PRZYJAZNE naturze

KSZTAŁTOWANIE
RZEK I POTOKÓW

Praktyczny podręcznik

Wrocław– Kraków 2006

Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik

TYTUŁ ORYGINAŁU:
Manual of River Restoration Techniques

WYDAWCA:
© The River Restoration Centre, Silsoe, Beds MK45 4DT Wielka Brytania

POLSKI WYDAWCA:
Polska Zielona Sieć, ul. Sławkowska 26A, 31-014 Kraków

OPRACOWANIE GRAFICZNE I ILUSTRACJE:
Robert i Horda Burns (Drawing Attention) – www.drawingattention.oc.uk

WYKORZYSTANO RÓWNIEŻ GRAFIKI:
Libuše Schmidt

INICJATYWA WYDANIA POLSKIEGO:
Krzysztof Smolnicki

TŁUMACZENIE:
Marek Krukowski, Roman Guziak, Piotr Storta, Michał Radziszewski

REDAKCJA NAUKOWA TŁUMACZENIA:
dr Marek Krukowski

RECENZENCI:
dr Jan Błachuta,
prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara

SPOSÓB CYTOWANIA:
Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik,
Polska Zielona Sieć, Wrocław–Kraków 2006

SKŁAD I ŁAMANIE:
Urszula Piszczek

KOREKTA:
Ryszard Szlagor, Witold Szlagor

PRZYGOTOWANIE DO DRUKU:
I-BiS Usługi komputerowe. Wydawnictwo s.c.
53-505 Wrocław, ul. Lelewela 4, tel. 71/342 25 17
www.i-bis@i-bis.com.pl

WSPÓŁPRACA WYDAWNICZA:

PTP PRO NATURA

dolnośląska fundacja ekorozwoju

ISBN 83-923848-8-1

WYDAWNICTWO DOFINANSOWANE ZE ŚRODKÓW:

Narodowy Fundusz Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

WSPARCIA FINANSOWEGO UDZIELILI RÓWNIEŻ:

DZMiUW
Dolnośląski Zarząd Melioracji
i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu

WWF

Regionalny Zarząd Gospodarki
Wodnej we Wrocławiu

O PODRĘCZNIKU

Inspiracją do powstania niniejszego podręcznika był sukces dwóch dużych projektów rewitalizacji rzek Cole i Skerne, realizowanych pod kierownictwem The River Restoration Project (Projekt Renaturyzacji Rzek), poprzednika RRC, zarządzającego obydwoma projektami w imieniu najważniejszych brytyjskich agend i organizacji działających na rzecz ochrony środowiska, a także właścicieli terenów nadrzecznych.

Zebrane projekty przedstawiają wiele praktycznych metod rewitalizacji i renaturyzacji rzek. Wiedzę zdobywano na wszystkich etapach prac: projektowania i wdrażania, jak również monitoringu naukowego, co pozwoliło dokonać całościowej oceny wymiernych osiągnięć zrealizowanych projektów.

Uczestnicy opisanych przedsięwzięć pragną podzielić się zdobytą w ten sposób wiedzą i mają nadzieję, że będzie mogła być ona wykorzystana przez inne inicjatywy na rzecz rewitalizacji rzek i potoków. Podręcznik jest także jedną z wielu publikacji RRC, która powinna w wyczerpujący sposób zaspokoić oczekiwania stron uczestniczących w realizowanych projektach.

O WYDAWCACH

River Restoration Centre

River Restoration Centre (Centrum Renaturyzacji Rzek) jest ośrodkiem informacyjnym i doradczym w zakresie wszystkich aspektów renaturyzacji, wzbogacania i zrównoważonego zarządzania rzekami. Stanowi platformę wymiany informacji i ekspertów w Wielkiej Brytanii. Poprzez sieć doradców doświadczonych w zakresie hydrotechniki, hydrologii, geomorfologii, ekologii i zarządzania rzekami udziela informacji zarówno ogólnych, jak i o konkretnych projektach, rozwiązaniach, a nawet potencjalnych partnerach, konsultantach i dostawcach. Posiada obszerną bazę informacji o ponad 1000 projektach w Anglii, Walii, Szkocji i Irlandii. Organizuje konferencje – w tym doroczną konferencję o zrównoważonym zarządzaniu rzekami. Prowadzi szkolenia, w razie potrzeby dostosowane do konkretnych oczekiwań. Personel RRC ma odpowiednie wykształcenie oraz bogate doświadczenie w realizacji praktycznych projektów rewitalizacji rzek.
Więcej informacji o działalności Centrum można znaleźć na stronie www.therrc.co.uk

Polska Zielona Sieć

Polski wydawca podręcznika Związek Stowarzyszeń Polska Zielona Sieć jest ogólnopolską organizacją pożytku publicznego zrzeszającą organizacje ekologiczne działające w największych miastach Polski. Misją Polskiej Zielonej Sieci jest wspieranie zrównoważonego rozwoju poprzez partnerstwo, współpracę i uczestnictwo.
Główne obszary aktywności organizacji skupiają się na budowaniu społecznego poparcia dla zrównoważonego rozwoju, wzmacnianiu społecznego udziału w procesie podejmowania decyzji dotyczących środowiska naturalnego, inicjowaniu proekologicznej aktywności obywatelskiej, wzmacnianiu sektora pozarządowych organizacji ekologicznych oraz promocji modelowych inicjatyw służących ochronie środowiska.
Więcej informacji o działalności Polskiej Zielonej Sieci na stronie www.zielonasiec.pl

PODZIĘKOWANIA

WYDANIE I – 1999

Publikacja ta nie mogłaby powstać bez wieloletniej współpracy RRC z licznymi organizacjami uczestniczącymi w projektach rewitalizacji rzek Cole i Skerne. Większość z nich miała odrębne cele związane z korzyściami płynącymi z realizacji projektów, jednak podjęły one współpracę ze sobą, często w imię odległych lecz pozytywnych skutków środowiskowych. Były to czynniki sprzyjające powstaniu The River Restoration Centre (RRC) , który stał się katalizatorem tego typu działań rewitalizacyjnych i renaturyzacyjnych.

Wydanie podręcznika sfinansowała Szkocka Agencja Ochrony Środowiska (SEPA), utworzona w roku 1996 w celu zapewnienia efektywnej i zintegrowanej ochrony środowiska Szkocji. SEPA uznała, że wsparcie publikacji będzie pomocne zarówno w działaniach pracowników tej instytucji, jak również innych organizacji prowadzących ochronę i rewitalizację rzek Szkocji.

RRC składa także wyrazy głębokiej wdzięczności wszystkim organizacjom i osobom wspierającym zaprezentowane projekty.

UZUPEŁNIENIE – 2002

Przygotowanie i wydanie niniejszego uzupełnienia było możliwe dzięki projektowi R&D W5A-060 w ramach programu badań i rozwoju (R&D) Agencji Środowiska Anglii i Walii.

RRC pragnię podziękować również Szkockiej Agencji Ochrony Środowiska (SEPA) za dodatkowe wsparcie finansowe.

RRC dziękuje także wszystkim osobom i organizacjom pomagającym w przygotowaniu niniejszego uzupełnienia wydania I, które dostarczyły informacje, ilustracje lub fotografie. W końcu szczególne podziękowania należą się wszystkim tym osobom, które były odpowiedzialne za realizację zaprezentowanych tu projektów.

WPROWADZENIE

Pierwsze wydanie podręcznika, które ukazało się jesienią roku 1995, poświęcone było metodom zastosowanym przy rewitalizacji rzek Cole i Skerne. RRC (River Restoration Centre – Centrum Renaturyzacji Rzek) zamierzało systematycznie aktualizować i uzupełniać podręcznik, uwzględniając nowe doświadczenia zdobywane przy realizacji innych wyróżniających się projektów, zwłaszcza na rzekach podgórskich i górskich.

Pierwsze takie uzupełnienie zawarto w prezentowanej tu internetowej wersji podręcznika. Uwzględniono w niej 20 metod, nie omawianych w pierwszym wydaniu, a zastosowanych w 15 projektach rewitalizacji oraz renaturyzacji rzek i potoków.

Metody te zebrano w 11 rozdziałach, z których każdy opisuje inne cele i metody działań renaturyzacyjnych, zastosowane dla ich osiągnięcia. Przykładowo, rozdział 4 przedstawia sposoby umacniania i zabezpieczania brzegów.

Każdy rozdział obejmuje szczegółowe opisy metod, które mogą być wykorzystane do osiągnięcia omawianych w nim celów, np. metoda 4.1 przedstawia zastosowanie oplatanych płotków wierzbowych do zabezpieczenia brzegów.

Doświadczenia uczą, że projekty renaturyzacji rzek odnoszą znacznie większy sukces, jeśli na samym początku określi się wyraźnie cele i priorytety, które mają zostać osiągnięte. Ponadto jednym z najważniejszych założeń projektów są rozwiązania długofalowe i trwałe, unikające doraźnych ograniczeń, na przykład finansowych. Dopiero na tej podstawie można dostosować projekt do celów krótkoterminowych, uwzględniając możliwość późniejszej kontynuacji, wykorzystującej całość potencjału renaturyzowanego obiektu.

Rozpoznanie tego potencjału nie jest bynajmniej zadaniem łatwym, gdyż wymaga dużego doświadczenia praktycznego, wiedzy oraz wyważonej oceny. Niestety, wciąż niewiele osób posiada takie umiejętności, gdyż renaturyzacja rzek jako nowa dyscyplina praktykowana jest od niedawna. W związku z tym jeszcze przez długi czas niebagatelne znaczenie będzie miało dzielenie się wiedzą i doświadczeniem na ten temat.

RRC ma nadzieję, ze podręcznik wesprze praktyków, pomagając zrozumieć im prezentowane tu wcześniejsze doświadczenia. W ten sposób każdy kolejny projekt będzie mógł czerpać z zawartych w książce pomysłów i rozwiązań, ulepszając i modyfikując je jednocześnie, a także powinien stanowić inspirację dla nowych rozwiązań, wzbogacających dotychczasową praktykę i wiedzę.

Znaczenie projektów renaturyzacyjnych nie powinno przesłaniać niezliczonych możliwości włączenia ich zasad do prawie wszystkich działań z zakresu gospodarki wodnej. Niektóre z omawianych metod mogą być równie dobrze zastosowane nawet w najmniejszej skali, jak na przykład budowa brodów i przepraw (rozdział 8), lub kształtowanie odcinków ujściowych dopływów do rzeki (rozdział 9). Podobnie, zasady renaturyzacji można dostosować do wymagań dużych projektów ochrony przeciwpowodziowej, zwiększając bezpieczeństwo powodziowe przy niebagatelnych korzyściach środowiskowych i przyrodniczych.

Czytelników zainteresowanych uaktualnioną wersją oraz kolejnymi uzupełnieniami podręcznika, w tym osoby, które chciałyby przedstawić w następnych wydaniach opisy nowych metod, prosimy o kontakt z RRC. Pełne informacje o RRC znajdziecie Państwo na stronie internetowej: www.therrc.co.uk

RZEKA COLE I PROJEKT JEJ REWITALIZACJI

Rzeka Cole jest dopływem Tamizy, w jej górnym dorzeczu. Górna część zlewni rzeki Cole obejmuje część miasta Swindon w hrabstwie Wiltshire, podczas gdy jej pozostała część ma charakter rolniczy, gdzie dominują grunty orne oraz intensywnie spasane pastwiska. Pod względem geologicznym w podłożu zlewni dominują utwory o charakterze glin, piasków, wapieni i kredy. W dolnym biegu, gdzie rzeka jest w największym stopniu zmodyfikowana, osady tworzone są przez mułki i utwory ilaste. Całość zlewni rzeki Cole ma powierzchnię 130 km^2.

Obszar objęty rewitalizacją znajduje się sześć kilometrów powyżej ujścia rzeki Cole do Tamizy, w okolicach wsi Coleshill, gdzie szerokość terenów zalewowych sięga ponad 400 m, a jego nachylenie wynosi zaś około 1:1300. Rzeka została na tym odcinku uregulowana i wyprostowana w celu zaopatrzenia młyna w wodę, lecz stosunkowo niedawno (w latach 70. XX wieku) została jeszcze bardziej poszerzona i pogłębiona, by zmniejszyć skalę zalewów pobliskich pól uprawnych.

Lokalizację prac renaturyzacyjnych przedstawia załączona rycina. Ich efektem było odtworzenie meandrującego koryta rzecznego o długości około 2 km, jednak o znacznie mniejszym przekroju poprzecznym aniżeli dotychczasowe koryto. Umożliwiło to częstsze zalewy okolicznych terenów oraz ich mniej intensywne użytkowanie, wspierane przez Countryside Stewardship.

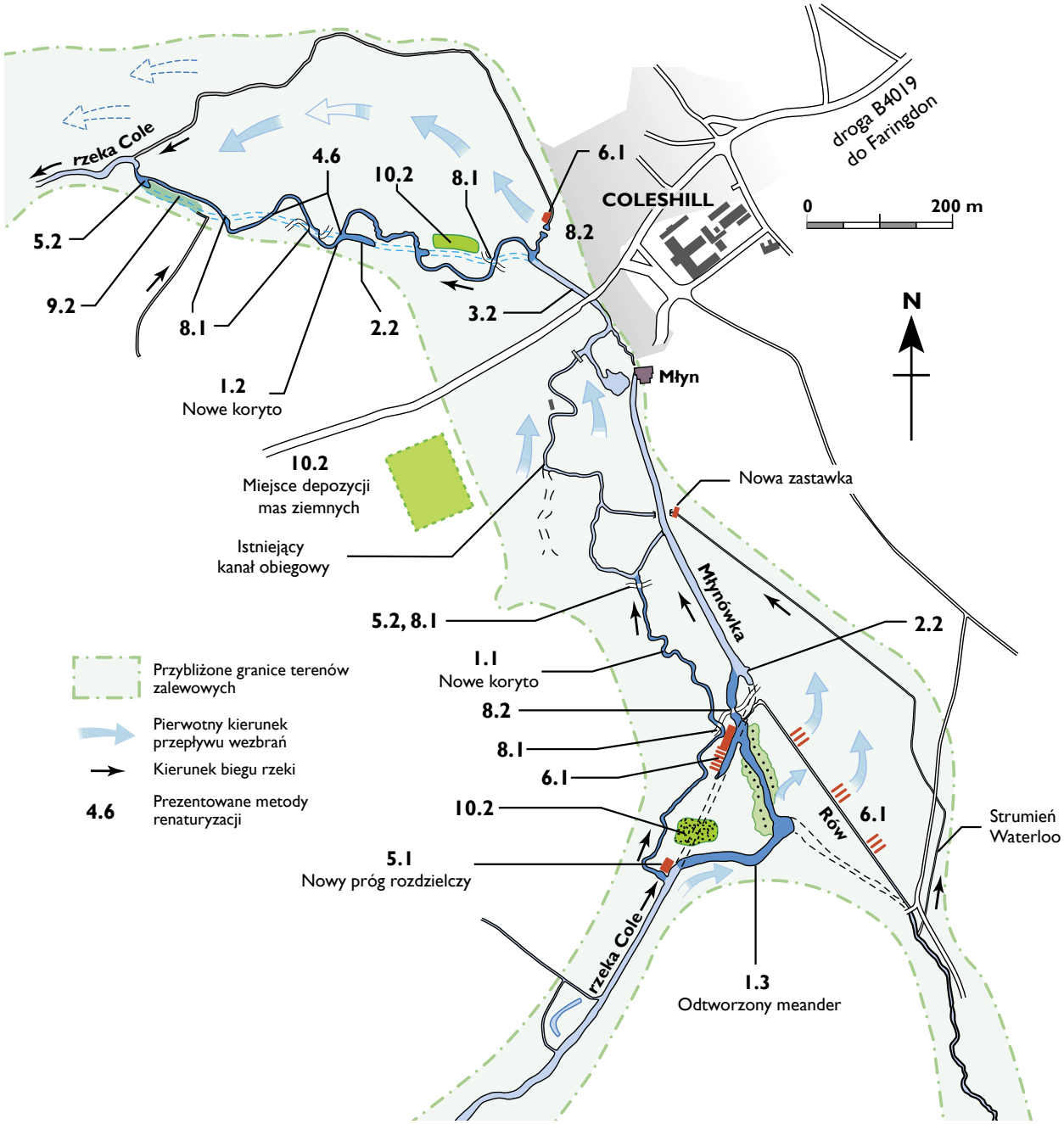
Pełny opis szczegółów organizacyjnych projektu, budżetu, nadzoru inżynieryjnego i monitoringu naukowego dostępne są w różnych formatach w RRC.

Zaprezentowane sposoby rewitalizacji:

1.1 Nowe koryto meandrujące na odcinku rzeki powyżej młyna
1.2 Nowe koryto meandrujące na odcinku rzeki poniżej młyna
1.3 Pojedynczy meander na młynówce
2.2 Nowe zastoiska w odtwarzanym korycie rzeki
3.2 Zawężanie koryta opaskami brzegowymi
4.6 Tymczasowe umocnienia brzegów
5.1 Próg rozdzielający i przelew
5.2 Progi piętrzące
6.1 Przelewy wezbraniowe
8.1 Brody i wodopoje
8.2 Nowe przeprawy
9.2 Nowe trzcinowiska
10.2 Nowe miejsca depozycji mas ziemnych

Projekt rewitalizacji rzeki Cole

LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
DŁUGOŚĆ – 2 km
TERENY ZALEWOWE – 50 ha
KOSZT – £ 140 000



RZEKA SKERNE I PROJEKT JEJ REWITALIZACJI

Rzeka Skerne wpada do rzeki Tees tuż na południe od Darlington, w hrabstwie Durham. Jej zlewnia o powierzchni około 250 km^2, obejmuje Darlington oraz kilka niewielkich miasteczek, a także liczne obiekty przemysłowe, które dawniej silnie zanieczyszczały rzekę. W podłożu dominują gliny i osady aluwialne.

Projekt rewitalizacji obejmuje tereny północno-wschodniego przedmieścia Darlington, Haughton-le-Skerne, gdzie zachowała się niewielka terasa zalewowa pomiędzy dawnym składowiskiem odpadów przemysłowych, a terenami o zwartej zabudowie. Zachowany teren zalewowy jest silnie przekształcony z powodu wcześniejszego skanalizowania koryta rzeki, obejmującego wyprostowanie jej biegu oraz zasypanie starorzeczy. W dolinie zlokalizowano liczne obiekty infrastruktury technicznej (drogi, ścieżki, kable elektroenergetyczne czy gazociąg). Pozostałości terasy zalewowej mają długość około 1 km przy średnim spadku podłużnym 1:1300. Wkraczająca w dolinę zabudowa oraz składowisko odpadów pozostawiły tereny publicznie dostępne, o szerokości nieco ponad 100 m.

Szczegółowe umiejscowienie prac renaturyzacyjnych przedstawiono na rycinie. W rezultacie utworzono nowy odcinek meandrujący na południowym brzegu dawnego, wyprostowanego nurtu, a także wzbogacono istniejące odcinki koryta poniżej i powyżej meandrów, tam gdzie nie można było zmienić biegu koryta rzeki. Łącznie odtworzono lub wzbogacono odcinek rzeki o długości 2 km. Szeroko wprowadzone udogodnienia, takie jak ścieżki bądź prace kształtujące krajobraz, przyczyniły się do zwiększenia wykorzystywania tego terenu przez okolicznych mieszkańców.

