

URSZULA KOŁODZIEJCZYK^{*}, WIKTOR KOŁODZIEJCZYK^{},
LECH KUROCZYCKI^{***}, BEATA RUDNICKA^{**}**

KONCEPCJA ZAGOSPODAROWANIA WÓD OPADOWYCH W MIEJSCOWOŚCI ROZŁOGI K. ŚWIEBODZINA

Streszczenie

Artykuł przedstawia sposób zagospodarowania wód opadowych na obszarze o dużym spadku morfologicznym, położonym w miejscowości Rozłogi k. Świebodzina (woj. lubuskie). Teren ten jest użytkowany przez różnych przedsiębiorców. Zmiana sposobu zagospodarowania terenu przez jednego z nich spowodowała podtapianie obszarów niżej położonych, w tym torów kolejowych zlokalizowanych u podnóża skarpy. Zastosowana koncepcja odwodnienia pozwoliła prawidłowo zagospodarować wody opadowe i złagodzić konflikt występujący pomiędzy użytkownikami analizowanego terenu.

Słowa kluczowe: wody opadowe, spadek morfologiczny, zagospodarowanie terenu

WSTĘP

Niewłaściwe zagospodarowanie wód opadowych może przyczynić się do lokalnych podtopień terenu [Anderson 1991, Kołodziejczyk 2012]. Przykładowo, taka sytuacja miała miejsce w m. Rozłogi (gmina Świebodzin), na terenie użytkowanym przez PHU MIKSPOL S.C. oraz PKP. Zmiana sposobu użytkowania terenu przez PHU MIKSPOL spowodowała zatapianie sąsiednich torów kolejowych, co – jak należy oczekiwać – rodziło konflikt. Konieczne stało się podjęcie działań zabezpieczających ten obszar przed zalewaniem, poprzez odpowiednie zagospodarowanie wód opadowych [Edel 2006a,b; Grau 2000].

* Instytut Inżynierii Lądowej i Środowiska, Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej

** student; Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

*** doktorant; kierunek inżynieria środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

** student; Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Obszar badań znajduje się w miejscowości Rozłogi, powiat Świebodzin, woj. lubuskie (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań

Fot. 1. Location of the study area

Zajmuje powierzchnię około 3 ha. Jest zlokalizowany około 0,5 km na zachód od granic miasta Świebodzin i ograniczony: od północy – drogą międzynarodową nr E30 (Berlin – Warszawa – Moskwa), od zachodu – ul. Generała Świerczewskiego, od południa – międzynarodową magistralą kolejową E-20 (Warszawa Zachodnia – Kunowice – Berlin), od wschodu – obszarami gruntów ornych i nieużytków.

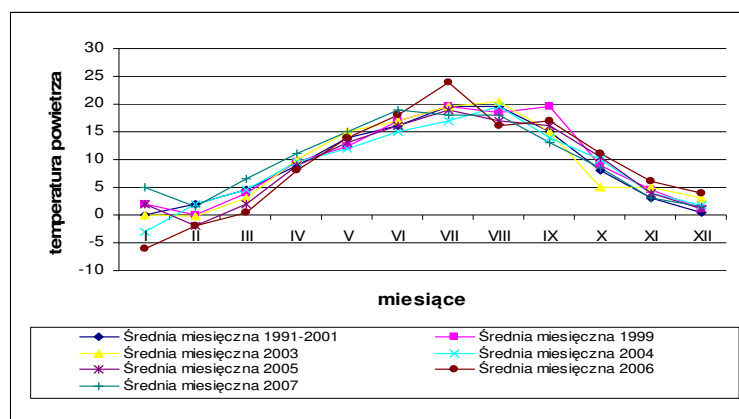
Stanowi fragment jednostki morfologicznej zwanej Pagórkami Świebodzińsko – Sulęcińskimi, ciągnącymi się szerokim pasem przez Wysoczyznę Lubuską od doliny Odry (na południowym wschodzie), poprzez Łągów Lubuski (w części

centralnej), aż do Sulęcina (na północnym zachodzie). Zgodnie z podziałem Polski na regiony fizyczno-geograficzne, leży on w granicach Pojezierza Łagowskiego, wydzielanego w obrębie makroregionu Pojezierze Lubuskie, wykazując znaczne zróżnicowanie i rozczłonkowanie. Zasadniczy element w krajobrazie stanowi Wysoczyzna Lubuska, z charakterystycznym dla niej układem form młodoglacjalnych, w tym wałów i rowów. Rzędne terenu wahają się od 88,48 do 95,7 m n.p.m., z wyraźnym spadkiem w kierunku południowo-zachodnim.

Badany obszar jest zagospodarowany następująco:

- w części południowej i południowo-zachodniej – obiekty PKP (linia kolejowa i budynek trafostacji),
- w pozostałej części – obiekty PHU MIKSPOL S.C., gdzie zlokalizowano: siedzibę firmy, składowisko odpadów budowlanych (w części wschodniej) oraz tereny rolne (w części północno-zachodniej).

