m}^2$  gołoledź znika w ciągu 15-30 minut.

W Polsce wykorzystuje się w tym celu:

- chlorek sodu ( $\text{NaCl}$ ) – wg PN-C-84081-2:1998 zwany również solą lub solą spożywczą,
- techniczny chlorek wapnia (77 – 80%  $\text{CaCl}_2$ ),
- chlorek magnezu ( $\text{MgCl}_2$ ),
- solanka – roztwór  $\text{NaCl}$  lub  $\text{CaCl}_2$  o stężeniu 20 – 25%,
- nawilżona sól – 30% solanki + 70% suchej soli  $\text{NaCl}$ ,
- sól drogowa – ok. 97%  $\text{NaCl}$  + 2,5%  $\text{CaCl}_2$  + 0,2%  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN}_6)$ ,

- mieszanina NaCl z  $\text{CaCl}_2$  lub z  $\text{MgCl}_2$  w stosunku wagowym: 4:1 – 80% NaCl + 20%  $\text{CaCl}_2$  ( $\text{MgCl}_2$ ), 3:1 – 75% NaCl + 25%  $\text{CaCl}_2$  ( $\text{MgCl}_2$ ) oraz 2:1 – 67% NaCl + 33%  $\text{CaCl}_2$  ( $\text{MgCl}_2$ ).

Na świecie stosowane są także inne środki chemiczne do usuwania śliskości zimowej [Godlewski 1993, 1995, Jansson 2004], takie jak:

- octan wapnia –  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ ,
- octan magnezu –  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$ ,
- octan potasu –  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,
- mocznik –  $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ ,
- mrówczan potasu –  $\text{HCOOK}$ ,
- roztwory bogate w cukry uzyskiwane podczas częściowej hydrolizy produktów odpadowych przy przetwarzaniu buraków cukrowych i kukurydzy,
- alkohole ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ ).

Metoda zwiększania szorstkości należy do metod tradycyjnych [Bieńka i in. 2002]. W tym przypadku, w celu zwiększenia przyczepności jak również zmniejszenia oblodzenia, jezdnię posypuje się różnymi materiałami, w tym:

- piaskiem o uziarnieniu do 2 mm,
- kruszywem naturalnym o uziarnieniu do 4 mm,
- kruszywem kamiennym łamanym o uziarnieniu 2 - 4 mm,
- żużlem wielkopiecowym o uziarnieniu do 4 mm,
- żużlem kotłowym (paleniskowym) o uziarnieniu do 4 mm lub 8 mm,
- mieszaniną kruszyw z solą (od 95 do 97% kruszywa i od 5 do 3% soli).

Kruszywo stosowane do uszorstniania nie powinno być zbyt łamliwe i nie może zawierać zanieczyszczeń ilastych czy gliniastych; im bardziej jednorodne jest jego uziarnienie – tym większa jest uzyskiwana równomierność posypywania. W Polsce najczęściej stosuje się mieszaninę piasku i soli, z zawartością soli od 10 do 50%.

Największe różnice pomiędzy poszczególnymi metodami są widoczne przy analizie ilości stosowanych materiałów oraz efektywności pracy sprzętu.

Szacuje się, że na jedno posypywanie środkami chemicznymi przypadają trzy posypywania środkami uszorstniającymi (mieszaniną piaskowo – solną). Środki uszorstniające są znoszone z jezdni (wskutek ruchu drogowego), stąd ich działanie jest krótkotrwałe i zabieg należy powtarzać kilkakrotnie. W efekcie, 20 g czystych środków chemicznych użytych w pierwszej metodzie równoważy około 900 g kruszywa zastosowanego do uszorstniania [Wojciechowski 2006].

Innym kryterium jest efektywność pracy sprzętu, którą najlepiej odzwierciedlają warunki, w jakich prowadzona jest akcja usuwania śliskości zimowej. W przypadku metody zapobiegawczej istnieje możliwość jazdy rozsypywarek w relatywnie dobrych warunkach, z prędkością powyżej 40 km/h (a nawet 60 km/h). Przy posypywaniu dróg środkami uszorstniającymi piaskarki poruszają się w utrudnionych warunkach, a więc ze znacznie mniejszą prędkością (15-20 km/h). Dodatkowo, po przejechaniu 10-15 km sprzęt musi wracać do baz mate-

riałowych, w celu uzupełnienia mieszanki, co powoduje zwiększenie liczby kursów i konieczność zastosowania większej ilości sprzętu (w porównaniu z metodą zapobiegawczą), a także wzrost kosztów akcji zimowej.

Istotnymi mankamentami stosowania środków uszorstniających są ponadto: uszkodzanie powłok samochodowych przez ziarna kruszyw podrywane kołami samochodowymi oraz konieczność usuwania tych środków po zakończeniu akcji zimowej (oczyszczanie systemów odprowadzania wód opadowych, a na terenie miast – czyszczenie kanalizacji deszczowej).

Globalna ocena przemawia na korzyść metod zapobiegawczych. Stąd, GDDKiA wprowadziła od 1996 r. zmianę technologii zimowego utrzymania dróg i z posypywania mieszanką piaskowo – solną przeszła na profilaktyczne posypywanie jezdni solą (zwilżoną lub suchą) oraz solanką. Zaowocowało to znacznym podwyższeniem bezpieczeństwa ruchu na drogach, jak również – zmniejszeniem kosztów zimowego utrzymania dróg [Wojciechowski 2006, Dobierska i Waszkiewicz 2004]. Dyskusyjne jednak wydaje się deklarowane przez GDDKiA jednoczesne ograniczenie degradacji środowiska naturalnego; sól drogowa i inne związki chemiczne, stosowane podczas akcji zimowej, gromadzą się na pasie drogowym i terenach przyległych, co w sposób nieunikniony prowadzi do degradacji gruntów, wód podziemnych oraz roślin [Jansson 2004, Kołodziejczyk 2008], a także zwiększonej korozji pojazdów poruszających się po drogach.

Autorzy pracy postawili sobie za cel zbadanie skuteczności działania środków chemicznych stosowanych w Polsce podczas zimowego utrzymania dróg, z jednoczesnym wskazaniem substancji najbardziej skutecznych.

## METODYKA BADAŃ

Stanowisko do badań składało się z 53 kwater wydzielonych w warstwie śniegu, w kształcie kwadratu o powierzchni  $0,5 \text{ m}^2$ . W warunkach naturalnych: temp. powietrza –(minus)  $10^\circ\text{C}$ , temp. śniegu –(minus)  $3^\circ\text{C}$ , wysokość pokrywy śnieżnej 0,25 m, zbadano intensywność topnienia śniegu pod wpływem różnych środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg (tab. 1). Środki te rozprawdzano równomiernie na powierzchni poszczególnych kwater, w ilościach odpowiadających praktycznemu zastosowaniu poszczególnych środków w zimowym utrzymaniu dróg. Jako wzorców użyto: a) wody destylowanej zamiast środka chemicznego, b) próby zerowej – ubytku warstwy śniegu wskutek topnienia (bez zastosowania jakichkolwiek substancji).

Tab. 1. Zestawienie środków chemicznych użytych do badań

Tab. 1. Summary chemicals agents used in the study

| Nazwa środka chemicznego użytego do badań                   | Stężenie środka chemicznego użytego do badań [%] oraz wzór chemiczny        | Ilość środka chemicznego stosowana w zimowym utrzymaniu dróg [g/1 m <sup>2</sup> ] | Ilość środka chemicznego użyta w badaniach [g/0,5 m <sup>2</sup> ] | Konsystencja środka chemicznego użytego do badań |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| chlorek sodu                                                | 100% NaCl                                                                   | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| chlorek wapnia                                              | 80% CaCl <sub>2</sub>                                                       | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| chlorek magnezu                                             | 100% MgCl <sub>2</sub>                                                      | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| sól drogowa                                                 | 97% NaCl + 2,5% CaCl <sub>2</sub> + 0,2% K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| mieszanina chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 4:1  | 80% NaCl + 20% CaCl <sub>2</sub>                                            | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| mieszanina chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 3:1  | 75% NaCl + 25% CaCl <sub>2</sub>                                            | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| mieszanina chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 2:1  | 67% NaCl + 33% CaCl <sub>2</sub>                                            | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| mieszanina chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1 | 80% NaCl + 20% MgCl <sub>2</sub>                                            | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja stała                                 |
|                                                             |                                                                             | 20,0                                                                               | 10,0                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 25,0                                                                               | 12,5                                                               |                                                  |
|                                                             |                                                                             | 30,0                                                                               | 15,0                                                               |                                                  |
| mieszanina                                                  | 75% NaCl +                                                                  | 15,0                                                                               | 7,5                                                                | substancja                                       |

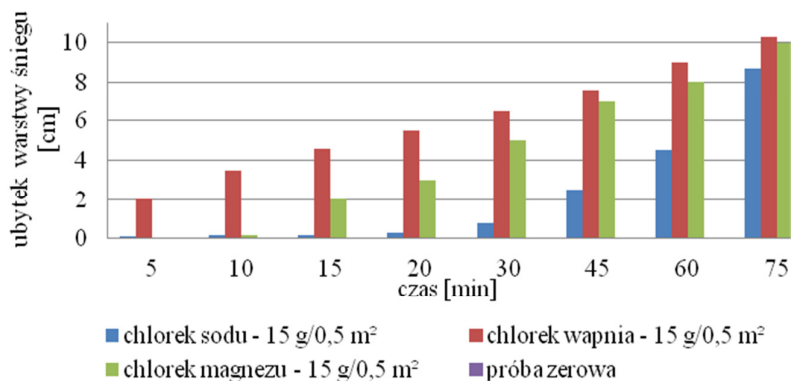
|                                                             |                           |       |      |                  |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|------|------------------|
| chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 3:1            | 25% $MgCl_2$              | 20,0  | 10,0 | stała            |
|                                                             |                           | 25,0  | 12,5 |                  |
|                                                             |                           | 30,0  | 15,0 |                  |
| mieszanina chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 2:1 | 67% $NaCl$ + 33% $MgCl_2$ | 15,0  | 7,5  | substancja stała |
|                                                             |                           | 20,0  | 10,0 |                  |
|                                                             |                           | 25,0  | 12,5 |                  |
|                                                             |                           | 30,0  | 15,0 |                  |
| 25% roztwór chlorku sodu                                    | 25% $NaCl$                | 100,0 | 50,0 | roztwór          |
|                                                             |                           | 120,0 | 60,0 |                  |
|                                                             |                           | 140,0 | 70,0 |                  |
|                                                             |                           | 160,0 | 80,0 |                  |
| 25% roztwór chlorku wapnia                                  | 25% $CaCl_2$              | 100,0 | 50,0 | roztwór          |
|                                                             |                           | 120,0 | 60,0 |                  |
|                                                             |                           | 140,0 | 70,0 |                  |
|                                                             |                           | 160,0 | 80,0 |                  |

Intensywność topnienia śniegu określono poprzez pomiar ubytku warstwy śniegu w następujących odstępach czasu: 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 45 min, 60 min oraz 75 min. Za wynik przyjęto średnią wartość z 3 pomiarów, przy czym każdy pomiar wykonano na nowej kwadracie pomiarowej.

#### ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

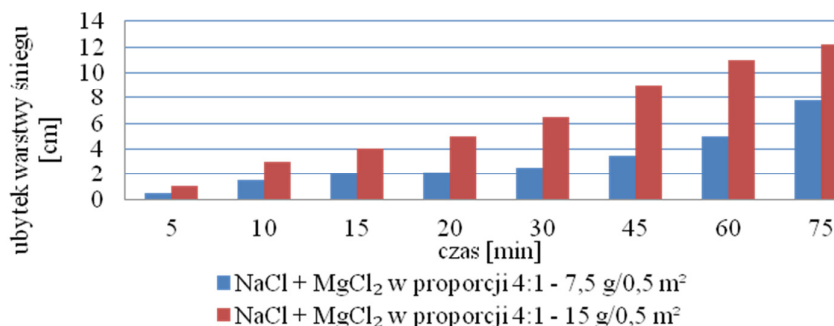
Przeprowadzone badania wykazały liniową zależność między ubytkiem warstwy śniegu i czasem reakcji związku chemicznego (rys. 1). Najbardziej skutecznym okazał się w tym względzie chlorek wapnia – po 75 min spowodował stopienie warstwy śniegu o wysokości 10,3 cm. Najslabszą reakcję zaobserwowano wskutek działania chlorku sodu – 8,7 cm po 75 min.

Analizując działanie mieszaniny chlorku sodu z chlorkiem magnezu w dawkach: 7,5 g/0,5 m<sup>2</sup> oraz 15 g/0,5 m<sup>2</sup> (rys. 2) zaobserwowano wyższą skuteczność działania mieszaniny o większym stężeniu, zaznaczającą się w postaci ubytku warstwy śniegu o wysokości 12,2 cm po upływie 75 min od rozpoczęcia badania - słabsza mieszanina spowodowała w tym samym czasie ubytek warstwy śniegu o wysokości 7,8 cm. Z badań wynika zatem, że dawka reagenta ma istotny wpływ na intensywność procesu topnienia śniegu; wraz z dwukrotnym wzrostem dawki zastosowanego środka chemicznego skuteczność jego działania wzrasta o około 30%.



Rys. 1. Wpływ chlorku sodu, chlorku wapnia i chlorku magnezu, w dawce 15 g/0,5 m², na szybkość topnienia śniegu

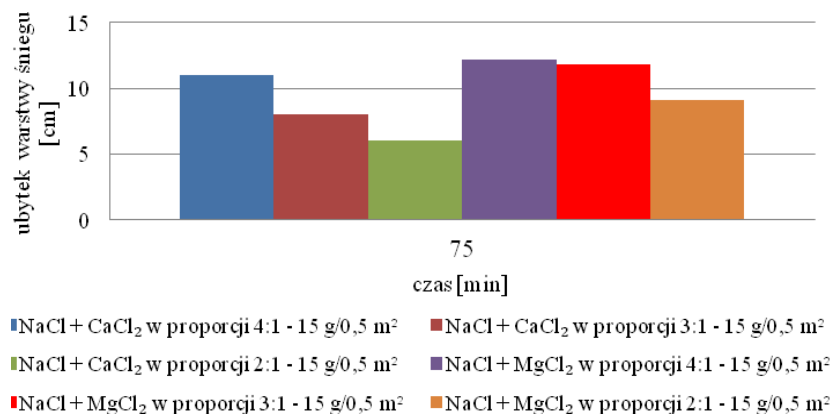
Fig. 1. The influence of sodium chloride, calcium chloride and magnesium chloride in dose 15 g/0,5 m² on speed melting the snow



Rys. 2. Wpływ mieszaniny chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1, w dawce 7,5 g/0,5 m² oraz 15 g/0,5 m², na szybkość topnienia śniegu

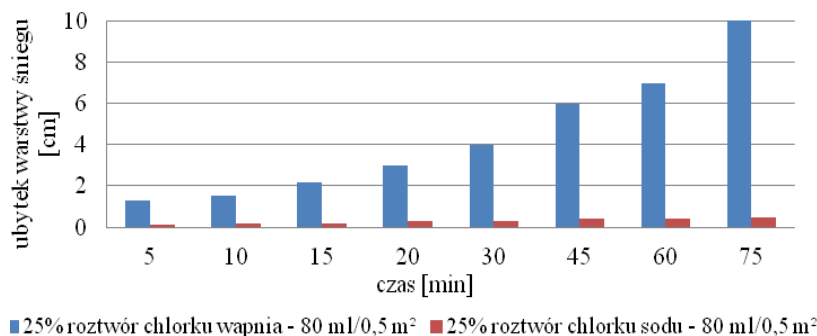
Fig. 2. The influence of mixture sodium chloride with magnesium chloride in a proportion 4:1 in dose 7,5 g/0,5 m² and 15 g/0,5 m² on speed melting the snow

Z analizy wyników badań nad skutecznością działania mieszanin różnych związków chemicznych (rys. 3) wynika, że najlepsze rezultaty uzyskuje się stosując mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1 (ubytek warstwy śniegu w wysokości 12,2 cm) lub 3:1 (11,8 cm). Skuteczność mieszaniny tych związków w proporcji 2:1 (9,1 cm) przewyższa jednak mieszanina chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 4:1 (11 cm).



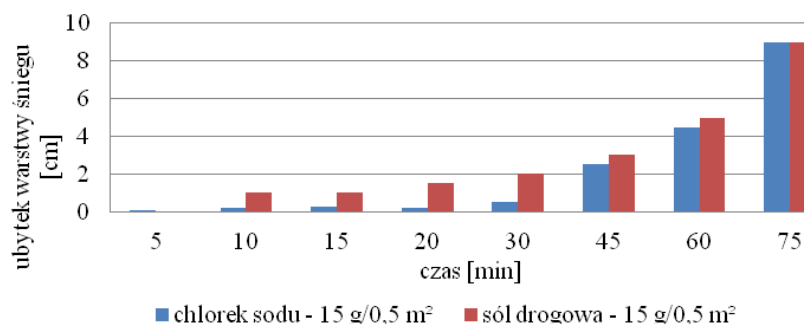
Rys. 3. Wpływ mieszaniny chlorku sodu z chlorkiem wapnia i mieszaniny chlorku sodu z chlorkiem magnezu, w dawce 15 g/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu  
 Fig. 3. The influence of mixture sodium chloride with calcium chloride and mixture sodium chloride with magnesium chloride in dose 15 g/0,5 m<sup>2</sup> on speed melting the snow

Podobne badania przeprowadzono dla środków chemicznych stosowanych w postaci roztworów, czyli tzw. solanek (rys. 4). Analiza uzyskanych wyników wykazała większą (blisko 20-krotną) skuteczność działania solanki stanowiącej 25% roztwór chlorku wapnia niż 25% roztwór chlorku sodu (rys. 4).



Rys. 4. Wpływ 25% roztworu chlorku sodu oraz 25% roztworu chlorku wapnia, w dawce 80 ml/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu  
 Fig. 4. The influence 25% solution of sodium chloride and 25% solution calcium chloride in dose 80 ml/0,5 m<sup>2</sup> on speed melting the snow

Podczas badań porównano także skuteczność działania soli drogowej i chlorku sodu. W wyniku badań stwierdzono, że w początkowym etapie sól drogowa jest środkiem szybciej działającym od chlorku sodu, jednak po upływie 75 min od rozpoczęcia badania intensywność działania obu związków wyrównują się – w końcowej fazie badań zaobserwowano identyczny ubytek warstwy śniegu (9 cm).

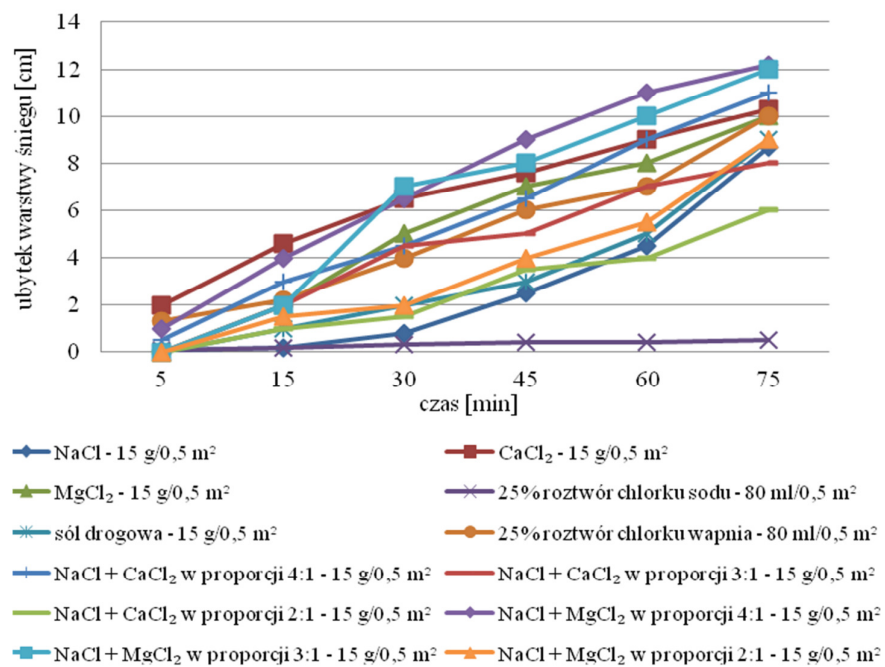


Rys. 5. Wpływ chlorku sodu oraz soli drogowej, w dawce 15 g/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu

Fig. 5. The influence of sodium chloride and road salt in dose 15 g/0,5 m<sup>2</sup> on speed melting the snow

Zbiorcze zestawienie uzyskanych wyników badań nad skutecznością działania środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg (rys. 6)

jednoznacznie wskazuje, że najlepszy efekt w likwidacji śliskości zimowej można osiągnąć stosując kolejno: mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1, mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 3:1, mieszaninę chlorku sodu z chlorkiem wapnia w proporcji 4:1 oraz czysty chlorek wapnia. Najmniejszą skuteczność wykazał 25% roztwór chlorku sodu.