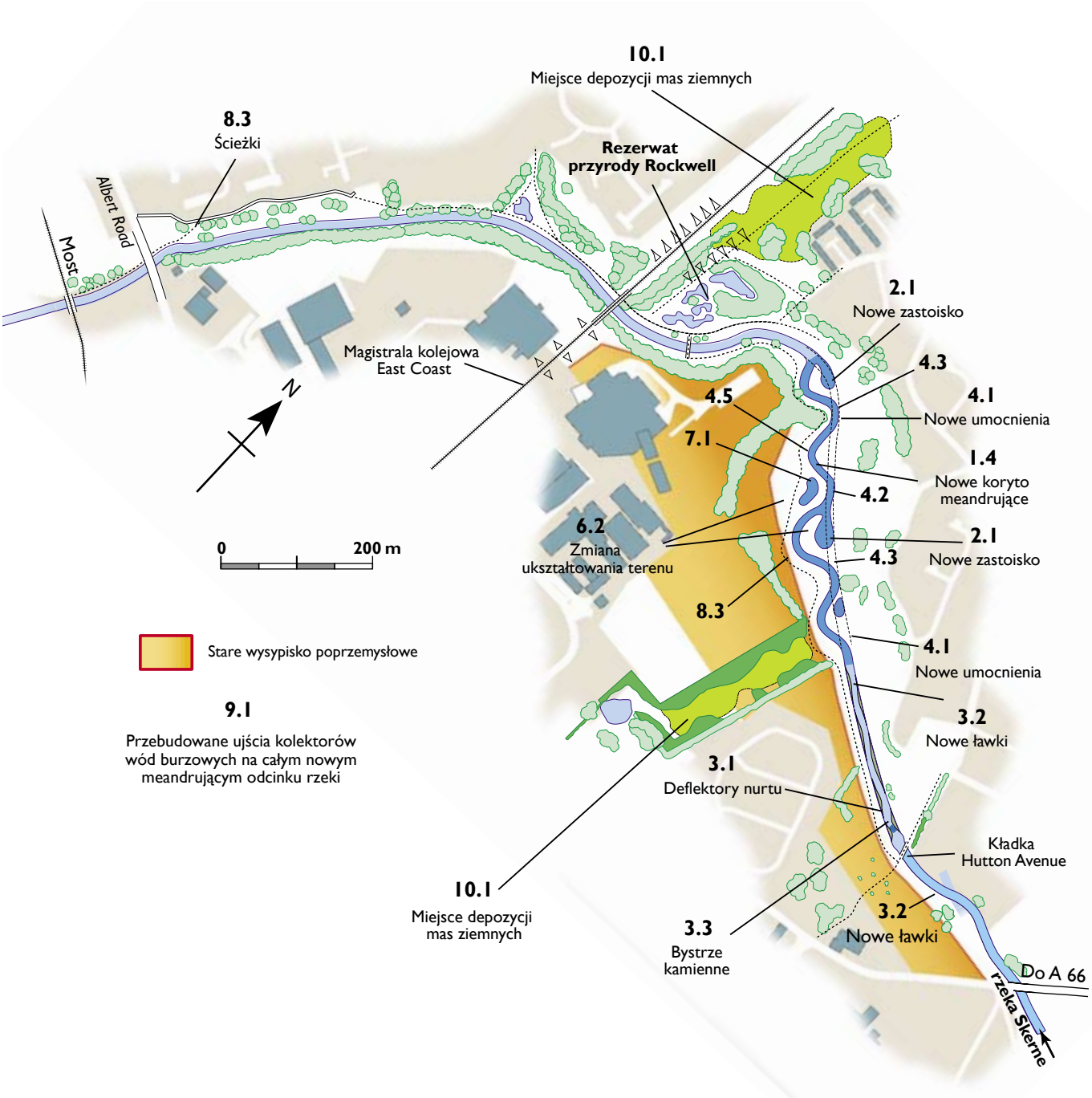
Pełny opis szczegółów organizacyjnych projektu, budżetu, nadzoru inżynieryjnego i monitoringu naukowego, dostępne są w różnych formatach w RRC.

Zaprezentowane sposoby rewitalizacji:

1.4	Nowe koryto meandrujące
2.1	Nowe zatoki zastoiskowe
3.1	Deflektory nurtu
3.2	Zawężanie koryta opaskami brzegowymi
3.3	Bystrza kamienne
4.1–4.4	Nowe umocnienia brzegowe
4.5	Zabezpieczanie skarp brzegowych
6.2	Kształtowanie powierzchni terenu w obrębie meandrów
7.1	Niewielkie, okresowe zbiorniki wodne na terenach zalewowych
8.3	Ścieżki
9.1	Przebudowa odpływów kolektorów wód burzowych
10.1	Nowe miejsca depozycji mas ziemnych

Projekt rewitalizacji rzeki Skerne

LOKALIZACJA – Darlington, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, NZ 301160
DATA BUDOWY – jesień 1995 – wiosna 1996
DŁUGOŚĆ – 500 m
KOSZT – £ 300 000



ZAKTUALIZOWANA LISTA PROJEKTÓW NA ROK 2002

Przedstawiona aktualizacja wydania I podręcznika „Rewitalizacja rzeki Cole i Skerne" obejmuje kolejne piętnaście projektów odnowy, rewitalizacji i renaturyzacji rzek realizowanych przez różne organizacje oraz w ramach licznych umów partnerskich. Każdy opis dodatkowo zawiera listę kontaktów przydatnych w razie konieczności uzyskania dalszych informacji.

Projekt:	**Zaprezentowane sposoby rewitalizacji:**
rzeka Marden, Wilts	1.5 Przebudowa odcinka z betonowymi progami na nowe koryto meandrujące 5.4 Imitacja wychodni skalnych 8.5 Dostęp do rzeki na terenach miejskich
potok Ravensbourne, LB Bromley	1.6 Otwarcie całkowicie zabudowanego koryta
rzeka Little Ouse, Norfolk	1.7 Odtworzenie odciętych meandrów
potok Alt, Merseyside	3.4 Przebudowa uregulowanego, prostego odcinka w kręty ciek roztokowy
rzeka Avon, Wilts	3.5 Zawężenie nadmiernie szerokiego koryta tanimi ostrogami
rzeka Dearne, S. Yorkshire	3.6 Odtworzenie krętego koryta wód niskich w nadmiernie poszerzonym odcinku rzeki
potok Yardley Brook, Birmingham	3.7 Zastąpienie betonowego żłobu korytem „naturalnym"
rzeka Tall, Co. Armagh	3.8 Utworzenie zatoczek w korycie
rzeka Chess, Bucks	3.9 Dodawanie żwiru na trudnodostępnych odcinkach cieku 10.3 Tanie usunięcie osadów z koryta cieku
rzeka Tamiza, Oxon	4.7 Umocnienia brzegów niską stalową ścianką szczelną oraz walcami z porostem
rzeka Ogwen, Gwynedd	5.3 Renaturyzacja i ustabilizowanie nadmiernie pogłębionego koryta 8.4 Odbudowa brodu dla pojazdów i zwierząt
rzeka Kennet, Wilts	5.5 Podwyższenie poziomu dna rzeki
rzeka Long Eau, Lincs	6.3 Likwidacja i odsuwanie obwałowań
rzeka Tamiza, Oxon	7.2 Mozaika siedlisk ziemnowodnych
potok Sugar Brook, Manchester	11.1 Przełożenie cieku wraz z doliną
rzeka Nith, Ayrshire	11.2 Uszczelnienie koryta rzeki

Ayr
New Cumnock
11.2 Uszczelnienie koryta rzeki
Moy
Armagh
3.8 Utworzenie zatoczek w korycie
3.4 Przebudowa uregulowanego odcinka w kręty ciek roztokowy
3.6 Odtworzenie krętego koryta wód niskich
6.3 Likwidacja i odsuwanie obwałowań
Liverpool
Manchester
Doncaster
Louth
5.3 Renaturyzacja i ustabilizowanie nadmiernie pogłębionego koryta
8.4 Odbudowa brodu dla pojazdów i zwierząt
Bethesda
11.1 Przełożenie cieku wraz z doliną
1.7 Odtworzenie odciętych meandrów
3.7 Zastąpienie betonowego żłobu korytem „naturalnym”
4.7 Umocnienia brzegów
Birmingham
Thetford
7.2 Mozaika siedlisk ziemnowodnych
3.9 Dodawanie żwiru
10.3 Tanie usunięcie osadów
Oxford
Latimer
Swindon
London
Chippenham
Ramsbury
Calne
Salisbury
Bromley
1.5 Przebudowa odcinka z betonowymi progami na nowe koryto meandrujące
5.4 Imitacja wychodni skalnych
8.5 Dostęp do rzeki na terenach miejskich
3.5 Zawężenie nadmiernie szerokiego koryta
1.6 Otwarcie całkowicie zabudowanego koryta
5.5 Podwyższenie poziomu dna

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.1 Nowe koryto meandrujące w terenie otwartym

RZEKA COLE

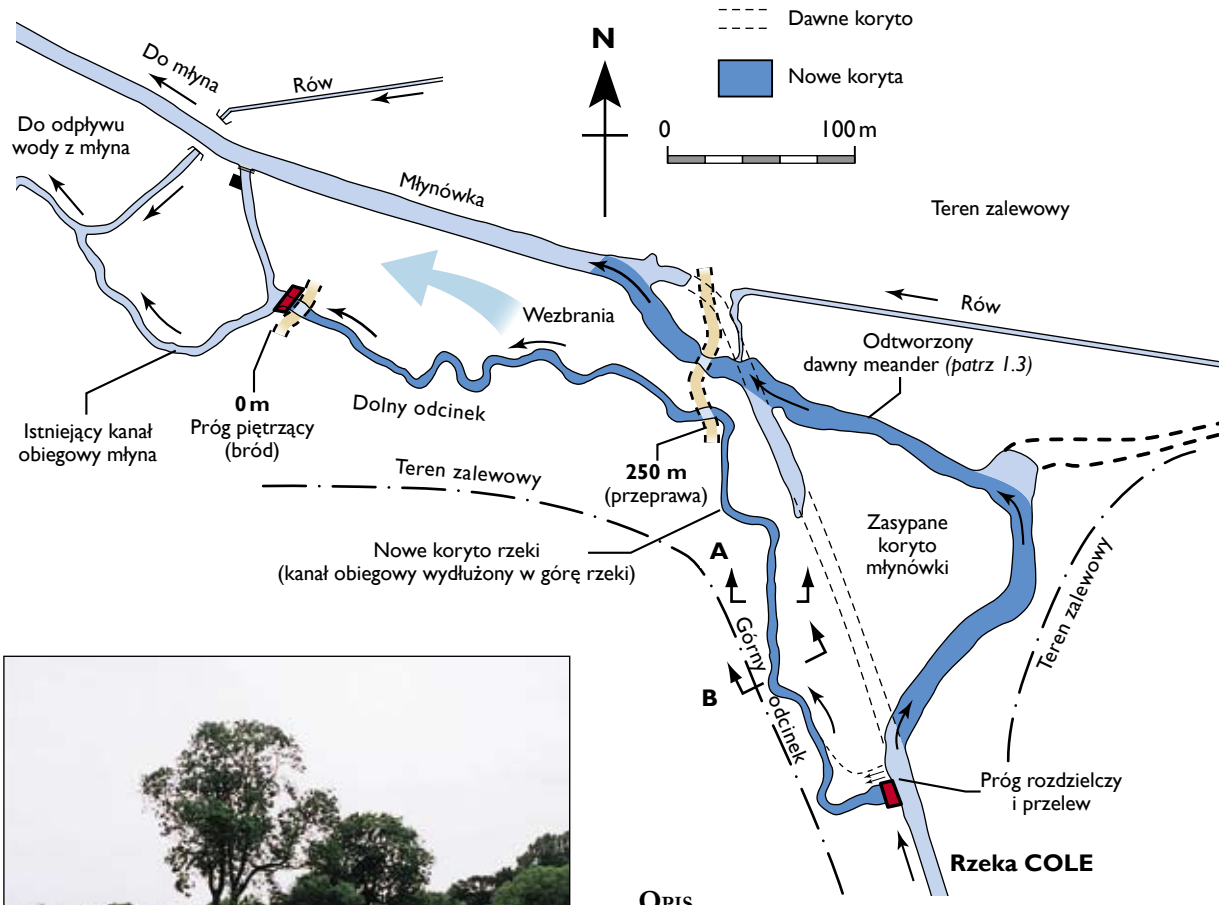
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935

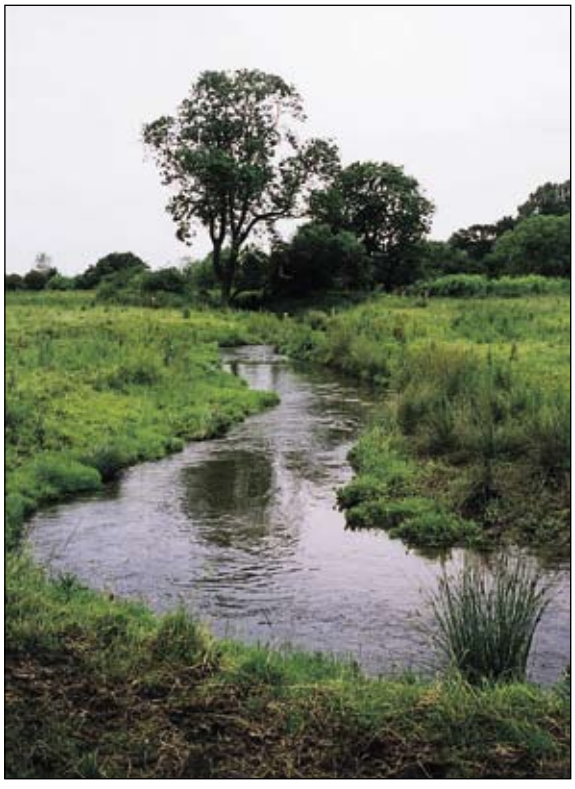
DATA BUDOWY – jesień 1995

DŁUGOŚĆ – 500 m

KOSZT – £ 9000

Rycina 1.1.1
PLAN TERENU POWYŻEJ MŁYNA





Dolny odcinek latem – sierpień 1997

OPIS

Nowe koryto odtworzono w celu wprowadzenia odcinka swobodnie płynącego cieku na terenach zalewowych, które do tej pory przecinała jedynie wolno płynąca młynówka. W użytkowaniu pozostawiono dawny kanał obiegowy młyna, który został włączony do rozwiązań projektowych, poprzez wydłużenie go jak tylko to możliwe w górę biegu rzeki, by utworzyć dodatkowe i pożądane koryto meandrujące. Główny nurt rzeki Cole jest obecnie przerzucony z młynówki do nowego koryta o niewielkich rozmiarach, zapewniając okresowe podtopienia pobliskich terenów zalewowych.

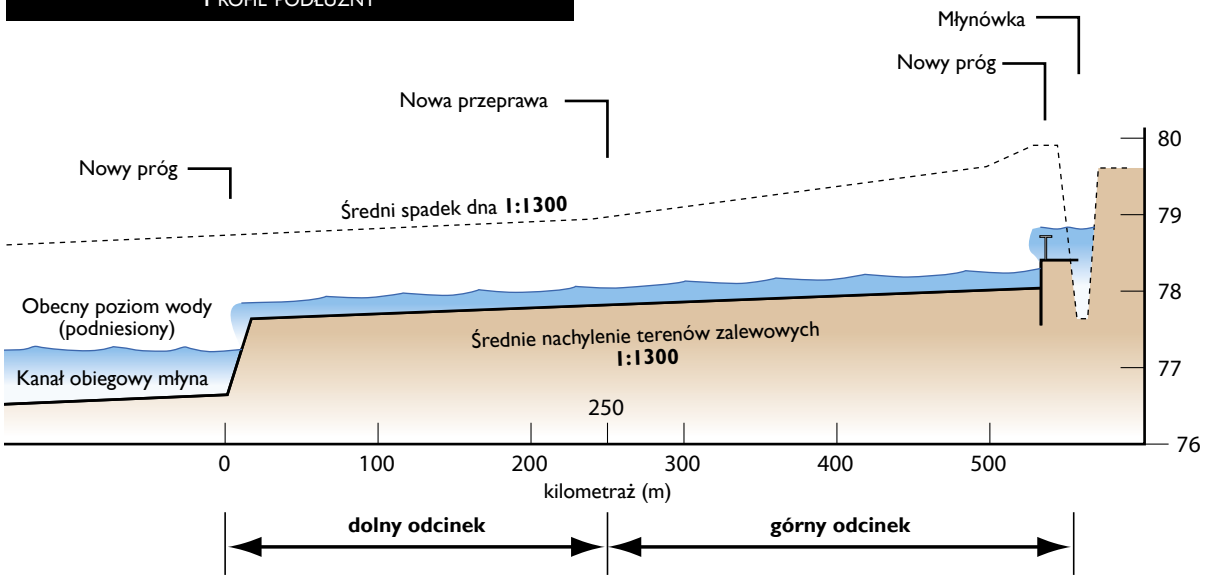
PROJEKT

Profil podłużny (ryc. 1.1.2)
Średni spadek podłużny dna nowego odcinka wynosi 1:1300 i jest dopasowany do średniego nachylenia terenów zalewowych. Rzędną dna dobrano w taki sposób, aby

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Rycina 1.1.2
PROFIL PODŁUŻNY



osiągnąć jak najmniejsze napełnienie koryta, utrzymując przy tym głębokość wystarczającą do przeprowadzenia w korycie wezbrań letnich. W ten sposób dno nowego koryta jest położone wyżej niż dawny kanał obiegowy młyna, lecz niżej niż utrzymywany poziom wody w młynówce, która zasila wodą nowy odcinek. Spowodowało to konieczność wybudowania na obu końcach progów piętrzących *(patrz 5.1 i 5.2)*.

W związku z tym, że zabudowa koryta progami jest zazwyczaj niepożądana, alternatywnym rozwiązaniem było pogłębienia koryta. Spadek wody przy dolnym końcu odcinka został zmniejszony w wyniku utworzenia nowych meandrów poniżej młyna, co spowodowało podniesienie średniego poziomu wody w kanale obiegowym do dawnego poziomu (*patrz 1.2*).

Górny odcinek w trakcie prac ziemnych – październik 1995

Górny odcinek – 1998

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Trasa koryta (ryc. 1.1.1)
Istniejący kanał obiegowy młyna przechodzi w historyczne koryto rzeki Cole. Pozostałości dawnego koryta były również widoczne, pomiędzy km 0+000 a km 0+250 dolnego odcinka. Nowe koryto zaprojektowano w taki sposób, by przebiegało tym zagłębieniem, o dość wyrównanej głębokości, wynoszącej około 1 m. Powyżej km 0+250 przebieg nowego koryta odbiega od pierwotnej trasy rzeki, ze względu na fakt, iż musiało ono zostać poprowadzone mniej więcej równolegle do młynówki, która biegnie blisko krawędzi terenów zalewowych. Rzędna terenu wzdłuż górnego odcinka wznosi się znacznie ponad średni poziom terenów zalewowych, dlatego też nowe koryto jest tu głębsze. Meandry zaprojektowano w taki sposób, aby naśladowały naturalny przebieg koryta odtworzony na dolnym odcinku.

Przekroje poprzeczne (ryc. 1.1.3 – 1.1.4)
Przekrój A przedstawia koryto wód średnich, o szerokości 2,6 m i głębokości 0,8 m – uwarunkowania geomorfologiczne rzeki Cole wskazują, że jest to optymalna wielkość koryta. W związku z tym, że ogólna głębokość koryta musiała przekraczać 0,8 m *(ryc. 1.1.2)*, brzegi w górnej części obniżono i spłaszczono.