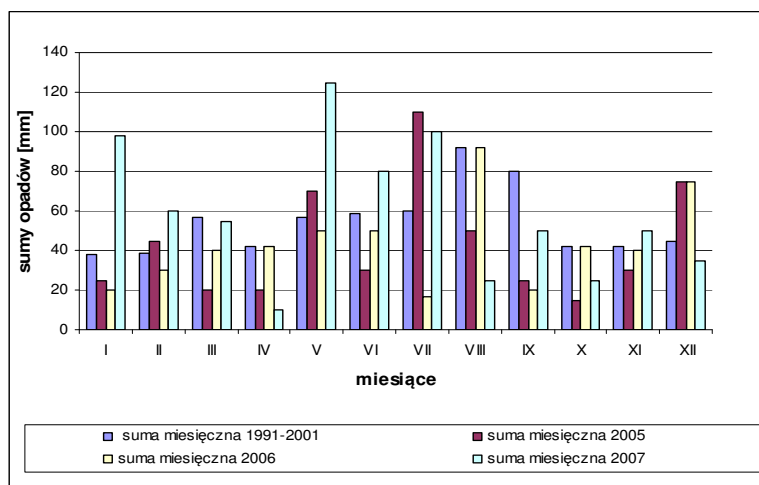
Część obszaru użytkowanego przez PHU MIKSPOL S.C. została przekształcona poprzez: zgromadzenie nasypów z humusu, piasku, gruzu, cegły i betonu, utwardzenie drogi dojazdowej, ustawienie kontenerów biurowo-magazynowych oraz obsianie użytków rolnych. Aktualnie teren jest częściowo odkryty, a częściowo zarośnięty drzewami, zakrzywieniami lub niskimi roślinami (uprawowymi i dziko rosnącymi). Charakterystyczny jest na tym obszarze klimat przejściowy, z dominacją cech klimatu oceanicznego, co powoduje, że zimy są łagodne, a lata cieplejsze i bogatsze w opady atmosferyczne. Istotną cechą tego typu klimatu jest duża zmienność temperatur. Średnia roczna temperatura wynosi $+8,0^{\circ}\text{C}$, przy czym w sezonie grzewczym $-1,6^{\circ}\text{C}$, a w sezonie letnim $+18,0^{\circ}\text{C}$ (rys. 2). Usłonecznienie przekracza 1500 godzin w roku, a miesiącem o najwyższych wartościach usłonecznienia jest maj – 225 godzin.



Rys. 2. Przebieg rocznych temperatur powietrza regionu lubuskiego
Fig. 2 Mileage annual air temperature region of Lubuskie

Na opisywanym obszarze zima jest łagodna i krótka (69 dni), z mało trwałą pokrywą śnieżną, natomiast charakterystyczna jest wczesna wiosna i długie lato (97 dni). Liczba dni pogodnych wynosi 63, pochmurnych 107, a gorących 36.

Z danych uzyskanych w najbliższym posterunku obserwacyjnym IMiGW (Lubinicko-Świebodzin) wynika, że średni opad roczny obliczony z wielolecia jest tutaj niższy od średniego opadu dla Polski i wynosi 537 mm (rys. 3).



Rys. 3. Rozkład rocznych opadów dla posterunku Lubinicko-Świebodzin
Fig. 3. Distribution of annual precipitation for the post Lubinicko-Swiebodzin

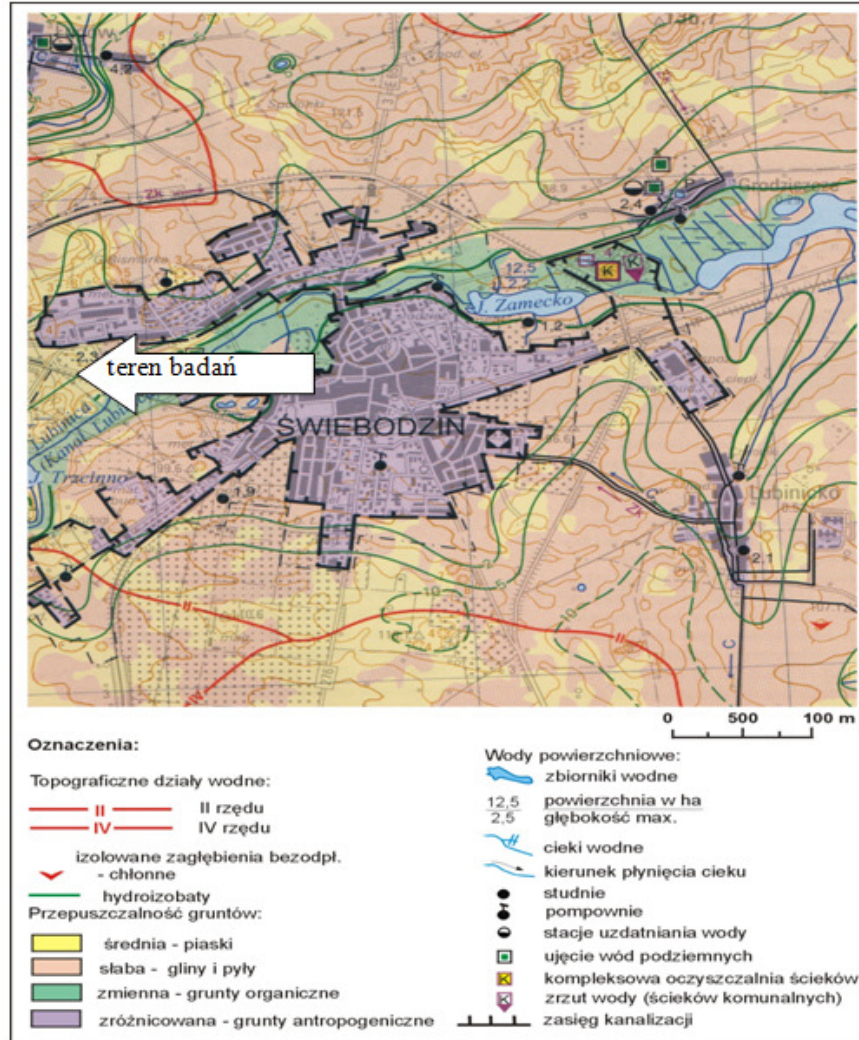
Opad rozkłada się w charakterystyczny sposób:

- na półrocze letnie (V-X) przypada 58% sumy rocznych opadów, z maksymalnymi opadami w lipcu (64 mm) i minimalnymi w lutym (32 mm),
- dla roku wilgotnego suma opadów z półrocza letniego wynosi 58%, a dla roku suchego – 49%,
- średnia wilgotność względna w zimie wynosi 86-88%, a latem 71-78%.

W analizowanym obszarze dominują wiatry z kierunków zachodnich, południowo-zachodnich i północno-zachodnich (łącznie na sektor SW róży wiatrów przypada około 52% wiejących wiatrów).

Hydrografię badanego regionu determinuje dział wodny II rzędu, który rozdziela zlewnie rzek Obrzyca i Ołobok (rys. 4). Działami podrzędnymi są: dział wodny III rzędu, jaki rozgranicza zlewnie poszczególnych dopływów Obrzyca (m.in. Gniłej Obry) i Ołoboku (m.in. Lisicy) oraz dział wodny IV rzędu, rozgraniczające zlewnie dopływów Gniłej Obry (Lubinicy, przepływającej w odle-

głości około 1 km na południe od terenu badań) i Lisicy (Świebódki, przepływającej w odległości około 0,9 km na zachód od terenu badań).



Rys. 4. Hydrografia rejonu badań
Fig. 4. Hydrography the area of research

Dla zlewni Lisicy charakterystyczna jest znaczna ilość drobnych strug oraz niewielkich oczek wodnych, w tym oczek występujących w rejonie miejscowości Rozłogi. Stanowią one relikty najmłodszych procesów glacialnych i funkcjonują w bezodpływowych zagłębieniach, zlokalizowanych na trudno przepuszczalnym gliniastym podłożu. Niejednokrotnie są one jedynymi obiektami wód powierzchniowych, jakie występują w wyższych partiach wysoczyznowych.

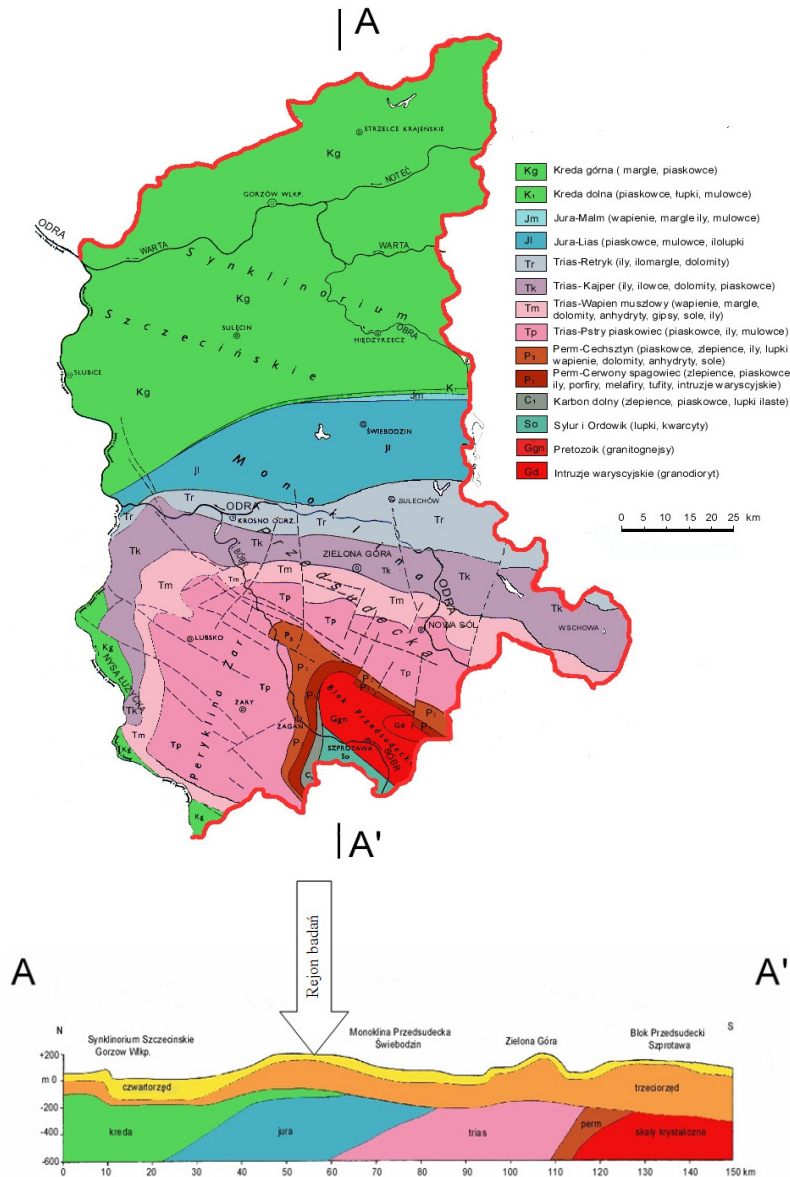
W zagłębieniach dolinnych układ sieci hydrograficznej komplikuje gęsta sieć kanałów i rowów melioracyjnych, sztucznie włączona w naturalne systemy rzeczne. Jest to następstwem licznych prac melioracyjnych, prowadzonych w tym regionie już od XVIII wieku, a intensywnie – od drugiej połowy XIX wieku. Ich efektem jest dzisiaj wyraźne zróżnicowanie gęstości sieci rzecznej; tereny wysoczyznowe (w tym obszar analizowany w niniejszej Koncepcji odwodnienia) są w zasadzie pozbawione sieci rzecznej, natomiast w strefach dolin obserwujemy gęsty system rowów melioracyjnych, połączonych z naturalnymi ciekami.