Rys. 6. Wpływ różnych środków chemicznych, w dawce 15 g (80 ml)/0,5 m<sup>2</sup>, na szybkość topnienia śniegu

Fig. 6. The influence of different chemical agents in dose 15 g (80 ml)/0,5 m<sup>2</sup> on speed melting the snow

## WNIOSKI

Badania nad skutecznością działania związków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg wykazały, że:

- środkiem najskuteczniejszym w topnieniu śniegu jest mieszanina chlorku sodu z chlorkiem magnezu w proporcji 4:1, a najmniej skutecznym 25% roztwór chlorku sodu,
- chlorek sodu wykazuje niższą efektywność działania niż chlorek wapnia,
- intensywność oddziaływania związku chemicznego zależy od zastosowanej dawki reagenta; wraz ze wzrostem dawki rośnie skuteczność działania środka chemicznego,
- istnieje wprost proporcjonalna zależność pomiędzy ubytkiem warstwy śniegu i czasem reakcji związku chemicznego powodującego topnienie.

## LITERATURA

1. BIENKA J. i in.: *Badanie i kontrola środków chemicznych i uszorstniających stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg*. Polskie Drogi, Przegląd Techniki Drogowej i Mostowej, 3-10, 2002
2. BIENKA J. i in.: *Wytyczne zimowego utrzymania dróg. Załącznik do Zarządzenia Nr 18 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 czerwca 2006 roku*. Instytut Dróg i Mostów, Warszawa 2006
3. CHOLLAR B.: *A Revolution in a Winter Maintenance*. Public Roads, U.S. Department of Transportation, Vol. 59, No.3, 15-18, 1996
4. DOBIERSKA K., WASZKIEWICZ S.: *Wpływ środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg na środowisko gruntowe i szatę roślinną*. Mat. konf.: „Ochrona wód powierzchniowych, podziemnych oraz gleb wzdłuż dróg i autostrad”. Krzyżowa 17-19 listopada 2004, Krajowa Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, 9-19, 2004
5. DOBRODZIEJ E.: *Zimowe utrzymanie dróg*. Polskie drogi, Nr 12 (14), 9-10, 1995
6. FORTUNA E.: *Zwalczanie śliskości zimowej na drogach samochodowych w Polsce*. Biblioteka drogownictwa. Zimowe utrzymanie dróg. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1981
7. FORTUNA E., WOJCIECHOWSKI A.: *Zimowe utrzymanie dróg – wprowadzenie*. Materiały specjalistycznych seminariów: „Zimowe utrzymanie dróg miejskich”. Praca zbiorowa. Część I, Publikacja Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych – Nr 690, Warszawa 1995
8. GODLEWSKI T.: *Zastosowanie solanek do likwidacji śliskości zimowej w Norwegii* (na podstawie publikacji Norweskiej Administracji Dróg Publicznych „Use of brine on Road, results – winter season 1990/1991”). Nowości Zagranicznej Techniki Drogowej, Zeszyt Nr 114, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1993
9. GODLEWSKI T.: *Technologie zwalczania śliskości zimowej w Europie Zachodniej*. Materiały specjalistycznych seminariów: „Zimowe utrzymanie dróg miejskich”. Praca zbiorowa. Część I, Publikacja Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych – Nr 690, 87-92, Warszawa 1995
10. JANSSEN A.: *Testing potassium formate as an alternative de-icer in Finland*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna, Krzyżowa, 17-19 listopada 2004, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, 61-65, Warszawa 2004

11. KAMEL R.: *System ostrzegania przed gołoledzią*. Bezpieczne drogi, Nr 1 (13), 12-13, 2000
12. KOŁODZIEJCZYK U.: *Zimowe utrzymanie dróg a ochrona środowiska*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych – Environmental Protection and Natural Resources, Nr 37, 232-237, 2008
13. PRĘGOWSKI J.: *Wzrost bezpieczeństwa na drogach samorządowych przez zmianę technologii zimowego utrzymania dróg – czy to możliwe?* Polskie drogi, Nr 11 (117), 39-46, 2004
14. WOJCIECHOWSKI A.: *Zasady utrzymania dróg miejskich w okresie zimowym*. Materiały specjalistycznych seminariów: „Zimowe utrzymanie dróg miejskich”. Praca zbiorowa. Część I, Publikacja Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych – Nr 690, 17-41, Warszawa 1995
15. WOJCIECHOWSKI A.: *Koncepcja Zintegrowanego Systemu Zimowego Utrzymania Dróg Samorządowych*. Polskie drogi, Nr 3 (130), 24-33, 2006

## OF THE CHEMICAL METHODS ELIMINATING SLIPPERY OF SNOW

### *S u m m a r y*

*In winter roads maintaining used different chemical agents whose task is prevention and elimination slippery of snow, icing and glazed frost. In the study are specified effectiveness of these chemicals with an indication the most effective in action. The study included: sodium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, 25% solution of sodium chloride, 25% solution of calcium chloride, road salt (97% NaCl + 2,5% CaCl<sub>2</sub> + 0,2% K<sub>4</sub>Fe(CN<sub>6</sub>)), mixture sodium chloride with calcium chloride (in the proportions: 4:1, 3:1, 2:1), mixture sodium chloride with magnesium chloride (in the proportions: 4:1, 3:1, 2:1). It was shown that the most effective chemical agent used in winter road maintenance is mixture sodium chloride with magnesium chloride prepared in the proportion 4:1.*

*Key words: winter road maintenance, winter slippery, chemical agents*

**LIDIA GREINERT\*****WINNICA W ŁAZIE POD ZIELONĄ GÓRĄ – SPOTKANIE  
HISTORII Z NOWOCZESNOŚCIĄ***Streszczenie*

*Krajobraz polskiej wsi wypełniony jest obiektami architektonicznymi reprezentującymi tradycyjne budownictwo wiejskie, budownictwo produkcyjno-usługowe XX w. oraz obiekty powstałe tzw. sposobem gospodarskim. Bardzo rzadko spotykane są obiekty modernistyczne, o układzie i konstrukcji dostosowanych do krajobrazu, przy tym schludne i zadbane. W architekturze współczesnej regionu lubuskiego powinny pojawić się nowe konstrukcje związane z odradzającymi się winnicami. Te szczególne obszary mogą być atrakcyjną wizytówką regionu. W pracy zaprezentowano wizję modernistycznej winnicy w okolicy Zielonej Góry.*

Słowa kluczowe: winnica, architektura winnic, architektura współczesna

**WSTĘP**

Współczesna architektura wsi polskiej naznaczona jest dualizmem rozwiązań. Z jednej strony tradycyjnym podejściem zarówno do rozplanowania obiektów, jak też ich brył. W odniesieniu do tych ostatnich daje się zauważyć w wielu miejscach kraju konserwatyzm w podejściu do rozwiązań architektonicznych. Z drugiej strony – chaosem pseudo-nowoczesnych form o różnej funkcjonalności i obiektów budowanych na różne cele tzw. sposobem gospodarskim.

Architektura tradycyjna w czystej postaci, znana w krajobrazie wiejskim do XIX wieku, na terenach Polski jest w fazie schyłkowej i praktycznie nie obserwowana na ziemiach zachodnich, w tym województwa lubuskiego. Jest to pokłosie złożonej historii tych ziem, głównie napływów osiedleńczych z różnych stron kraju i spoza niego.

Druga połowa XX i początek XXI wieku przyniosły z kolei na opisywane tereny szereg nie akceptowalnych wobec wadliwych oddziaływań środowiskowych rozwiązań – kłócących się z ideą ładu przestrzennego, niedopasowanych

---

\* studentka kierunku Architektura i Urbanistyka; Politechnika Poznańska

do krajobrazu i często także sposobu życia mieszkańców. W XX w. pojawiły się bloki mieszkalne – na ogół zasiedlane przez pracowników Państwowych Gospodarstw Rolnych, pawilony sklepowe budowane z prefabrykowanych elementów i kioski o prostych prostopadłościennych bryłach. Po transformacji ustrojowej końca XX w., zaczęły powstawać ponadto budowle hurtowni i magazynów – pawilony o prostej formie modułowej oraz wiele obiektów związanych z handlem przydrożnym. Nie należy też zapominać o wielkoformatowej, krzykliwej reklamie, wdzierającej się w krajobraz w sposób powszechny.

Na obszarach wiejskich, przez dziesięciolecia zapomnianych przez planistów, w obszarach tzw. zabudowy zagrodowej, istniała (i istnieje) ponadto ogromna dowolność budowy obiektów kubaturowych. Z racji niedużego poziomu zamożności mieszkańców wsi polskiej budowane one są tzw. systemem gospodarskim, tzn. z dowolnie zestawionych materiałów, które akurat znalazły się w posiadaniu właścicieli. Nie ma przy tym znaczenia forma, ani wielkość obiektów, określane jedynie przewidzianą funkcją i posiadanymi zasobami.

Tym samym współczesna wieś polska przeistoczyła się w swoisty konglomerat tradycyjnego budownictwa i kiczu architektonicznego, wypełniając tym samym większość wskazań określanych przez planistów i architektów dla krajobrazu zdegradowanego.

W końcu XX w. na terenie województwa lubuskiego rozpoczęto działania mające na celu przywrócić na tym terenie tradycje winiarskie, opisywane w historiografii regionu już od XIV w. [Kuleba 2005]. Na ważną rolę podtrzymywania krajobrazowego dziedzictwa wieków minionych wskazali Lugeri i in. [2011]. Działanie takie pozwala na identyfikację regionów, posiadających własne, odrębne osiągnięcia i tym samym wzbogacających rozwój państw i narodów, w końcu całej ludzkości. Winnice w sposób wyjątkowy kształtują krajobraz, odznaczając się specyfiką układu roślin (system girapoggio, ciglioni – w poprzek stoku, system rittochino – wzdłuż stoku [Barthe`s i Roose 2002]) i obiektów związanych z prowadzeniem winnicy. Gregori [2009] zastosował wręcz w odniesieniu do winnic nowe określenie *winescapes*, będące grą słów wine (wino) i landscape (krajobraz).

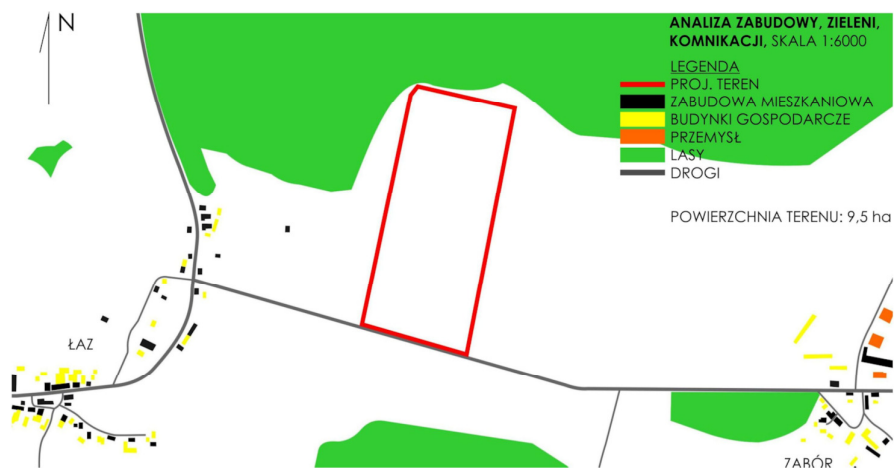
W różnych częściach świata znaleźć można współczesne rozwiązania architektoniczne odnośnie struktury winnic i nowoczesnych rozwiązań budynków produkcyjno-usługowych winiarni: Viñas Winery, Picón, Ciudad Real, Hiszpania (proj. Sancho-Madrirdejos Architecture Office 2005-2008), Bodegas Habla, Extramadura, Hiszpania (proj. Jose Civantos y Juan Tirado 2005), Primo Estate Winery, McLaren Vale, Południowa Australia (proj. Micheael Edward Harvey 2002-2006).

Celem prezentowanej pracy jest wskazanie możliwości harmonijnego połączenia nowoczesnej architektury przemysłowo-usługowej, związanej z produkcją winiarską z krajobrazem wsi lubuskiej, na przykładzie zakładanej obecnie winnicy w miejscowości Łaz, koło Zaboru (powiat zielonogórski).

### ANALIZA TERENU

Opisywany teren zlokalizowany jest w województwie lubuskim, powiecie zielonogórskim, gminie Zabór, między miejscowościami Łaz i Zabór, na północ od drogi wojewódzkiej nr 282 (DW282), łączącej Zieloną Górę przez Stary Kisielin, Łaz i Zabór z miejscowością Bojadła. Zgodnie z podziałem nieruchomości zatwierdzonym Decyzją Wójta Gminy Zabór z dnia 07.05.2010 r., zajmuje działki: 557/1, 557/2, 557/3 o powierzchni łącznej 37,07 ha.

Na wschód od opisywanego terenu rozciąga się obszar zabudowany miejscowości Zabór, z przydomowymi polami uprawnymi i ogrodami. Zachodnią granicę stanowi zabudowa wsi Łaz z przydomowymi polami uprawnymi i ogrodami, w tym winnicą Miłosz. Północna część obszaru sąsiaduje z drogą polną, gruntową oddzielającą teren rolny od leśnego należącego do Nadleśnictwa Przytok, Obrębu Przytok, Leśnictwa Zabór, Oddziałów Leśnych 23 (wydzielenia h, i) i 24 (wydzielenia d, f, g). Południową granicę wyznacza droga DW282, za którą rozciągają się pola uprawne (rys. 1).

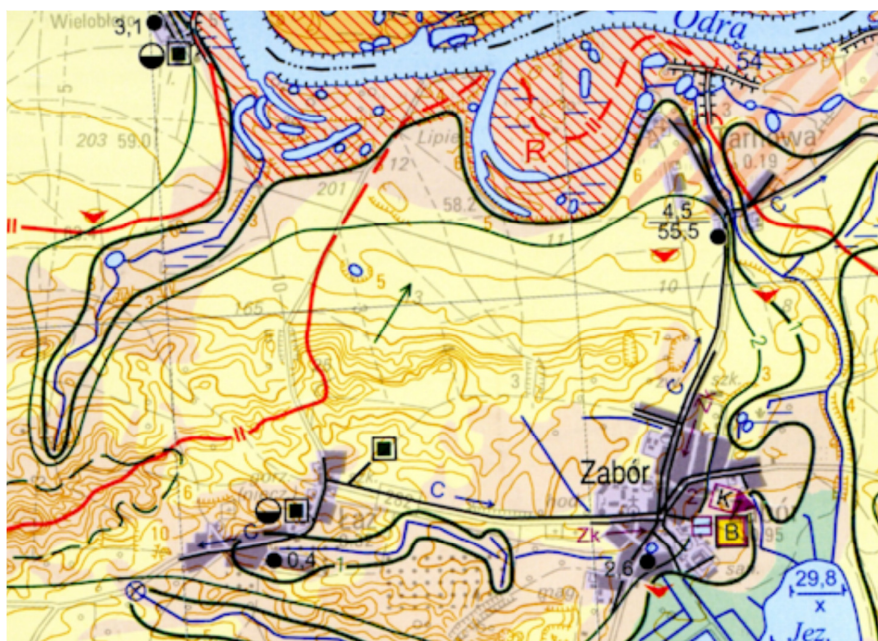


Rys. 1. Lokalizacja opisywanego terenu z podstawową charakterystyką przestrzenną  
Fig. 1. Localisation of the described area with basic spatial characteristics

Opisywany obszar znajduje się w zachodniej Polsce, według podziału fizyczno-geograficznego zaliczany do podprovincji Pojezierze Południowobałtyckie, makroregionów: Wzniesienia Zielonogórskie (315.7) – mezoregion Wał Zielonogórski (315.74) i Pradolina Warciańsko-Odrzańska (315.6) – mezoregion Kotlina Kargowska (315.62) [Kondracki 1988], w Niece Zaborskiej. Północno-zachodnia część gminy w rejonie Przytoku i Łaz to wysoczyzna morenowa, porozcinana dolinkami, charakteryzująca się podgórszym krajobrazem.

Kulminacyjne wyniesienie występuje w pobliżu Łaz i wynosi 151,7 m n.p.m. [Studium 2003].

Zgodnie z zapisami Mapy Hydrograficznej M-33-8-A, teren przeznaczony pod założenie winnicy pokrywają w części zachodniej grunty o średniej przepuszczalności, a we wschodniej – o słabej przepuszczalności. Poziom zalegania wód gruntowych i charakterystyka układu złóż wodonośnych powiązane są z litologią i rodzajem użytkowania w obrębie występujących form morfologicznych. W Niecce Zaborskiej woda występuje na głębokości 1,0 ÷ 4,0 m, a miąższość warstwy wodonośnej sięga 10,0 ÷ 15,0 m p.p.t. Na terenie Wału Zielonogórskiego woda gruntowa występuje na zmiennych wysokościach w zależności od lokalnej konfiguracji terenu, głębiej niż 3,0 m p.p.t. Główny Użytkowy poziom wodonośny, izolowany jest od powierzchni warstwami ilów i glin o miąższości 6,0 ÷ 40,0 m. W obniżeniu w rejonie Zaboru warstwa wodonośna występuje na głębokości 10,0÷20,0 m, miejscami warstwa ta zalega na głębokości około 40,0 m [Studium 2003]. Teren przeznaczony pod winnicę charakteryzuje głębokość do zwierciadła wody gruntowej od powierzchni terenu 3,0-25,0 m – rys. 2 [Mapa M-33-8-A].



Rys. 2. Fragment mapy hydrograficznej Zielona Góra – Wsch. [Mapa M-33-8-A 2006]  
Fig. 2. Fragment of the hydrographic map Zielona Góra – East [Map M-33-8-A 2006]

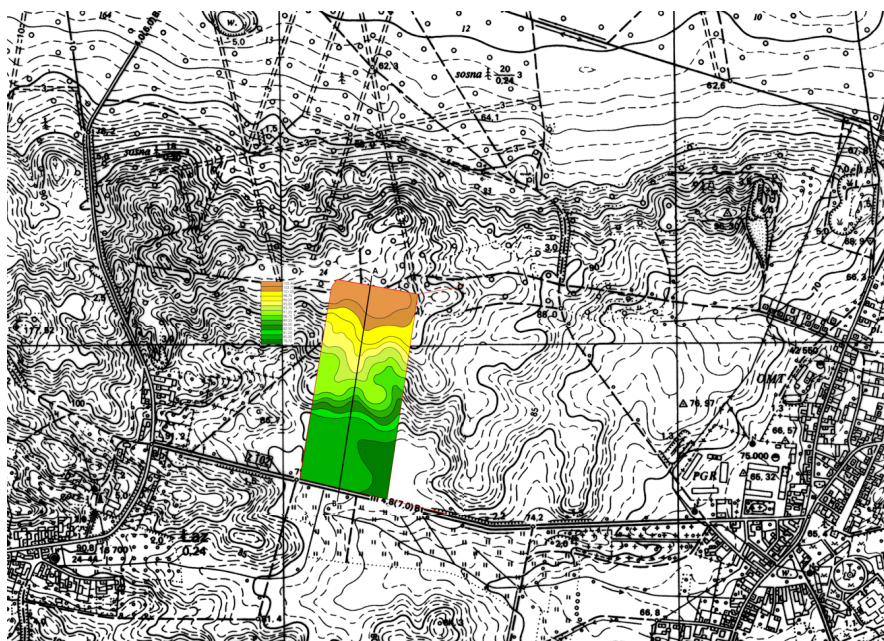
Według panujących na opisywanym obszarze warunków klimatycznych, został on zaliczony do Regionu Śląsko-Wielkopolskiego [Okołowicz 1966, Martyn i in. 1973], lub Regionu Lubuskiego (XIV) [Woś 1999]. Region ten charakteryzuje się stosunkowo małymi rocznymi amplitudami temperatury powietrza, łagodną i krótką zimą, z nietrwałą pokrywą śnieżną, wczesnym, długim i ciepłym latem oraz wczesną wiosną.

|                                        |          |
|----------------------------------------|----------|
| - średnia roczna temperatura powietrza | 8,1°C    |
| - średnia temperatura zimy             | +1,4°C   |
| - średnia temperatura lata             | +16,7°C  |
| - średni okres wegetacji               | 222 dni  |
| - liczba dni mroźnych poniżej 0°C      | 23 dni   |
| - średnie ciśnienie roczne             | 1016 hPa |
| - suma rocznych opadów                 | 600 mm   |

Przeważają wiatry zachodnie 51,8% i południowo-zachodnie 21%. Najmniejszy udział mają wiatry z kierunku północno-wschodniego 22%. Oceniając elementy klimatu, na opisywanym terenie panują korzystne warunki dla wegetacji roślin.

Teren wykazuje złożony, pagórkowaty relief (fot. 1-4), przy generalnym nachyleniu południowo-wschodnim (rys. 4). Wysokości bezwzględne kulminacji wzniesień wynoszą od 85 do 105 m n.p.m., najniższy punkt (położony w południowo-wschodnim rogu opisywanego pola) położony jest 67,1 m n.p.m., natomiast wysokości względne kształtują się w przedziale 20-40 m.