Przekrój B przedstawia asymetryczny profil koryta zastosowany na każdym większym zakolu. W najgłębszym miejscu rzędna dna znajduje się poniżej średniego poziomu dna koryta, w celu umożliwienia rozwoju przegłębień. Oczekiwano, że skarpy na zewnętrznej stronie zakoli, ukształtowane z nachyleniem 1:1, zwiększą swój spadek w wyniku naturalnych procesów korytowych.

Ukształtowanie terenu wewnątrz zakoli
Teren obniżono do wysokości 0,8 m powyżej średniego poziomu dna, tak jak to przedstawia przekrój B. Jako że wszystkie zakola mają niewielką szerokość, nie podjęto żadnych prac w celu ich dalszego ukształtowania; teren został jedynie wygładzony, celem płynnego przejścia po obu stronach w przekrój A. Profil ten później zmodyfikowano *(patrz poniżej)*.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

W górnym odcinku koryta sporadycznie doszło do wypreparowania żwirów, a także rozwoju żwirowych bystrzy poniżej każdego meandra. Ograniczonym źródłem tego materiału są jedynie gliny odsłaniające się w korycie; w związku z tym, że żwiry nie są transportowane z górnej części zlewni. Dodatkowo w rok po zakończeniu budowy dostarczono żwir do każdego przegłębienia, w celu późniejszego rozprowadzenia tego substratu przez wezbrania.

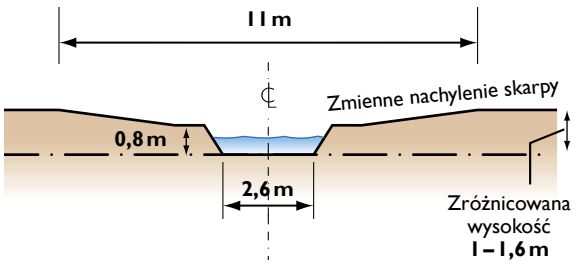
W dolnym odcinku, gdzie nowe koryto jest płytsze, żwir jest rzadziej spotykany. Prędkość odpływu wód na dolnym progu piętrzącym jest wyraźnie większa niż wód napływających. Powoduje to, że poniżej tej budowli, w korycie kanału obiegowego doszło do nagromadzenia znacznych ilości dobrze wysortowanych żwirów, piasku i mułu, pochodzących z nowego odcinka koryta. Doprowadziło to do częściowego przywrócenia poziomu dna kanału obiegowego do jego dawnej rzędnej oraz odtworzenia zróżnicowanej głębokości nurtu.

Mocne gliny na brzegach rzeki oparły się erozji, uniemożliwiając tworzenie się skarp po zewnętrznej stronie zakoli, których brzeg uformowano z nachyleniem 1:1. Odwrotna sytuacja zaszła na płaskich brzegach po wewnętrznej stronie meandrów, których powierzchnia uległa rozmyciu. Asymetryczne ukształtowanie powierzchni zostało ponownie odtworzone, jak to przedstawia przekrój B.

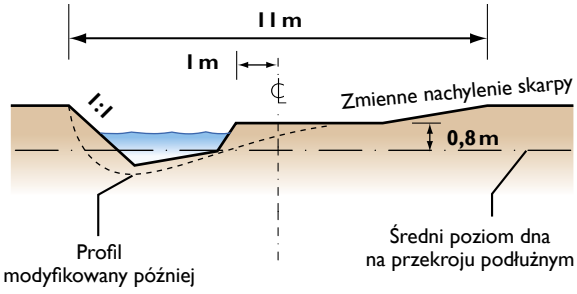
Od czasów tych modyfikacji koryto sprawdziło się w stopniu zadowalającym w szerokiej zmienności przepływów pod każdym względem, utrzymując przez cały rok podłoże i formy ukształtowania brzegów.

Nie podjęto żadnego obsiewu i nasadzeń brzegów koryta. Naturalna sukcesja roślinności postępuje powoli. Koryto jest nieogrodzone, umożliwiając ograniczony dostęp bydłu, zgodnie z zaleceniami Countryside Stewardship, co skutecznie powstrzymało rozrastanie się młodych wierzb. Oba aspekty są monitorowane.

Rycina 1.1.3
PRZEKRÓJ A PRZEZ KORYTO SYMETRYCZNE



Rycina 1.1.4
PRZEKRÓJ B PRZEZ KORYTO ASYMETRYCZNE



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

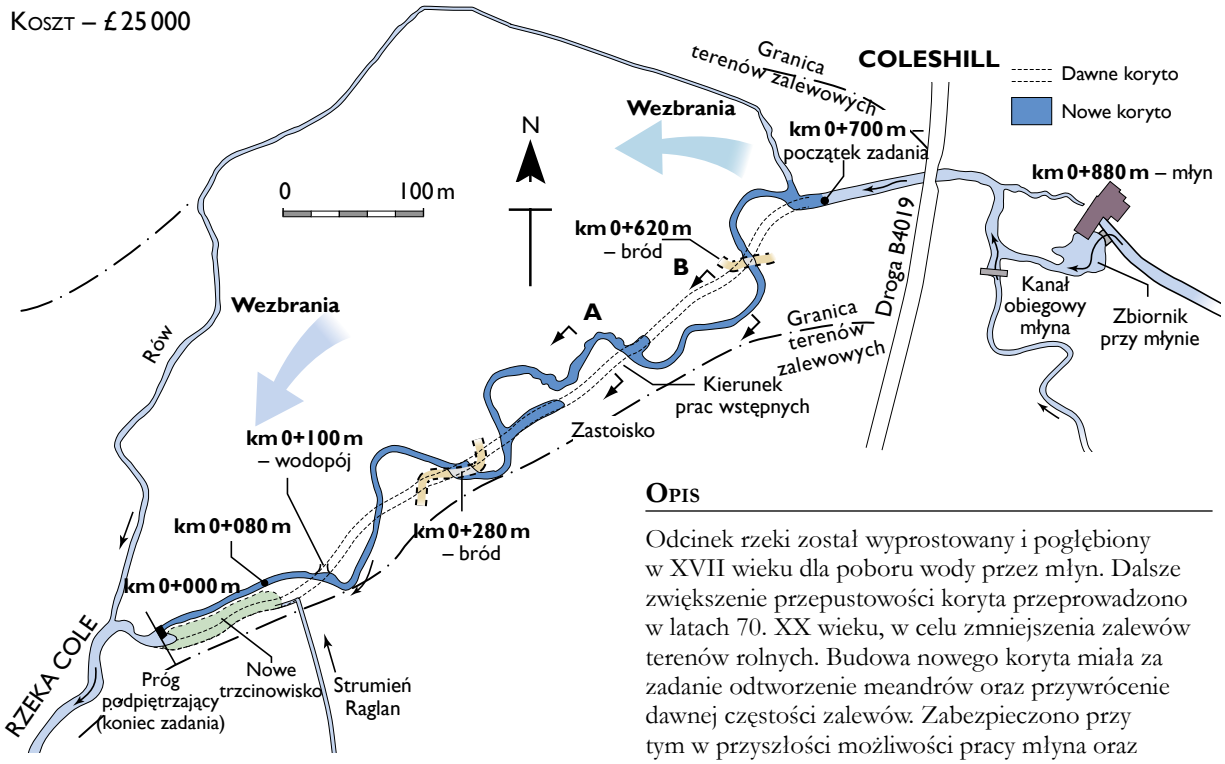
Nowy odcinek meandrującego koryta rzecznego wraz
z odtworzonym meandrem młynówki (*patrz 1.3*) – lipiec 1997
Zdjęcie: Agencja ds. Środowiska

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.2 Nowy odcinek meandrujący po obu stronach dawnego koryta

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
DŁUGOŚĆ – 700 m
KOSZT – £ 25 000

Rycina 1.2.1
PLAN DOLNEGO BIEGU RZEKI PONIŻEJ MŁYNA



OPIS

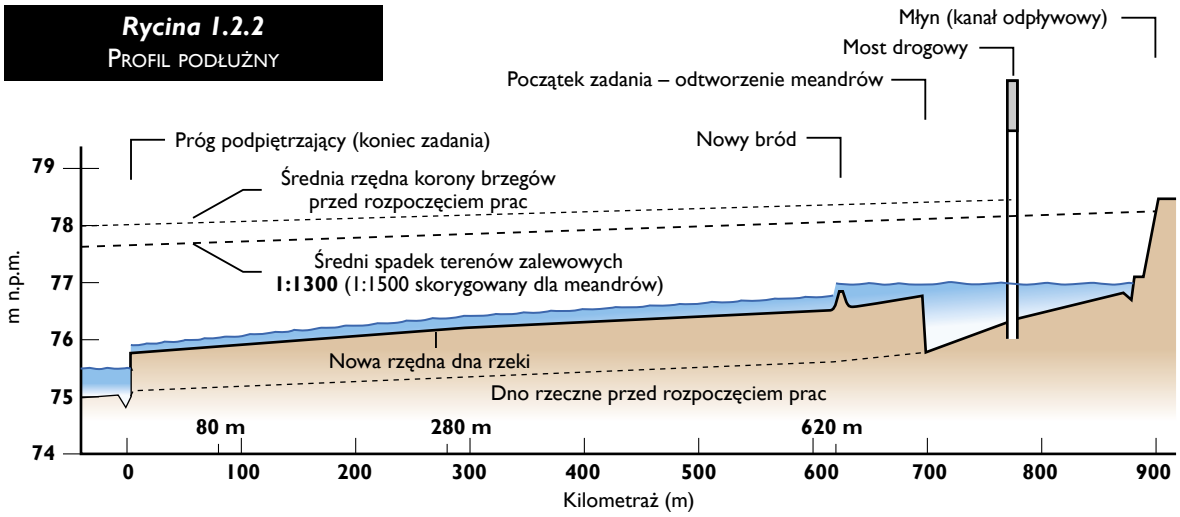
Odcinek rzeki został wyprostowany i pogłębiony w XVII wieku dla poboru wody przez młyn. Dalsze zwiększenie przepustowości koryta przeprowadzono w latach 70. XX wieku, w celu zmniejszenia zalewów terenów rolnych. Budowa nowego koryta miała za zadanie odtworzenie meandrów oraz przywrócenie dawnej częstości zalewów. Zabezpieczono przy tym w przyszłości możliwości pracy młyna oraz zmniejszono zagrożenie powodziowe okolicznych mieszkańców i ich mienia.

Widok nowych meandrów z lotu ptaka – lipiec 1996
Zdjęcie: Agencja ds. Środowiska

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Rycina 1.2.2
PROFIL PODŁUŻNY



PROJEKT

Profil podłużny (ryc. 1.2.2)
Rzędna dna nowego koryta rzeki została podniesiona o około 1,0 m, co było maksymalną wartością umożliwiającą swobodne przemieszczanie się wód ze starego kanału odpływowego młyna. Najbardziej odpowiednim spadkiem dna byłaby wartość nawiązująca do średniego nachylenia terenów zalewowych (1:1300 w linii prostej; 1:1500 wzdłuż meandrów), lecz ostatecznie spadek dna zwiększono w celu obniżenia wysokości progu podpiętrzającego na końcu odcinka. Rzeczywisty spadek dna wynosi: km 0+000–0+280 – 1:740; km 0+280–0+620 – 1:1000; km 0+620–0+700 – 1:460; co daje średni spadek 1:700.

Podwyższenie dna umożliwiło podpiętrzenie wód odcinka rzeki powyżej objętego tym zadaniem, co przywróciło dawny poziom wody w kanale obiegowym i zbiorniku przy młynie. Celem budowy kamiennego brodu w km 0+620 m było zabezpieczenie przed erozją denną nowego odcinka koryta poniżej.

Koryto rzeki przed rozpoczęciem prac – 1994

Meandry w trakcie budowy – 1995

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Nowe koryto przechodzące w istniejące koryto. Widok w trakcie budowy – wrzesień 1995

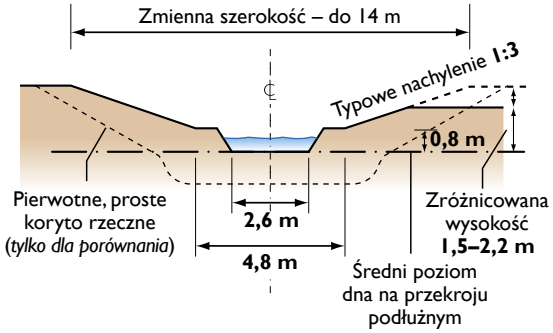
Trasa koryta (ryc. 1.2.1)
Przebieg trasy meandra uwzględniał zachowanie kilku dojrzałych wierzb na nowych brzegach koryta, jak również praktyczne zachowanie równowagi pomiędzy terenami utraconymi i zyskanymi po obu stronach dawnego, prostego koryta. Ostateczny wybór projektu tego odcinka uwzględniał morfologię rzeki, w tym formę naturalnych meandrów poniżej odcinka objętego pracami. Pozostawienie stosunkowo prostego biegu koryta pomiędzy km 0+000 i km 0+080 miało na celu ochronę łąki z szachownicą kostkowaną, a także ułatwiło odtworzenie trzcinowiska poniżej ujścia strumienia Raglan wzdłuż koryta rzeki (*patrz rozdział 9*). W km 0+280 meander celowo przebiega poza terenem zalewowym, tworząc w tym miejscu skarpę o wysokości około 2,5 m.

Przekroje poprzeczne (ryc. 1.2.3 – 1.2.4)
Przekrój A przedstawia koryto wód średnich, o szerokości 2,6 m i głębokości 0,8 m. Uwarunkowania morfologiczne rzeki Cole wskazują, że jest to optymalna wielkość koryta. W związku z tym, że ogólna głębokość koryta przekraczała 0,8 m, brzegi w górnej części obniżono i spłaszczono.

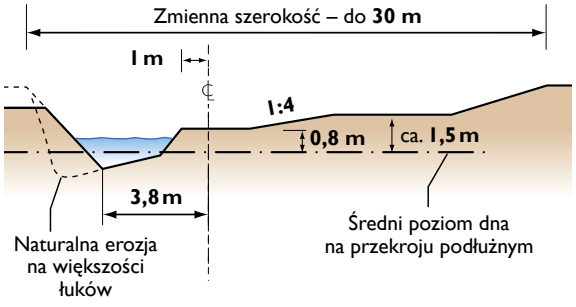
Przekrój B przedstawia asymetryczny profil koryta zastosowany na każdym zakolu. W najgłębszym miejscu rzędną dna zachowano poniżej średniego poziomu dna koryta, w celu umożliwienia rozwoju przegłębień.

Ukształtowanie terenu pomiędzy meandrami
Teren obniżono o około 0,4 m, do przybliżonego średniego poziomu terasy zalewowej (*ryc. 1.2.2*).

Rycina 1.2.3
PRZEKRÓJ A PRZEZ KORYTO SYMETRYCZNE



Rycina 1.2.4
PRZEKRÓJ B PRZEZ KORYTO ASYMETRYCZNE



Wymagało to usunięcia osadów na brzegach starego odcinka rzeki nagromadzonych podczas prac pogłębieniowych koryta w latach 70. XX wieku.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Istotnym warunkiem projektowym było zachowanie przepustowości hydraulicznej odcinka meandrującego dla wód stuletnich (wezbrania o prawdopodobieństwie 1 na 100 lat).

Na tym odcinku stare, wyprostowane koryto zostało w większości zasypane, aczkolwiek niecałkowicie (*patrz rozdziały 2 i 8 zawierające szczegółowe rozwiązania projektowe zastoisk, przepraw, wodopojów itd.*).

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Wezbranie wód tuż po ukończeniu prac nad nowym korytem doprowadziły do jego szybkiego i znacznego przekształcenia. Skarpy uległy erozji, przegłębienia zostały zaniesione oraz doszło do naniesienia ławic piaszczystych i żwirowych, co stworzyło pożądane siedliska na tym odcinku. Nadmiar rumowiska został odłożony bezpośrednio poniżej odcinka objętego pracami, co umożliwiło odtworzenie przegłębionego koryta. Po tych zmianach, dalsze wezbrania nie powodowały większych przekształceń koryta, stabilizując w sposób zadowalający jego zróżnicowaną morfologię. Poprawki ograniczono do dalszego wypłaszczenia wewnętrznej części zakola w km 0+280 m. Po dwóch okresach wegetacyjnych brzegi rzeki są wciąż w znacznym stopniu nie porośnięte, choć pojawiła się już roślinność nadbrzeżna. Nowe koryto odsłoniło kilka rodzajów gleb, co ujawniło większe zróżnicowania siedliskowe.

Urozmaicone nowe koryto – dwa lata po zakończeniu prac – marzec 1997

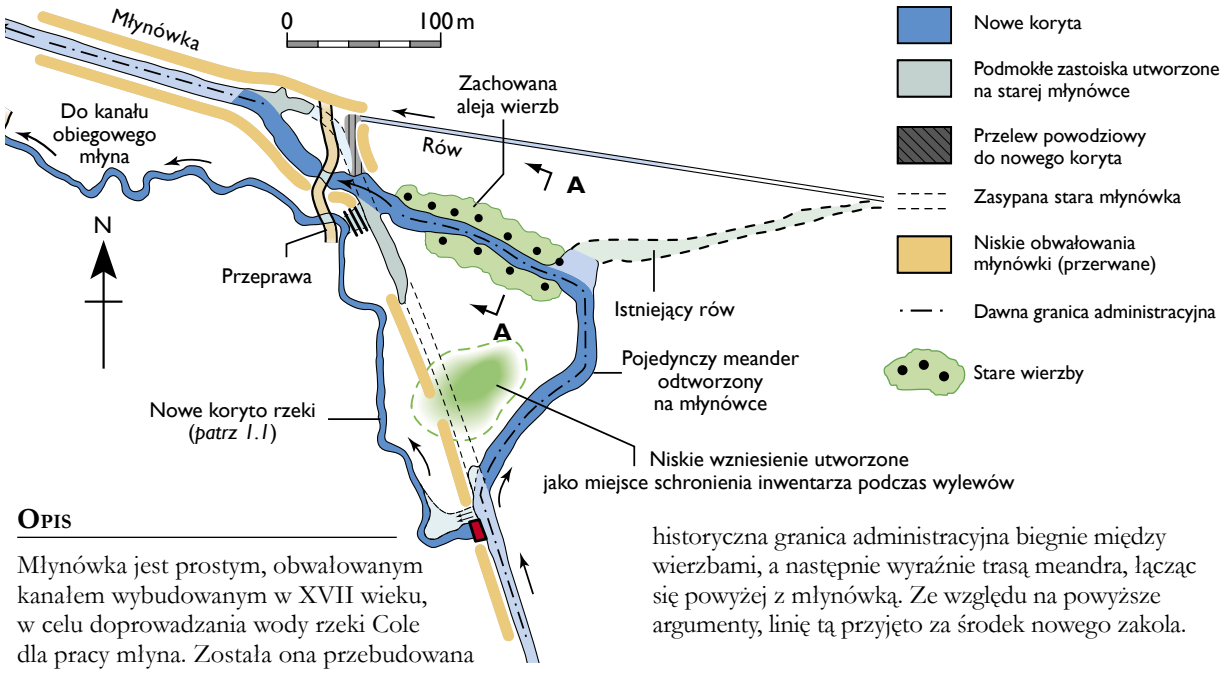
Naturalne skarpy powstałe po zakończeniu prac – marzec 1997

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.3 Nowy meander w podpiętrzonym korycie rzeki

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1996
DŁUGOŚĆ – 300 m
KOSZT – £ 9000

Rycina 1.3.1
PLAN MŁYNÓWKI I NOWEGO MEANDRA



OPIS

Młynówka jest prostym, obwałowanym kanałem wybudowanym w XVII wieku, w celu doprowadzania wody rzeki Cole dla pracy młyna. Została ona przebudowana w latach 70. XX wieku w celu zmniejszenia zagrożenia powodziowego okolicznych terenów. W wyniku projektu renaturyzacji rzeki Cole, większa część przepływu rzeki omija teraz młyn (i młynówkę) nowym meandrującym korytem (*patrz 1.1*). Młynówka została również zrewitalizowana poprzez odtworzenie pojedynczego meandra w jej nurcie.