Analizowany obszar charakteryzuje się specyficznym układem kompleksów glebowych. Występują tu zwłaszcza gleby rdzawe właściwe i gleby płowe, odgórnie oglejone, których pasma rozprzestrzeniają się naprzemianlegle z kierunku północno-zachodniego na południowy wschód. Gleby rdzawe zasadniczo wytworzyły się na glinach piaszczystych i piaskach, szczególnie w strefach akumulacji czołowo-morenowej, w obrębie rozmytych moren dennych oraz w strefach sandrowych. Natomiast gleby płowe, odgórnie oglejone, występują głównie na utworach bardziej zwięzłych, w tym na piaskach gliniastych, glinach i utworach pyłowych. W strefach nawodnionych występują niekiedy wkładki humusu i torfu.

Miejscowość Rozłogi zalega na granicy dwóch głębszych jednostek geologicznych: niecki szczecińskiej i monokliny przedsudeckiej (rys. 5).

Są one reprezentowane przez mezozoiczne utwory kredy górnej, w tym: wapień, wapień margliste, margle i opoki.

Na serii utworów mezozoicznych zalegają utwory trzeciorzędowe – głównie miocenu. Strop utworów trzeciorzędowych osiąga zróżnicowane rzędne: od -120 m n.p.m. (w pasie jezioro Paklicko Wielkie – Rusinów – Smardzewo), poprzez rzędną -60 m n.p.m. (w strefie zlokalizowanej pomiędzy Lubinickiem, Smardzewem i Chociulami), aż do około 0 m n.p.m. (w rejonie Świebodzina).

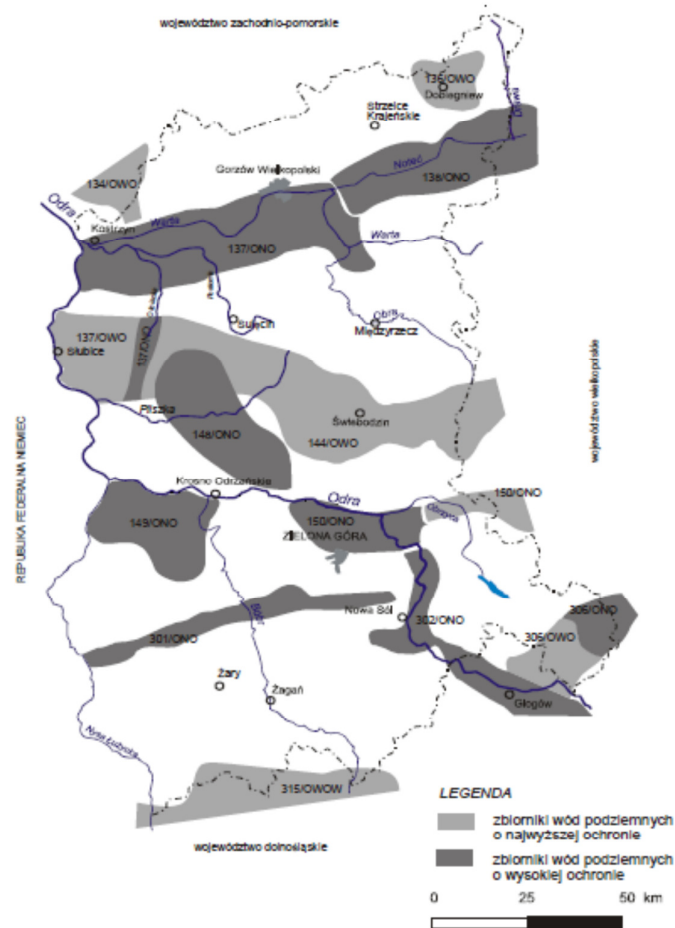


Rys. 5. Budowa geologiczna analizowanego obszaru na tle budowy geologicznej Środkowego Nadodrza
 Fig. 5. The geological structure of the study area on the background of the geological structure of the Middle Oder