Widoczna jest duża nierównomierność nachylenia stoków, zarówno w kontekście opisu całego pola, jak też danego przekroju. Ogólnie na terenie objętym obrysem pola spotyka się części wypłaszczone lub o bardzo małym nachyleniu, jak też te nachylone ok. 10-11,5° (nachylenie 1:5) i powyżej (w jednym przypadku nawet do 18°, co ilustruje nachylenie 1:3). Stosunkowo bardziej wyrównane są obszary od strony lasu i drogi, większa różnorodność cechuje natomiast centralne części pola.



Rys. 4. Rzeźba terenu przeznaczonego pod winnicę  
 [Mapa topograficzna 431.421 Zabór, WODGK Zielona Góra 1986]  
 Fig. 4. Relief of the area designed for vineyard  
 [Topographic map 431.421 Zabór, WODGK Zielona Góra 1986]



Fot. 1-2. Rzeźba opisywanego terenu w jego części zachodniej (fot. aut. 2012)  
 Phot. 1-2. Relief of the described area in its western part (phot. by Author 2012)



*Fot. 3-4. Rzeźba opisywanego terenu w jego części wschodniej (fot. aut. 2012)*  
*Phot. 3-4. Relief of the described area in its eastern part (phot. by Author 2012)*

### FORMA ZAGOSPODAROWANIA TERENU

Wsie Łaz i Zabór mają długą historię – pierwsza z nich została zapisana w roku 1376, a druga już w roku 1306 [Studium 2003]. Jako bieżące cele dla polityki przestrzennej w gminie w Studium zarysowano konieczność m.in. podniesienia ładu przestrzennego, zwiększenia walorów gminy, racjonalizację i intensyfikację zagospodarowania terenów, rozwinięcie turystycznych walorów terenów, intensyfikacji agroturystyki. W zmianie Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Zabór z roku 2010, wpisano w ramach aktywizacji gospodarczej zadanie polegające na utworzeniu obszarów pod lokalizację winnic ze wskazaniem terenów w obrębie miejscowości Zabór i Łaz (rys. 3).

W roku 2011 teren przeznaczony pod założenie winnicy stanowił niedawno uprawiany nieużytek porolny, uwidoczny w ewidencji gruntów jako grunt rolny, w kategorii gruntów ornych. Jeszcze w tym samym roku rozpoczęto przygotowania do założenia winnicy na opisywanym obszarze. Według stanu w drugiej połowie roku 2012, nadal prowadzone są prace rekultywacyjne i agrotechniczne.



Rys. 3. Planowane zagospodarowanie opisywanego terenu w Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Zabór [Uchwała nr XXXVII/218/10 Rady Gminy Zabór z dnia 28 września 2010 r., zmieniająca zapisy Studium z roku 2003]

Fig. 3. The planned development of the area described in Study of Conditions and Directions of Spatial Management for the Zabór Community [Resolution of the Municipal Council XXXVII/218/10, 28.09.2010, amending Study provisions from the year of 2003]

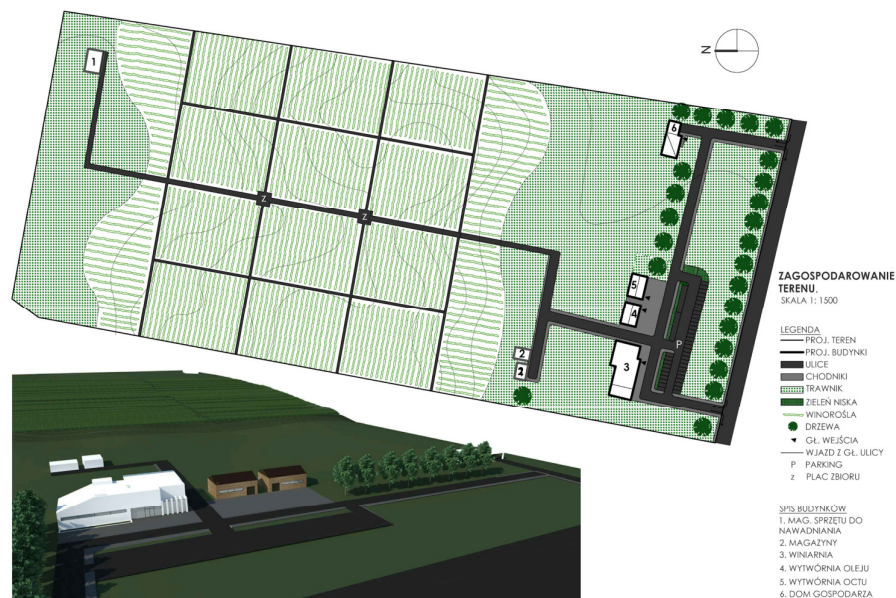
### WIZJA ARCHITEKTONICZNA WINNICY

Myślą przewodnią planu architektonicznego było uzyskanie funkcjonalnego zespołu obiektów, wpasowanego w założenie winnicy, współgrającego z krajobrazem, jednocześnie stanowiącego jednak nową jakość w jego estetyce. Założono charakter produkcyjny, pokazowy oraz edukacyjno-szkoleniowy winnicy.

Podstawowe dane odnośnie obszaru:

- |                                           |                     |
|-------------------------------------------|---------------------|
| - powierzchnia działki objętej projektem  | 9,7 ha              |
| - powierzchnia możliwej rozbudowy winnicy | 37,07 ha            |
| - powierzchnia zabudowy                   | 1342 m <sup>2</sup> |
| - powierzchnia winnicy                    | 5 ha                |
| - powierzchnia zadarniona                 | 3,5 ha              |
| - powierzchnia zieleni ozdobnej           | 221 m <sup>2</sup>  |

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| - powierzchnia ciągów pieszych  | 2099 m <sup>2</sup>     |
| - powierzchnia dróg dojazdowych | 8338 m <sup>2</sup>     |
| - liczba miejsc parkingowych    | 42 (w tym 2 autokarowe) |
| - długość dróg                  | 2062 m                  |



Rys. 4. Plan i wizualizacja winnicy wraz z zabudową winiarni  
Fig. 4. Vineyard plan and visualisation including winery objects

### Dom gospodarza

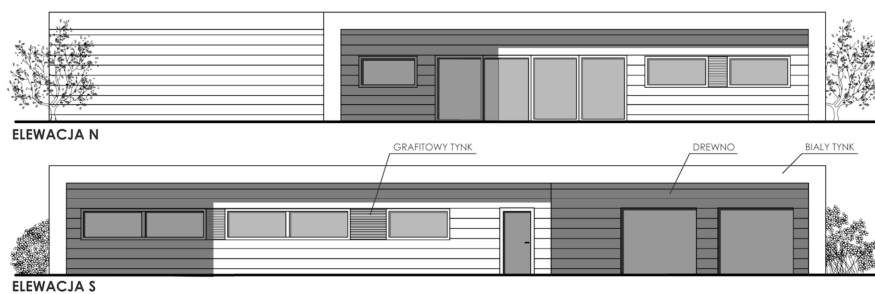
Budynek zaprojektowany został z myślą o elegancji i prostocie bryły, przy nowoczesnej funkcjonalności wewnątrz. Zastosowane materiały i kolorystyka tworzą możliwość idealnego wpasowania obiektu w krajobraz.

Projektowany budynek w rzucie ma kształt zbliżony do prostokąta. Dom ma jedną kondygnację i dach płaski. Wewnątrz mieszczą się: salon z kuchnią, trzy sypialnie, garaż na dwa samochody, obszerna łazienka oraz pomieszczenia pomocnicze (spiżarnia, kotłownia). Od strony zbocza z nasadzeniami, do salonu przylega taras.

Elewacje pokryte są panelami drewnianymi. Kontrastu dodaje lekko wysunięty, biały, płaski dach. Stolarka okienna ma kolor grafitowy. Zaprojektowano bezpośrednie połączenia drogowe między domem a obiektami winiarni.

Dane ogólne:

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| - powierzchnia użytkowa | 187,7 m <sup>2</sup>  |
| - kubatura budynku      | 506,79 m <sup>3</sup> |



Rys. 5. Dom gospodarza – wizualizacje i elewacje budynku  
Fig. 5. The owner house – renderings and elevations of the building

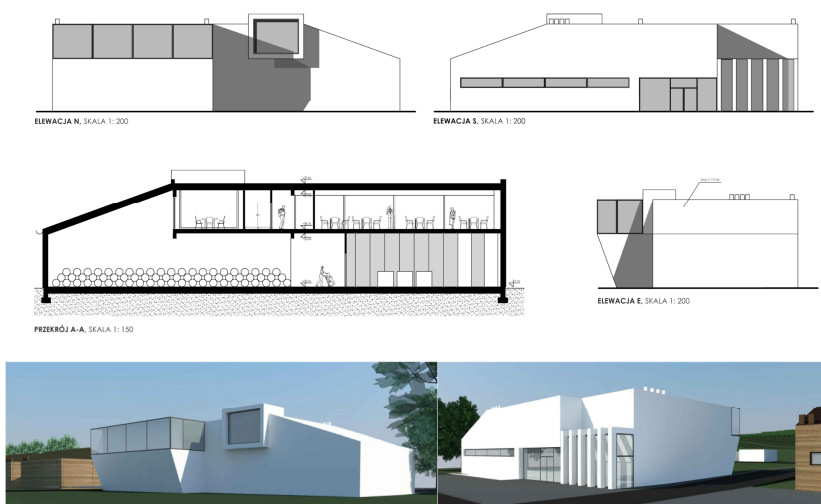
## Obiekty winiarni

Rzut projektowanego budynku ma kształt dwóch prostokątów połączonych ze sobą. Na parterze mieszczą się tylko pomieszczenia związane z produkcją wina. Na piętrze ulokowano restaurację z własnym zapleczem kuchennym oraz część biurową z dwoma gabinetami i salą konferencyjną. Budynek winiarni składa się z jednej masywnej bryły pokrytej białym tynkiem. Restauracja jest zwieńczona fasadą szklaną. Z pomieszczenia rozpościera się widok na wzniesienie porośnięte winoroślą. Sala konferencyjna została zaakcentowana w bryle przez przeszklony, wystający kubik. Całość tworzy modernistyczną formę, co potęguje wrażenia krajobrazowe, nie dając jednak efektu jego zdominowania.

Przewiduje się zapewnienie winiarni zdolności przerobu około 50 ton winogron (pochodzących z pierwotnie realizowanych 5 ha powierzchni). W tym celu zaprojektowano 6 prac wodnych 90 l oraz 5 pras 250 l. W projekcie przewidziano technologiczne ciągi produkcyjne, linie butelkowania, etykietowania oraz miejsce przechowywania wina, a także pomieszczenie laboratoryjne, kotłownię, węzły sanitarne i pomieszczenia pomocnicze.

Dane ogólne:

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| - powierzchnia użytkowa - parter | 508,7 m <sup>2</sup>  |
| - powierzchnia użytkowa - piętro | 429,6 m <sup>2</sup>  |
| - kubatura budynku - parter      | 2034,8 m <sup>3</sup> |
| - kubatura budynku - piętro      | 1288,8 m <sup>3</sup> |



Rys. 6. Obiekty winiarni – wizualizacje, przekrój i elewacje budynków  
 Fig. 6. Winerwy objects – renderings, section and elevations of the buildings

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Współczesna architektura związana z obiektami jednostkowymi, szczególnie realizowana na dużych, wielohektarowych powierzchniach otwartych krajobrazowo stosuje często rozwiązania modernistyczne. Oparte o proste bryły, o atrakcyjnym detalu i wykończeniu, doskonale wpasowują się w krajobraz. Są także elementem przyciągającym uwagę i wskazującym nową estetykę obszarów wiejskich. Schludna forma, dopasowanie obiektów do siebie i otoczenia, funkcjonalność mogą zarazić innych właścicieli gruntów do wykazania większej dbałości o miejsce swojego zamieszkiwania i pracy. W konsekwencji tego rodzaju jednostkowe rozwiązania, rozrzucone w regionie mogą być zacznym zmian ku organizacji nowoczesnej wsi, budowanej zgodnie z ideą ładu przestrzennego.

### LITERATURA

1. GREGORI L.: *I paesaggi del vino di Goethe. Winescapes e geositi in Umbria*. Atti del Convegno "I paesaggi del vino 5", Trevi 2009, 29-30
2. KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa 1988
3. KULEBA M.: *Ampelografia Zielonej Góry*. Wyd. Pro Libris, Zielona Góra 2005
4. LUGERI F.R., AMADIO V., BAGNAIA R., CARDILLO A., LUGERI N.: *Landscapes and Wine Production Areas: A Geomorphological Heritage*. Geoheritage, 3, 2011, 221-232
5. MAPA M-33-8-A: *Mapa hydrograficzna Zielona Góra – Wsch.*, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Główny Geodeta Kraju, GEOMAT Sp. z o.o. Poznań, Geokart-International Sp. z o.o. Rzeszów, 2006
6. MAPA topograficzna 431.421 Zabór, WODGK Zielona Góra 1986
7. MARTYN D., OKOŁOWICZ W., WISZNIEWSKI W.: *Atlas klimatyczny Polski*. IMGW, PPWK, Warszawa 1973
8. OKOŁOWICZ W.: *Regiony klimatyczne [W:] Polska – Atlas geograficzny*, PPWK, Warszawa, 1966
9. RAMOS M.C., PORTA J.: *Analysis of design criteria for vineyard terraces in the Mediterranean area of North East Spain*. Soil Technology 10, 1997, 155-166
10. STUDIUM 2003: Uchwała nr VII/49/03 Rady Gminy Zabór z dnia 09 lipca 2003 r. w sprawie uchwalenia studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Zabór, z załącznikami
11. UCHWAŁA Nr XXXV/215/10 Rady Gminy Zabór z dnia 28 czerwca 2010 r. w sprawie przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospoda-

- rowania przestrzennego we wsi Łaz, gmina Zabór, pod nazwą „Osiedle Winnica”, z załącznikami
12. UCHWAŁA Nr XXXVII/218/10 Rady Gminy Zabór z dnia 28 września 2010 r. w sprawie uchwalenia zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Zabór, z załącznikami
  13. WOŚ A.: *Klimat Polski*. PWN, Warszawa, 1999

## **VINEYARDS IN ŁAZ NEAR ZIELONA GÓRA – MEETING HISTORY AND MODERNITY**

### *S u m m a r y*

*Polish rural landscape is filled with the architectural objects representing the traditional rural architecture, manufacturing and service constructions of the twentieth century and objects formed with so-called economic way. Modernist buildings are very rare, with their layout and the design fitted to the landscape, neat and tidy. In contemporary architecture of the Lubuskie region should appear new constructions associated with the resurgent vineyards. These particular areas can be an attractive showcase of the region. This paper presents a vision of modern vineyard in the vicinity of the Zielona Góra city.*

Key words: vineyard, winery architecture, modern architecture,

**IRENEUSZ NOWOGOŃSKI\*****WSTĘPNA OCENA MONITORINGU OPADÓW  
ATMOSFERYCZNYCH I SYGNALIZACJI WYSTĄPIENIA  
ODPŁYWÓW BURZOWYCH NA TERENIE MIASTA GŁOGÓW***Streszczenie*

*W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań sieci monitoringu opadów atmosferycznych na terenie miasta Głogów. Zaprezentowano zmienność opadu w czasie dla zjawisk o największym natężeniu w okresie badawczym oraz skonfrontowano wyniki z pomiarami spiętrzenia ścieków na koronach przelewowych trzech przelewów burzowych zlokalizowanych w analizowanym systemie.*

Słowa kluczowe: kanalizacja ogólnospławna, monitoring

**WSTĘP**

Współczesne zarządzanie systemem odprowadzania ścieków wiąże się z koniecznością gromadzenia informacji nie tylko na temat warunków jego działania, stanu infrastruktury i realizowania przez użytkowników warunków podłączenia do sieci kanalizacyjnej. W przypadku sieci ogólnospławnych nie mniej istotna jest właściwie wdrożona sieć monitoringu opadów atmosferycznych. Istniejąca infrastruktura pomiarowa nie w każdym przypadku jest możliwa do wykorzystania. Jednym z głównych problemów oprócz dostępności danych jest „obszarowość” opadów ulewnych i nawałnych. Często, nawet w przypadku miast średniej wielkości, obserwowane jest występowanie zjawiska tylko na ograniczonym obszarze jednostki osadniczej.

W efekcie wystąpienia deszczu ulewnego czy nawałnego zwykle dochodzi do wystąpienia odpływu ścieków ogólnospławnych kanałami burzowymi bezpośrednio do odbiornika. Z uwagi na wymóg zachowania średniej ilości wystąpienia tego zjawiska nie częściej niż 10 razy na rok [Rozp. RM 2006] eksploata-  
tor winien wdrożyć mechanizmy umożliwiające wiarygodne oszacowanie tego parametru. W przypadku sieci istniejących od wielu lat i sukcesywnie dociąża-

---

\* Uniwersytet Zielonogórski w Zielonej Górze, Instytut Inżynierii Środowiska

nych hydraulicznie, zwykle brakuje wiedzy na temat rzeczywistej częstotliwości działania przelewów burzowych oraz wzajemnym wpływie zlokalizowanych w stosunkowo niedużej odległości od siebie obiektów odciażających.

### **METODY POMIARU WYSOKOŚCI I NATĘŻENIA DESZCZU**

Pomiar opadu polega na zmierzeniu wysokości warstwy wody, jaka spada na analizowany teren. Pomiar odbywa się przy użyciu przyrządów standardowych takich, jak deszczomierze i pluwiografy lub przy użyciu czujników wchodzących w skład automatycznego systemu rejestracji danych. Deszczomierze mierzą sumy dobowe. Są to zwykle blaszane pojemniki o określonej powierzchni wlotu, posiadające we wnętrzu zbiornik na wodę opadową. Mimo prostej konstrukcji pomiar opadu obciążony jest błędami wywołanymi deformacją strugi w pobliżu samego deszczomierza, zwilżeniem ścianek naczynia przez opad oraz parowaniem wody ze zbiornika. Przykładem takiego urządzenia jest deszczomierz Hellmanna stosowany do wysokości 500 m n.p.m. Powierzchnia wlotu wynosi 200 cm<sup>2</sup>. Pluwiografy rejestrują przebieg opadu dostarczając tym samym pełnej informacji o przebiegu procesu. Są to urządzenia rejestrujące przebieg zjawiska w ciągu całego rozpatrywanego okresu czasu. W klasycznym rozwiązaniu zbierany opad dostaje się do zbiorniczka, w którym znajduje się pływak. Przymocowane za pomocą pręta połączonego z pływakiem piórko, przylegające do taśmy papieru nawiniętej na metalowy bęben poruszany mechanizmem zegarowym, kreśli wykres zwany pluwiogramem, przedstawiający aktualny stan wody w zbiorniczku, odpowiadający sumie opadu od początku do momentu analizowanego. Analiza zarejestrowanych w ten sposób pojedynczych opadów pozwala na odczytanie: początku i końca opadu, czasu jego trwania oraz wyodrębnienia okresów o różnych natężeniach opadu w przyjętych jednostkach czasu. Pluwiogram to krzywa sumowa opadu, której koniec wskazuje całkowitą wysokość zarejestrowanego opadu. Połączenie końca tej krzywej z jej początkiem umożliwia uzyskanie prostej, której nachylenie do osi odciętych przedstawia średnie natężenie zarejestrowanego opadu [Fidala-Szope 1980]. Nachylenie stycznej do krzywej w dowolnym jej punkcie przedstawia natężenie chwilowe dla danego punktu. Największe nachylenie stycznej do krzywej przedstawia maksymalne natężenie opadu.

Do ciągłej rejestracji opadu w czasie służą deszczomierze sprzęgnięte z rejestratorami. Jednym z takich rozwiązań jest deszczomierz wagowy. Zasada działania jest zbliżona do deszczomierza Hellmana, z tą jednak różnicą, że zbiornik, w którym gromadzi się opad znajduje się na wadze. Waga jest sprzęgnięta z rejestratorem, który rejestruje przyrost wagi (objętości) opadu w czasie – co później jest przeliczane na wysokość opadu.

Innym rozwiązaniem do ciągłego pomiaru deszczu jest deszczomierz korytkowy składający się z dwóch symetrycznych zbiorników (korytek) podpartych centralnie. Podczas wystąpienia opadu korytka są wypełniane na przemian. W wyniku napełniania zmienia się ciężar, po całkowitym napełnieniu korytka zachwiana zostaje równowaga i urządzenie przechyla się. Następuje wówczas opróżnienie jednego z korytek, a drugie napełnia się. Rejestrator zlicza liczbę przechyleń urządzenia i na tej podstawie określa się objętości (wysokość) opadu w czasie.

Współczesne urządzenia zwykle wyposażone są w moduły transmisji danych umożliwiające dostęp „on-line” do wyników pomiarów oraz gromadzenie wyników w scentralizowanej bazie danych.

### OBIEKT BADAŃ

Miasto Głogów położone jest w północnej części Dolnego Śląska nad Odrą. W roku 2010 obszar miasta zamieszkiwało 67600 mieszkańców (74324 w 2000 roku – ujemne saldo migracji) [GUS 2010a]. Powierzchnia miasta obejmuje około 35,11 km<sup>2</sup> [GUS 2010b].