PROJEKT

Profil podłużny
Dotychczasowy poziom dna rzeki został utrzymany w obrębie nowego meandra, w celu zachowania historycznej głębokości piętrzonej w młynówce wody. W tym celu średni poziom wody podniesiony został o około 300 mm, co wymagało również naprawy upustu przy młynie, według archiwalnych rysunków znajdujących się w posiadaniu właściciela, the National Trust. Zgodnie z celami planu renaturyzacji tego obszaru, na nowym meandrze nie odbudowano jakichkolwiek obwałowań, przez co woda może wylewać się swobodnie na pobliskie pola.

Przebieg trasy (ryc. 1.3.1)
Wcześniejszą obecność meandra stwierdzono na podstawie dwóch przesłanek. Od młynówki odchodzi płytkie i błotniste zagłębienie pomiędzy krótką aleją starych, ogłowionych wierzb, wyznaczając przebieg dawnego koryta. Analiza starych map wykazała, że historyczna granica administracyjna biegnie między wierzbami, a następnie wyraźnie trasą meandra, łącząc się powyżej z młynówką. Ze względu na powyższe argumenty, linię tą przyjęto za środek nowego zakola.

Przekrój poprzeczny (ryc. 1.3.2)
Szerokość koryta między brzegami została dobrana w taki sposób, aby zachować wierzby. Obliczone wymiary uznano za odpowiednie, gdyż były bliskie górnej granicy szerokości pozostałych odcinków młynówki. Przekrój dawnej młynówki wskazywał na szerokie ławki na wysokości lub tuż ponad nim, średniego poziomu wody. Były one zadeptane przez bydło po obu stronach głębokiego i otwartego środka nurtu. Nowy przekrój odzwierciedla taką konfigurację terenu.

Profile w obrębie meandru
Sposób w jaki zaprojektowano zalewanie otaczającego terenu utrudnia ucieczkę bądź ratunek inwentarza. W tym celu zaproponowano środek zaradczy w postaci podniesienia poziomu terenu wewnątrz nowego meandra, tworząc łagodne wyniesienie będące schronieniem dla zwierząt podczas wylewów.

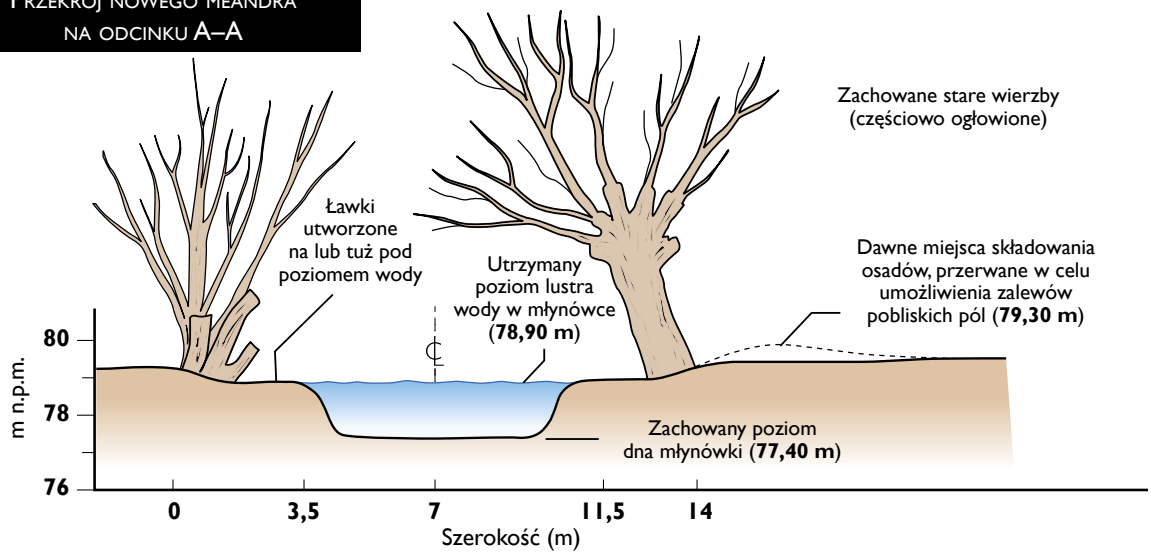
SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1996/8

Nowy meander pomiędzy wierzbami jest niezwykle malowniczy; łabędzie zagnieździły się na mierzei między nowym i starym korytem, gdzie utworzono zastoisko o stagnującej wodzie. Niezależnie od wylewów, owce przebywają na wyniesieniu, jako miejscu najwyżej położonym i najbardziej suchym w okolicy. Na ławkach, po obu stronach nowo odtworzonego koryta, rozwinęła się w stopniu zadowalającym roślinność przybrzeżna.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Rycina 1.3.2
PRZEKRÓJ NOWEGO MEANDRA NA ODCINKU A–A



Pozostałości meandra
– prace wstępne
– styczeń 1996
(płytki zbiornik okresowy powstały po intensywnych opadach/wylewie)

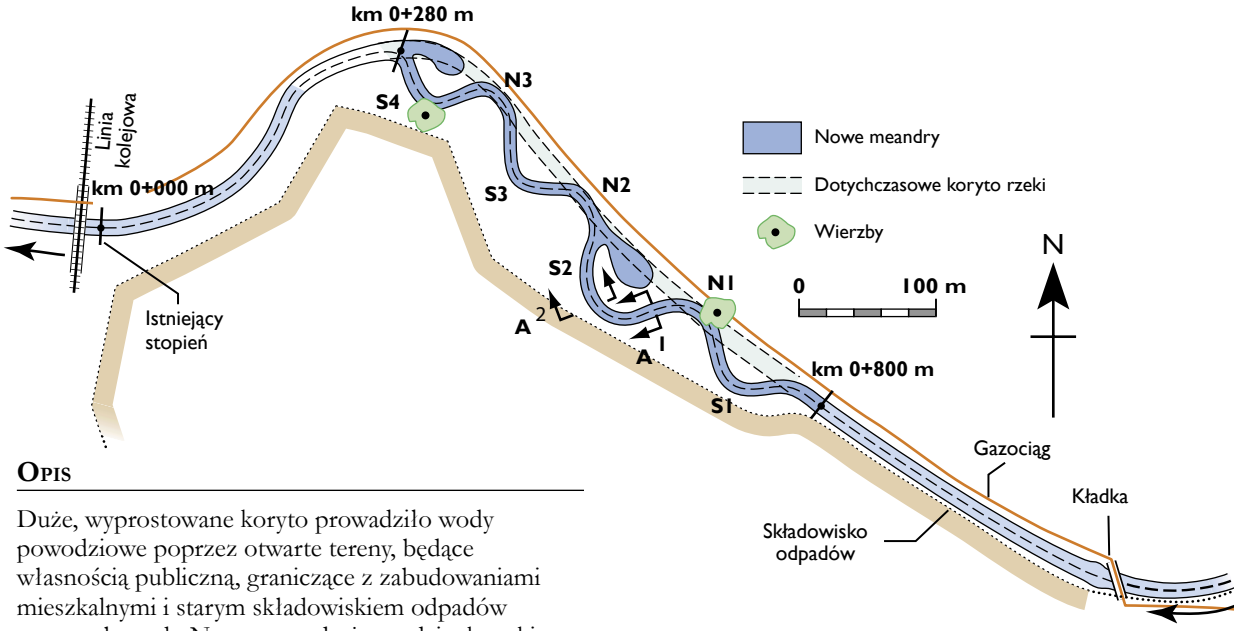
Odtworzony meander
– jesień 1997

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.4 Nowe meandry po jednej stronie dotychczasowego koryta rzeki

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – jesień 1995–wiosna 1996
DŁUGOŚĆ – 500 m
KOSZT – £ 40 000

Rycina 1.4.1
PLAN NOWYCH MEANDRÓW



OPIS

Duże, wyprostowane koryto prowadziło wody powodziowe poprzez otwarte tereny, będące własnością publiczną, graniczące z zabudowaniami mieszkalnymi i starym składowiskiem odpadów przemysłowych. Nowy meandrujący odcinek rzeki, wykorzystujący częściowo dawne koryto, został odtworzony po południowej stronie dotychczasowego nurtu. Zredukowano przy tym ryzyko oddziaływań wezbrań powodziowych na ludzi i majątek.

PROJEKT

Profil podłużny (ryc. 1.4.2)
Pierwotny spadek podłużny dna, wynoszący 1:1300, nawiązywał do spadku podłużnego brzegów, wyniesionych ponad obecne dno o około 2,4 m. Nowy spadek i poziom dna nawiązuje do dotychczasowego, jednak z powodu zwiększenia długości koryta spłaszczono go do nachylenia 1:1500. Przewidywane wymywanie podłoża meandrów powinno osiągnąć głębokość rzędu 1 m, analogicznie jak na istniejącym zakolu w km 1+200 m. Na przekroju podłużnym przedstawiono to jako „najniższy poziom dna" – około 1 m poniżej średniej rzędnej dna. Przepływ wód powodziowych przez nowe meandry ułatwia obniżenie poziomu terenu pomiędzy meandrami o około 0,6 m. Pozwoliło to również na zwiększenie retencji wód wezbraniowych, spłaszczając poniżej kulminację fali powodziowej dla wód stuletnich.

Przekopywanie meandrów – jesień 2005
Fot.: Northumbrian Water/Airphotos

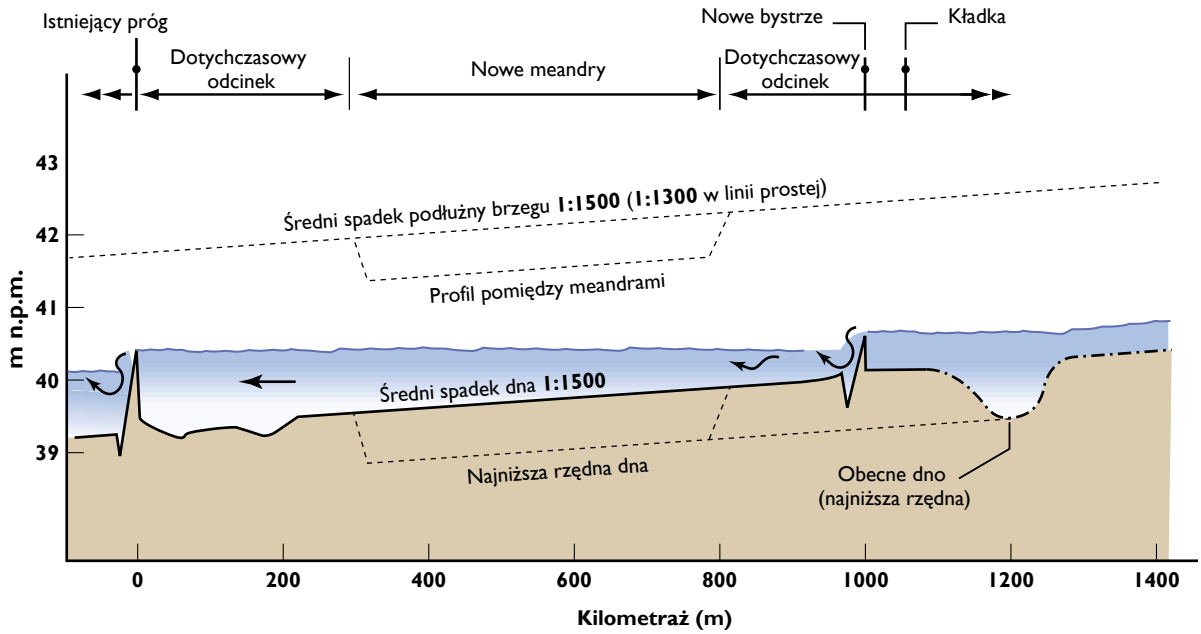
Poziom wody na tym odcinku jest utrzymywany przez istniejący próg (km 0+000 m), ale oddziaływanie to zanika w km 0+900 m, gdzie pozostawiono i wzmocniono istniejący prosty odcinek koryta. Umocnienia obejmują między innymi sztuczne bystrze żwirowo-kamienne, w km 1+050 m, pokazane na przekroju podłużnym (*patrz rozdział 3*).

Przebieg trasy (ryc. 1.4.1)
Boczny zasięg zakoli ogranicza gazociąg, biegnący blisko północnego brzegu dotychczasowego koryta, oraz krawędź składowiska odpadów, biegnąca w odległości 10–50 metrów od południowego brzegu

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

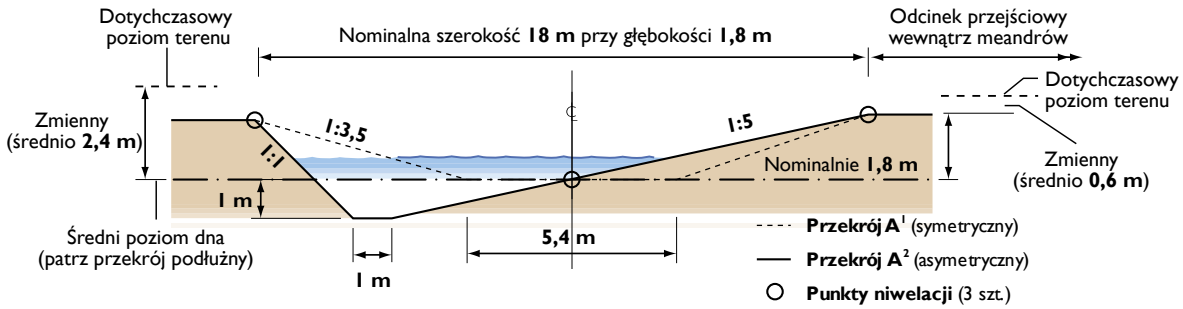
Rycina 1.4.2
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



rzeki. Zakola S4 i N1 zlokalizowano w taki sposób, by zachować na brzegach dwie wyrośnięte wierzby. Pozostałe meandry wpasowano pomiędzy nimi, a ostateczna trasa koryta uwzględnia ponadto lokalne uwarunkowania morfologiczne. Przepływy wód wielkich w korycie wraz z innymi ograniczeniami, uniemożliwiły odtworzenie historycznego biegu rzeki, powstałego w zupełnie odmiennych warunkach hydraulicznych.

Przekrój poprzeczny (ryc. 1.4.3)
Ze względu na ciągłą zmianę głębokości dna wzdłuż całego odcinka projekt techniczny musiał być uproszczony. Zastosowano dwa standardowe przekroje koryta (symetryczny i niesymetryczny), bazujące na średniej głębokości (1,8 m) oraz przeciętnej szerokości (18 m) koryta. Taki kształt przekroju występował tylko w dwóch miejscach każdego meandru, podczas gdy pomiędzy nimi kształt koryta stanowił przejście pomiędzy zastosowanymi standardowymi rozwiązaniami. Zastosowany przekrój poprzeczny umożliwia powstawanie opisanych powyżej 1-metrowych przegłębień na każdym zakolu. Dla zakoli S1 i S4 opracowano odmianę powyższej pary przekrojów. Pozioma ławka po wewnętrznej stronie każdego z nich, na wysokości średniego stanu wód, symuluje efekt naturalnego odkładania osadów i wypłycania.

Profile w obrębie meandrów (patrz 6.2 i 2.1)
Obok opisanego powyżej obniżenia poziomu terenu na całym obszarze, istotnym problemem było także uzyskanie odpowiedniej kolejności zalewania meandrów w trakcie wezbrań począwszy od strony



Rycina 1.4.3
PRZEKRÓJ NOWYCH MEANDRÓW

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

dolnej w górę ich biegu. Szczególną uwagę zwrócono na to, aby zastoiska były zalewane jeszcze przed wystąpieniem wody z koryta, co jest bardzo ważne na miejskim odcinku rzeki ze względu na bezpieczeństwo ludzi. Jedynie teren w obrębie zakola N1 nie mógł zostać znacząco obniżony, ze względu na biegnący pod ziemią kabel wysokiego napięcia.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Nowe koryto meandrujące okazało się być stabilne przy często występujących wezbraniach. Najbardziej narażone brzegi na styku zakoli i dawnego zasypanego odcinka koryta zostały umocnione (*patrz rozdział 4*), na pozostałych odcinkach miejscowe utwory gliniaste były wystarczająco odporne na erozję. Prąd rzeki osadził piaski, iły i muł na odsypiskach po wewnętrznej stronie zakoli, a przegłębienia utworzone na zewnętrznej stronie zakoli utrzymywały się samodzielnie. Różnorodna fauna i flora szybko zasiedliły rozmaite elementy nowopowstałego obiektu, a miejscowa ludność jest zadowolona ze względnie bezpiecznego dostępu do brzegów rzeki.

Ukończone meandry – lato 1997

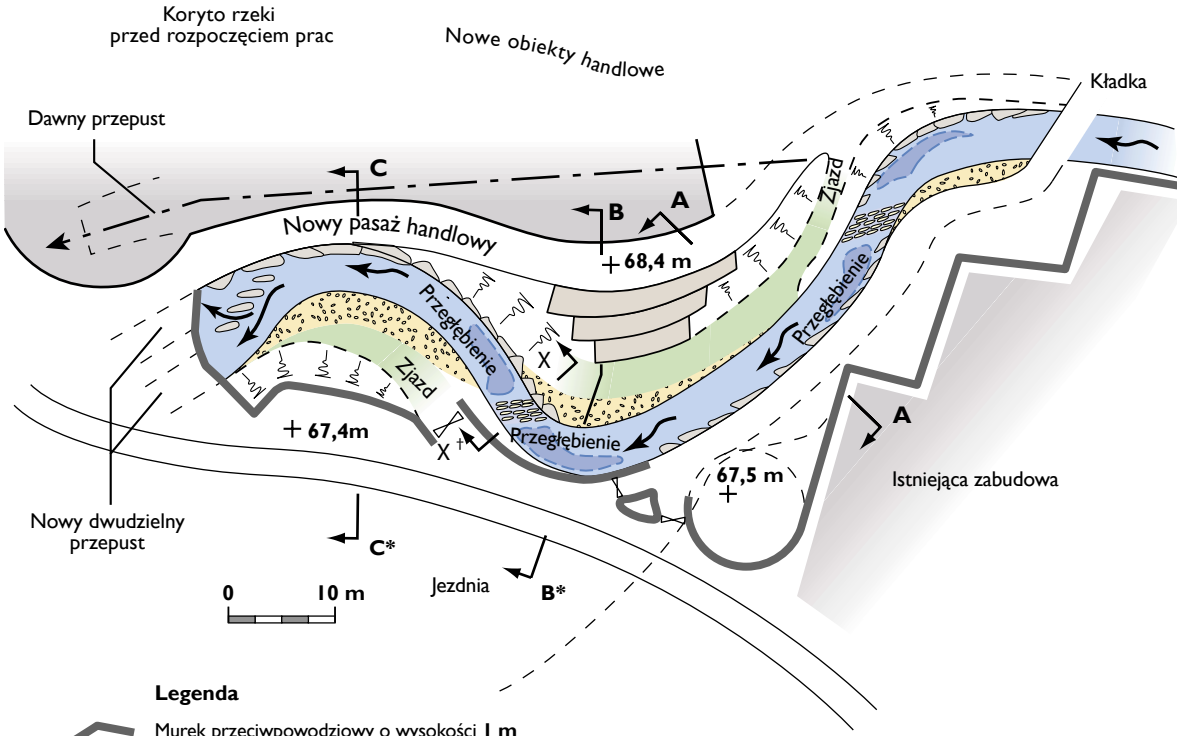
Widok w dół rzeki w kierunku dużego zastoiska – luty 1997

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.5 Przebudowa odcinka z betonowymi progami na nowe koryto meandrujące

RZEKA MARDEN
LOKALIZACJA – centrum miasta Calne, hrabstwo Wiltshire, ST 998710
DATA BUDOWY – 1999
DŁUGOŚĆ – 100 m
KOSZT – brak danych



Legenda

- Murek przeciwpowodziowy o wysokości **1 m**
- Żwirowe odsypy po wewnętrznej stronie zakoli
- Dwa kamienne bystrza w korycie (*patrz 5.4*)
- Kierownice nurtu powyżej przepustu
- Kamienne fundamenty murów oporowych bądź umocnienia kamienne brzegów
- 3 bramy powodziowe (na zawiasach)
- Kamienne schodkowe zejście, umożliwiające dostęp do odsypu żwirowego (*patrz 8.5*)
- Zadarnione tereny nadbrzeżne
- * Przekroje **'B–B'** oraz **'C–C'** (*patrz 8.5*)
- † Przekrój **'X-X'** (*patrz 5.4*)

Rycina 1.5.1
PLAN NOWYCH MEANDRÓW

OPIS

Wyburzenie położonej w centrum miasta fabryki odsłoniło fragment rzeki przepływający w betonowym kanale. Dno koryta na tym odcinku tworzyło w dwóch miejscach progi, które uniemożliwiały migrację ryb, jak też były elementem szpecącym wizualnie.