W strefach wyniesień pokrywy trzeciorzędowej dominuje miocen środkowy (mułki i ły z wkładkami węgla brunatnego, mułowce, iłowce oraz piaski z wkładkami żwirów), natomiast w strefach obniżień - utwory miocenu górnego (piaski, mułki i ły z wkładkami węgla brunatnego). Miąższość utworów trzeciorzędowych jest bardzo zróżnicowana i waha się od 50 m do ponad 200 metrów. Czwartorzęd reprezentowany jest głównie przez utwory związane z działalnością lądolodu i wód lodowcowych (w okresach glacialnych) oraz wód rzecznych (w interglacjach). Zespół form pochodzenia lodowcowego związany jest zasadniczo z dwoma pokładami gliny morenowej: środkowopolskiej (o miąższości dochodzącej miejscami do około 100 m) oraz bałtyckiej – faza leszczyńska (o miąższości kształtującej się w granicach kilku metrów). Pokłady glin morenowych rozdzielone są warstwą utworów interglacialnych (żwiry, pyły, mułki oraz piaski, o sumarycznej miąższości około 50 metrów). Często, we wnętrzu wzgórz morenowych spotyka się zaburzone glacitektonicznie utwory gliniaste i wodnolodowcowe starszego plejstocenu, natomiast w strefie wysoczyznowej tych jednostek dominuje glina zwałowa, a miejscami – piaski, żwiry i głązy lodowcowe.

Analizowany rejon znajduje się w regionie wielkopolskim (nr XIII), charakteryzującym się występowaniem głównego poziomu użytkowego w utworach czwartorzędowych, wykształconego podczas zlodowacenia północnopolskiego. Miąższość warstw wodonośnych przekracza 70 metrów. Wydajność studni eksploatujących ten poziom wodonośny wynosi od 15 do 50 m³h⁻¹, a niekiedy – ponad 120 m³h⁻¹. Głębokość zalegania wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego wykazuje duże zróżnicowanie, szczególnie w obszarach wysoczyznowych o skomplikowanej budowie geologicznej (nierzadko zaburzonej glacitektonicznie). Zwierciadło wód podziemnych pierwszego poziomu zalega najpłycej, bo do 1-2 m p.p.t. w najniższych częściach dolin rzek: Gniłej Obry, Lubinicy i Lisicy oraz w sąsiedztwie zagłębień bezodpływowych i jezior. W obrębie wysoczyzn morenowych owe zwierciadło zalega na głębokości poniżej 5 m p.p.t. Lokalnie pojawiają się również strefy, gdzie zwierciadło wód podziemnych kształtuje się na głębokości nawet poniżej 20 metrów; są to zazwyczaj najwyższe partie wysoczyzn morenowych gliniastych, gdzie wody podziemne tworzą poziom podglinowy o zwierciadle napiętym.

W podłożu gruntowym analizowanego obszaru, na głębokości 60 m p.p.t., zalega zbiornik wód podziemnych wysokiej ochrony nr 144 (rys. 6), o szacunkowych zasobach dyspozycyjnych wynoszących 480 tys. m³/d.



Rys. 6. Rozmieszczenie głównych zbiorników wód podziemnych w rejonie badań
 Fig. 6. Arrangement of the major aquifers in the area of research

Pierwszy poziom wód podziemnych zalega tutaj na głębokości ponad 4,5 m p.p.t., czyli poniżej rzędnych 85,0 m n.p.m. w części południowej analizowanego obszaru i 88,0 m n.p.m. w części północnej.

Szczegółowe rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych w obrębie analizowanego obszaru przeprowadzono na podstawie wierceń ręcznych, wykonanych do głębokości 4,5 m p.p.t. Z badań tych wynika, że w podłożu obszary występują utwory niespoiste, wykształcone w postaci piasków z domieszką żwirów, lokalnie lekko zaglinionych lub zawierające kilkucentymetrowe wkładki gliny piaszczystej.

KONCEPCJA ZAGOSPODAROWANIA WÓD OPADOWYCH

Konceptję zagospodarowania wód opadowych opracowano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U z 2002r. Nr 75 poz. 690), wynikające z art. 7 ust. 2 pkt 1 Prawa budowlanego. Ponieważ analizowany obszar nie jest wyposażony w kanalizację umożliwiającą odprowadzenie wód opadowych do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, przewidziano odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub do zbiorników retencyjnych.

W tym celu wykonano następujące prace:

a) badany obszar podzielono na zlewnie cząstkowe A-F (rys. 7). Podstawą wytyczenia tych zlewni było założenie, że Inwestor (PHU MIKSPOL S.C.), poprzez odpowiednie składowanie odpadów, dokona odpowiednich zmian docelowych w ukształtowaniu terenu (rzędne docelowe).



Rys. 7. Koncepcja odwodnienia (skala 1: 1100)
Fig. 7. The concept of dehydration (scale 1: 1100)

Dla każdej zlewni wyznaczono: powierzchnię, rzędne docelowe, współczynnik filtracji, sposób zagospodarowania terenu (rodzaj gruntu) oraz współczynnik spływu (tab. 1).