Na terenie miasta zlokalizowanych jest szereg zakładów przemysłowych, usługowych i użyteczności publicznej. Zakłady przemysłowe są w przeważającej większości zakładami niewodochłonnymi. Zlokalizowane są one głównie w północno-zachodniej części miasta w dzielnicy przemysłowej. Sąsiadująca z miastem Huta Głogów ma własne, odrębne systemy kanalizacyjne.

Przeważająca część miasta zlokalizowana jest na lewym brzegu rzeki Odry. Jedynie niewielka część miasta tj. Ostrów Tumski położona jest na wyspie pomiędzy rzeką Odrą a Starą Odrą. Teren miasta wznosi się równomiernie od rzeki w kierunku południowym z wyraźnym wzniesieniem przy i za południowymi granicami miasta. Układ kanalizacji dostosowany jest do konfiguracji terenu, to znaczy przeważająca część kolektorów ma kierunek południe-północ, gdzie ścieki są zbierane w jeden duży kolektor nadbrzeżny biegnący wzdłuż rzeki od wschodu na zachód do oczyszczalni ścieków.

Miasto Głogów posiada rozbudowany układ kanalizacji ogólnospławnej. Kolektory w przeważającej liczbie zostały wybudowane w latach przedwojennych. W południowej części miasta w osiedlu Paulinów, oraz częściowo w osiedlach Słonecznym i Sportowym występuje sieć rozdzielcza. Ścieki sanitarno-gospodarcze z osiedla Paulinów odprowadzane są przewodem grawitacyjnym  $\phi 200$  do końcówki kolektora  $\phi 500$  w ul. Legnickiej i Obrońców Pokoju. Większe kolektory o przekrojach nietypowych, dzwonowych, owalnych i jajowych wykonane są głównie jako murowane. Mniejsze przekroje z prefabrykowanych typowych przewodów jajowych 400 x 600 lub 600 x 900. Najnowsze przewody mają przekroje kołowe i wykonane są z rur żelbetowych WIPRO.

Główny kolektor ogólnospławny zbierający ścieki z kolektorów bocznych biegnie od ul. Rudnowskiej ( $\phi 1,2$  m), następnie ul. Piastowską  $\phi 1,0$ , ks. P. Skargi ( $0,8 \times 1,2$ ;  $0,6 \times 0,9$  m), Nadodrzańską ( $0,7 \times 1,05$ ;  $0,8 \times 1,2$  m), Nadbrzeżną ( $0,90 \times 1,37$ ;  $1,00 \times 1,50$  m), Towarową ( $1,2 \times 1,6$ ;  $1,3 \times 1,65$ ,  $1,6 \times 1,7$  m), Elektryczną ( $1,82 \times 2,00$  m) i Krochmalną ( $2,1 \times 2,25$  m).



Rys. 1. Lokalizacja deszczomierzy i przelewów burzowych na terenie miasta  
Fig. 1. Locations of rain gauges and overflow structures in the city

Na sieci zlokalizowano trzy działające przelewy burzowe zlokalizowane na głównym kolektorze (rys. 1). Parametry charakterystyczne obecnie działających przelewów zestawiono w tabeli 1. Cechą charakterystyczną obiektów jest znaczna szerokość korony przelewów PB-1 i PB-3 oraz zmienna szerokość korony przelewu: różnica 5 cm w przypadku przelewu PB-2 i ok. 15 cm w przypadku przelewu PB-1.

Na terenie miasta zrealizowano sześć stanowisk deszczomierzowych rozlokowanych wg schematu przedstawionego na rysunku 1. W większości przypadków wykorzystano obiekty PWiK Głogów (dachy hydroforni, pompowni), dzięki czemu uniknięto problemów z zasilaniem w energię elektryczną oraz dostępem osób niepowołanych czy dewastacją.

Zamontowane zostały deszczomierze wagowe wyposażone w moduły transmisji GPRS. Dane dostępne są z poziomu stacji roboczej zlokalizowanej na terenie Oczyszczalni Ścieków w Głogowie.

Tabela 1. Parametry przelewów burzowych w Głogowie [Nowogoński 2011]

Tab. 1. Parameters of overflow structures in Głogów [Nowogoński 2011]

|                                  | PB-1                | PB-2                                      | PB-3                                               |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Długość krawędzi przelewowej (m) | 8,85                | 8,16                                      | 11,70                                              |
| Szerokość krawędzi (m)           | 0,51-0,66           | 0,15-0,20                                 | 0,61                                               |
| Rzędna korony                    | 76,88               | 76,12                                     | 75,08                                              |
| Rzędna terenu                    | 80,58               | 81,55                                     | 78,13                                              |
| Kanał dopływowy - wymiar, spadek | J 0,8x 1,2<br>0,7 % | J 0,8x1,2<br>2,7 %<br>J 0,7x1,05<br>2,0 % | 1,2x1,65<br>brak danych<br>1,2x1,65<br>brak danych |
| Kanał odpływowy - wymiar, spadek | J 0,6x0,9<br>0,33 % | J 0,9 x 1,35<br>0,2 %                     | 1,2 x 1,63<br>0,1 %                                |
| Kanał burzowy - wymiar           | J 0,8x1,2           | J 0,6x0,9                                 | K 2,0                                              |

Pomiary poziomu (napętnienia) na krawędziach przelewowych zlokalizowano w trzech działających przelewach burzowych. Zastosowano urządzenia firmy ISCO 2110 z zasilaniem bateryjnym z rejestracją danych i transmisją danych do komputera PC przewodem za pośrednictwem portu szeregowego. W przelewach PB-1 i PB-2 zastosowano sondy ultradźwiękowe w obiekcie PB-3 sondę hydrostatyczną.

### METODYKA BADAŃ

Badania prowadzone są od 1 września 2011 roku a analizowany okres pomiaru obejmował informacje zgromadzone do 17 lipca 2012 roku.

Pomiary poziomu na krawędziach przelewowych w trzech przelewach burzowych realizowane są od połowy sierpnia 2011 a analizowany okres pomiarowy obejmował informacje zgromadzone do 27 czerwca w przypadku przelewów przy PKS i Zamku, oraz do 13 lipca 2012 w przypadku przelewu przy ul. P. Skargi.

Do analizy wybrano zjawiska występujące w dniach 20.06.2012, 21.06.2012 oraz 3.07.2012. W ostatnim przypadku uwzględniono tylko przelew PB-1 przy ulicy p. Skargi.

Deszczomierze pracują w sposób ciągły rejestrując dane co 1 minutę. W przypadku pomiaru napętnienia odczyt rejestrowany jest co 5 minut. W przypadku wystąpienia wartości większej niż 1 cm (PB-1, PB-2) i 2,5 cm (PB-3) następuje zmniejszenie odstępu między odczytami do 15 sekund.

### WYNIKI BADAŃ

Miesięczne sumy opadów na poszczególnych stanowiskach pomiarowych przedstawiono w tabeli 2. Dobowe maksymalne w poszczególnych miesiącach zestawiono w tabeli 4.

W tabeli 4 zestawiono maksymalne natężenia deszczu zarejestrowane w analizowanych miesiącach.

Z okresu pomiarowego 10.2011-06.2012 wybrano dwa zjawiska o największej sumie opadu i jednocześnie największym maksymalnym natężeniu deszczu. Wystąpiły one odpowiednio 20 (tabela 5) i 21 (tabela 6) czerwca 2012. Z uwagi na braki w odczytach występujące w dniu 20 czerwca przeprowadzono korektę polegającą na wypełnieniu brakujących wartości, jako uśrednionych oszacowanych w oparciu o masę zarejestrowaną przed i po wystąpieniu przerwy w zapisie. Największe braki w zarejestrowanych danych zaobserwowano na stanowisku przy ul. Perseusza, gdzie prawie połowa wysokości opadu nie została zarejestrowana. Najlepsze jakościowo pomiary uzyskano na stanowisku Ruszowice. Z uwagi na niską jakość części pomiarów, w tabeli 4 oznaczono „gwiazdką” wartości, które należy traktować jako orientacyjne.

Tab. 2. Miesięczne sumy opadów [mm]

Tab. 2. Monthly precipitation [mm]

| Data    | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszowice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|---------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| 10.2011 | 9,92                          | 13,46                     | 14,41                     | 10,92                      | 13,05                  | 7,96                |
| 11.2011 | 0,34                          | 0,00                      | 0,97                      | 0,00                       | 0,10                   | 0,32                |
| 12.2011 | 20,46                         | 25,82                     | 14,74*                    | 20,01                      | 15,82                  | 16,06               |
| 01.2012 | 18,54                         | 31,31                     | 0,44*                     | 17,21                      | 12,38                  | 14,49               |
| 02.2012 | 24,01                         | 27,74                     | 12,66*                    | 13,01                      | 13,99                  | 17,65               |
| 03.2012 | 11,43                         | 13,01                     | 10,39                     | 9,18                       | 10,60                  | 5,98                |
| 04.2012 | 19,81                         | 28,56                     | 16,81                     | 18,15                      | 13,86                  | 15,71               |
| 05.2012 | 19,36                         | 19,98                     | 25,32                     | 19,48                      | 33,34                  | 25,14               |
| 06.2012 | 131,94                        | 143,69                    | 117,41                    | 135,18                     | 112,80                 | 127,25              |

Tab. 3. Maksymalne dobowe sumy opadów [mm]

Tab. 3. Maximum daily precipitation [mm]

| Data    | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszwice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|---------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| 10.2011 | 5,03                          | 6,43                     | 5,07                      | 5,69                       | 4,96                   | 4,35                |
| 11.2011 | 0,12                          | 0,00                     | 0,22                      | 0,00                       | 0,10                   | 0,17                |
| 12.2011 | 4,44                          | 4,63                     | 6,77*                     | 5,62                       | 4,29                   | 4,36                |
| 01.2012 | 4,56                          | 6,71                     | 0,44*                     | 3,98                       | 2,18                   | 3,57                |
| 02.2012 | 9,43                          | 12,20                    | 8,81*                     | 5,53                       | 4,50                   | 6,67                |
| 03.2012 | 3,96                          | 4,58                     | 4,89                      | 3,79                       | 4,06                   | 3,04                |
| 04.2012 | 7,90                          | 8,30                     | 5,12                      | 5,92                       | 3,72                   | 6,03                |
| 05.2012 | 4,29                          | 5,88                     | 6,54                      | 5,49                       | 11,52                  | 7,23                |
| 06.2012 | 40,70                         | 39,71                    | 40,06                     | 33,24                      | 34,61                  | 35,51               |

Tab. 4. Maksymalne chwilowe natężenia deszczu [mm/min]

Tab. 4. Maximum momentary rainfall intensity [mm/min]

| Data    | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszwice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|---------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| 10.2011 | 0,32                          | 0,18                     | 0,34                      | 0,20                       | 0,56                   | 0,21                |
| 11.2011 | 0,05                          | 0,00                     | 0,04                      | 0,00                       | 0,05                   | 0,08                |
| 12.2011 | 0,18                          | 0,14                     | 0,15*                     | 0,13                       | 0,13                   | 0,12                |
| 01.2012 | 0,15                          | 0,18                     | 0,13*                     | 0,29                       | 0,43                   | 0,13                |
| 02.2012 | 0,18                          | 0,33                     | 0,10*                     | 0,14                       | 0,31                   | 0,27                |
| 03.2012 | 0,19                          | 0,22                     | 0,26                      | 0,14                       | 0,13                   | 0,08                |
| 04.2012 | 0,24                          | 0,11                     | 0,17                      | 0,13                       | 0,11                   | 0,11                |
| 05.2012 | 0,27                          | 0,43                     | 0,73                      | 0,25                       | 0,47                   | 0,41                |
| 06.2012 | 1,11                          | 1,15                     | 0,87                      | 1,42                       | 1,03                   | 0,93                |

W tabelach 5 i 6 zestawiono oprócz sumy wysokości opadu i czasów rozpoczęcia i zakończenia także maksymalne wysokości opadu w okresach minutowych i 5-cio minutowych (dla przyszłego porównania z danymi z przepływomierzy o 5-cio minutowej rozdzielczości pomiarów).

Tab. 5. Dane opadu 20.06.2012

Tab. 5. Rainfall data 20.06.2012

| Data                         | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszowice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Zmierzona wysokość deszczu   | 40,70                         | 33,04                     | 21,51                     | 31,61                      | 22,70                  | 35,33               |
| Skorygowana wysokość deszczu | 49,20                         | 33,62                     | 41,03                     | 43,54                      | 36,56                  | 40,27               |
| Godzina rozpoczęcia          | 5:25                          | 5:38                      | 5:21                      | 5:40                       | 5:27                   | 5:17                |
| Godzina zakończenia          | 9:51                          | 9:49                      | 9:39                      | 9:52                       | 9:53                   | 9:52                |
| Max 1-minutowy               | 1,39                          | 1,15                      | 0,87                      | 1,42                       | 1,03                   | 1,26                |
| Godzina wystąpienia          | 9:30*                         | 9:26                      | 9:23                      | 9:29                       | 9:31                   | 7:03*               |
| Max 5-minutowy               | 4,76                          | 4,27                      | 2,87                      | 3,84                       | 3,41                   | 3,46                |
| Godzina wystąpienia          | 9:30*                         | 9:25                      | 6:45*                     | 9:30                       | 9:30                   | 9:25                |

Tab. 6. Dane opadu 21.06.2012

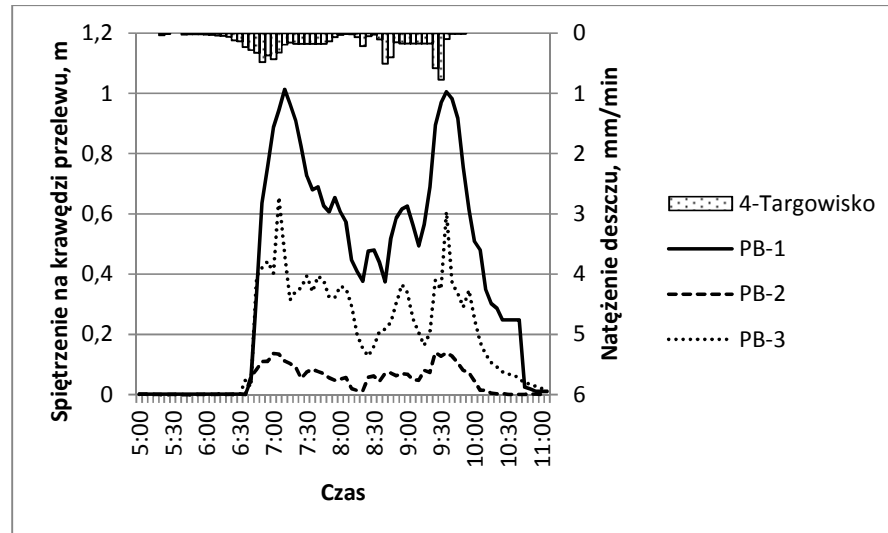
Tab. 6. Rainfall data 21.06.2012

| Data                       | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszowice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Zmierzona wysokość deszczu | 32,78                         | 39,71                     | 40,06                     | 33,24                      | 34,61                  | 35,51               |
| Godzina rozpoczęcia        | 4:25                          | 3:50                      | 4:13                      | 4:07                       | 4:12                   | 4:01                |
| Godzina zakończenia        | 10:33                         | 11:35                     | 10:28                     | 10:59                      | 10:44                  | 10:41               |
| Max 1-minutowy             | 0,33                          | 0,77                      | 0,60                      | 0,36                       | 0,35                   | 0,43                |
| Godzina wystąpienia        | 5:24                          | 5:11                      | 4:57                      | 5:06                       | 9:02                   | 9:08                |
| Max 5-minutowy             | 1,41                          | 3,51                      | 2,30                      | 1,71                       | 1,58                   | 2,01                |
| Godzina wystąpienia        | 8:50                          | 5:10                      | 4:55                      | 9:05                       | 9:00                   | 9:05                |

Tab. 7. Dane opadu 03.07.2012

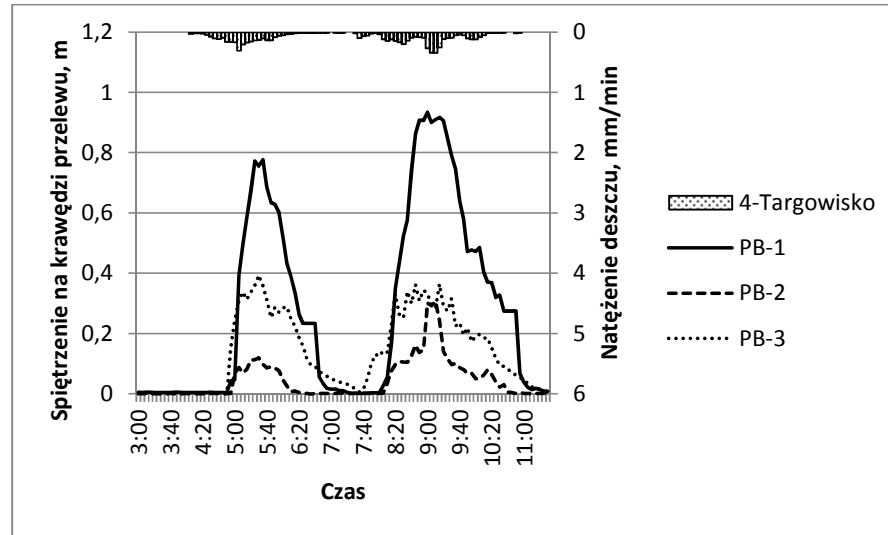
Tab. 7. Rainfall data 03.07.2012

| Data                       | Stanowisko 1<br>Oczyszczalnia | Stanowisko 2<br>Ruszowice | Stanowisko 3<br>Perseusza | Stanowisko 4<br>Targowisko | Stanowisko 5<br>Łąkowa | Stanowisko 6<br>NTI |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Zmierzona wysokość deszczu | 33,08                         | 21,40                     | 28,23                     | 17,16                      | 22,18                  | 19,62               |
| Godzina rozpoczęcia        | 0:13                          | 0:08                      | 0:05                      | 0:11                       | 0:13                   | 0:07                |
| Godzina zakończenia        | 8:28                          | 9:22                      | 8:20                      | 8:38                       | 8:37                   | 9:01                |
| Max 1-minutowy             | 3,56                          | 2,66                      | 3,87                      | 1,64                       | 2,08                   | 2,25                |
| Godzina wystąpienia        | 0:20                          | 0:10                      | 0:10                      | 0:13                       | 0:17                   | 0:10                |
| Max 5-minutowy             | 9,79                          | 7,21                      | 10,00                     | 4,35                       | 8,55                   | 5,12                |
| Godzina wystąpienia        | 0:15                          | 0:10                      | 0:10                      | 0:10                       | 0:15                   | 0:10                |

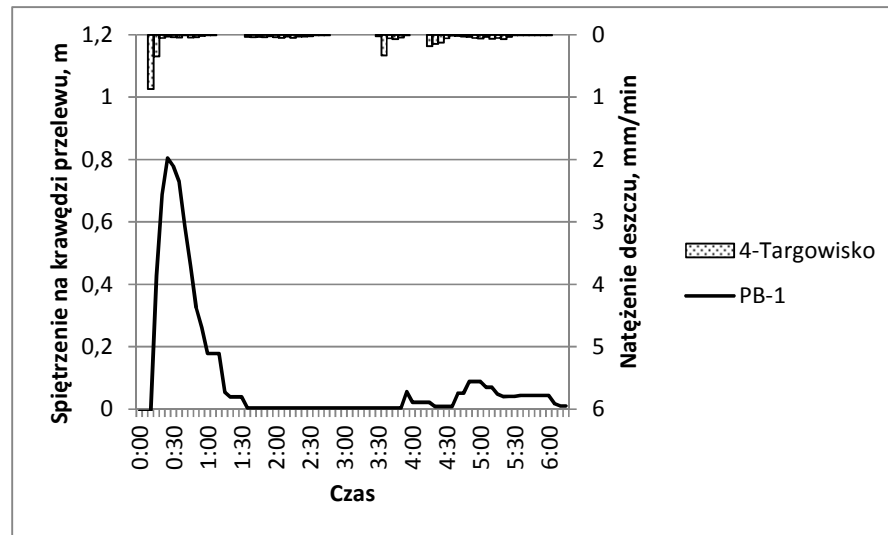


Rys. 2. Zmienność spiętrzenia na krawędziach przelewów burzowych 20.06.12

Fig. 2. The variability of sewage level above the overflow weirs 20.06.12



Rys. 3. Zmienność spiętrzenia na krawędziach przelewów burzowych 21.06.12  
Fig. 3. The variability of sewage level above the overflow weirs 21.06.12



Rys. 4. Zmienność spiętrzenia na krawędziach przelewów burzowych 03.07.12  
Fig. 4. The variability of sewage level above the overflow weirs 03.07.12

Na wykresach (rysunki 2 i 3) przedstawiono natężenia deszczu uśrednione dla okresów 5-cio minutowych zarejestrowane na stanowisku Targowisko oraz wysokości spiętrzenia na krawędziach przelewowych.