Projekt nowej zabudowy tego obszaru proponował przerzucenie koryta rzeki na południe od jej obecnego nurtu, jak również poprawę jej walorów estetycznych, tworząc atrakcyjny obiekt dostępny publicznie. Jest to eksponowane miejsce znajdujące się w centrum dawnej dzielnicy targowej.

Zmianę biegu rzeki wykonano za pomocą podwójnego meandra, który umożliwiał wykorzystanie naturalnych procesów hydromorfologicznych i powstałych w ich wyniku ławic, bystrzy i przegłębień. Projekt uwzględniał także możliwość publicznego dostępu do nadbrzeża, a także stworzenie trwałych i atrakcyjnych siedlisk fauny i flory.

Wcześniejsze propozycje zabudowy cieku w formie kanału zostały odrzucone na rzecz opisanego tu projektu, odtwarzającego odcinek stosunkowo swobodnie płynącej rzeki.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

PROJEKT

Zmiana biegu rzeki spowodowała konieczność przeniesienia wlotu dwudzielnego przepustu przeprowadzającego koryto pod główną drogą. Rycina 1.5.1 wskazuje umiejscowienie dawnego i obecnego przepustu. Zoptymalizowany przebieg trasy podwójnego meandra pomiędzy korytem rzeki powyżej niego, a wlotem nowego przepustu uwzględniał ograniczenia związane z istniejącą i projektowaną zabudową tego terenu.

Spadek podłużny rzeki ustalono na podstawie poziomu dna przepustu, a istniejącą rzędną dna w górnym biegu rzeki. Rycina 1.5.2 przedstawia tak ukształtowany profil podłużny o średnim nachyleniu dna, równym 1:140. Jest on znacznie większy niż wynikający z ukształtowania dna przez naturalne procesy fluwialne, w związku z większą prędkością przepływu podczas wezbrań.

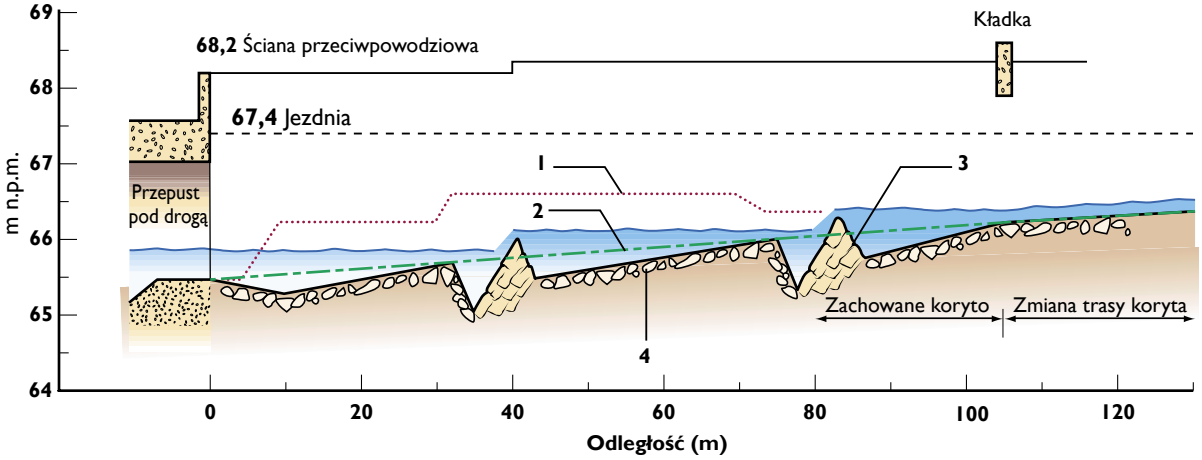
Modelowanie hydrauliczne wykazało, że prędkość przepływu rzeki może sięgać nawet do 2 m/s, zaś poziom wód w trakcie wezbrań może wznosić się do 80 cm powyżej poziomu pobliskich ulic i przyległych budynków. Powyższe wyniki wskazywały na potrzebę ochrony tego terenu ściankami przeciwpowodziowymi, a także ciągłej kontroli erozji dna i brzegów koryta.

Rozwiązanie projektowe musiało być na tyle solidne, by sprostać powyższym wymaganiom hydraulicznym, a zarazem umożliwić stworzenie atrakcyjnego i trwałego obiektu.

Projekt ten opierał się na założeniu, iż spadek i trasa nowego koryta rzeki będzie bardziej typowa dla odcinków w górnym jej biegu, gdzie spotyka się kamienne wychodnie oraz żwirowe bądź obrukowane dno. Zaprojektowanie wielu komponentów projektu rozpoczęło się od uzyskania wyników symulacji przekształcenia uwarstwionego podłoża skalnego na nowym odcinku rzeki, tak by wypreparowane przez nurt rzeki mogło utworzyć wychodnie umacniające brzegi, wzmacniające fundamenty murów oporowych, a także stabilizujące dno rzeki.

Przeprowadzono szczegółowe badania w celu wybrania odpowiedniego surowca skalnego, który mógłby zostać wbudowany w nowe koryto rzeki. W wyniku tych analiz wybrano wapień Purbeck z kamieniołomów w Swanage, zwłaszcza że występuje on w płaskich płytach o grubości od około 10 do 90 cm. Wapienne płyty z tego surowca mogły być bezpiecznie układane jedna na drugiej, pod wcześniej ustalonym kątem upadu, w celu odtworzenia struktury naturalnych wychodni skalnych. Kamień był wystarczająco mrozoodporny, mógł też być wykorzystywany w postaci ciętych bloków budowlanych, przydatnych do budowy murów oporowych. Jego kolor i tekstura podobne są do surowców dostępnych w pobliżu Cotswold, lecz wytrzymałość tego wapienia jest znacznie większa, co jest bardzo ważne dla zastosowań hydrotechnicznych.

Rycina 1.5.2
PROFIL PODŁUŻNY



Legenda

1. Pierwotny poziom dna – koryto betonowe z dwoma progami

2. Nowy średni spadek podłużny dna – **1:140**

3. 2 kamienne bystrza o charakterze progów, wbudowane w celu stabilizacji dna – powyżej i poniżej każdego powstałe przegłębienia (plosa)

4. Obecny profil dna złożony z substratów żwirowych i brukowanych

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Przed:
widok na przepust
w dół biegu rzeki

Po zakończeniu prac:
widok na nowe
koryto rzeki

Poniżej zestawiono najważnieje obiekty, przy budowie których użyto kamiennych płyt z wapienia Purbeck:

Fundamenty wszystkich pionowych nadrzecznych murów oporowych
Płyty wbudowano pod stałym kątem, umieszczając je zarówno nad, jak i pod wodą, co upodobniło je do naturalnych wychodni skalnych. Przeciwne brzegi rzeki ukształtowano w podobny sposób, prowadząc upad płyt w tym samym kierunku, a także kontrastując ich fakturę, np. gładkie płyty po jednej stronie oraz poszarpane krawędzie wychodni na drugim brzegu. Jako że zabezpieczenia koryta rzeki zbliżają się do siebie przy wlocie przepustu w tym samym kierunku co zastosowany upad płyt, ułożono je równolegle do ściany oporowej. Umożliwiło to wbudowanie skalnych deflektorów nurtu u podnóża ściany.

Narażone na erozję podnóże skarp ziemnych na zewnętrznej stronie zakoli
Płyty zostały ułożone w sposób opisany powyżej, o stałym kierunku upadu i przełomu skał, w celu umocnienia brzegów. Szczegóły posadowienia ścian i umocnienia brzegów przedstawia przekrój A–A na rycinie 1.5.3.

Wychodnie skalne na dnie rzeki, tworzące niskie progi
Znaczny spadek podłużny dna wymagał zabezpieczenia poprzez wprowadzenie dwóch niskich progów kamiennych, w celu zapobiegnięcia ewentualnej erozji dennej poniżej.
Na rycinie 1.5.2 zaznaczono je symbolem 3. Progi umieszczono w dolnej części każdego zakola meandra, gdzie w naturalnym korycie rzeki na dnie akumulowałby się rumosz w postaci żwirowych wypłyceń i bystrzy. Płyty wbudowane w przyległe ściany oporowe

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

i brzegi mają ten sam kierunek upadu, co pozwoliło na ich solidne połączenie. Szczegóły przedstawiono w rozdziale 5.4. Płyty są łagodnie pochylone w dół biegu rzeki, co ich krawędziom nadaje charakter niewielkich bystrzy i progów. Pozwala to na swobodną migrację ryb, nadając charakter kaskady, zamiast wprowadzania progów o znacznej wysokości.

Wykorzystanie kamienia jako okładziny murów oporowych i innych widocznych powierzchni budowli
Obrobiony kamień wykorzystano do obłożenia i pokrycia wszystkich ścian murów oporowych i ścianek przeciwpowodziowych, jak również ściany czołowej nowego przepustu pod ulicą. Tę ostatnią zaprojektowano z łukowatymi podporami, które upodobniły go do starego kamiennego mostu, skrywając mało atrakcyjne wizualnie betonową obudowę przepustu pod jezdnią. Po wewnętrznej stronie zakola, przed nowym centrum, umieszczono duże płyty kamienne, które tworzą tarasowate zejście do przybrzeżnego odsypu żwirowego (*szczegóły – patrz rozdział 8.5*).

Kierownice nurtu powyżej wlotu do nowego przepustu pod ulicą
Dwudzielny przepust sztucznie poszerza koryto rzeczne, co stwarza ryzyko gromadzenia się osadów po wewnętrznej stronie zakola powyżej wlotu. W dnie umieszczono zatem cztery podłużne płyty kamienne, kierujące przepływ wody ku wewnętrznemu wlotowi, z zachowaniem naturalnej tendencji przepływu w kierunku wlotu zewnętrznego. Płyty wystają 15 cm ponad średni poziom wód i służą jako kierownice (deflektory), które skutecznie modyfikują strugi nurtu w całej rozpiętości przepływów, włącznie z wezbraniami.

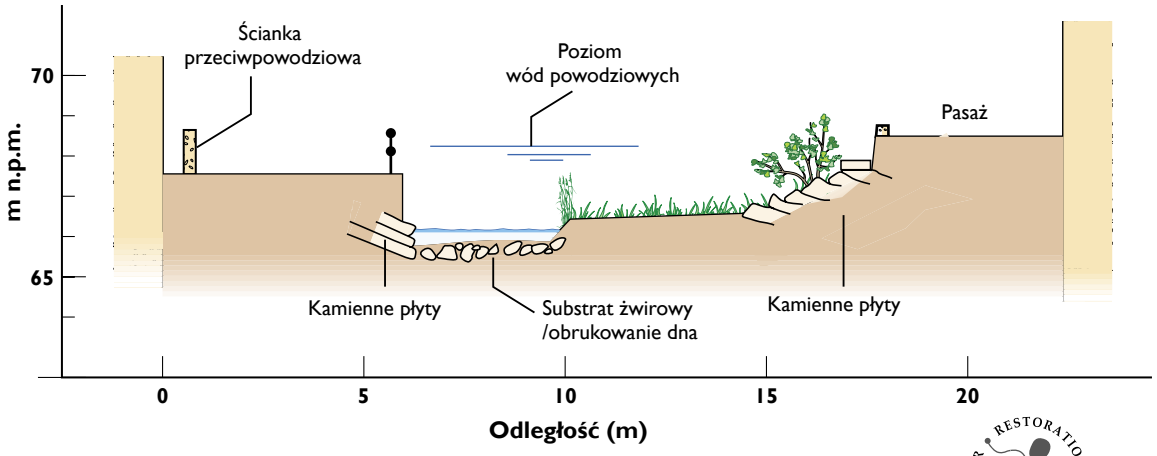
Wszystkie powyższe kamienne elementy i obiekty skutecznie utrzymują i stabilizują koryto rzeki, co jest niezbędne w gęsto zabudowanym obszarze miejskim.

Utworzenie w korycie bystrzy i odsypów przybrzeżnych było zarówno istotnym aspektem hydraulicznym projektu, jako że musiały być one stabilne, jak również ekologicznym, będąc cennymi siedliskami fauny i flory.

Szczegółowe analizy różnorodnych warunków hydraulicznych, związane z ukształtowaniem koryta jako podwójnego meandru, określiły rozmiary, kształt i rozmieszczenie wprowadzonego do rzeki rumoszu. Wybrano dwa źródła tego substratu, który wykorzystano tak osobno, jak też łącznie.

Odpady kruszywa wapiennego z pobliskich żwirowni wykorzystano w górnym odcinku, na długości około 40 m (niższy próg), gdzie prędkości przepływu były największe. Rumosz miał granulację od 40 mm do 200 mm, o zróżnicowanym kształcie w zależności od materiału, od żwirów i otoczaków po płaskie bloki kamienne. Tam, gdzie prędkości przepływu były mniejsze, użyto przesortowanego żwiru o średnicy 40 mm. Dotyczyło to ławic po wewnętrznej stronie zakoli, o łatwym dostępie publicznym. Mieszankę obu substratów wykorzystano na obszarach o charakterze przejściowym, naśladując naturalne uziarnienie substratu dna, który zostałby naniesiony i nagromadzony przez rzekę.

Końcowym etapem projektu było zharmonizowanie ścianek i bramek przeciwpowodziowych z szeroką gamą elementów zagospodarowania terenów publicznych, o określonych walorach estetycznych, jak również właściwego ukształtowania roślinności, zgodnie z wymogami środowiska nadrzecznego. Wprowadzenie przybrzeżnej roślinności wodnej itp. wzdłuż miękkich krawędzi bądź w licznych szczelinach wychodni kamiennych, odłożono do czasu przejścia wód powodziowych przez nowy odcinek rzeki. Pozwoliło to na zmodyfikowanie i „zmiękczenie" przez rzekę nowych obiektów



Rycina 1.5.3
PRZEKRÓJ A PRZEZ RZEKĘ I WBUDOWANE PŁYTY KAMIENNE

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Odcinek A (*patrz 1.5.3*) po zakończeniu prac

Odcinek A w listopadzie 2001

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Widok na nowe centrum miasta po zakończeniu prac – listopad 2001

hydrotechnicznych, selekcjonując w ten sposób gatunki roślin najbardziej odpowiednie dla bogato zróżnicowanych siedlisk.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1999 – WIOSNA 2001

Nie zakończono jeszcze formowania i obsiewu terenu, lecz przez nowe koryto rzeki przeszło kilka wezbrań powodziowych.

Wszystkie budowle okazały się wyjątkowo trwałe, biorąc pod uwagę użycie do utworzenia ławic i odsypów substratu o wielkości minimalnej dla ich stabilizacji, zamiast zwiększania stabilności za pomocą substratu przewymiarowanego, o większej granulacji.

Nurt rzeki przeniósł część kamieni osadzonych w korycie pomiędzy dwoma bystrzami (progami) skalnymi. Doprowadziło to do powstania dodatkowego wypłycenia nurtu na tym odcinku, a także powiększenia odsypu poniżej tarasowatego zejścia do wody i przekształcenia go w atrakcyjną, łatwo dostępną plażę.

Krawędź koryta pomiędzy dwoma bystrzami skalnymi została lekko wyerodowana wzdłuż nie umocnionego brzegu. Erozję tę można dość łatwo ograniczyć podczas prac za pomocą wcześniejszego osadzenia walców z włókniny, a także dodatkowego wprowadzenia do gleby odpadowego kruszywa oraz obsiewu.

Cztery kierownice (deflektory) nurtu powyżej dwudzielnego przepustu działają prawidłowo, zmieniając przebieg strug prądu przy niskich przepływach pomimo tego, że stanowią miejsca osadzania się szczątków unoszonych przez wezbrania. Szczątki te mogą być łatwo usuwane, sprawiając znacznie mniej kłopotów aniżeli w przypadku, gdyby zatrzymały się na przepuście.

Pod względem wizualnym wprowadzone elementy są doskonale zharmonizowane, a po oczyszczeniu i ostatecznym ukształtowaniu powierzchni przez wykonawcę obszar ten powinien ulec pełnej renaturalizacji. Fauna, pojawiająca się jeszcze przed ukończeniem głównych prac budowlanych, obejmowała przede wszystkim pliszki, kaczki i ryby. Ponadto nastąpi rozwój cennych siedlisk związanych z wychodniami skalnymi umieszczonymi pod wodą, wytworzonymi wokół nich przegłębieniami, a także szybko płynącymi odcinkami nurtu.