Tab. 1. Parametry zlewni cząstkowych

Tab. 1. Parameters the partial catchment area

Ozn. zlewni	Powierzchnia zlewni [m ²]	Rzędne docelowe [m n.p.m.]		Współczynnik filtracji gruntu k [m/s]	Rodzaj terenu	Wsp. spływu ψ
		min	max			
A	6160	92,90	94,90	$6,8 \cdot 10^{-4}$	nasyp (gruz, żwir)	0,25
B	2890	89,73	92,90	$7,2 \cdot 10^{-4}$	utwardzony (50%) pas zieleni (50%)	0,80 0,15
C	6471	92,80	96,00	$7,3 \cdot 10^{-4}$	niezabudowany	0,15
D	7185	88,48	94,86	$7,5 \cdot 10^{-4}$	niezabudowany	0,15
E	851	89,86	91,70	$6,7 \cdot 10^{-4}$	nieszczelne płyty betonowe	0,50
F	7650	88,58	93,10	$7,1 \cdot 10^{-4}$	utwardzony (10%) dach (15%) zielony (75%)	0,80 0,90 0,15

b) obliczono spływ wód opadowych z poszczególnych zlewni cząstkowych (tab. 2), według poniższego schematu.

Natężenie deszczu miarodajnego q wyznaczono stosując wzór Błaszczyka:

$$q = \frac{470 \cdot \sqrt[3]{C}}{t^{0,67}}$$

gdzie:

t – czas trwania deszczu miarodajnego (przyjęto 15 min)

C – częstotliwość pojawienia się deszczu (w obliczeniach przyjęto $C=5$ lat i prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu $p=20\%$),

co dało:

$$q=130 \text{ l/s ha.}$$

Dla poszczególnych zlewni obliczono ilość odprowadzanych wód opadowych, wg wzoru:

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

gdzie:

F – powierzchnia zlewni, ha,

ψ_{sr} – średni współczynnik spływu dla zlewni,

q – natężenie deszczu miarodajnego, l/s ha,

uzyskując następujące wyniki:

zlewnia A;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,25 \cdot 0,616 = 20,02 \text{ l/s}$$

zlewnia B;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

Średni współczynnik spływu:

$$\psi_{sr} = \frac{\psi_1 \cdot F_1 + \psi_2 \cdot F_2}{F_1 + F_2}$$

$$\psi_{sr} = \frac{0,8 \cdot 0,1445 + 0,15 \cdot 0,1445}{0,2890}$$

$$\psi_{sr} = 0,475$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,475 \cdot 0,2890 = 17,85 \text{ l/s}$$

zlewnia C;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,15 \cdot 0,6471 = 12,62 \text{ l/s}$$

zlewnia D;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,15 \cdot 0,7185 = 14,01 \text{ l/s}$$

zlewnia E;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,50 \cdot 0,0851 = 5,53 \text{ l/s}$$

zlewnia F;

$$Q_r = q \cdot \psi_{sr} \cdot F$$

Średni współczynnik spływu:

$$\psi_{sr} = \frac{\psi_1 \cdot F_1 + \psi_2 \cdot F_2 + \psi_3 \cdot F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

$$\psi_{sr} = \frac{0,8 \cdot 0,0765 + 0,15 \cdot 0,57375 + 0,90 \cdot 0,011475}{0,7650}$$

$$\psi_{sr} = 0,21$$

$$Q_r = 130 \cdot 0,21 \cdot 0,7650 = 20,88 \text{ l/s.}$$

Tab. 2. Wartości spływu wód opadowych z poszczególnych zlewni
Tab. 2. The values of rainwater runoff from each catchment area

Zlewnia	Spływ deszczu Q _r , l/s
B	17,85
E	5,53
F	20,88
Suma wody odprowadzanej do gruntu	44,26
A	20,02
C	12,62
D	14,01
Suma wody odprowadzanej do zbiornika	46,65

c) zanalizowano możliwość zagospodarowania wód opadowych spływających z poszczególnych zlewni cząstkowych.

W wyniku szczegółowej analizy dla wód spływających ze zlewni A, C i D zalecono wykonanie zbiornika wsiąkająco-odparowującego.

Przybliżone parametry zbiornika ustalono w poniższych obliczeniach:

- wartość opadu w jednostce czasu;

$$Q_{dopl} = Q_{rcalk} + q \cdot A_s$$

$$Q_{dopl} = 46,65 + 130 \cdot 0,01 = 47,95 \text{ l/s},$$

- wydajność wsiąkania;

$$Q_s = v_f \cdot A_s = \frac{1}{2} \cdot k_f \cdot A_s,$$

gdzie:

A_s – dyspozycyjna powierzchnia dla wsiąkania,

k_f – współczynnik filtracji (w obliczeniach uwzględniono współczynnik filtracji wyznaczony doświadczalnie dla gruntu z otworu wiertniczego nr 1),

$$Q_s = \frac{1}{2} \cdot 7,6 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 38 \text{ l.s.},$$

- jednostkowe parowanie z powierzchni zbiornika;

$$Q_p = 0,116 \cdot E_{sr} \cdot F / T,$$

gdzie:

$E_{sr} = 120 \text{ mm/m-c}$ – średnie parowanie miesięczne w sezonie wegetacyjnym,

$T = 30 \text{ dób/m-c}$ – czas w okresie wegetacyjnym,

$F = 0,01 \text{ ha}$ – powierzchnia zbiornika,

$$Q_p = 0,116 \cdot 120 \cdot 0,01 / 30 = 0,0046 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 0,0046 \text{ l/s},$$

- wymagana objętość zbiornika;

$$V = (Q_{dopl} - Q_s - Q_p) \cdot T,$$

$$V = (47,95 - 38 - 0,0046) \cdot 7200 = 71607 \text{ l},$$

$$V = 72 \text{ m}^3,$$

- minimalne wymiary zbiornika;
 - powierzchnia: $F = 100 \text{ m}^2$,
 - głębokość (z uwzględnieniem norm dotyczących maksymalnego poziomu wody w tego typu zbiornikach: $H_{\min} = 1,3 \text{ m}$).