*Tab. 8. Czasy wystąpienia maksymalnych wartości obserwowanych wielkości*

*Tab. 8. The time of occurrence of maximum values of the observed parameters*

| Stanowisko       | 20.06.2012 |       | 21.06.2012 |      | 3.07.2012 |
|------------------|------------|-------|------------|------|-----------|
|                  | I          | II    | I          | II   | I         |
| PB-1             | 7:10       | 9:36  | 5:29       | 8:56 | 0:25      |
| PB-2             | 7:03       | 9:28  | 5:27       | 9:08 | -         |
| PB-3             | 7:06       | 9:35  | 5:30       | 9:08 | -         |
| 1- Oczyszczalnia | 7:19       | 9:04  | 5:25       | 8:53 | 0:20      |
| 2- Ruszowice     | 6:47       | 9:23* | 5:11       | 8:26 | 0:10      |
| 3- Perseusza     | 6:45       | 9:31  | 4:57       | 8:43 | 0:10      |
| 4-Targowisko     | 6:50       | 9:29  | 5:07       | 9:12 | 0:13      |
| 5- Łąkowa        | 6:46*      | 9:31  | 5:13       | 9:02 | 0:17      |
| 6- NTI           | 7:04       | 9:27  | 4:57       | 9:08 | 0:10      |

W tabeli 7 zestawiono informacje o deszczu zarejestrowanym 3 lipca 2012 roku charakteryzującym się znacznie wyższym natężeniem maksymalnym w porównaniu z wcześniej analizowanymi, ale o krótszym czasie trwania. Z uwagi na harmonogram obsługi urządzeń pomiarowych na etapie przygotowania niniejszego opracowania dostępne były tylko spiętrzenia z przelewu PB-1. Na wykresie (rysunek 4) przedstawiono natężenia deszczu uśrednione dla okresów 5-cio minutowych zarejestrowane na stanowisku Targowisko oraz wysokości spiętrzenia na krawędzi przelewowej obiektu PB-1.

## DYSKUSJA WYNIKÓW

W analizowanym okresie najbardziej deszczowym miesiącem był czerwiec 2012. Świadczą o tym wszystkie analizowane parametry tzn. miesięczna i dobową sumą opadów oraz maksymalne chwilowe natężenie deszczu. Zarejestrowano miesięczną sumę opadów od ok. 112 do ponad 143 mm (średnio dla województwa dolnośląskiego 81,9 mm [Komunikat 2012a], średnio dla województwa lubuskiego 104,5 mm [Komunikat 2012b]). W listopadzie 2011 zaobserwowano warunki suszy meteorologicznej. Zarejestrowana suma opadów w ciągu miesiąca nie przekroczyła 1 mm.

Zjawisko zarejestrowane 20.06.2012 spowodowało największą w okresie badawczym reakcję przelewów burzowych. Spiętrzenie na krawędzi przelewowej obiektu PB-1 odpowiada pełnemu napełnieniu kanału burzowego i prak-

tycznie pełnemu wypełnieniu komory przelewu. Na przelewie PB-2 spiętrzenie jest zdecydowanie najmniejsze, co wyjaśnić można zdecydowanie mniejszą sumą opadu oszacowaną dla centralnej części miasta, która jest bezpośrednią zlewnią jednego z dwu dopływów do przelewu oraz konstrukcją obiektu. Zdecydowanie wyższe spiętrzenie na koronie przelewu PB-3 związane jest ze wpływem kanału odciążającego przelew PB-1, wybudowanego kilka lat temu w związku z problemami eksploatacyjnymi w tym rejonie miasta, odprowadzającego część ścieków ze zlewni przelewu PB-1 bezpośrednio przed obiekt PB-3. Na przepływomierzu zlokalizowanym w kanale odciążającym zarejestrowano przepływ maksymalny równy około  $260 \text{ dm}^3/\text{s}$ .

W przypadku zjawiska zarejestrowanego w dniu 21.06.2012 spiętrzenia na krawędziach przelewowych były zdecydowanie mniejsze niż 20.06.2012. Zano-towano z kolei znacznie większe spiętrzenia na krawędzi przelewowej obiektu PB-2.

Analizie poddano również czas wystąpienia maksymalnej wartości dla wybranych zjawisk atmosferycznych. Dla opadów z dni 20 i 21 czerwca 2012 zaobserwowano wystąpienie dwu wartości szczytowych w odstępie  $2\div 4$  godzin. W przypadku pierwszego maksimum zaobserwowano opóźnienie pojawienia się szczytowego dopływu do przelewu PB-1 sięgające ponad dwudziestu minut w porównaniu do czasu wystąpienia maksymalnego natężenia deszczu zaobserwowanego na stanowisku przy Targowisku. W przypadku drugiego maksimum różnica ta jest zdecydowanie mniejsza z uwagi na znaczne wypełnienie kanałów ściekami z pierwszej części odpływu. Dla opadu z dnia 3.07.2012 opóźnienie jest znacznie mniejsze z uwagi na wystąpienie maksymalnego natężenia deszczu w pierwszych pięciu minutach od rozpoczęcia opadu oraz fakt pojawienia się w północnej części zlewni opadu o większym natężeniu o kilka minut wcześniej. W zaistniałej sytuacji system kanałów dopływających do przelewu PB-1 był napełniany począwszy od odcinków zlokalizowanych bliżej przelewu burzowego, co w połączeniu z krótkim czasem trwania opadu o wysokim natężeniu dało efekt kumulacji odpływu i zmniejszenia opóźnienia wystąpienia przepływów maksymalnych.

Ciekawe zjawisko zaobserwowano w odniesieniu do czasu wystąpienia maksymalnego spiętrzenia na krawędziach przelewowych przelewów a co za tym idzie maksymalnych odpływów kanałami burzowymi.

## PODSUMOWANIE

Prezentowane wyniki są efektem wstępnego przeglądu zgromadzonych rezultatów badań. Mimo dość wąskiego przedziału czasu objętego pomiarami, możliwe jest wskazanie pierwszych wniosków na temat funkcjonowania systemu odprowadzania ścieków z terenu miasta Głogowa. Do podstawowych pro-

blemów należy zaliczyć nadmierne obciążenie początkowej części kanału z przelewem burzowym PB-1 w ulicy P. Skargi. Mimo istniejącego kanału odciążającego przed przelewem, umożliwiającego tranzyt nadmiaru ścieków bezpośrednio przed przelew PB-3 zaobserwowano sytuację, w której następuje praktycznie całkowite wypełnienie komory przelewu.

Nie bez znaczenia jest wpływ „obszarowości” występowania i natężenia deszczu. Już na podstawie dwu zjawisk z czerwca 2012 można zaobserwować znaczące różnice w obciążeniu przelewu PB-2 związane z dopływem ze zlewni generującej stosunkowo małe odpływy wód deszczowych w porównaniu z odpływem z przelewu PB-1.

Należy więc rozważyć postawienie następującej tezy: pojedyncze stanowisko pomiarowe wykorzystujące deszczomierz nie jest wiarygodne dla oszacowania częstości działania przelewu burzowego w ciągu roku dla miasta wielkości Głogowa. W konsekwencji konieczne jest opracowanie modelu symulacyjnego wykorzystującego kilka zlewni powiązanych z niezależnymi stanowiskami deszczomierzowymi, aby w sposób wystarczający potwierdzić spełnienie warunków odprowadzania ścieków burzowych.

#### LITERATURA

1. NOWOGOŃSKI I.: *Przelewy burzowe - kluczowe elementy sieci kanalizacyjnej miasta Głogowa*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska, nr 141 (21), 2011
2. FIDALA-SZOPE M.: *Charakterystyka ilościowa odpływu ścieków opadowych ze zlewni mieszkaniowo-przemysłowej. Charakterystyka ścieków opadowych i zrzutów burzowych z kanalizacji ogólnospławnej*. Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa, 1980
3. GUS: *Ludność. Stan i struktura w przekroju terytorialnym (Stan w dniu 31 XII 2010 r.)*. Warszawa 2010a, Główny Urząd Statystyczny, ISSN 1734-6118
4. GUS: *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2010 r.* Warszawa 2010b, Główny Urząd Statystyczny, ISSN 1505-5507
5. *Komunikat o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa dolnośląskiego w czerwcu 2012 r.*, Urząd statystyczny we Wrocławiu, 2012a
6. *Komunikat o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa lubuskiego w czerwcu 2012 r.*, Urząd statystyczny w Zielonej Górze, 2012b
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego Dz.U. z 2006 r. Nr 137, poz. 984 wraz z późniejszymi zmianami Dz.U. z 2009 r. Nr 27, poz. 169)

## **PRELIMINARY ASSESSMENT OF MONITORING OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION AND STORM OVERFLOW SIGNALLING IN THE CITY GŁOGÓW**

### *S u m m a r y*

*The paper presents preliminary results of precipitation monitoring network in the city Głogów. Rainfall variability in time for the phenomena of the most rainfall intensities during research period was presented. Contrasted the results with measurements of sewage levels above the overflows weirs of three overflow structures located in the analyzed system.*

Key words: combined sewer systems, monitoring

JACEK CZEKAŁA\*, WOJCIECH CZEKAŁA\*\*

## SKŁAD CHEMICZNY KOMPOSTÓW WYTWORZONYCH NA BAZIE KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH, SŁOMY I TROCIN

### *Streszczenie*

*Kompostowanie komunalnych osadów ściekowych wymaga dodatku odpadów organicznych ubogich w azot, jak i mających właściwości strukturotwórcze. W doświadczeniu, przeprowadzonym w warunkach kompostowni otwartej badano zmiany zachodzące podczas kompostowania osadów ściekowych z udziałem trocin, zrębków drzewnych i słomy na zawartość makroskładników. Czynnikiem pierwszym był rodzaj (skład) pryzm, drugim czas (dni) kompostowania. Działanie każdego z czynników było zróżnicowane, podobnie, jak i ich współdziałanie. Zawartość azotu i fosforu wzrastała z czasem kompostowania, a dynamika tego wzrostu była największa w kompoście z udziałem osadów, trocin i zrębków drzewnych. Kompost dojrzały o powyższym składzie charakteryzował się również najlepszymi parametrami nawozowymi, mierzonymi zawartością analizowanych składników pokarmowych.*

Słowa kluczowe: odpady organiczne, komposty, skład chemiczny, makroskładniki

### WPROWADZENIE

Racjonalne gospodarowanie komunalnymi osadami ściekowymi jest jednym z ważniejszych zadań w gospodarce odpadami. Wynika to z właściwości i składu osadów [Bień 2007, Podedworna i Umiejewska 2008], które z jednej strony są zasobne w składniki o znaczeniu rolniczym [Czekała 2000, Czekała 2009, Maćkowiak 2000], ale zawierają również zanieczyszczenia mineralne i organiczne [Bernacka i Pawłowska 2000, Czekała 2002, 2011, Harrison i in. 2006], które stanowić mogą w niektórych warunkach zagrożenie dla środowiska [Herter i Kling 2001]. Z tego względu możliwość przyrodniczego, w tym i rolnicze-

---

\* Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów

\*\* Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Instytut Inżynierii Rolniczej, Studium Doktoranckie

go wykorzystania komunalnych osadów ściekowych regulują akty prawne, jak Ustawa o odpadach [2001] i Rozporządzenie Ministra Środowiska [Dz.U.137 poz. 924]. Ważne w tym względzie są również ustalenia i wytyczne Unii Europejskiej, regulujące całokształt zagadnień związanych z rolniczym zagospodarowaniem komunalnych osadów ściekowych [Jędrzak 2011]. Ponieważ masa wytwarzanych komunalnych osadów ściekowych w Polsce zwiększa się z każdym rokiem [GUS 2011], przy jednoczesnym zakazie ich składowania od 1 stycznia 2013 roku (Dz.U., Nr 186, poz. 1553), zwraca się uwagę [Bień 2011] na krótki okres czasu, jaki pozostaje do wyboru metod strategicznych związanych z zagospodarowaniem osadów. Według KPZO [Sadecka i Myszograj 2007], jak i KPGO 2010 [Sadecka i in. 2011] udział osadów stosowanych do rekultywacji i wykorzystania przyrodniczego będzie maleć, jednak przewiduje wzrost roli kompostowania. Kompostowanie należy jednak traktować tylko jako jedną z wielu innych metod, jakie mogą być i zapewne będą stosowane w systemie unieszkodliwiania osadów [Bień i in. 2011b].

Kompostowanie uważa się za najbardziej racjonalną metodę przeróbki osadów. W procesie tym następują zmiany właściwości i składu osadów, dzięki którym osady w formie kompostu stają się nawozem organicznym na ogół bezpiecznym dla środowiska glebowego, roślin i człowieka. Poza tym, nie bez znaczenia jest również powrót materii organicznej poprzez glebę do obiegu przyrodniczego. Ma to szczególne znaczenie na glebach lekkich, piaszczystych, z natury ubogich w substancję organiczną.

Celem pracy było określenie zmian zachodzących w procesie kompostowania komunalnych osadów ściekowych z udziałem trocin, zrębków drzewnych lub słomy, w warunkach kompostowani otwartej.

## MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na terenie kompostowni (52°55' długości i 16°32' szerokości geograficznej), należącej do MZK Sp. z o.o. w Czarnkowie. Utworzono trzy przyzmy, których głównym komponentem były komunalne osady ściekowe, z udziałem od 27,6 do 43,3% (tab.1). Wagi w przeliczeniu na suchą masę i udziały pozostałych odpadów organicznych przedstawiono w tabeli 1.

W każdej przyzmy warstwę spodnią, izolującą od betonowego podłoża, stanowiła słoma, której nie uwzględniano w bilansie odpadów. Przyzmy przygotowywano warstwami, po czym całość mieszano za pomocą aeratora ciągnikowego, który jednocześnie mieszał, rozdrabniał, i napowietrzał materiał oraz formował przyzmę. W okresie miesiąca przyzmy przerzucano raz w tygodniu, w dalszym okresie w zależności od temperatur w przyzmach. Kompostowanie

przeprowadzono w okresie 90 dni, a wybrane właściwości i skład chemiczny substratów zestawiono w tabeli 2.

*Tab. 1. Waga i udział komponentów w pryzmach mieszanek kompostowych*

*Tab. 1. Weight and proportions of constituents in heaps of compost mixtures*

| Komponent      | Pryzma 1        |            | Pryzma 2        |            | Pryzma 3        |            |
|----------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|                | Sucha masa (kg) | Udział (%) | Sucha masa (kg) | Udział (%) | Sucha masa (kg) | Udział (%) |
| Osady ściekowe | 422,4           | 28,5       | 448,0           | 27,6       | 457,0           | 43,3       |
| Trociny        | 1060,0          | 71,5       | 755,0           | 46,5       | 490,0           | 46,3       |
| Słoma          | -               | -          | -               | -          | 122,0           | 10,4       |
| Zrębki drzewne | -               | -          | 421,0           | 25,9       | -               | -          |
| Razem          | 1428,0          | 100        | 1623,0          | 100        | 1068,0          | 100        |

Próbki kompostów do analiz pobrano w dniu rozpoczęcia badań (0) oraz po 21, 36, 49 i 90 dobach, w których oznaczono suchą masę i azot ogólny. Popiół uzyskany przy oznaczaniu materii organicznej (550°C) rozpuszczono w roztworze 3 mol dm<sup>-3</sup>HCl na gorąco. W przygotowanych przesączach oznaczono zawartość ogólną fosforu, potasu, sodu i wapnia.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic średnich oceniono testem Duncana (program STAT). Czynnikiem pierwszego rzędu był skład kompostów, a drugiego rzędu czas kompostowania.

*Tab. 2. Wybrane właściwości osadów ściekowych i odpadów organicznych*

*Tab. 2. Selected properties of sewage sludge and organic wastes*

| Komponent      | Sucha masa                      | Corg                                       | Nog   | C : N | P                                          | K    | Ca    |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------------------|-------|-------|--------------------------------------------|------|-------|
|                | $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ |       |       | $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ |      |       |
| Osady ściekowe | 168,3                           | 341,1                                      | 59,32 | 5,75  | 2,17                                       | 2,46 | 23,96 |
| Trociny        | 330,9                           | 449,9                                      | 4,06  | 110,8 | 0,05                                       | 0,02 | 3,36  |
| Słoma          | 902,7                           | 453,6                                      | 8,08  | 56,1  | 1,19                                       | 1,51 | 21,34 |
| Zrębki drzewne | 389,9                           | 359,9                                      | 17,37 | 20,7  | 1,58                                       | 2,89 | 29,44 |

## WYNIKI I DYSKUSJA

Osady ściekowe poddane procesowi kompostowania zmieniają w zasadniczy sposób swoje właściwości, dając produkt bezpieczny dla środowiska [Czekała i Sawicka 2006]. Spowodowane jest to głównie sanitacją kompostów [Wolna-

Maruwka i in. 2009], jak i ich dużą wartością nawozową [Czekąła 2008, Krzywy i in. 2008]. Na uwadze należy mieć również ilość i rodzaj dodatków organicznych dodawanych do osadów ściekowych, które są źródłem węgla oraz spełniają rolę strukturotwórczą. Kompostowanie osadów ściekowych stwarza jednak pewne problemy wynikające z ich dużej zasobności w azot [Czekąła 2002, Maćkowiak 2000], co ogranicza większy udział osadów w kompostowanych przyzmach do ok. 30%. Potwierdzają to również badania Bienia i in. [2011a], którzy wykazali, że optymalny udział komunalnych osadów ściekowych w kompostowanych mieszankach wynosił wagowo 20%.

W przeprowadzonych badaniach udział osadów w poszczególnych przyzmach wahał się od 27,6 do 43,3%, co miało wpływ na skład chemiczny kompostów (tab. 3). Zawartość azotu ogólnego była istotnie mniejsza ( $12,76 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ ) w kompoście 1 z 28,5% udziałem osadów i 2,5 krotnie większą ilością trocin. Natomiast w kompostach 2 i 3 mimo zróżnicowanego udziału osadów (27,6 i 43,3% odpowiednio), podobny udział trocin (46,3%) decydował prawdopodobnie o zbliżonej zawartości azotu, a różnice były statystycznie nieistotne (tab.3). Ilość dodanych trocin do osadów wpływa na przebieg procesu kompostowania, co wykazali między innymi Banegas i inni [2007]. Według autorów w warunkach większego ich udziału zmniejszona była aktywność mikrobiologiczna kompostu, a tym samym i biodegradacja materii organicznej. Z kolei w warunkach kompostowania osadów ze słomą (1:2, v/v) straty mogą być większe w porównaniu do kompostów z udziałem trocin (1:1, v/v) [Hay i in. 1988]. Należy przypuszczać, że wiąże się to głównie składem chemicznym komponentów, w tym zawartych w nich składników organicznych, jak celulozy, hemicelulozy, ligniny, itp.

W badaniach własnych zmienne z kolei były zawartości pozostałych pierwiastków, a zaistniałe różnice dla każdego z nich między kompostami były statystycznie udowodnione. Wynikało to między innymi z różnego składu kompostów, determinowanego głównie udziałem w nich osadów ściekowych, co skutkowało istotnie większą, średnią zasobnością kompostu nr 3 głównie w fosfor i potas. Z kolei kompost nr 2 charakteryzował się istotnie wyższą zawartością wapnia, pochodzącego nie tylko z osadów lecz i zrębków drzewnych (tab.2).

Podczas kompostowania w procesie mineralizacji, dynamika i czas jej trwania zależą w dużym stopniu od składu kompostów. Skutkiem tych procesów są zmiany zawartości składników, z różną dynamiką dla każdego z pierwiastków w trakcie całego czasu kompostowania (tab. 4). W trakcie kompostowania obserwowano wzrost zawartości pierwiastków (fosfor i azot), względną stabilność ilościową (wapń) czy straty. Te ostatnie dotyczyły przede wszystkim sodu i potasu, pierwiastków słabo sorbowanych, a więc i bardziej podatnych na wymycie, w tym przypadku z odciekami. Podobny proces w odniesieniu do K i Na zaobserwowano we wcześniejszych badaniach [Czekąła i in.2010].

Tab. 3. Wpływ kompostów niezależnie od czasu kompostowania na zmiany zawartości makroskładników ( $g \cdot kg^{-1} s.m.$ )

Tab. 3. Influence of composts regardless of the composting time to change the contents of the macroelements ( $g \cdot kg^{-1} DM$ ).

| Składnik | Kompost |        |        |
|----------|---------|--------|--------|
|          | 1       | 2      | 3      |
| N        | 12,76a* | 17,76b | 18,34b |
| P        | 7,61a   | 9,90b  | 12,60c |
| Na       | 1,40c   | 1,07a  | 1,25b  |
| K        | 1,36a   | 2,24b  | 2,41c  |
| Ca       | 10,02a  | 14,39c | 12,77b |

\* a, b, c - średnie oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$

a, b, c - means marked with different letters in rows are significantly different at  $p < 0,05$

Tab.4. Wpływ czasu kompostowania niezależnie od rodzaju kompostu na zmiany zawartości wybranych parametrów ( $g \cdot kg^{-1} s.m.$ )

Tab. 4. Effect of composting time, irrespective of the type of compost, to change the contents of the selected parameters ( $g \cdot kg^{-1}$ )

| Składnik | Dni kompostowania |        |        |        |        |
|----------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
|          | 0                 | 21     | 36     | 49     | 90     |
| N        | 13,36a*           | 17,44c | 17,23c | 17,59c | 18,51b |
| P        | 7,15a             | 7,27a  | 10,13b | 11,52c | 14,05c |
| Na       | 1,40d             | 1,36d  | 1,24c  | 1,15b  | 1,04a  |
| K        | 2,09c             | 2,17c  | 2,03bc | 1,94   | 1,79a  |
| Ca       | 11,53a            | 12,11b | 12,43c | 13,41d | 12,48c |

\* a, b, c - średnie oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$

a, b, c - means marked with different letters in rows are significantly different at  $p < 0,05$

W badaniach tych stwierdzono również, że kompostowanie osadów ściekowych z udziałem odpadu konopi i słomy spowodowało wzrost zawartości azotu ogólnego w kompoście dojrzałym, w porównaniu do kompostów bez udziału słomy.