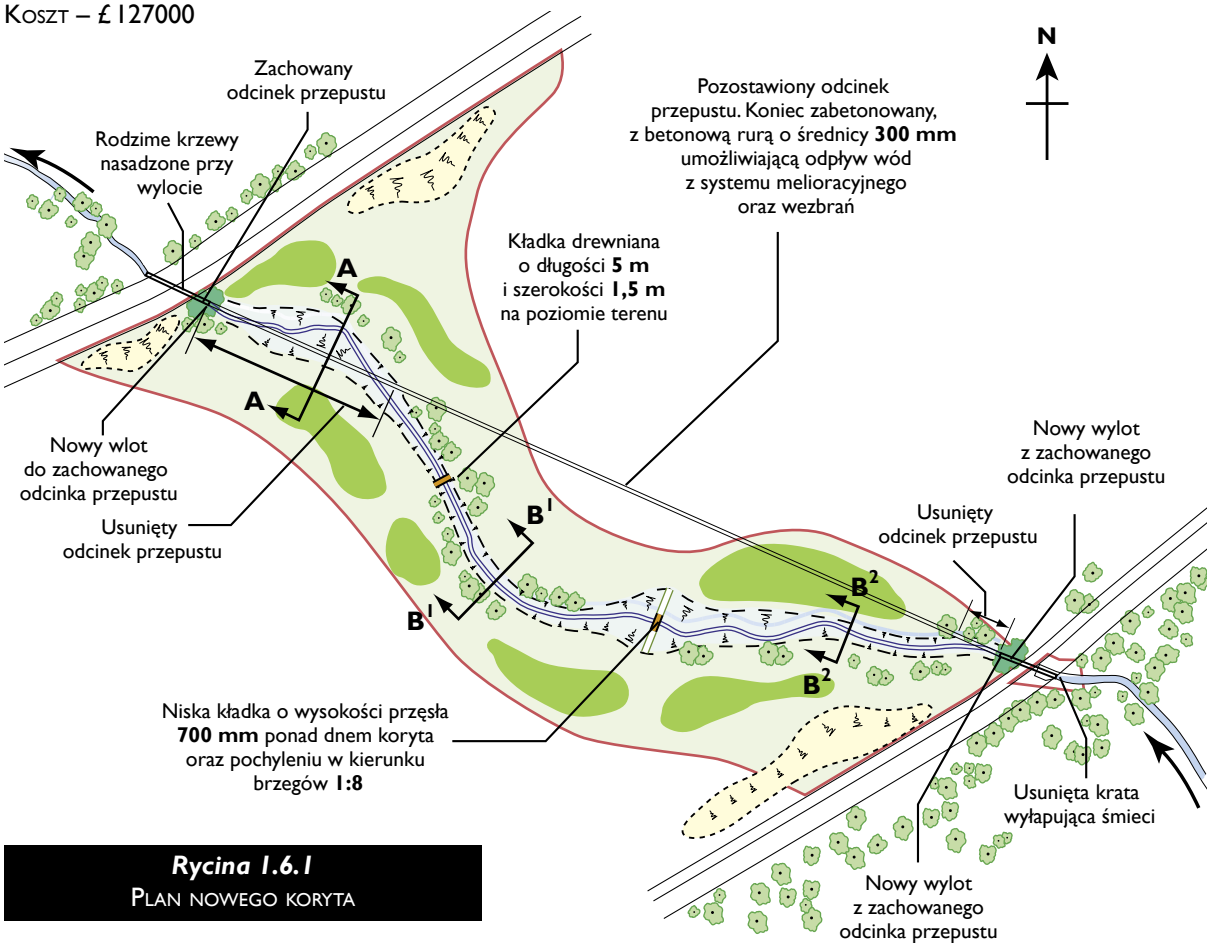
Obiekt ten jest często odwiedzany przez młodych ludzi, którzy z upodobaniem „kręcą się nad rzeką" nie powodując istotnych aktów wandalizmu, częściowo zapewne ze względu na zastosowanie solidnych i trwałych rozwiązań projektowych.

Kontakt:
RRC, Silsoe, Beds. MK45 4DT, Tel.: 01525 863341

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.6 Otwarcie całkowicie zabudowanego koryta

RZEKA RAVENSBOURNE
LOKALIZACJA – Norman Park, Bromley, Darlington, TQ 412674
DATA BUDOWY – marzec–czerwiec 2000
DŁUGOŚĆ – 300 m
KOSZT – £ 127000



Rycina 1.6.1
PLAN NOWEGO KORYTA

OPIS

Ravensbourne jest strumieniem mającym źródła w pobliżu Keston na północnych zboczach North Downs, skąd płynie w kierunku północnym przez Bromley, Cartford i Lewisham, wpadając do Tamizy w Deptford Creek. W wielu miejscach, takich jak Norman Park, strumień ukryto pod ziemią w przepuście.

Jeszcze w niedawnej przeszłości taki rodzaj zabudowy małych cieków był powszechny na obszarach zabudowanych i terenach parkowych. Zamknięcie cieku w podziemnym przepuście uważano za metodę zmniejszenia zagrożenia powodziowego, poprawy bezpieczeństwa i maksymalizacji powierzchni dostępnej pod zabudowę lub rekreację. Niestety, małą uwagę zwracano na utratę siedlisk, estetyczne i krajobrazowe walory cieków, a także potencjalne korzyści związane z retencją powierzchniową wód.

Potok Ravensbourne został zabudowany w 300-metrowej długości obetonowanym przepuście stalowym, o średnicy 1 m. Mniejsze rowy odwadniające, będące jeszcze przed utworzeniem parku częścią dawnego systemu melioracyjnego, uchodziły w kilku miejscach do głównego przepustu.

Północny koniec zabudowanego odcinka potoku przecinały: droga dojazdowa, gazociąg oraz podziemne linie elektroenergetyczne, natomiast południowy: wodociąg i kable energetyczne.

Odsłonięcie tego odcinka potoku Ravensbourne stało się znakomitą okazją do odtworzenia koryta o charakterze bardziej naturalnym, o zróżnicowanych siedliskach w obrębie koryta oraz na brzegach. Ponadto potok łączy się z położonym tuż powyżej terenem leśnym Scroginhall Woods, co stwarza atrakcyjne warunki dla rekreacji miejscowej społeczności.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Widok kraty wyłapującej śmieci przed usunięciem

„Odsłonięcie" potoku Ravensbourne

PROJEKT

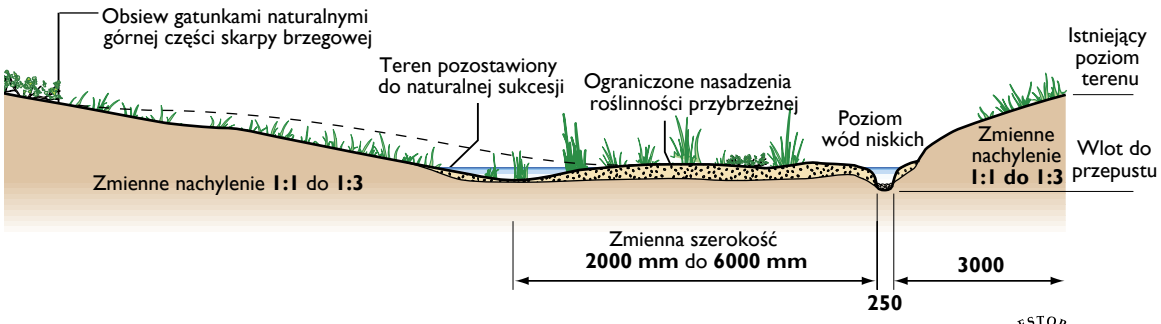
Uzasadnienie finansowe renaturyzacji potoku było potrójne: zmniejszenie kosztów utrzymania przepustu; usunięcie kraty wyłapującej śmieci, wymagającej regularnego czyszczenia oraz kłopotliwej ze względów sanitarnych i bezpieczeństwa; a także zwiększenie zdolności retencyjnej. Ponadto oczekiwano korzyści środowiskowych i przyrodniczych.

Około 70-metrowy odcinek 300-metrowego przepustu rozbito i usunięto, odcinając 180 m pozostałej części. Dwa krótkie odcinki pozostawiono w miejscach przejścia potoku pod drogą dojazdową oraz elementami infrastruktury. Ponieważ przepust był zupełnie prosty, samo odkopanie i usunięcie rury dałoby efekt daleki od naturalnego. Dodatkowo, całkowite usunięcie przepustu, a następnie zasypanie wykopu i zmiana ukształtowania terenu byłyby droższe niż odcięcie przepustu i wykopanie alternatywnego, nawet dłuższego koryta.

Projekt trasy koryta oparto na danych historycznych, analizie morfologii procesów fluwialnych, oceny bezpieczeństwa powodziowego oraz obecnym sposobie użytkowania parku (boisko do gry w krykieta). W celu uniknięcia nazbyt normatywnych i sztywnych rozwiązań, dokumentacja projektowa była względnie prosta. Ze względu na warunki napotkane podczas prac, ostateczny przebieg nowego koryta potoku różni się nieco od zaplanowanego i przedstawionego na ryc. 1.6.1. Jednym z głównych założeń było uformowanie łagodnego, bezpiecznego i łatwo dostępnego brzegu, co przedstawiono na przekrojach kilku kluczowych odcinków (*ryc. 1.6.2 i 1.6.3*).

Nowe koryto ma zróżnicowaną szerokość i nachylenie brzegów, o łagodnym i wygładzonym profilu podłużnym. Późniejsze wypełnienie koryta żwirem w nadmiarze, pozwoliło samemu potokowi kształtować nowy nurt zamiast budowy przegłębień i bystrzy.

Nowy, kręty odcinek, o zróżnicowanej szerokości koryta oraz górnych krawędzi brzegów, jest o 12,5% dłuższy niż przepust.



Rycina 1.6.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ WILGOTNĄ ŁĄKĘ

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Widok w dół potoku na jego łagodne brzegi. Widoczny koniec odciętego przepustu

Nowy kręty nurt oraz zasięg obsiewu roślinnością naturalną

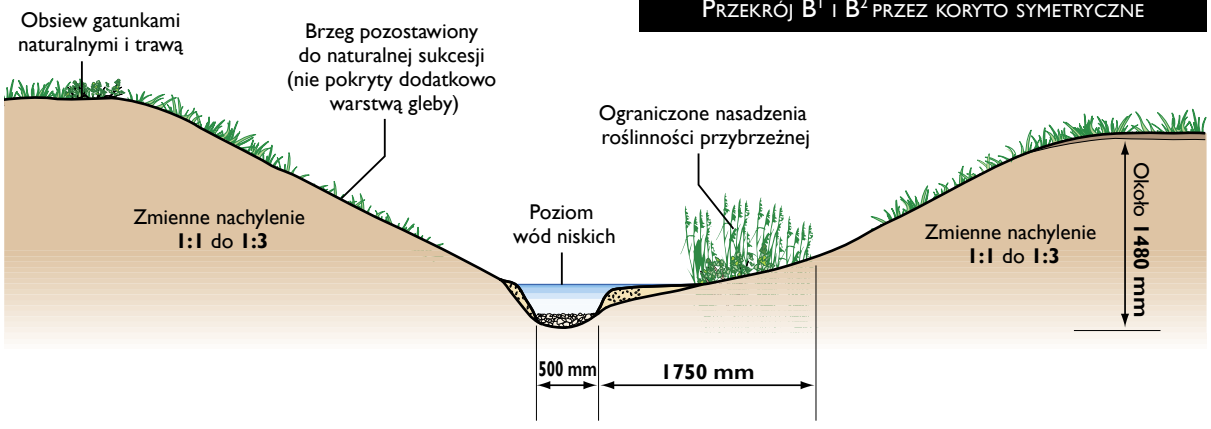
Głównymi miejscami dostępu do nowego koryta są wewnętrzne części zakoli (1:5) oraz łagodna (o nachyleniu 1:8) „plaża" w miejscu odsłonięcia soczewki żwirów.

W projektach tego rodzaju, gdzie strumień odsłonięto pomiędzy orurowanymi przepustami, dobrym rozwiązaniem jest budowa „pułapki" na osady, którą można ukształtować na wiele sposobów – nie musi być ona głębokim zagłębieniem bądź obiektem wymagającym konserwacji po ustabilizowaniu się koryta. W Norman Park dolną część nowego koryta znacznie poszerzono, tworząc wilgotną żwirową ławkę przechwytującą osady. Pozwala to również potokowi znaleźć własną trasę nurtu w obrębie całej szerokości koryta.

Wydobyte masy ziemne ukształtowano w sposób nawiązujący krajobrazowo do otaczającego parku, nadając im formę łagodnych pagórków.

Ponad nowym korytem stworzono dwie przeprawy umożliwiające łatwe przekraczanie potoku: betonowy mostek, o wyglądzie kamiennego, oraz drugi, drewniany. Dostęp do wody, dzięki łagodnie nachylonym brzegom jest możliwy na niemal całej długości.

Rycina 1.6.3
PRZEKRÓJ B^1 I B^2 PRZEZ KORYTO SYMETRYCZNE



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Obsadzona wilgotna ławka oraz przesłonięty krzewami wlot przepustu

W celu zachowania mało żyznych siedlisk odpowiednich dla naturalnej roślinności, dogodnych dla kolonizacji z terenów położonych powyżej, wierzchniej warstwy gleby nie rozplantowano na brzegach. Strefę przejściową pomiędzy wypielęgnowanym trawnikiem a górną krawędzią brzegów obsiano, pochodzącą z pewnego źródła, mieszanką naturalnie występujących gatunków. Stworzyło to atrakcyjną wizualnie krawędź boisk do krykieta, będąc jednocześnie źródłem nasion do obsiewu brzegów. Równie starannie dobrano roślinność przybrzeżną, pochodzącą z lokalnej szkółki i składającą się wyłącznie z gatunków rodzimych. Oprócz obsiewu stosowano nasadzenia, przy czym wlot i wylot pozostawionego odcinka przepustu zostały zamaskowane za pomocą różnych gatunków rodzimych krzewów. Część prac wykonała młodzież szkolna.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 2000–2001

Użytkownicy parku, zwłaszcza spacerowicze z psami, przechadzając się wzdłuż i w poprzek strumienia, uznali otwarty odcinek potoku Ravensbourne za najważniejszy obiekt na tym terenie. Dzieci i psy bawią się na brzegach, pomimo nie ukończonego rozwoju siedlisk.

Uroczyste zakończenie prac – czerwiec 2000

Żwirowe koryto ukształtowało bystrza i plosa, sięgające niekiedy aż po podścielającą warstwę glin.

Roślinność nabrzeżna została niestety zbyt wcześnie zadeptana, w związku z czym pełne pokrycie roślinnością tego terenu może trwać dłużej niż zakładano, aczkolwiek doprowadziło to do znacznego zróżnicowania samych siedlisk. Około jedna trzecia sadzonek zginęła wskutek ich wyrwania przez wrony poszukujące robaków.

Schemat nasadzeń zaprojektowano w taki sposób, aby pogodzić samoistne odtwarzanie się siedlisk naturalnych z jednoczesnym udostępnieniem terenu okolicznym mieszkańcom. Jako pożądane wskazywali oni na możliwość wcześniejszego wstępu na ten obszar, aniżeli efekt związany z samymi nasadzeniami.

Wstępne badania bezkręgowców i ryb nie wykazały znaczących zmian, ale powinno to ulec poprawie w miarę rozwoju roślinności przybrzeżnej i pełnego wykształcenia siedlisk.

Szybki sukces projektu był związany z udziałem w nim multidyscyplinarnego zespołu oraz współpracą pomiędzy radą gminy a Agencją ds. Środowiska.

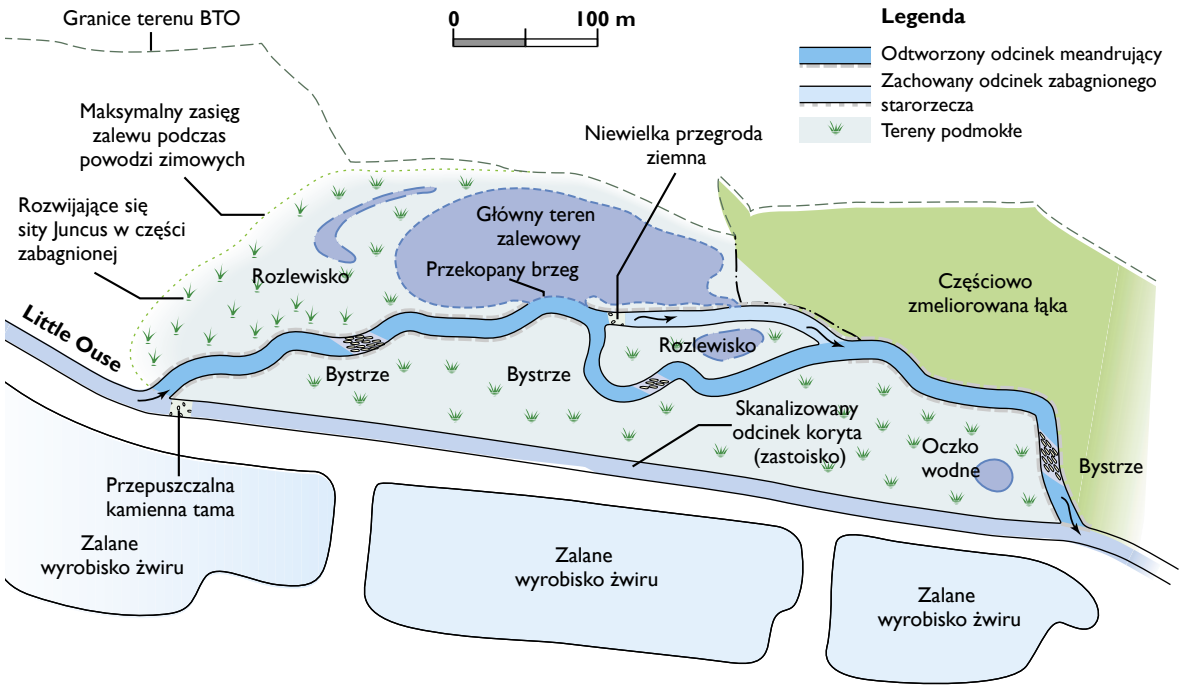
Kontakt:
Trevor Odell, Environmental Agency – Thames Region,
Swift House, Frimley Business Park, Camberley,
Sussex, GU16 5SQ,
Tel.: 01276 454463.
Julie Baxter, Environmental Agency – Thames Region,
Kings Meadow House, Reading RG1 8DQ,
Tel.: 01189 535000.

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

1.7 Odtworzenie odciętych meandrów

RZEKA LITTLE OUSE
LOKALIZACJA – Thetford, hrabstwo Norfolk, TL 870812 – TL 874816
DATA BUDOWY – 1994
DŁUGOŚĆ – 900 m
KOSZT – £ 15 000

Rycina 1.7.1
PLAN MEANDRÓW



OPIS

Little Ouse jest rzeką o małym spadku i zlewni o zróżnicowanym sposobie użytkowania (lasy, łąki kośne, grunty orne). W ostatnich 30 latach w obrębie doliny miał miejsce pobór piasku i żwiru. Doprowadziło do odcięcia omawianego 900-metrowego odcinka nowym prostym korytem.

W 1991 roku organizacja przyrodnicza British Trust for Ornithology (BTO) zakupiła ten teren w celu stworzenia społecznego rezerwatu dla ptaków wodnobłotnych. BTO zaproponowało rządowej Agencji ds. Środowiska współpracę przy odtworzeniu przepływu przez odcięte meandry. W związku z obniżeniem poziomu wody w nowym korycie oraz wynikającej stąd redukcji zasięgu oddziaływania rzeki na dawne tereny zalewowe nastąpiło przesuszenie łąk po obu stronach dawnego koryta.

Skanalizowany odcinek rzeki Little Ouse

Nowy skanalizowany odcinek miał kształt trapezoidalny o szerokości ok. 6 m i głębokości 1–2 m, z 3-metrową strefą stromych i niezalewanych brzegów, porośniętych trawami i roślinnością ruderalną. Siedliska wodne w korycie cieku były ubogie, z makrohydrofitami porastającymi praktycznie tylko płytką strefę przybrzeżną, na podłożu głównie piaszczystym z domieszką osadów drobnoziarnistych oraz żwiru.

Stare meandrujące koryto zachowało się w postaci wilgotnego obniżenia zasypanego na obu końcach materiałem z nowego koryta. Odtworzenie przepływu w dawnym 900-metrowym odcinku meandrującego koryta miało zapewnić odtworzenie zróżnicowanych siedlisk, obejmujących przegłębienia, bystrza i odcinki o szybkim prądzie, kontrastując z ujednoliconym, powolnym i głębokim nurtem w skanalizowanym korycie. Dodatkowo właściciel terenu pragnął odtworzenia zalewów obszaru przylegającego do meandrów oraz przywrócenia połączenia hydraulicznego pomiędzy rzeką a terenem zalewowym.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Widok w dół dawnego meandra

W celu zachowania podmokłych siedlisk wytworzonych w odciętych meandrach, postanowiono zbudować obejście małego fragmentu dawnego koryta o długości 120 m. Umożliwi to zachowanie ostoi roślin i zwierząt wodnych, z której będą mogły się one rozprzestrzeniać na teren planowanego rezerwatu wodnobłotnego.