Wody spływające ze zlewni B, E i F zalecono rozsączyć do gruntu.

Obliczenia warunków rozsączania:

- objętość spływającej wody;

$$Q_{dopl} = 44,26 \text{ l/s},$$

- wydajność wsiąkania;

$$Q_s = v_f \cdot A_s = \frac{1}{2} \cdot k_f \cdot A_s$$

gdzie:

A_s – dyspozycyjna powierzchnia dla wsiąkania,

- obliczenia infiltracji wód (wykonano je przyjmując współczynnik filtracji dla gruntu z otworu wiertniczego nr 1);

$$Q_s = \frac{1}{2} \cdot 7,6 \cdot 10^{-4} \cdot 200 = 0,076 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_s = 76 \text{ l/s}.$$

Ponieważ wydajność wsiąkania jest większa od wartości opadu, nie stwierdzono konieczności zastosowania innych rozwiązań odwodnienia zlewni B, E i F niż infiltracja do gruntu. Na podstawie analizy przyjęto, że projektowane rozwiązania nie będą zagrażały środowisku naturalnemu [Kołwzan 2005, Sawicka-Siarkiewicz 2004].

Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych wskazywało, że są one korzystne do infiltracji wód opadowych: w podłożu zalegają grunty dobrze przepuszczalne dla wody, o współczynniku filtracji $k = 6,8 \cdot 10^{-4} - 34 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, a wody podziemne występują na głębokości ponad 4,5 m p.p.t., czyli poniżej rzędnych 85,0 m n.p.m. (w części południowej badanego obszaru) i 88,0 m n.p.m. (w części północnej).

W celu odwodnienia obszaru zaplanowano następujące rozwiązania:

- infiltrację do gruntu wód spływających ze środkowej oraz południowej części obszaru,
- wykonanie zbiornika wsiąkająco-odparowującego dla wód spływających ze wschodniej, północnej i północno-zachodniej części analizowanego obszaru.

Odwodnienie poprzez infiltrację wód opadowych do gruntu, spływających ze środkowej oraz południowej części obszaru (ze zlewni cząstkowych: B, E i F) jest uwarunkowane odpowiednim ukształtowaniem terenu i budową przepustu pod drogą polną, użytkowaną przez PHU MIKSPOL S.C. (środkowa część analizowanego obszaru). To umożliwi skierowanie wody do rowów odpływowych, zlokalizowanych przy wschodniej i południowej granicy działki nr 416 (zabudowanej obiektami trafostacji PKP) w kierunku zachodnim, po czym – w obszarze położonym dalej na zachód - będzie ona rozsać się do gruntu.

Obliczenia wykazują, że zdolność infiltracyjna gruntu jest większa od wielkości opadu i sugerowany sposób odwodnienia terenu jest wystarczający [Kołodziejczyk (red.) 2009, Wójcicki (red.) 1999].

Konieczne jest jednak: a) odpowiednie wyprofilowanie terenu, gwarantujące żądane kierunki spływu powierzchniowego, b) udroźnienie i wyprofilowanie rowów odpływowych, c) udroźnienie istniejących przepustów pod nasypem kolejowym, w tym przepustu w strefie przejazdu kolejowego (południowa część analizowanego obszaru) oraz przepustu położonego w odległości około 25 m na zachód od tego przejazdu.

Aktualnie, dominujący udział w objętości spływu powierzchniowego z tej części analizowanego obszaru ma spływ z działki nr 416, zabudowanej obiektami trafostacji PKP (zlewnia cząstkowa F); zarówno z powierzchni dachu, jak i terenu okalającego budynek trafostacji woda jest kierowana – poprzez infiltrację – do rowu przebiegającego wzdłuż wschodniej granicy tej działki. Proponuje się utrzymanie tego rozwiązania, a następnie – połączenie tych wód z wodami spływającymi ze zlewni cząstkowych B i E, oraz dalsze wyprofilowanie rowu w kierunku zachodnim (wzdłuż południowej granicy działki nr 416), gdzie na granicy z działką nr 415/5 woda ulegnie rozsać się.

Dla zagwarantowania stabilności nasypu kolejowego proponuje się uformowanie – modernizację (podwyższenie) starego nasypu kolejowego, biegnącego wzdłuż południowej granicy działki nr 416, a ponadto – wyprofilowanie dodatkowego rowu pomiędzy tym nasypem i aktualną trakcją kolejową, z odpływem w kierunku zachodnim. Będzie on dodatkowo odwadniać teren – wody z rowu będą kierowane do przepustu pod nasypem kolejowym (odpowiednio udroźnionego), znajdującego się na południe od działki nr 415/5.