Interpretując wyniki tabeli 4 trzeba mieć na uwadze to, iż są to średnie dla dni kompostowania ale niezależnie od rodzaju kompostu. Z tego względu ocena danych oparta na współdziałaniu obu czynników doświadczenia świadczy o rzeczywistych kierunkach i tempie zmian zawartości składników (tab. 5). Przykładem jest fosfor, którego różnice średnich zawartości w kompostach wynikające ze współdziałania czynników eksperymentu były statystycznie nieistotne (tab. 5). Z kolei istotność taką wykazano dla działania każdego z czynników oddzielnie (tab. 3 i 4).

Tab. 5. Współdziałanie rodzajów kompostów z czasem kompostowania na zmiany zawartości badanych składników ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{s.m.}$ )

Tab. 5. Interaction between types of composts and composting time on changes in the content of examined constituents ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{DM}$ ).

| Składnik | Kompost | Dni kompostowania |         |         |         |         |
|----------|---------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
|          |         | 0                 | 21      | 36      | 49      | 90      |
| N        | 1       | 10,10a*           | 13,27b  | 14,02b  | 13,36b  | 13,05b  |
|          | 2       | 13,58b            | 18,31de | 18,44de | 20,09ef | 18,38de |
|          | 3       | 16,41cd           | 20,74f  | 19,25ef | 19,33ef | 15,99c  |
| P        | 1       | 5,06              | 6,30    | 7,18    | 9,20    | 10,29   |
|          | 2       | 6,04              | 7,11    | 8,66    | 11,20   | 16,45   |
|          | 3       | 10,35             | 8,40    | 14,55   | 14,15   | 15,39   |
| Na       | 1       | 1,77k             | 1,52j   | 1,38hi  | 1,24fg  | 1,10bcd |
|          | 2       | 1,75def           | 1,13cde | 1,05abc | 0,98a   | 0,98a   |
|          | 3       | 1,26fg            | 1,43l   | 1,29gh  | 1,23efg | 1,02ab  |
| K        | 1       | 1,48a             | 1,38a   | 1,40a   | 1,31a   | 1,23a   |
|          | 2       | 2,26cde           | 2,51ef  | 2,20bcd | 2,06bc  | 2,18bcd |
|          | 3       | 2,53ef            | 2,61f   | 2,50ef  | 2,44def | 1,94b   |
| Ca       | 1       | 8,74a             | 10,41c  | 9,61b   | 11,61d  | 9,71b   |
|          | 2       | 13,33fg           | 13,79g  | 14,57h  | 15,10i  | 15,17i  |
|          | 3       | 12,51e            | 12,11de | 13,11f  | 13,55fg | 12,55e  |

\* a, b, c - wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie dla  $p < 0.05$

\* a, b, c - lowed by different letters are significantly different at  $p < 0.05$

Z rolniczego punktu widzenia szczególnie ważne są przemiany azotu, decydujące o wartości nawozowej kompostów. Zdanych (tab. 5) wynika, że kompostowanie osadów z trocinami i zrębkami drzewnymi (nr 2) miało korzystniejszy wpływ na zasobność kompostu dojrzałego w azot ( $18,38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{s.m.}$ ) niż osadów z trocinami ( $13,05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{s.m.}$  kompost 1 i  $15,99 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{s.m.}$  kompost 3). Jednocześnie stwierdzono straty azotu w kompostach dojrzałych w porównaniu zawartości w 49 dniu kompostowania, wynoszące kolejno dla kompostów 2,3%, 12,1% i 17,3%.

Biorąc z kolei pod uwagę zawartość wyjściową i końcową składnika wykazano systematyczny jego wzrost z upływem czasu kompostowania. Wynosił on od 34,8 do 47,9%, wykazując najslabszą dynamikę w kompoście 1, w którym wagowo trocin było blisko 3,5 razy więcej niż osadów (tab. 1). Jak wspomniano już wcześniej przyczyną tego było niewątpliwie osłabienie aktywności mikrobiologicznej, a tym samym i procesu mineralizacji kompostowanej masy [Bane-gas i inni 2007]. Z kolei Czyżyk i Rajmund [2009] kompostując osady ściekowe z trocinami i trawą nie stwierdzili, istotnych zmian w zawartości N ogólnego w kompoście. Można więc stwierdzić, że przebieg procesu kompostowania jest związany nie tylko z właściwościami odpadów [Kompostierung... 2003], ale i ich udziałem w przyrodzie. To z kolei wpływa m.in. na lepsze natlenienie przy-

zmy. Stąd zrębki drzewne dodane w kompoście 2, mogły zwiększyć porowatość pryzmy, a więc i aerację w jej wnętrzu. Tym samym dynamika zachodzących przemian była większa niż w pozostałych pryzmach, co skutkowało korzystniejszym składem chemicznym kompostu nr 2.

Pozytywnym zjawiskiem były również przemiany fosforu, którego zawartość zwiększała się z czasem kompostowania, niezależnie od składu pryzmy. Ponieważ, jak wspomniano wcześniej różnice w zawartości tego składnika były nieistotne dla współdziałania obu czynników, stąd można mówić tylko w pewnej, korzystnej tendencji. Problem do zbadania w tym kontekście pozostaje kwestia form połączeń pierwiastka w kompostach podobnie, jak i w przypadku azotu.

### WNIOSKI

- W warunkach doświadczenia zawartość analizowanych makroskładników w kompostach determinowana była istotnie w większym stopniu przez każdy czynnik oddzielnie niż w ich współdziałaniu.
- Skład chemiczny kompostów zależał od udziału w nich osadów ściekowych i rodzaju odpadów organicznych.
- Wszystkie komposty charakteryzowały się najwyższą zasobnością w azot, którego dynamika zmian w czasie procesu była zmienna, ale do fazy schłodzenia sprzyjała jego gromadzeniu.
- Kompostowanie osadów ściekowych z równym udziałem wagowym trocin i dodatkiem słomy zbożowej charakteryzowało się największymi stratami azotu w fazie dojrzewania kompostów.
- Czynniki doświadczenia nie miały istotnego wpływu we współdziałaniu na zmiany ilościowe fosforu ogólnego w kompostach, którego zawartość charakteryzował trend wzrostowy z czasem trwania procesu.
- W oparciu o przebieg procesu kompostowania i skład chemiczny kompostów stwierdzono, że najkorzystniejszy w rolniczego punktu widzenia był skład pryzmy z podobnym udziałem osadów ściekowych i zrębków drzewnych oraz dwukrotnie większym udziałem trocin w kompostowanej mieszance.

### LITERATURA

1. BANEGAS V. MORENO J.L., MORENO J.I., GARCÍA C., LEÓN G. , HERNÁNDEZ T.: *Composting anaerobic and aerobic sewage sludges using two proportions of sawdust*. Waste Management, 27(10), 1317-1327, 2007

2. BERNACKA J. PAWŁOWSKA L.: *Substancje potencjalnie toksyczne w osadach z komunalnych oczyszczalni ścieków*. IOŚ, W-wa, 2000
3. BIEŃ J.: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych z komunalnych oczyszczalni ścieków*. W: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych*. II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 3-4 lutego 2011r., 7-17, 2011
4. BIEŃ J.: *Osady ściekowe. Teoria i praktyka*. Wyd. Pol. Częstochowskiej, 2007
5. BIEŃ J., MILCZAREK M., SOBIK-SZOŁTYSEK J., OKWIET T.: *Optymalizacja fazy termofilowej w procesie współkompostowania osadów ściekowych i odpadów komunalnych*. Nauka Przyroda Technologie, 5, 4, 2011a
6. BIEŃ J., NECZAJ E., WORWĄG M., GROSSER A., NOWAK D., MILCZAREK M., JANIK M.: *Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, 14, 4, 375-384, 2011b, 2013
7. CZEKAŁA J.: *Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego*. Folia Univ. Agric. Stetin, (211), Agricultura, 84, 75-80, 2000
8. CZEKAŁA J.: *Wybrane właściwości osadów ściekowych z oczyszczalni regionu Wielkopolski. Cz.II. Zawartość węgla i azotu we frakcjach związków próchnicznych*. Acta Agrophysica, 70, 83-90, 2002
9. CZEKAŁA J.: *Właściwości chemiczne kompostu wytworzonego z komunalnego osadu ściekowego i różnych bioodpadów*. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 53(3), 35-41, 2008
10. CZEKAŁA J.: *Osady ściekowe - nawóz czy odpad?* Wodociągi i kanalizacja, 1(59), 30-33, 2009
11. CZEKAŁA J., FERDYKOWSKI W., ZBYTEK Z.: *Zmiany zawartości niektórych składników w osadzie ściekowym kompostowanym z odpadem z konopi i zrębkami drzewnymi*. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 55(3), 49-53, 2010
12. CZEKAŁA J.: *Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych*. W: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych*. II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 3-4 lutego 2011r., 26-34, 2011
13. CZEKAŁA J., SAWICKA A.: *Przetwarzanie osadu ściekowego z dodatkiem słomy i trocin na produkt bezpieczny dla środowiska*. Woda-Środowisko – Obszary Wiejskie, 6, 2(18), 41-50, 2006
14. CZYŻYK F., RAJMUND A.: *Straty azotu podczas pryzmowego kompostowania osadu ściekowego z odpadami roślinnymi*. Woda-Środowisko- Obszarywiejskie, 9, 3(27), 29-35, 2009
15. HARRISON E. Z., OAKES S.R., HYSELL M., HAY A.: *Organic chemicals in sewage sludges*. Science of the Total Environment, 367, 481-497, 2006
16. HAY, J., CHANG, S., AHN, H., KELLOGG, H., CABALLERO, R.: *Alternative bulking agent for sludge composting*. Biocycle 22, 46-51, 1988.
17. GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY: *Ochrona środowiska*. W-wa, ss. 574, 2011

- 18.HERTER U., KLING D.: *Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft. Teil 1. Forschungsanstalt für Agrökologie und Landbau FAL.* Zürich-Reckenholz, pp. 271, 2001
- 19.JĘDRCZAK A.: *Założenia do planowanej nowelizacji dyrektywy osadowej wynikające z komunikatu komisji z dnia 18 maja 2010 r. Metody zagospodarowania osadów ściekowych.* II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 18-25, 2011,
- 20.*Kompostierung von bioabfällen mit anderenorganischenAbfällen.* LfU, Augsburg, 1-101, 2003.
- 21.KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IŻEWSKA A., KRZYWYGAWROŃSKA E.: *Ocena składu chemicznego i wartości nawozowej komunalnych osadów ściekowych i komponentów z ich udziałem.* Zesz. Probl. Post. Naukroln., 533, 239-247, 2008
- 22.MAĆKOWIAK Cz.: *Skład chemiczny osadów ściekowych i odpadów przemysłu spożywczego o znaczeniu nawozowym.* Nawozy i Nawożenie, 4(5), 131-143, 2000.
- 23.PODEDWORNA J., UMIEJEWSKA K.: *Technologia osadów ściekowych.* Ofic. Wyd. Pol. Warszawskiej, 2008
- 24.ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI I PRACY z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczenia odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dziennik Ustaw, Nr 186, poz. 1553)
- 25.ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. Nr 137, poz. 924)
- 26.SADECKA Z., MYSZOGRAJ S.: *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych- Rzeczywistość i perspektywa.* W: *Oczyszczanie ścieków I przeróbka osadów ściekowych*, Zielona Góra, 1, 5-12, 2007
- 27.SADECKA Z., MYSZOGRAJ S., SUCHOWSKA-KISIELEWICZ M.: *Aspekty prawne przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych.* Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego - Inżynieria Środowiska, Nr 144 (24), 1-16, 2011
- 28.USTAWA O ODPADACH z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 628)
- 29.WOLNA-MARUWKA A., CZEKAŁA J., PIOTROWSKA-CYPLIK A.: *Określanie tempa inaktywacji bakterii chorobotwórczych w osadach ściekowych poddawanych procesowi kompostowania z różnymi dodatkami w bioreaktorze cybernetycznym.* Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 54(1), 73-78, 2009

## **CHEMICAL COMPOSITION OF COMPOSTS MANUFACTURED ON THE BASIS OF COMMUNAL SEWAGE SLUDGE, STRAW AND SAWDUST**

### *S u m m a r y*

*Composting of communal sewage sludge requires supplementation with some addition of organic wastes poor in nitrogen and characterised by structure-forming properties. In an experiment carried out in conditions of an open compost plant, investigations were carried out aiming at examining changes taking place in the course of composting of sewage sludge supplemented with sawdust, wood chips and straw in the content of macroelements. The first factor was the kind (composition) of compost heaps and the second factor – duration (number of days) of the composting process. The action of each of the examined factors as well as their mutual cooperation varied. Nitrogen and phosphorus content increased together with the duration of the composting process and the dynamics of this growth was the highest in the compost consisting of sewage sludge, sawdust and wood chips. In addition, mature compost of the above-mentioned composition was also characterised by the best fertilisation parameters measured by the content of the analysed constituents.*

Key words: organic wastes, composts, chemical composition, macroelements

**JULITTA GAJEWSKA<sup>\*</sup>, MEDARD WYCECH<sup>\*</sup>,  
WAWRZYNIEC PLADYS<sup>\*\*</sup>, PAWEŁ SYSA<sup>\*\*\*</sup>**

**MIKROBIOLOGICZNE WSKAŹNIKI SKAŻENIA  
SANITARNEGO GLEBY W OKOLICY PRZECIEKAJĄCEGO  
ZBIORNIKA BEZODPŁYWOWEGO  
NA NIECZYSTOŚCI CIEKŁE**

*Streszczenie*

*Celem pracy było określenie wskaźników mikrobiologicznych pozwalających potwierdzić zjawisko nieszczelności szamba, przez skażenie pobliskiej gleby ściekami komunalnymi. Z próbek ścieków i gleby wyizolowano i zidentyfikowano kilka gatunków bakterii, stanowiących potencjalne sanitarne zagrożenie dla środowiska: Escherichia coli, Enterococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Clostridium difficile, Streptococcus uberis.*

Słowa kluczowe: ścieki komunalne, szambo, wskaźniki mikrobiologiczne, bakterie chorobotwórcze, gleba

**WPROWADZENIE**

Zjawisko zanieczyszczenia środowiska ściekami stanowi ważny problem. Czasem jest on nawet lekceważony, bądź niezauważalny, zwłaszcza w odniesieniu do prywatnych posesji z domkami jednorodzinnymi.

Przedostające się do gleby i wód gruntowych ścieki są groźne dla środowiska ze względu na występujące w nich szkodliwe czynniki biologiczne. Wśród nich wymienić można takie grupy jak: wirusy, grzyby, pierwotniaki, robaki pasożytnicze i bakterie. Można je znaleźć zarówno w ściekach surowych, jak i w tych, które zostały podane oczyszczaniu [Błaszczuk 2007, Cyprowski, Krajewski 2003, Gołofit-Szymczak 2007, Romdhana i in. 2009, Toze 1999, Zamorska 2007]. Biorąc pod uwagę specyficzne warunki powstawania ścieków, w ich

---

<sup>\*</sup> Samodzielny Zakład Biologii Mikroorganizmów, SGGW Warszawa

<sup>\*\*</sup> Ecofair, Warszawa

<sup>\*\*\*</sup> Zakład Histologii i Embriologii SGGW Warszawa

składzie można wykryć charakterystyczne dla bioty przewodu pokarmowego gatunki bakterii, w szczególności takie, które są obecne w kale ludzi oraz zwierząt. Są to m.in. bakterie należące do rodzaju: *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, oraz rodziny *Enterobacteriaceae* (*E. coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp. *Proteus* sp.) [Błaszczyk 2010, Cyprowski, Krajewski 2003, Gołofit-Szymczak 2007, Maukonen i in. 2008, Romdhana i in. 2009, Toze 1999, Zamorska 2007].

Ważne jest szybkie reagowanie i przeciwdziałanie zagrożeniom, wynikającym z zanieczyszczania gleby ściekami z nieszczelnych instalacji przeznaczonych do ich magazynowania i transportu. Stąd niezbędne jest poszukiwanie wskaźników mikrobiologicznych, potwierdzających nieszczelności tych konstrukcji.

### OBIEKT BADAŃ

Obiektem badań był trzy komorowy, pierścieniowy zbiornik bezodpływowy na nieczystości ciekłe, znajdujący się na prywatnej posesji na terenie Warszawy oraz otaczający go grunt. Obiekt funkcjonuje od 2002 roku. Przy oddaniu zbiornika do użytku, zabezpieczono go i uszczelniono, aby spełniał obowiązujące przepisy. Zbiornik jest opróżniany średnio co 3-4 tygodnie. Na terenie posesji w ciągu doby z wody korzystają średnio 4 osoby. Wystąpił problem z nieszczelnością zbiornika ze względu na uszkodzone dno w pierwszej komorze oraz prawdopodobne uszkodzenia pomiędzy pierścieniami (kręgami) w komorach. Obiekt znajduje się ok. 3m od budynku mieszkalnego.

### METODYKA BADAŃ

Do badań pobrano 1 próbkę ścieków z przeciekającego zbiornika bezodpływowego na nieczystości ciekłe – szamba (S), 3 próbki gleby z odległości 1 m od zbiornika, w tym: próbka X I z powierzchniowej warstwy gleby pobrana łaską Egnera, z 1 m (X II) i 2 m głębokości (X III), pobrane świdrem ręcznym – odwiert, a także 3 odpowiadające im próbki kontrolne z odległości 13-16 m od zbiornika (odwierty w odległości 14,5 m, oznaczone jako K I – K III). Następnie przeprowadzono mikrobiologiczne badania ilościowe i jakościowe, mające na celu określenie liczebności poszczególnych grup bakterii i izolację oraz identyfikację bakterii patogennych. Użyto następujące podłoża: TSA, Columbia Agar, podłoże Baird-Parker’a, Endo Agar, podłoże MacConkey’a, *Streptococcus* Agar, *Cetrymide* Agar, King B. W celu poszukiwania bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz *Staphylococcaceae* dodatkowo zastosowano Petrifilmy

firmy 3M (*Enterobacteriaceae*, Staph Express, ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych). Identyfikację potencjalnych patogenów wykonano zgodnie z systematyką wg Bergey's Manual of Systematic Bacteriology [De Vos i in. 2009, Staley i in. 2005], na podstawie badań cech morfologicznych (kolonii i komórek), hodowlanych, fizjologicznych i biochemicznych. Do oznaczenia cech biochemicznych wykorzystano płytkowe testy biochemiczne (m.in. dot. syntezy katalazy i oksydazy) oraz testy API firmy bioMerieux (20NE, API Staph, API Strep, 20A). Dokumentację zdjęciową izolatów wykonano przy pomocy mikroskopu Nikon E600 sprzężonym z kamerą.

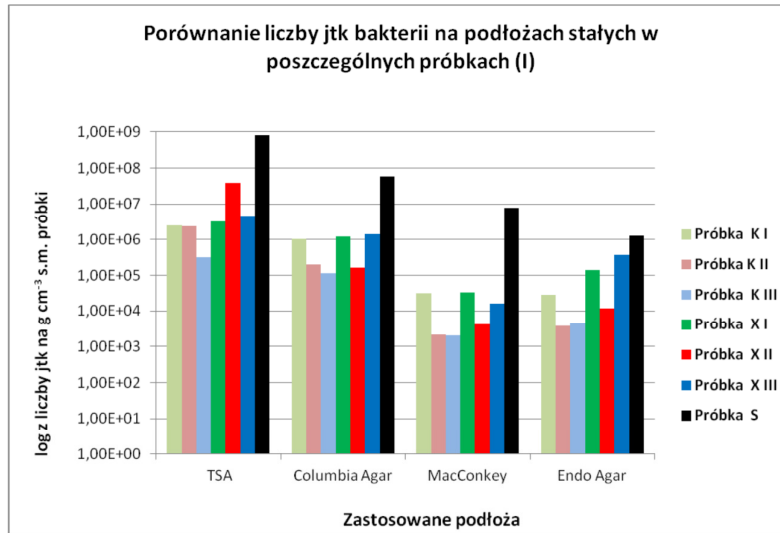
### WYNIKI BADAŃ

Wyniki przedstawiające liczebność bakterii na zastosowanych w badaniach podłożach stałych przedstawiono na rys. 1 i rys. 2.