PROJEKT

Koncepcja i projekt renaturyzacji były proste i oparte na ocenie wizualnej, jako że wciąż zachowane były dawne meandry, w postaci bagnistego, zarośniętego trzciną obniżenia na dnie doliny.

Dawne koryto połączono z rzeką poprzez otwarcie zasypanych końców odcinka meandrującego. Na pozostałym odcinku dawnego koryta przeprowadzono korektę zadrzewień oraz niewielkie prace ziemne. Niewielką ilość gruntu rozprowadzono na obu końcach, wyłącznie w najbliższym zasięgu koparki. Odtworzone koryto rzeki Little Ouse ma obecnie średnią szerokość 8 m, przy średniej głębokości 1 m.

Odcinek meandrujący musiał być odtamowany na obu końcach

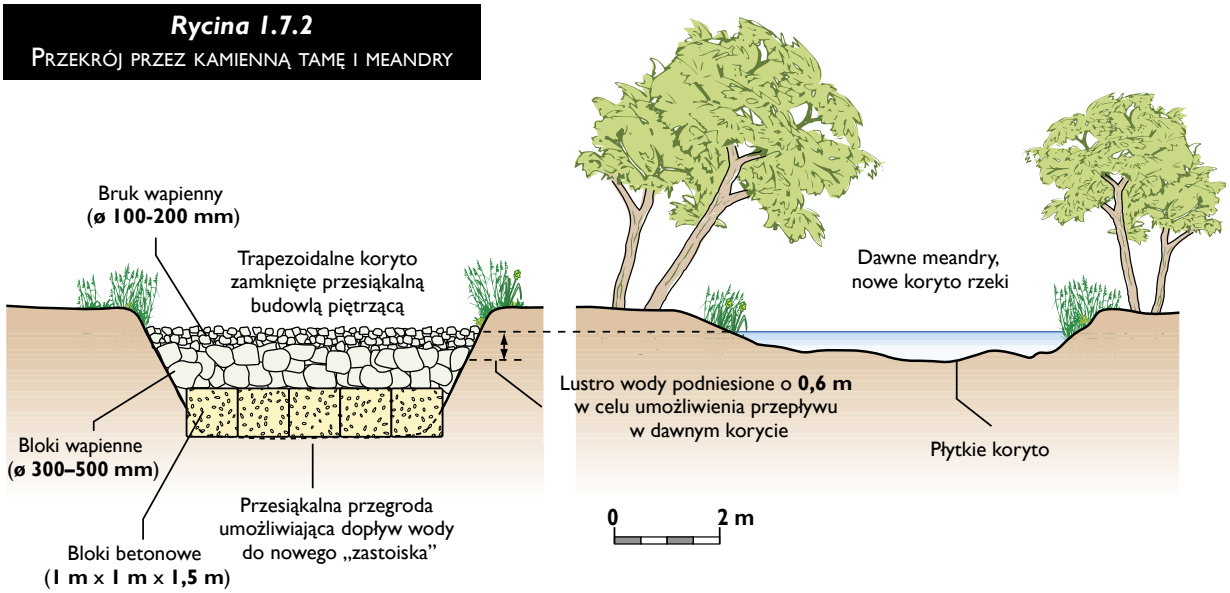
Używając 15-metrowego podnośnika, na górnym końcu nowego skanalizowanego koryta zbudowano tamę z głazów i kamieni (*przepuszczalne piętrzenie pokazane na ryc. 1.7.1 i 1.7.2*). Doprowadziło to do podniesienia poziomu wody w rzece o 0,6 m i skierowania w ten sposób około 90% przepływu do dawnego koryta.

Budowlę, o szerokości 6 m, długości 10 m i wysokości 2 m, wykonano z prefabrykowanych elementów betonowych o wymiarach 1 m × 1,5 m, które pokryto warstwą głazów wapiennych o grubości 0,75 m, przykrytych z kolei 0,25 m warstwą bruku z wapienia. Piętrzenie zaprojektowano w taki sposób, by było ono przepuszczalne, aby zapewnić niewielki dopływ wody do skanalizowanego odcinka koryta. Wezbrania o wysokości powyżej 2 m mogą przelewać się przez piętrzenie, do tego odcinka pełniącego rolę kanału ulgi.

Przelew, przegroda oraz górna część terenów zalewowych

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

Rycina 1.7.2
PRZEKRÓJ PRZEZ KAMIENNĄ TAMĘ I MEANDRY



W środkowej części odcinka meandrującego zachowano fragment zabagnionego starorzecza, odcinając jego górny wlot niewielką zaporą ziemną z przepustem, chroniącą starorzecze przed szybko płynącymi wodami wezbraniowymi.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1994–2000

Badania wykazały obecność bogatej fauny bezkręgowców wodnych (widelnice, jętki, ślimaki), której brak w korycie skanalizowanym. Gatunki ryb nie występujące w tym odcinku, jak jelec i kleń, odbywają tarło i utrzymują swój narybek w korycie meandrującym.

Odtworzenie roślinności bagiennej trwało dłużej niż przewidywano. Mogło to wynikać z wielu czynników, takich jak brak odpowiedniego banku nasion, akumulacja osadów oraz wydłużony okres zalewów. Jednakże ptaki (blaszkodziobe i siewkowce) szybko zasiedliły tereny z otwartym lustrem wód stojących, a czajki zaczęły się gnieździć.

Część terenu wzdłuż odcinka meandrującego ogrodzono, aby ograniczyć zgryzanie (wypas) i wydeptywanie przez bydło, co umożliwiło rozwój roślinności przybrzeżnej.

Dawne meandry połączone z rzeką

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE MEANDRÓW NA ODCINKACH WYPROSTOWANYCH

I

Odtworzone koryto Little Ouse

Wokół piętrzenia zaobserwowano rozmycia powstałe wskutek przelewu górą wód wezbraniowych. Piętrzenie, jak też brzegi odcinka bezpośrednio powyżej niego umocniono, aby zapobiec dalszym zniszczeniom.

Kontakt:
Geraldine Daly, Environmental Agency – Anglian Region, Bromholme Lane, Brampton, Huntingdon, Cambs, PE18 8NE, Tel.: 01480 414581.
Chris Gregory. BTO, The Nunnery, Thetford, Norfolk IP24 2PU, Tel.: 01842 750050.

Zalew terenów wzdłuż odcinka meandrującego – wiosna 1999

10

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

10.1 Składowisko mas ziemnych w Keepsafe i Rockwell

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – sierpień 1995, lato 1996
POWIERZCHNIA – 1,5 ha Rockwell i 1,1 ha Keepsafe (około 19 000 m³ w głównym miejscu składowania)
KOSZT – £ 60 000 utworzenie miejsca depozycji i transport

Składowisko w Rockwell po zakończeniu prac – 1998

OPIS

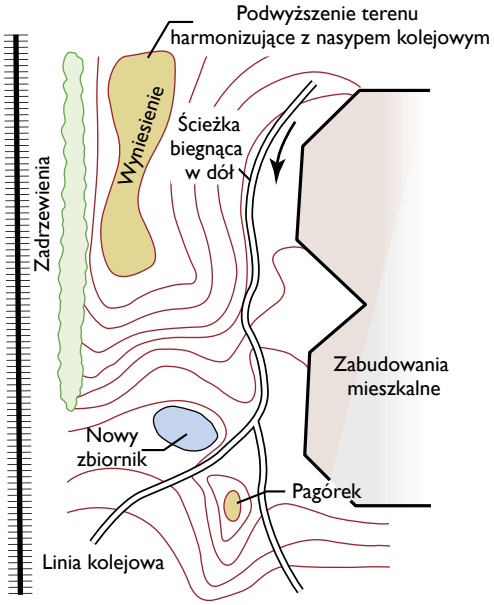
Prace rewitalizacyjne na rzece Skerne spowodowały konieczność zagospodarowania około 19 000 m³ urobku (*patrz 1.4*). W tym celu wykorzystano dwa miejsca na obu zboczach doliny (znane jako Rockwell i Keepsafe), które uznano za odpowiednie do składowania urobku. Były to jedyne miejsca nieprzekształcone przez przemysł czy zajęte pod zabudowę mieszkalną. Krajobraz tych miejsc miał szereg cech pożądanych, lecz kontrastujacych ze zdegradowanym terenem w otoczeniu. Nowe ukształtowanie terenu zaprojektowano tak, aby zneutralizować wpływ dawnego składowiska oraz umożliwić nasadzenia zasłaniające szpecące budynki.

PROJEKT

Ukształtowanie terenu obu miejsc zaprojektowano tak, by przypominało dolinki i pagórki będące naturalnymi elementami krajobrazu północnej Anglii. Ponadto bardzo ważny był udział w projekcie lokalnej społeczności – szkół, lokalnej organizacji przyrodniczej i mieszkańców. Szczegółowy projekt uwzględniał między innymi koncepcję wyznaczenia oficjalnych i swobodnie biegnących ścieżek.

Rockwell (ryc. 10.1.1)
Ten sfalowany teren, porośnięty krzakami oraz porzuconymi gdzieniegdzie odpadami budowlanymi i gruzem, położony jest pomiędzy zabudowaniami mieszkalnymi, magistralą kolejową i rezerwatem przyrody. W ramach lokalnego projektu zagospodarowania ekologicznego na zboczu doliny, w miejscu dawnego wysięku wody wykopano zbiornik. Nowo ukształtowany obiekt charakteryzuje się łagodnymi zboczami naprzeciw osiedla oraz niewielkimi pagórkami urozmaicającymi topografię terenu.

Rycina 10.1.1
PLAN PRAC ZWIĄZANYCH Z KSZTAŁTOWANIEM POWIERZCHNI TERENU W ROCKWELL



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

10

Teren zdrenowano i odwodniono w kluczowych miejscach, aby zapobiec zalewaniu ścieżek i ograniczyć erozję powierzchniową.

Keepsafe (ryc. 10.1.2)
Uprzednio było to łagodnie opadające w stronę rzeki pole. Nowe składowisko nadało miejscowemu krajobrazowi charakteru małej dolinki, dzięki podniesieniu terenu wzdłuż terenów przemysłowych, ulokowanych na dawnym składowisku. Starannie rozplanowane nasadzenia drzew i krzewów przesłaniają teren przemysłowy i dobrze współgrają z wcześniej istniejącym zadrzewieniami pasowymi i żywopłotem. Ważnym elementem prac było zmniejszenie spadku i wygładzenie stromej skarpy dawnego składowiska. Miejscami wprowadzono drenaż, w celu odwodnienia ścieżek spacerowych.

Po zakończeniu prac ziemnych, zaproszony architekt krajobrazu zaplanował odpowiedni schemat nasadzeń. Oba miejsca obsiano niewymagającą pielęgnacji mieszanką traw z domieszką dziko rosnących kwietnych bylin łąkowych, w następnym roku nasadzając w sposób harmonijny około 10 000 drzew i krzewów. W niższych partiach zboczy zasadzono ponadto rośliny cebulowe.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/98

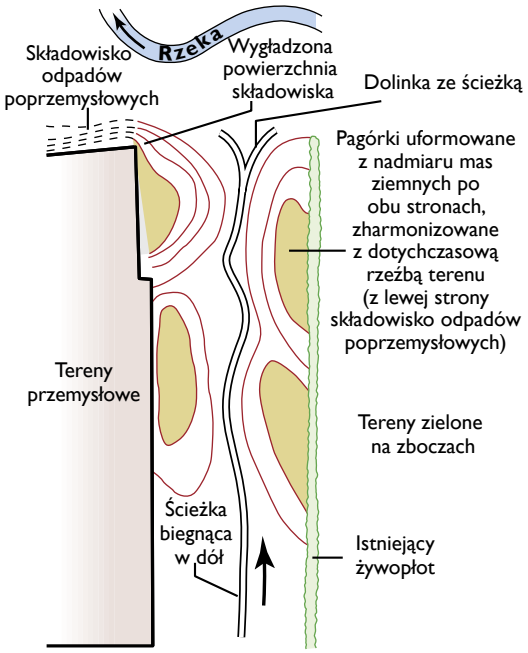
Udział lokalnej społeczności w planowaniu oraz w nasadzeniach wytworzył poczucie odpowiedzialności i współwłasności tych terenów, co najprawdopodobniej skutkowało znikomym poziomem wandalizmu. Oba obiekty są dobrze wkomponowane w otaczający krajobraz i nie są postrzegane jako sztuczne. Tereny te obecnie intensywnie wykorzystują spacerowicze pragnący kontaktu z przyrodą. Nasadzenia drzew i krzewów zaczęły przesłaniać okoliczne tereny przemysłowe i linię kolejową.

Pomysłowe wykorzystanie urobku w ten skuteczny sposób pozwoliło uniknąć nazbyt kosztownego wywozu mas ziemnych poza teren projektu.

Formowanie składowiska w Keepsafe

Składowisko w Keepsafe po nasadzeniu drzew – 1998 (zbliżony widok)

Rycina 10.1.2
PLAN PRAC ZWIĄZANYCH Z KSZTAŁTOWANIEM POWIERZCHNI TERENU W KEEPSAFE

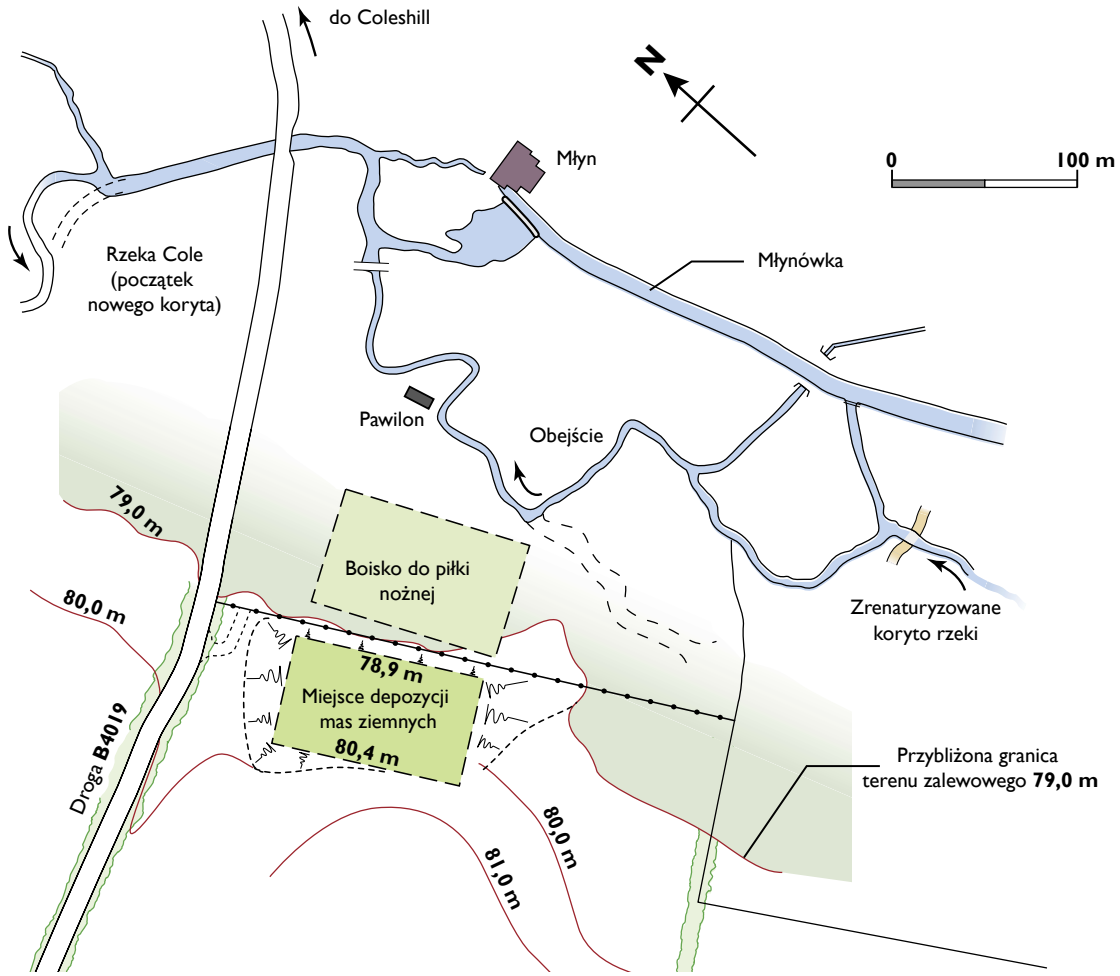


10

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

10.2 Depozycja mas ziemnych

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995 – czerwiec 1996
POWIERZCHNIA – 0,6 ha (około 4000 m³ w głównym miejscu składowania)
KOSZT – £ 13 600 utworzenie miejsca depozycji i transport



OPIS

Prace ziemne związane z budową ponad 1 kilometra nowego koryta meandrującego, doprowadziły do wydobycia około 4000 m³ mas ziemnych, które wymagały przemieszczenia poza dolinę rzeki. Wykorzystano je do modyfikacji ukształtowania terenu położonych nieopodal pól ornych, opadających łagodnie w kierunku terenów zalewowych rzeki. Utworzone w ten sposób miejsce depozycji mas ziemnych przypomina naturalny taras rzeczny. Jest ono na tyle duże, że w razie potrzeby może służyć jako dodatkowe miejsce do gry w piłkę nożną, obok istniejącego boiska. Wydobyte masy ziemne posłużyły ponadto do budowy dwóch niewielkich wzgórz ucieczkowych służących jako schronienie dla wypasanego w dolinie inwentarza podczas wezbrań.

PROJEKT

Większość wydobytych mas ziemnych posłużyła do wypełnienia zbędnych odcinków dawnego, wyprostowanego koryta rzecznego. Integralną częścią projektu było pozostawienie pewnych fragmentów niezasypanych w celu odtworzenia podmokłych siedlisk nadrzecznych (*patrz 2.2 i 9.2*).

Założenia projektu renaturyzacji rzeki Cole nie przewidywały zagospodarowania pozostałych mas ziemnych na terenach zalewowych. Wywóz całości wydobytego gruntu poza obszar projektu był jednak zbyt drogi, w związku z czym wdrożono koncepcję ich depozycji w formie tarasowania pobliskiego zbocza doliny.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

Teren przeznaczony na ten cel został wybrany w taki sposób, by mógł służyć miejscowemu klubowi piłkarskiemu, którego boisko znajduje się na terenie zalewowym rzeki i jest okresowo zatapiane. Ilość mas ziemnych pozwalała na utworzenie boiska o odpowiednich rozmiarach, ponad poziomem wezbrań powodziowych. W rzeczywistości obiekt ten został przywrócony do funkcji rolniczych, lecz w przypadku ewentualnych powodzi zachowano możliwość zagospodarowania tego terenu na cele rekreacyjne.

Budowa była prowadzona równolegle z przemieszczeniem warstwy próchniczej do ponownego zagospodarowania. Wykonano ją za pomocą buldożerów, a następnie przywieziono i rozprowadzono wydobyte masy ziemne. Prace polegały ponadto na dokładnym ukształtowaniu powierzchni, aby połączyć zbocza otaczającego terenu, o spadku 1:40, oraz miejsca depozycji, o nachyleniu 1:130, co zapewniało swobodny odpływ powierzchniowy wód opadowych.

Ponadto wydobyte masy ziemne posłużyły do utworzenia na terenach zalewowych dwóch niewielkich wzgórz ucieczkowych, w postaci łagodnie nachylonych, płytkich wyniesień. W okresach wezbrań i powodzi służą one dla schronienia inwentarza, w miejscach gdzie jest on najbardziej zagrożony (patrz 1.3). Wyniesienia te nie wpływają w istotnym stopniu na zmniejszenie pojemności retencyjnej wód powodziowych, jako że ilość wykorzystanych do ich budowy mas ziemnych jest niewielka – w porównaniu do objętości gruntów przewiezionych do głównego miejsca ich składowania.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/98

Miejsce depozycji tak jak uprzednio pełni funkcje rolnicze, jedynie niewielka część była wyłączona z produkcji rolnej przez jeden sezon. Dodatkowe masy ziemne wydobyte podczas prac uzupełniających zdeponowano na krawędziach tarasu, zwiększając projektowane nachylenie zboczy (1:40). Prace te nie wpłynęły jednak znacząco na degradację wartości krajobrazowych.