Odwodnienie poprzez wykonanie zbiornika wsiąkająco-odparowującego, zlokalizowanego w południowo-wschodniej części działki nr 415/5, proponuje się dla zgromadzenia wód spływających ze wschodniej, północnej i północno-zachodniej części zlewni (zlewnie cząstkowe A, C i D). Celem odprowadzenia dopływających tutaj wód opadowych należy zaprojektować zbiornik o powierzchni około 100 m² i głębokości maksymalnej 1,3 m (rzędna górnej powierzchni zbiornika powinna wynosić około 89,0 m n.p.m., a rzędna dna – około 87,7m n.p.m.). Dla zabezpieczenia przed infiltracją wody ze zbiornika w kierunku nasypu kolejowego i ograniczenia ilości wód gromadzących się w tym

rejonie wskutek rozszączenia wód spływających ze środkowej oraz południowej części obszaru (ze zlewni cząstkowych: B, E i F), proponuje się uszczelnienie ścian zbiornika od strony południowej warstwą gliny o miąższości min. 0,5 m. Ponadto, wzdłuż zachodniej, południowej i wschodniej granicy zbiornika proponuje się usypanie grobli o wysokości około 1,0 m ponad powierzchnię zbiornika (minimalna rzędna korony grobli powinna wynosić 90,0 m n.p.m.). Przedmiotowa grobla powinna być w całości zbudowana z gruntów słabo przepuszczalnych (glin lub iłów, o współczynniku filtracji $k < 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) lub uszczelniona od strony zbiornika warstwą materiału nieprzepuszczalnego (gliny) o grubości 0,3 m.

STAN PO WYKONANIU ODWODNIENIA

Odwodnienie terenu zrealizowano zgodnie z założeniami projektowymi. W ramach robót budowlanych wykonano następujące prace:

- zmieniono ukształtowanie terenu (fot. 1),
- wyprofilowano i utwardzono drogę dojazdową, w pobliżu przejazdu kolejowego (na odcinku 40m) ułożono płyty drogowe ażurowe typu jomba (fot. 2),
- wykonano przepust pod drogą (fot. 3),
- poprawiono stan techniczny istniejących grobli oraz utworzono nową groblę odwadniająco–chłoną, o długości ok. 30 mb,
- wykonano przegarbienia w poprzek drogi dojazdowej do przejazdu kolejowego – w celu sprawniejszego odprowadzenia wód opadowych.



Fot. 1. Widok badanego obszaru – w kierunku północnym
Phot. 1. View of the study area – in a northerly direction



Fot. 2. Fragment utworzonej drogi dojazdowej
Phot. 2. Excerpt created access Road



Fot. 3. Sposób wykonania przepustu drogowego
Fig. 3 The type of road culvert

PODSUMOWANIE

Rozwiązania zastosowane w koncepcji odwodnienia umożliwiły redukcję naturalnego spływu wód opadowych na teren sąsiedniej nieruchomości, w tym torów kolejowych przebiegających wzdłuż południowych granic analizowanego obszaru.

Prace budowlane, polegające na uformowaniu nasypu w obrębie sąsiedniej działki nr 326 (położonej dalej na południe od terenu badań i torów kolejowych) ograniczyły spływ wód opadowych do torowiska z sąsiedniej drogi (ulica Generała Świerczewskiego).

Podjęte działania przyczyniły się do poprawy warunków odwodnienia analizowanego obszaru, a tym samym – stan nasypów kolejowych w analizowanym rejonie.

LITERATURA

1. ANDERSON, D.C. I IN.; 1991. Factors Controlling Minimum Soil Liner Thickness, EPA/600/S2-91/008.
2. EDEL, R.; 2006 (a). Odwodnienie dróg. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa.
3. EDEL, R.; 2006 (b). Powierzchniowe zbiorniki retencyjne. Magazyn Autostrady 1-2, 44-49.
4. GRAU, A.; 2000. Rozwiązanie wód deszczowych na małych działkach. Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków deszczowych. Materiały na seminarium PZLiTS, ATV, Wrocław.
5. KOŁODZIEJCZYK, U.; 2012. Engineering and economic preconditioning for draining of the PWiK facilities in Głogów. *Studia Geotechnica et Mechanica*, Vol. 34, no 1, 3-14.
6. KOŁODZIEJCZYK, U., [RED.]; 2009. Ekologiczne zagadnienia odwodnienia pasa drogowego. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa; ss. 143.
7. KOŁWZAN, B.; 2005. Bioremediacja gleb skażonych produktami naftowymi wraz z oceną ekotoksykologiczną. Prace naukowe IIOŚ Politechniki Wrocławskiej, Monografie 44, Wrocław.
8. SAWICKA-SIARKIEWICZ, H.; 2004. Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru. Dział Wyd. IOŚ, Warszawa.
9. WÓJCICKI, T., [RED.]; 1999. Zasady ochrony środowiska w drogownictwie, tom IV, IBDiM Warszawa.

**CONCEPT RAINWATER MANAGEMENT
IN A CITY ROZŁOGI NEAR THE ŚWIEBODZIN**

S u m m a r y

Article shows how rainwater in an area with a large decrease in morphological, located in the city Rozłogi near the Świebodzin (Lubusz Voivodeship). This area is used by various businesses. Changing land use by one of them caused flooding low-lying areas, including the railway tracks located at the foot of the slope. Applied the concept of dehydration allowed properly utilize rainwater and reduce the conflict that occurs between users fine-tuned analysis of the area.

Key words: rain water, decrease in morphological, land development