Analiza wyników wskazuje, że w próbkach gleby pobranej przy zbiorniku bezodpływowym (X I – X III) liczebność hodowlanych bakterii jest w znacznym stopniu wyższa na większości z stosowanych podłoży (przeważnie od 10 do 1000 razy), niż w próbkach gleby kontrolnej (K I – K III). Szczególnie jest to zauważalne, gdy porównamy próbki K III i X III, pobrane z głębokości 2 m. Najmniej widoczne różnice zaobserwowano w przypadku podłoża TSA i Columbia Agar. Podobne, mniej zaznaczające się różnice (lub ich brak) widać przy porównaniu powierzchniowych próbek K I i X I. Wyjątek stanowi tutaj podłoże Baird-Parker, gdzie na płytkach Petriego z zaszczepionym materiałem pochodzącym z kontrolnej próbki K I nie odnotowano wzrostu bakterii. W próbce ścieków (S) stwierdzono największą liczebność bakterii w przypadku każdego zastosowanego podłoża.

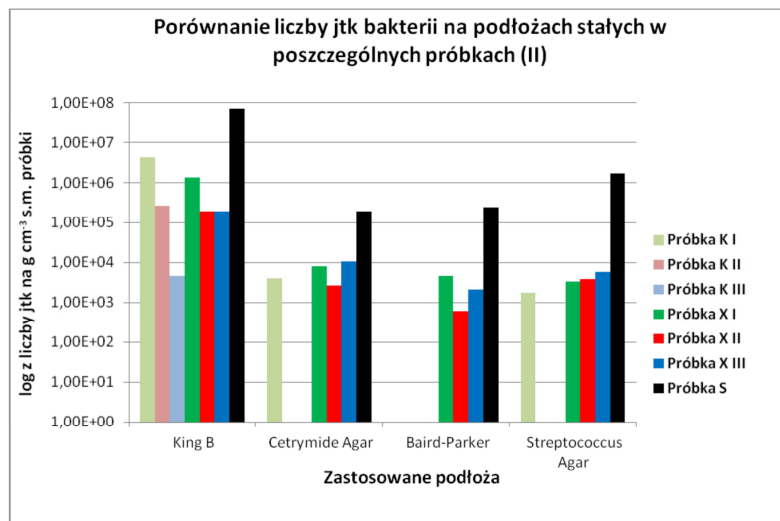
Na rys. 3 przedstawiono wyniki porównujące liczebność wyhodowanych bakterii z użyciem tradycyjnych metod płytkowych Kocha i testów Petrifilm (ogólnej liczby bakterii tlenowych, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz należących do *Staphylococcaceae*).

Analiza wyników badań (rys. 3), wykazuje istotne podobieństwa w uzyskanej liczebności bakterii na Petrifilmach z oznaczeniami dokonanymi przy użyciu płytek Petriego (wszystkie trzy badania porównawcze). Największą liczbę bakterii wykazano w próbce ścieków (S), przy zastosowaniu obu metod. Zauważono znaczące różnice w liczebności bakterii pomiędzy próbkami kontrolnymi gleby (K I – K II), a ich odpowiednikami pobranymi przy zbiorniku bezodpływowym (X I – X III). Różnice te nie są jedynie tak dobrze widoczne w badaniu przeprowadzonym przy użyciu podłoża TSA i Petrifilmów na ogólną liczbę tlenowych bakterii. W próbkach z otoczenia zbiornika (X I – X III), liczebność drobnoustrojów była przeważnie większa od 10 do 100 razy. Najwyższą liczebność bakterii stwierdzono w próbkach gleby pobieranej z głębokości 2 m (K III i X III).



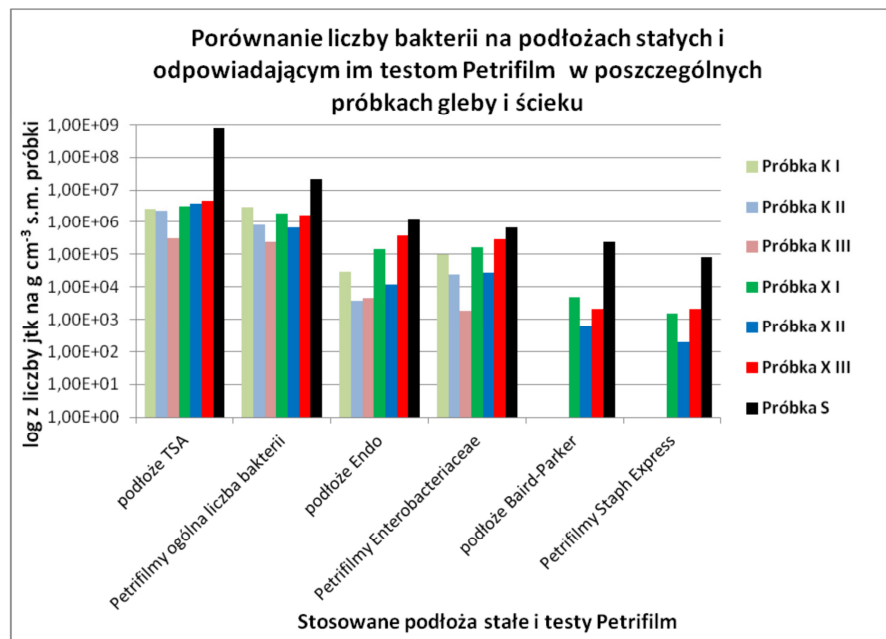
Rys. 1. Liczebność jtk bakterii na czterech podstawowych, stosowanych w badaniach ilościowych podłożach stałych

Fig. 1. Number of CFU of bacteria on the four used in quantitative research, primary solid medium



Rys. 2. Liczebność jtk bakterii na dodatkowych czterech, stosowanych w badaniach ilościowych, podłożach stałych

Fig. 2. Number of CFU of bacteria on the four used in quantitative research, additional solid medium



Rys. 3. Skuteczność testów Petrifilm w odniesieniu do tradycyjnych podłoży stałych  
Fig. 3. The effectiveness of Petrifilm tests for the traditional solid medium

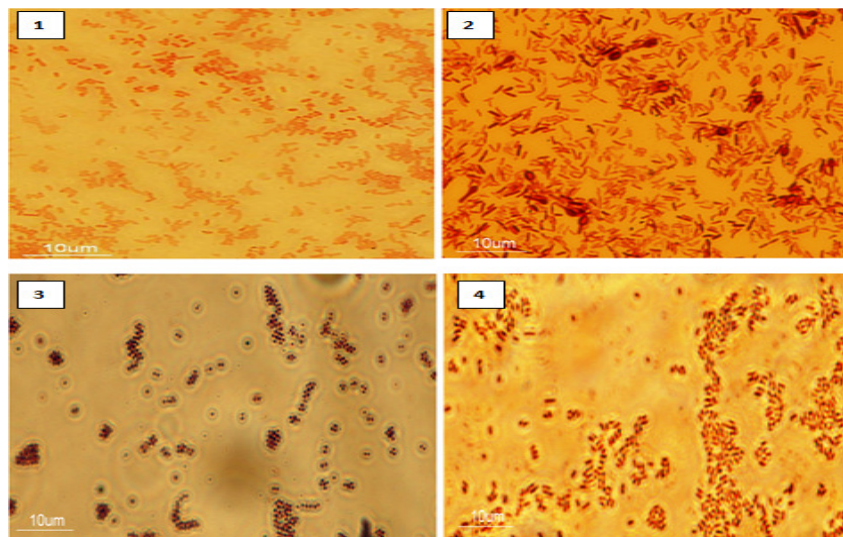
Z próbek ścieków i gleby wyizolowano i zidentyfikowano kilka gatunków bakterii o właściwościach chorobotwórczych, stanowiących potencjalne sanitarne zagrożenie. Uznano te bakterie za podstawowe wskaźniki mikrobiologiczne w badaniach (tab. 1).

Tab. 1. Gatunki bakterii (prawa kolumna) wykryte w pobranych próbkach gleby i ścieków (lewa kolumna), będące potencjalnymi wskaźnikami zagrożenia sanitarno-mikrobiologicznego

Tab. 1. Bacterial species (right column) detected in samples of soil and sewage (left column), which are potential indicators of sanitary-microbiological hazards

| Próbka      | Wyizolowane patogenne gatunki bakterii (potencjalne wskaźniki)                                                                                                                                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K I – K III | <i>Escherichia coli</i> - brak w K III; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> - brak w K II i K III; <i>Enterococcus faecalis</i> - brak w K II i K III                                                 |
| X I – X III | <i>Clostridium difficile</i> - brak w X II; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Streptococcus uberis</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> |
| S           | <i>Clostridium difficile</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Streptococcus uberis</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>              |

Analiza wyników (tabela 1) potwierdza wyizolowanie i zidentyfikowanie z pobranych próbek 6 gatunków bakterii będących patogenami bądź potencjalnymi patogenami. Największe podobieństwo pod względem różnorodności tych bakterii występuje pomiędzy próbkami ścieków (S) oraz gleby z najbliższego sąsiedztwa zbiornika (X I – X III). W próbkach X I i X III gatunki te pokrywały się z tymi, które wyizolowano ze ścieków. Natomiast w próbce X II były obecne wszystkie bakterie poza *Clostridium difficile*. W próbkach kontrolnych (K I – K III) wykryto tylko 3 gatunki spośród tych bakterii, przy czym należy zaznaczyć, że w próbce K III nie było żadnego z nich, a w KII obecne były tylko bakterie *Escherichia coli*. Pod względem liczebności bakterii należących do tych gatunków, w próbkach X I – X III były one bardziej liczne niż w próbkach kontrolnych (K I – K III). Przykładowe obrazy bakterii uzyskane z preparatów mikroskopowych przedstawiono na fot. 1.



Fot. 1. Przykładowe zdjęcia uzyskane podczas obserwacji mikroskopowej (mikroskop NIKON Eclipse E600, powiększenie 1000x) preparatów bakterii wyhodowanych na zastosowanych podłożach: 1 - *Escherichia coli*, 2 - *Clostridium difficile*, 3 - *Staphylococcus aureus*, 4 - *Pseudomonas aeruginosa*

Phot. 1. Sample images obtained during observation microscope (NIKON Eclipse E600, extension 1000x) preparations of bacteria grown on used medium: 1 - *Escherichia coli*, 2 - *Clostridium difficile*, 3 - *Staphylococcus aureus*, 4 - *Pseudomonas aeruginosa*

## PODSUMOWANIE

Zanieczyszczanie gleby i wód należy do jednego z głównych problemów związanych z gospodarowaniem powstających ścieków bytowo-gospodarczych. Zjawisko to jest czasami wynikiem przypadku, jednak znacznie częściej celowej działalności ludzkiej [Zadroga i in. 2001]. Problem jest szczególnie ważny, gdyż mamy tutaj do czynienia z bezpośrednim kontaktem ścieków z najbliższym otoczeniem człowieka. Dlatego istotnym elementem prowadzonych w tym zakresie badań, jest poszukiwanie wskaźników (w tym mikrobiologicznych) pozwalających na szybkie wykrywanie i usuwanie skutków skażeń. Do ilościowych wskaźników zaliczyć można hodowle prowadzone w kierunku oznaczania liczebności bakterii z rodziny *Pseudomonadaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae*, *Enterobacteriaceae* [Bahig i in. 2008, Kobabe i in. 2004]. Zastosowanie w części przypadków, oprócz tradycyjnej metody Kocha, mogą znaleźć również testy Petrifilm, których skuteczność potwierdzono w badaniach. Jako wskaźniki jakościowe mogą służyć powszechne w ściekach oraz przewodach pokarmowych ludzi i zwierząt gatunki patogenów bakteryjnych, jak np. *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* czy *Clostridium difficile* [Kaźmierczuk i Kalisz 2010, Smyła i in. 2003]. Ich obecność potwierdzono w ściekach i glebie w pobliżu zbiornika bezodpływowego. Są to przeważnie bakterie chorobotwórcze, w większości również toksynogenne. Ich występowanie wynikające najprawdopodobniej z nieszczelności konstrukcji szamb i kanalizacji, może zagrażać zdrowiu mieszkańców.

## LITERATURA

1. BAHIG A.E., ALY E.A., KHALED A.A., AMEL K.A., *Isolation, characterization and application of bacterial population from agricultural soil at Sohag Province, Egypt*. Malaysian Journal of Microbiology, 4, (2), 42-50, 2008
2. BŁASZCZYK M.K.: *Mikroorganizmy w ochronie środowiska*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 40-50, 2007
3. BŁASZCZYK M.K.: *Mikrobiologia środowisk*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 339-343, 2010
4. CYPROWSKI M., KRAJEWSKI J.A.: *Czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w oczyszczalniach ścieków komunalnych*. Medycyna Pracy, Nr 54, 1, 73-80, 2003
5. DE VOS P., GARRITY G.M., JONES D., KRIEG N.R., LUDWIG W., RAINEY F.A., SCHLEIFER K-H., WHITMAN W.B.: *Bergey's Manual of*

- Systematic Bacteriology: Volume 3: The Firmicutes*. Second Edition. Springer, Nowy York, 21-114, 392-401, 594-602, 655-673, 738-772, 2009
6. GOŁOFIT-SZYMCZAK M., ZAPÓR L.: *Zagrożenia biologiczne w oczyszczalniach ścieków komunalnych*. Bezpieczeństwo Pracy, Nr 3, 26-28, 2007
  7. KAŹMIERCZUK M., KALISZ L.: *Bakterie hemolizujące proponowanym wskaźnikiem skuteczności higienizacji wapnem komunalnych osadów ściekowych*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 42, 183-191, 2010
  8. KOBABE S., WAGNER D., PFEIFFER E.M.: *Characterisation of microbial community composition of a Siberian tundra soil by fluorescence in situ hybridisation*. FEMS Microbiology Ecology, 50, 13-23, 2004
  9. MAUKONEN J., MÄTTÖ J., SUIHKO M-L., SAARELA M.: *Intra-individual diversity and similarity of salivary and faecal microbiota*. Journal of Medical Microbiology, Nr 57, 1560-1568, 2008
  10. ROMDHANA M.H., LECOMTE D., LADEVIE B., SABLAYROLLES C.: *Monitoring of pathogenic microorganisms contamination during heat drying process of sewage sludge*. Process Safety and Environmental Protection, Nr 87, 377-386, 2009
  11. SMYŁŁA A., PIOTROWSKA-SEGET Z., TYFLEWSKA A.: *Pathogenic bacteria hazard in surface waters*. AUMC Limnological Papers, Toruń, XIII, 110, 159-169, 2003
  12. STALEY J.T., BOONE D.R., BRENNER D.J., DE VOS P., GARRITY G.M., GOODFELLOW M., KRIEG N.R., RAINEY F.A., SCHLEIFER K-H.: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume 2: The Proteobacteria, Part B: The Gammaproteobacteria*. Second Edition. Springer, Nowy York, 323-358, 607-624, 2005
  13. TOZE S.: *PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewater*. Water Research, Nr 33, 17, 3545-3556, 1999
  14. ZADROGA B., OLAŃCZUK-NEYMAN K.: *Ochrona i rekultywacja podłoża gruntowego*. Gdańsk: Wydawnictwo PGdań, 226, 2001
  15. ZAMORSKA J.: *Organizmy patogenne w osadach ściekowych*. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Oddział w Rzeszowie, Zeszyty Naukowe, Nr 9, 91-98, 2007

## **MICROBIOLOGICAL INDICATORS FOR SANITARY SOIL CONTAMINATION NEAR LEAKING CESSPOOL**

### *S u m m a r y*

*The main purpose of this thesis was to determine the microbiological indicators confirm that the phenomenon of leakages cesspool, contamination of nearby soil by municipal sewage. In the sewage samples and the soil were isolated and identified several species of bacteria, representing a potential health hazard: Escherichia coli, Enterococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Clostridium difficile, Streptococcus uberis.*

Key words: municipal sewage, cesspool, microbiological indicators,  
pathogenic bacteria, soil

TADEUSZ CHRZAN<sup>\*</sup> PRZEMYSŁAW BŁOCH<sup>\*\*</sup>,  
ŁUKASZ ZAWORSKI<sup>\*\*</sup>

**SPOŁECZNO-EKONOMICZNE UWARUNKOWANIA  
BUDOWY KOMBINATU WĘGLOWO-ENERGETYCZNEGO  
W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM**

*Streszczenie*

*Z przeprowadzonej analizy wynika, że kolejne złoża surowców energetycznych się wyczerpują. Należy uruchamiać nowe kopalnie na nowych złożach. Nowe duże złoża węgla brunatnego znajdują się w województwie lubuskim w okolicach miejscowości Gubin-Mosty-Brody. W pracy wskazano społeczno-ekonomiczne uwarunkowania budowy kopalni i elektrowni w województwie lubuskim. Dzięki tej inwestycji wzrośnie poziom uprzemysłowienia regionu, a w ślad za tym oczekiwanym efektem jest wzrost jego zamożności.*

Słowa kluczowe: węgiel brunatny, kopalnie odkrywkowe, elektrownie.

**WSTĘP**

Obecnie w Polsce wydobywa się węgiel brunatny w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów, Turów, Konin, Adamów. Dotychczasowe złoża stopniowo się wyczerpują, a niektóre kopalnie jak Adamów w najbliższej przyszłości zostaną zamknięte. Spowoduje to, że nastąpi zmniejszenie produkcji energii elektrycznej na bazie węgla brunatnego. Dla utrzymania dotychczasowych wyników wydobywania górnictwa, a także dla wytworzenia takiej samej ilości energii elektrycznej z węgla brunatnego zachodzi potrzeba przystąpienia do budowy nowej kopalni i elektrowni. Energia elektryczna (mierzona jako watogodzina, Wh) z węgla brunatnego [Chrzan 2010] jest tańsza o 18,2% od energii elektrycznej z węgla kamiennego o 96% z gazu i o 253% z elektrowni wodnych. W regionie Lubuskim znajdują się zasoby bilansowe złoża węgla brunatnego szacowane na 4 mld ton. Złoże Gubin, z uwagi na korzystne parametry geologiczno-górnice oraz duże zasoby węgla umożliwia budowę nowego zagłębia paliwowo-

---

<sup>\*</sup> Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski  
<sup>\*\*</sup> doktorant budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski

energetycznego. Jak podkreśla Polska Grupa Energetyczna (PGR) w przyszłości zagłębie to może stanowić ważne źródło energii w krajowym systemie elektroenergetycznym. Nowa kopalnia i elektrownia powstałaby na złożu węgla brunatnego w miejscowościach Gubin-Mosty-Brody (GMB). Stanowi to szansę na szybkie uprzemysłowienie regionu i znaczny napływ gotówki dla samorządu i gmin oraz zmniejszenia bezrobocia w województwie.

### **PROGNOZOWANIE WYDOBYCIA WĘGLA BRUNATNEGO**

W Polsce wydobywa się obecnie corocznie około 60 mln Mg węgla brunatnego. Obecny poziom wydobywania będzie utrzymywał się tylko do 2022 roku. Po tym okresie nastąpi spadek wydobywania węgla brunatnego w Polsce, co spowoduje wzrost ceny energii elektrycznej. W związku z tą sytuacją należy podjąć działania w celu eksploatacji nowych złóż węgla brunatnego. Wśród dużych polskich złóż węgla brunatnego do zagospodarowania proponowane są złoża węgla brunatnego położone w rejonie Legnicy (14,5 miliarda ton) oraz złożo Gubin-Mosty-Brody 2 miliardy ton. Złożo Gubin-Mosty-Brody (GMB) położone jest przy granicy z Niemcami. Na tym samym geologicznie złożu w kopalni Jänschwalde wydobywa się po stronie niemieckiej 15 milionów ton węgla rocznie, który jest spalany w elektrowni o mocy 3000 MW [Kasztelewicz 2008]. Aby utrzymać wydobywanie węgla brunatnego i ceny energii elektrycznej na dotychczasowym poziomie to należy do 2022 r. wybudować nową kopalnię i elektrownię (GMB), ponieważ w 2022 r. jak wynika z treści rysunku 1 kopalnia Adamów zakończy wydobywanie. Budowa nowych kopalń węgla brunatnego i elektrowni ma olbrzymie znaczenie dla polskiej energetyki tak, aby mogły one w przyszłości zastąpić produkcję energii elektrycznej pochodzącej z dziś eksploatowanych rejonów. Planowane do uruchomienia kopalnie mogą przez długie lata dostarczać surowiec do produkcji taniej energii elektrycznej, spowodować rozwój gospodarczy nowego regionu oraz zapewnić naszemu krajowi bezpieczeństwo energetyczne. Cykl budowy kopalni i elektrowni wynosi około 12 lat. Dlatego też budowę kopalni GMB należy rozpocząć jak najszybciej, aby zapewnić utrzymanie po roku 2022 dotychczasowego wydobywania węgla brunatnego.

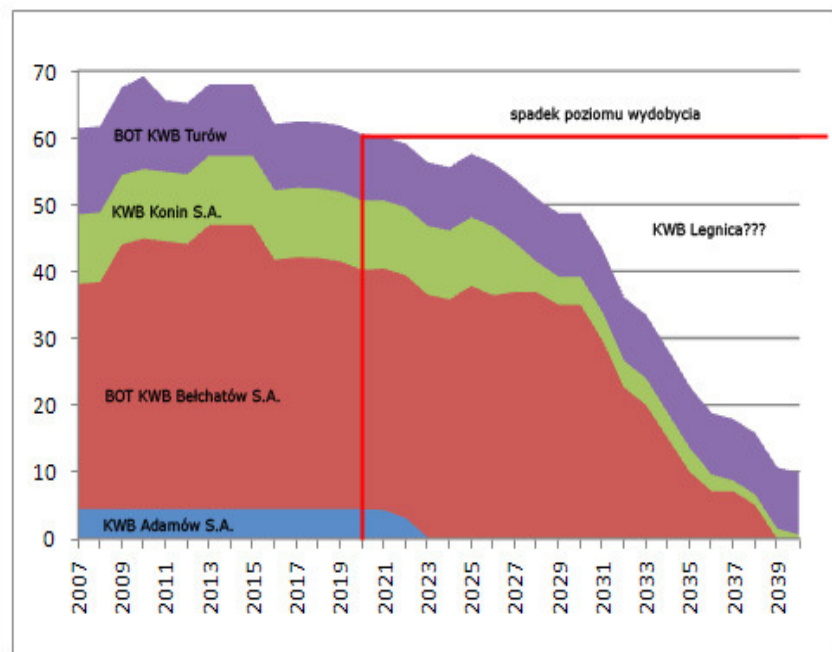
### **ZASOBY BILANSOWE ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO W REGIONIE LUBUSKIM**

Zasoby bilansowe złoża węgla brunatnego w regionie lubuskim pokazano na mapie poniżej [Kasztelewicz 2012]. Podano ilość zasobów bilansowych w poszczególnych złożach węgla brunatnego oraz kategorie udokumentowanych złóż. Zasoby geologiczne bilansowe są ilością kopaliny w granicach złoża

(w tonach lub metrach sześciennych), której jakość odpowiada aktualnym kryteriom gospodarczego wykorzystania, a złoża spełnia kryteria geologiczno-górnictwa bilansowości umożliwiające jego eksploatację. Zasoby pozabilansowe – kopalina, która nie spełnia kryteriów bilansowości. Złóża są dokumentowane na podstawie kategorii rozpoznania złoża, czyli w kategorii A, B, C1, C2 i D.

- 1) Kategoria D – granice złoża, jego budowę geologiczną i zasoby określa się na podstawie odosobnionych wyrobisk, interpretacji geologicznej danych geofizycznych przy zastosowaniu ekstrapolacji; błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów może przekraczać 40%;

**Prognozowane wydobycie węgla brunatnego w polskich kopalniach odkrywkowych  
w mln Mg**



*Rys. 1. Prognozowane wydobycie węgla brunatnego w Polsce,  
oś x lata, oś y miliony ton*

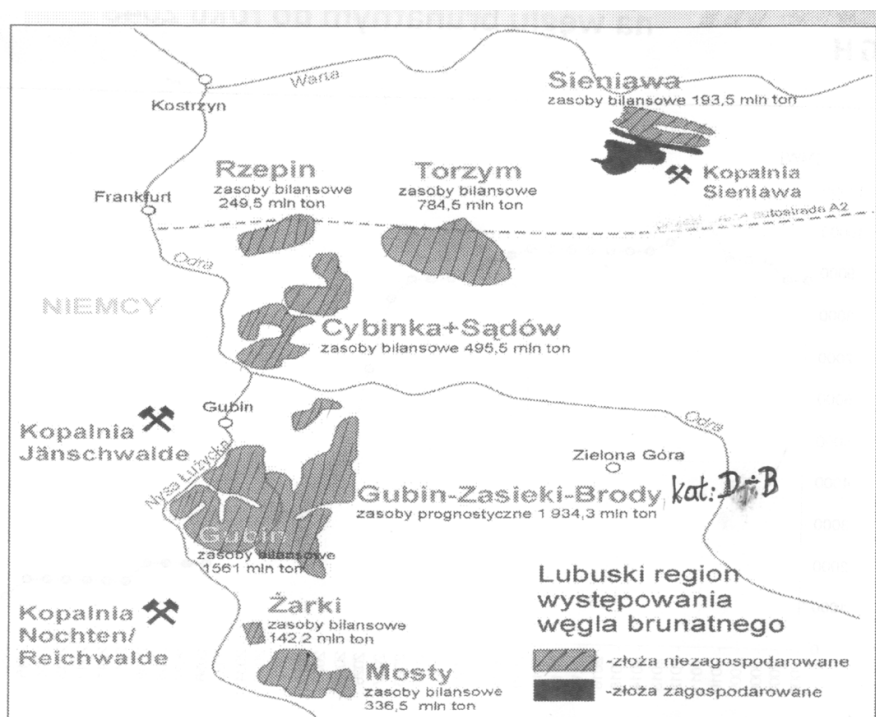
*Fig. 1. Prediction of brown coal mining in Poland,  
x-axis – years, y-axis millions tons*

[Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego 2006].

- 2) W kategorii C2 – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych z wyrobisk, odsłonięć naturalnych metodą interpolacji, poznane są główne

cechy formy, budowy i tektoniki złoża; wstępnie są określone warunki geologiczno-górniczne eksploatacji; jakość kopaliny jest rozpoznana na podstawie systematycznego opróbowania w pełnym zakresie możliwych zastosowań kopaliny, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 40%;

- 3) W kategorii C<sub>1</sub> – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych z wyrobisk rozpoznawczych, z odsłonień naturalnych lub badań geofizycznych metodą interpolacji, stopień rozpoznania złoża jest wystarczający do opracowania projektu zagospodarowania złoża, w tym do szczegółowego określenia formy, budowy, tektoniki złoża i jakości kopaliny w złożu, warunków geologiczno-górnicznych eksploatacji, oraz do dokonania oceny wpływu przewidywanej eksploatacji na środowisko, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 30%;



Rys. 2. Położenie złóż węgla brunatnego w rejonie lubuskim [Kasztelewicz 2012]

Fig. 2. Location of lignite deposits in the region Lubuskie [Kasztelewicz 2012]

- 4) W kategorii B – granice złoża kopaliny określa się w sposób uściślony na podstawie specjalnie wykonanych w tym celu wyrobisk rozpoznawczych lub badań geofizycznych, wymagane jest określenie formy i budowy złoża, podstawowych cech tektoniki w sposób jednoznaczny, jakość i własności technologiczne kopaliny powinny być potwierdzone wynikami prób w skali półtechnicznej lub przemysłowej, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 20%;
- 5) Kategoria A – maksymalny błąd szacowania podstawowych parametrów złożowych wynosi 10%. Rozpoznanie budowy złoża jest oparte na wynikach prowadzonej eksploatacji.

Bierze się pod uwagę wybudowanie dwóch wieloodkrywkowych kopalni węgla brunatnego, 1-KWB Cybinka na złożach Cybinka, Rzepin i Torzym oraz 2 KWB Gubin na złożach Gubin, Żarki i Mosty [Kasztelewicz 2012]. Państwowy Instytut Geologiczny w latach 2010-2012 przeprowadził dodatkowe prace w kategorii od D do B, które udokumentowały zasoby bilansowe złoża Gubin-Zasieki-Brody na 2,019 miliarda ton. Kopalnia Cybinka wydobywałaby 19,5 mln. ton węgla brunatnego na rok a kopalnia Gubin 26 mln ton na rok, razem 45,5 mln ton na rok.

#### **CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE KAPITAŁ INTELEKTUALNY WOJEWÓDZTWA LUBUSKIEGO NA TLE INNYCH WOJEWÓDZTW [RANKING]**

Kapitał intelektualny województwa Lubuskiego wyrażony w postaci niżej wymienionych czynników w stosunku do średniej krajowej i ogółu ludności województwa (O.L.) wynosi n % i plasuje nasze województwo wśród 16 województw na miejscu n-tym. Poniższą analizę opracowano na podstawie danych GUS z 2007 roku.

1. Studenci szkół wyższych stanowią 3,4 % O.L. – miejsce 16 wśród województw,
2. Nauczyciele akademicy 6,5% O.L. – 8 miejsce,
3. Studenci studiów podyplomowych 0,4% O.L. – 4 miejsce,
4. Studenci studiów doktoranckich 0,12% O.L. – 1 miejsce,
5. Liczba linii telefonicznych 2,7% na O.L. – 14 miejsce,
6. Liczba odbiorników radiowych 3,0% na O.L. – 13 miejsce,
7. Liczba odbiorników telewizyjnych 3,0% na O.L. – 13 miejsce,
8. Nakłady na badania i rozwój 0,4% nakładów krajowych – miejsce 15,
9. Pracownicy krajowego sektora badawczo-rozwojowego 1,0% – 16 miejsce,
10. Nakłady na dz. Innowacyjną 1,0% nakładów krajowych – 16 miejsce,
11. Podmioty gospodarcze w systemie Regon 10,5% na O.L. – 3 miejsce,
12. Linie produkcyjne z automatyzowane 410 sztuk – 13 miejsce,
13. Komputery sterujące procesami 671 sztuk – 14 miejsce,

14. Produkt krajowy brutto 2,4% produktu krajowego – 14 miejsce.

Jak wynika z przedstawionej analizy województwo Lubuskie jest jednym z najbiedniejszych województw w kraju o niskim kapitale intelektualnym.

#### **PROGNOZOWANE ROCZNE DOCHODY GMIN PRZY EKSPLOATACJI DWÓCH KOPALŃ**

Roczne dochody gmin z tytułu eksploatacji węgla w ilości 45,5 mln ton rocznie obliczono proporcjonalnie do eksploatacji 60 mln ton w 2008 r. [Kasztelewicz 2012] wyniosą:

|                                                                              |                   |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Ubezpieczenia społeczne, zdrowotne                                           | 195.129.000,00 zł |
| FGŚP i FP                                                                    | 18.482.000,00 zł  |
| PFRON                                                                        | 9.226.000,00 zł   |
| Podatek od osób fizycznych                                                   | 92.002.000,00 zł  |
| Podatek od osób prawnych                                                     | 48.749.000,00 zł  |
| VAT                                                                          | 257.945.000,00 zł |
| Wypłata z zysku przez jednoosobowe<br>Spółki Skarbu Państwa                  | 15.882.000,00 zł  |
| Wpłaty i kary na NFOŚ (w tym opłata<br>eksploatacyjna na rzecz NFOŚ)         | 27.912.000,00 zł  |
| Podatki, opłaty na rzecz gmin (w tym<br>opłata eksploatacyjna na rzecz gmin) | 182.458.000,00 zł |
| Razem w PLN                                                                  | 874.785.000,00 zł |

#### **UWARUNKOWANIA SPOŁECZNE [GREINERT 2012]**

Województwo lubuskie charakteryzuje się następująco: powierzchnia 13.988 km<sup>2</sup> (4,5% pow. kraju), ludność: 1011 tys. (2,6% ogółu ludności Polski), gęstość zaludnienia 72 osoby/km<sup>2</sup> (Polska 122 osoby/km<sup>2</sup>), produkt krajowy brutto woj. lubuskiego – 30,4 mld zł, co stanowiło za rok 2009 – 2,3% PKB Polski. Bezrobocie – na koniec marca 2012 r. stopa bezrobocia rejestrowanego 16,3% ludzi aktywnych zawodowo. Połowa to ludzie do 34 roku życia. Przeciętne wynagrodzenie brutto w sektorze przedsiębiorstw 2967,62 zł; przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę 1103 zł. Produkcja sprzedana przemysłu w woj. lubuskim 24,6 mld zł, co stanowiło w roku 2010 r. – 2,5% produkcji przemysłowej Polski. Wskaźnik ubóstwa wyższy niż średnia krajowa: 20,8% w 2005 r., 23,3% w 2010 r. (w kraju: 20,5 – 2005 r., 17,6% – 2010 r.).

Opracowana do 2030 r. Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju [KPZK do roku 2030] oraz zapisy Krajowej Strategii Rozwoju Regionalnego [KSRR w latach 2010-2020] otwierają nową perspektywę rozwojową regionu

lubuskiego związaną ze złożami węgla brunatnego w gminach Gubin i Brody położonych w powiecie krośnieńskim i żarskim.

**ANALIZA SPOŁECZNO-EKONOMICZNA STANU  
OBECNEGO GMIN NA TERENACH, NA KTÓRYCH BĘDZIE  
BUDOWANA KOPALNIA I ELEKTROWNIA**

Podstawowe dane statystyczne (Greinert [2012], za US w Zielonej Górze):

- a) Gmina Brody, woj. lubuskie, powiat żarski; powierzchnia 240 km<sup>2</sup>, lasy 65,66%, użytki rolne 26,29%, drogi, wody, tereny zabudowane 8,05%. Ludność: 3586 osób; 15 sołectw i 19 miejscowości; większe miejscowości: Brody (1017 mieszk.), Koło, Biecz, Datyń i Zasieki. Gospodarstwa rolne: 618, w tym: 297 (48%) do 1 ha, 207 (33%) od 1 do 5 ha, 37 (6%) od 5 do 10 ha, 37 (6%) od 10 do 15 ha, 40 (6%) powyżej 15 ha. Udział bezrobotnych zarejestrowanych w liczbie ludności w wieku produkcyjnym 14,8%. Mieszkania: 965, 770 (80%) zbudowanych przed rokiem 1945; budynki mieszkalne: 641, 565 (88%) zbudowanych przed rokiem 1945. Ludność korzystająca z instalacji: wodociągowej – 74%, kanalizacji – 28%.
- b) Gmina Gubin, woj. lubuskie, powiat krośnieński; powierzchnia 380 km<sup>2</sup>, lasy 57,2%, użytki rolne 33,0%, drogi, wody, tereny zabudowane 9,8%. Ludność: 7612 osób; 19 sołectw i 21 miejscowości; większe miejscowości: Chlebowo (656 mieszkańców), Bieżyce, Czarnowice, Grabice, Jaromirowice, Starosiedle, Wałowice. Gospodarstwa rolne: 1184, w tym: 489 (41%) do 1 ha, 441 (37%) od 1 do 5 ha, 90 (8%) od 5 do 10 ha, 65 (5%) od 10 do 15 ha, 99 (8%) powyżej 15 ha. Udział bezrobotnych zarejestrowanych w liczbie ludności w wieku produkcyjnym 16,8%. Ludność korzystająca z instalacji: wodociągowej – 70%, kanalizacji – 10%, gazowej – 4%.

Z analizy powyższych danych wynika, że jest to obszar o niskim poziomie rozwoju i słabo skomunikowany z małą dostępnością do usług [niskie powiązania funkcjonalne]. Z uwarunkowań społecznych wynika, że występuje wysokie bezrobocie oraz mała gęstość zaludnienia (15-20 mieszk./km<sup>2</sup>). Brak terenów o atrakcyjności turystycznej. W zasadzie są to tereny byłych PGR-ów o dużych powierzchniach porolnych o niskiej bonitacji. Teren w większości pokryty lasami. Rozdrobniona sieć osadnicza. W większości jest to stara zabudowa przedwojenna (ok. 80%). Rzadka sieć dróg, drogi przedwojenne. Rolnictwo jest podstawą zatrudnienia. Podsumowując złożę „Gubin” na tle z urbanizowania i zagospodarowania terenów, na których znajdują się inne złoża węgla brunatnego nadaje się do eksploatacji, ponieważ ma duże zasoby, jest mało konfliktowe pod względem środowiskowym, jak i mało konfliktowe pod względem społecznym. Zagospodarowanie złoża jest celowe ze względu na potrzeby energetyczne kraju oraz konieczność podniesienia stopnia zamożności mieszkańców

regionu, co spowoduje także wzrost kapitału intelektualnego a za tym poprawę warunków społeczno-gospodarczych sprzyjającym dalszemu napływowi inwestycji do tego regionu.

## WNIOSKI

- Kolejne złoża węgla brunatnego się wyczerpują i aby wielkość produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego była na tym samym poziomie należy uruchamiać nowe kopalnie wydobywające węgiel z nowych złóż.
- Nowe duże złoża węgla brunatnego nadające się do eksploatacji znajdują się w Województwie Lubuskim w miejscowości Gubin-Mosty-Brody.
- Energia elektryczna produkowana z węgla brunatnego jest najtańsza.
- Zagospodarowanie złoża „Gubin”, czyli budowa kopalni i elektrowni spowoduje podniesienie stopnia zamożności mieszkańców regionu a także wzrost kapitału intelektualnego i co za tym idzie poprawę warunków społeczno-gospodarczych sprzyjającym dalszemu napływowi inwestycji do tego regionu.

## LITERATURA

1. CHRZAN T.: *Węgiel brunatny szansą dla społeczeństwa województwa lubuskiego*, ZN UZ 137, IS 17, Ofic. Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010, 150-156
2. KASZTELEWICZ : *Energia z węgla brunatnego jest najtańsza*, Polski Węgiel, 19.11.2008
3. *Materiały Komitetu Sterującego AGH*, dane internetowe
4. GREINERT A.: *Węgiel brunatny szansą dla rozwoju województwa lubuskiego*, Materiały konferencji „Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku”, Senat R.P.; 29.05.2012 r.
5. NOWORYTA W.: *Zagospodarowanie złoża „Gubin”*, Materiały konferencji „Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku”, Senat R.P.; 29.05.2012 r.
6. KASZTELEWICZ Z.: *Perspektywy węgla brunatnego*, Materiały konferencji „Rola i miejsce węgla brunatnego w krajowej energetyce XXI wieku”, Senat R.P.; 29.05.2012 r.
7. US (Urząd Statystyczny w Zielonej Górze), 2003, *Podstawowe informacje ze spisów powszechnych 2002, gmina wiejska Brody, powiat żarski, województwo lubuskie*, grudzień 2003
8. US (Urząd Statystyczny w Zielonej Górze), 2011, *Statystyczne Vademecum Samorządowca, gmina wiejska Gubin, powiat krośnieński*

9. US (Urząd Statystyczny w Zielonej Górze), 2012a, *Komunikat o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa lubuskiego*, nr 3, marzec 2012
10. US (Urząd Statystyczny w Zielonej Górze), 2012b, *Raport o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa lubuskiego 2011*, kwiecień 2012
11. US (Urząd Statystyczny w Zielonej Górze), 2012c, *Powiaty i gminy w województwie lubuskim w 2009 r., powiat krośnieński*

## **SOCIAL AND ECONOMIC CONDITIONS OF BUILDING LIGNITE BASED ENERGY COMPLEX IN LUBUSKIE PROVINCE**

### *Summary*

*The analysis shows that energy resources are running low. New mines should be run on the new fields. New large lignite deposits are located in Lubuskie Province, in the locality of Gubin-Mosty-Brody. In the study have been indicated the socio-economic conditions of the construction of mine and power plant in the Lubuskie Province. The investment will increase the level of industrialization of the region, and consequently the expected result is an increase in his wealth.*

Key words: brown coal, brown coal mines, energy complex



**UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI  
INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

**ZAPRASZA DO PODJĘCIA STUDIÓW**

**NA KIERUNKU INŻYNIERIA ŚRODOWISKA  
ZE SPECJALNOŚCIAMI: SYSTEMY OCHRONY ŚRODOWISKA,  
URZĄDZENIA SANITARNE, ZAOPATRZENIE W WODĘ,  
UNIESZKODLIWIANIE ŚCIEKÓW I ODPADÓW**

Studia pierwszego stopnia **inżynierskie** odbywają się w formie studiów stacjonarnych (3,5-letnie) i niestacjonarnych (4-letnie).

Studia drugiego stopnia **magisterskie** odbywają się w formie studiów stacjonarnych (1,5-roczone) i niestacjonarnych (2-letnie).

Studia trzeciego stopnia **doktoranckie** odbywają się w formie studiów stacjonarnych (4-letnie).

Informacje o kierunku i specjalnościach znajdziecie Państwo na stronie:

[http://www.wils.uz.zgora.pl/oferta\\_dydaktyczna.html#dwa](http://www.wils.uz.zgora.pl/oferta_dydaktyczna.html#dwa)

Dziekanat WILiŚ (pok. 101 i 102, bud. A-8) czynny: wtorek, środa, czwartek, piątek - w godzinach 10-13, sobota (w czasie zjazdów WILiŚ): w godzinach 8-12, nieczynny – poniedziałek.

Informacje na temat rekrutacji:

<http://rekrutacja.uz.zgora.pl/index.php?akt>

Strona internetowa Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska:

<http://www.wils.uz.zgora.pl/index.html>

Strona internetowa Instytutu Inżynierii Środowiska:

<http://www.iis.uz.zgora.pl/>





**UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI  
INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

**ZAPRASZA  
DO WSPÓŁPRACY**

**Oferujemy wykonanie:**

- ocen oddziaływania na środowisko i raportów środowiskowych, na rzecz opracowań środowiskowych i planistycznych;
- opracowań ekofizjograficznych na inne cele niż wyżej podane;
- projektów koncepcyjnych i wykonawczych rekultywacji terenów zdegradowanych;
- dokumentacji geologiczno-inżynierskich;
- operatów wodno-prawnych;
- badań właściwości wód powierzchniowych i podziemnych, w tym przeznaczonych do spożycia;
- badań ścieków komunalnych i przemysłowych, osadów ściekowych i odpadów;
- badań gleb i gruntów wraz z podaniem zaleceń uprawowych i rekultywacyjnych.