Do chwili obecnej nie potwierdziły się obawy związane z koniecznością wybudowania dodatkowego boiska poza terenami zalewowymi, ponieważ realizacja projektu renaturyzacji rzeki nie wpłynęła na częstość jej wezbrań. Ponadto po zakończeniu prac rzeka nie zwiększyła przepływów, oszacowanych w projekcie dość ostrożnie, zaś ilość opadów była niższa od średniej wieloletniej. Odpowiedzialne za to mogą być oba powyższe czynniki, choć wyniki modelowania hydraulicznego wskazują, że wezbrania nie stanowią istotnego zagrożenia dla klubu piłkarskiego.

Zmiana ukształtowania stoków doliny sąsiadujących z terenami zalewowymi okazała się bardzo efektywnym sposobem uniknięcia kosztów związanych z zagospodarowaniem nadmiaru mas ziemnych, bez wyraźnego uszczerbku walorów krajobrazowych.

Prace związane z depozycją mas ziemnych na gruntach ornych, na prawo od boiska do piłki nożnej – 1995
Zdjęcie: Agencja ds. Środowiska

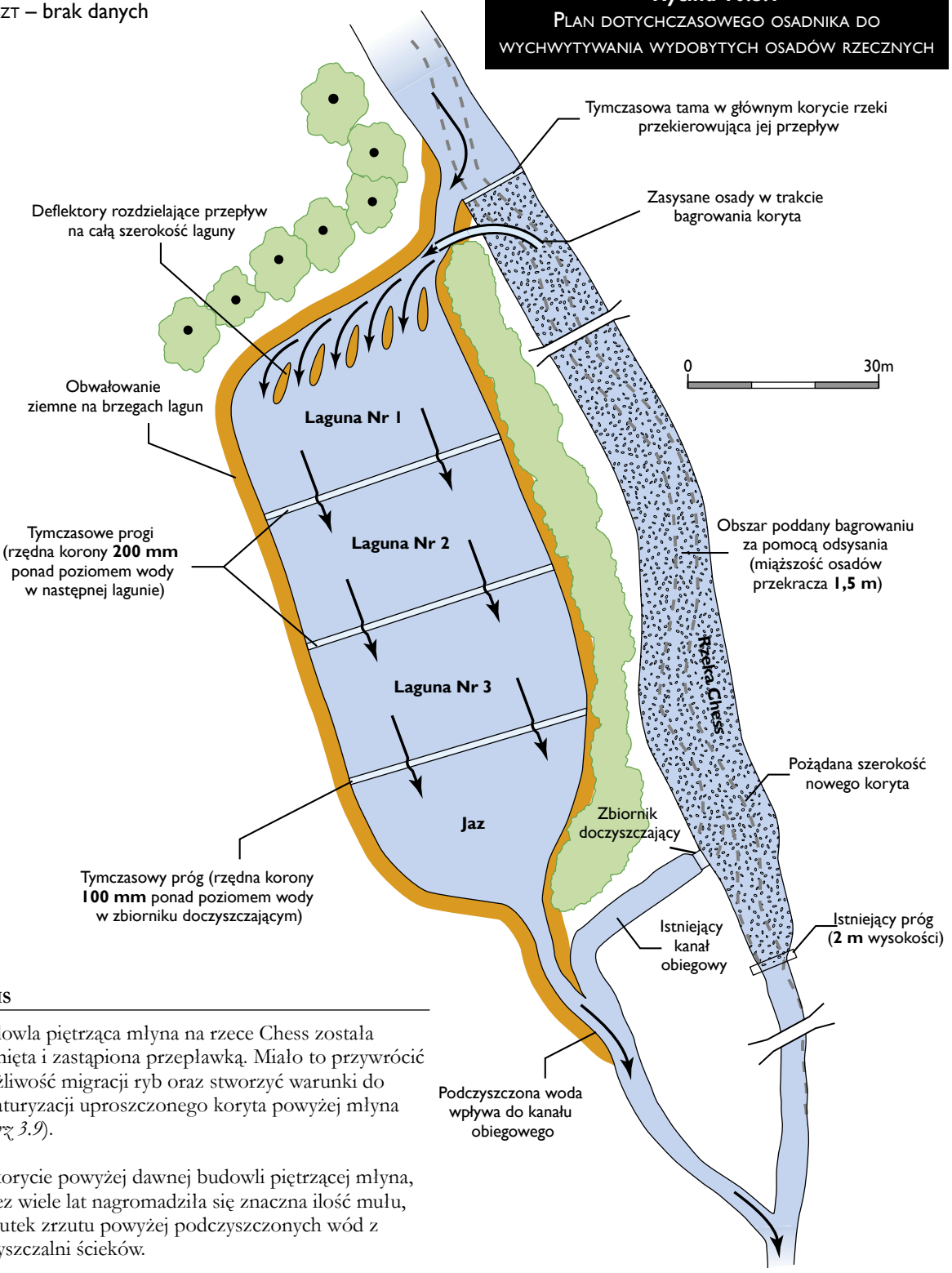
10

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

10.3 Tanie usunięcie osadów z koryta cieku

RZEKA CHESS
LOKALIZACJA – Blackwell Hall, Latimer, hrabstwo Buckinghamshire, SU 980997
DATA BUDOWY –1994/1995
POWIERZCHNIA – około 3000 m³
KOSZT – brak danych

Rycina 10.3.1
PLAN DOTYCHCZASOWEGO OSADNIKA DO WYCHWYTYWANIA WYDOBYTYCH OSADÓW RZECZNYCH



OPIS

Budowla piętrząca młyna na rzece Chess została usunięta i zastąpiona przepławką. Miało to przywrócić możliwość migracji ryb oraz stworzyć warunki do renaturyzacji uproszczonego koryta powyżej młyna (*patrz 3.9*).

W korycie powyżej dawnej budowli piętrzącej młyna, przez wiele lat nagromadziła się znaczna ilość mułu, wskutek zrzutu powyżej podczyszczonych wód z oczyszczalni ścieków.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

Piętrzenie młyna i wybudowana w jego miejscu przepławka

Bagrowanie oraz odmulenie zbiornika powyżej piętrzenia młyna połączono z budową przepławki. Przed realizacją projektu nastąpiło przeniesienie zrzutu ścieków z oczyszczalni w dół biegu rzeki.

Obniżenie poziomu wody przywróciło rzece odpowiedni spadek podłużny, a także odtworzyło wąskie i kręte koryto wewnątrz jej zbyt szerokiego i głębokiego koryta dawnej cofki. Wymiary zamkniętego koryta musiały być znacznie zmniejszone, zarówno jego szerokość (z 8 m do 2 m) jak i głębokość (w niektórych miejscach miąższość mułu sięgała 1,5 m).

Zamulone koryto rzeki powyżej młyna, widok w kierunku młyna.
Ramka powyżej: po wybagrowaniu
Ramka po prawej: cztery lata później

Projekt wymagał usunięcia nagromadzonych osadów powyżej dawnego piętrzenia. W celu uniknięcia wywozu wydobytych osadów, wybagrowany materiał wbudowano na sąsiadującej łące. Usuwanie materiału z obszaru objętego projektem jest często kosztowne, a także uciążliwe środowiskowo, jeśli osady przewożone są na składowisko odpadów.

PROJEKT

Przy użyciu koparki, utworzono niskie obwałowania ziemne na pobliskiej łące. Prace ziemne obejmowały obniżenie poziomu terenu w celu umożliwienia grawitacyjnego odpływu wody. Umocnienia te utworzyły trzy płytkie laguny i zbiornik doczyszczający. Pierwsza (najwyżej położona) laguna posiadała deflektory zapewniające równomierne rozprowadzanie przepływu na całej jej szerokości. Laguny oddzielały od siebie niskie, tymczasowe progi ziemne (*ryciny 10.3.2 i 10.3.3*).

Zamulony odcinek rzeki tymczasowo otamowano i osuszono, otwierając jaz na dawnym kanale obiegowym młyna. Do osadnika rzekę skierowano umocnionym kanałem wlotowym. Usunięcie znacznej objętości uwodnionych osadów przeprowadzono poprzez ich zasysanie i przepompowywanie do pierwszej laguny. Zmącona osadami woda przepływała następnie przez trzy laguny, deponując w nich niesione osady, uchodząc z kolei do kanału obiegowego młyna.

Czas retencjonowania wód w osadniku wynosił około 2–4 godzin. W ten sposób z koryta cieku usunięto 1300 m^3 osadów i zawiesiny.

Teren wykorzystany na osadnik miał powierzchnię około 3000 m^2, a depozycja osadów doprowadziła do maksymalnego podniesienia jego wysokości o około 200 mm.

10

ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

Laguny i zbiornik doczyszczający – luty 1995

Laguny, zbiornik doczyszczający i odpływ wody – marzec 1995

Przechwycone osady – kwiecień 1995

Odwodnienie i osuszenie zaniesionych osadami lagun trwało około miesiąc, po czym usunięto materiały z tymczasowego obwałowania (plandeki i worki z piaskiem). Następnie wyrównano umocnienia ziemne i powierzchnię osadników tak, aby mogły być przywrócone użytkowaniu rolnemu. Teren został zagrabiony i obsiany mieszanką łąkową.

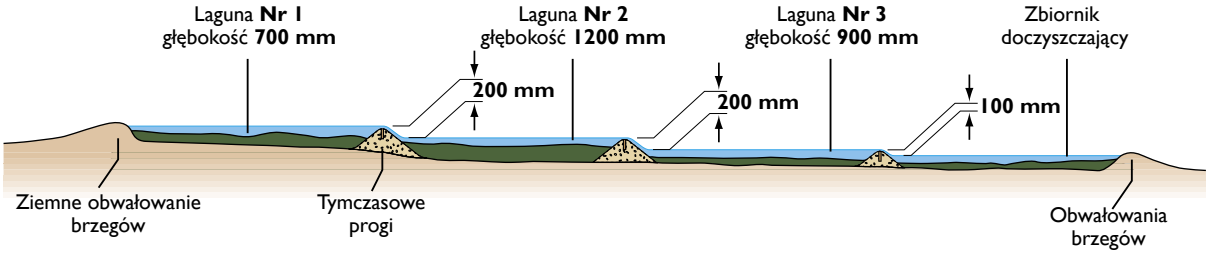
Cztery lata później
jako teren użytkowany łąkowo

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

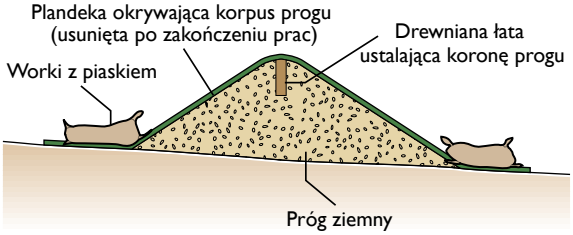
ZAGOSPODAROWANIE OSADÓW RZECZNYCH

10

Rycina 10.3.2
PRZEKRÓJ PRZEZ LAGUNY



Odwadnianie osadów – kwiecień 1995.
Widok od strony kanału wlotowego



Rycina 10.3.3
PRZEKRÓJ PRZEZ TYMCZASOWE PROGI

Splantowany i obsiany teren tymczasowego osadnika
– czerwiec 1995

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

Obecnie teren całkowicie zadarniony, o charakterze łąkowym.

Powyższa metoda odmulania może być alternatywą dla usuwania osadów poza obszar objęty projektem, zwłaszcza tam, gdzie jest dostateczny spadek podłużny cieku oraz nie ma groźby istotnego zmniejszenia pojemności retencyjnej terenów zalewowych.

Kontakt:
Steven Lavens. WS Atkins, Woodcote Grove, Ashley Road, Epsom, Surrey. KT18 5BW. Tel.: 01372 726140.
Chris Catling. Environment Agency – Thames Region, North East Area Office, 2 Bishops Square Business Park, St Albans Road West, Hatfield,Herts, AL10 9EX, Tel.: 01707 632370.

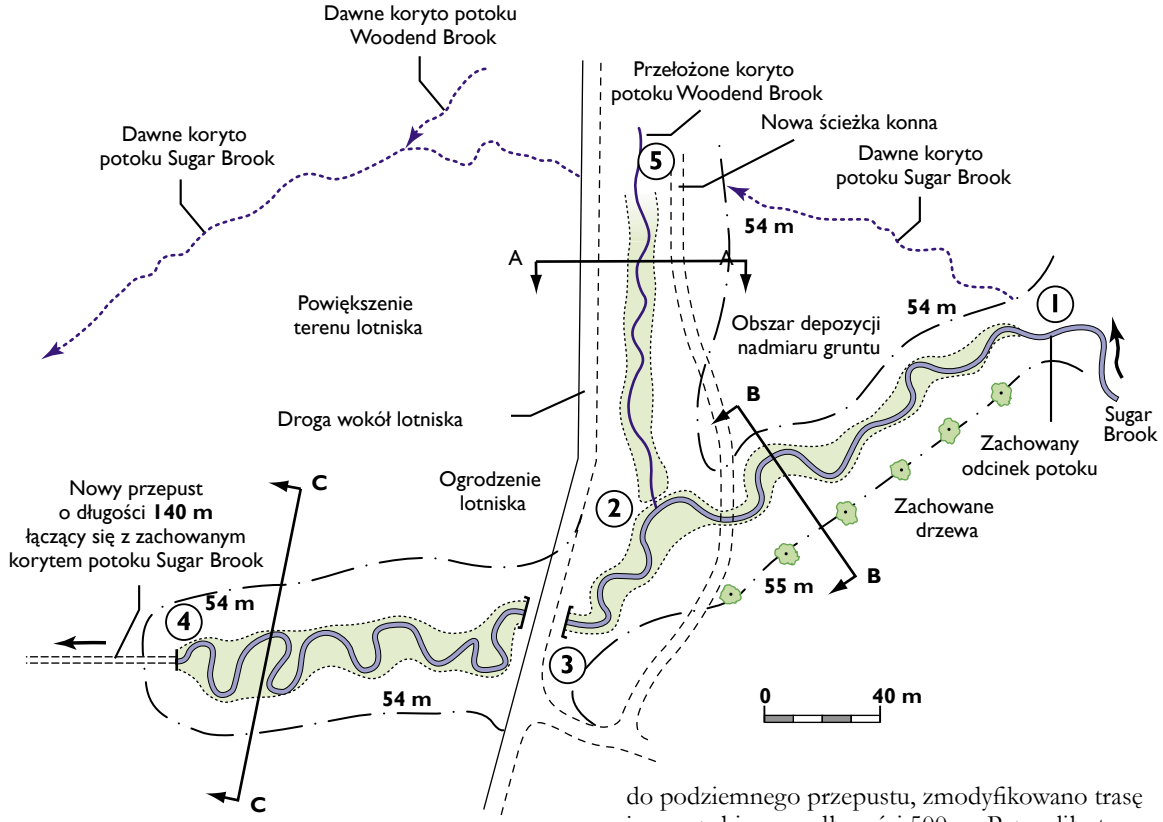
11

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11.1 Przełożenie cieku wraz z doliną

POTOK SUGAR BROOK
LOKALIZACJA – lotnisko, Manchester, SJ 7981
DATA BUDOWY – 1998
DŁUGOŚĆ – 360 m głównego cieku plus dopływy
KOSZT – brak danych

Rycina 11.1.1
PLAN PRZEŁOŻENIA CIEKÓW



Legenda

- Poziomica 54/55 m n.p.m. wyznaczająca górną krawędź nowej doliny potoku
- Granice dość płaskiego dna nowej doliny (teren zalewowy), z meandrującym korytem potoku
- (1) Górny kraniec przełożonego odcinka potoku Sugar Brook
- (2) Ujście potoku Woodend Brook
- (3) Przepust pod drogą wokół lotniska
- (4) Przepust pod lotniskiem
- (5) Początek terenów podmokłych w dolinie potoku Woodend Brook

OPIS

Budowa drugiego pasa startowego na lotnisku w Manchester wymagała niwelacji i zasypania około 350-metrowego odcinka potoku Sugar Brook wraz z jego doliną, w celu wyrównania reliefu terenu i uzyskania wymaganego poziomu przy budowie pasa startowego, z drogami kołowania oraz otaczającym je pasem bezpieczeństwa. Zamiast przekładać ciek do podziemnego przepustu, zmodyfikowano trasę jego przebiegu na długości 500 m. Pozwoliło to ograniczyć długość odcinka, który musiał zostać skanalizowany do 140 m, tam gdzie w sposób nieunikniony potok przecinał trasę pasa startowego Pozostały 360-metrowy odcinek przełożonego cieku zaprojektowano w formie otwartego koryta.

Podobne problemy dotyczyły niewielkiego dopływu – potoku Woodend Lane Brook (Woodend Brook), który musiał być przełożony i połączony z przebudowanym korytem potoku Sugar Brook. Cel ten udało się osiągnąć, prowadząc cały jego bieg w postaci otwartego koryta, unikając kanalizacji cieku.

Rycina 11.1.1 przedstawia dotychczasową trasę biegu obydwu cieków wraz z ich nowymi korytami odsuniętymi na południe, prowadząc je poza ogrodzeniem lotniska, w kierunku nowego przepustu biegnącego pod pasem startowym (przepust lotniskowy). Ujście tego przepustu wpada bezpośrednio do zachowanego odcinka potoku Sugar Brook. Długość nowo przełożonego odcinka koryta równa jest odcinkowi zastąpionemu, w związku z czym zachowano uprzedni spadek podłużny dna potoku.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11

Potok Sugar Brook przed ujęciem w przepust, miejsce referencyjne dla nowego koryta

Podczas projektowania nowej trasy biegu obu cieków wyłoniło się szereg problemów, spośród których największe znaczenie miała głębokość na jaką miały sięgać wykopy nowego koryta, zapewniające osiągnięcie wymaganego poziomu ich dna. Dno nowego odcinka ma jednostajny spadek 1:200, na długości 500 m, pomiędzy jego oboma końcami. Poważnym problemem było ukształtowanie terenu wzdłuż nowej trasy potoku, którego poziom wzrasta do ponad 5 m ponad rzędną nowego dna. Tak duża głębokość (5 m) wykraczała daleko poza naturalną wielkość rozcięcia terenu przez koryto cieku typu potoku Sugar Brook, dla którego osiągnęła średnią wartość około 1 m. Spowodowało to konieczność zmiany podejścia do całego projektu.

Przełożenie koryta potoku stworzyło sposobność do odtworzenia jego naturalnych cech, zachowanych wciąż na niezmodyfikowanych dotąd odcinkach cieku.

PROJEKT

Wstępne założenia projektowe, przygotowane w celu uzyskania niezbędnych zezwoleń, przewidywały budowę nowego koryta o słabo krętej trasie oraz przekroju trapezoidalnym. Koncepcja ta była również pozbawiona jakichkolwiek zabiegów nadających korytu formę bardziej naturalną, naśladującą swym charakterem cechy dotychczasowego biegu potoku Sugar Brook. Takie rozwiązanie, zaakceptowane administracyjnie w stosownych decyzjach i pozwoleniach, miało maksymalnie ograniczyć wykop, ustalając również przebieg krawędzi nowych brzegów, lokalizację dróg i ścieżek, a także miejsca składowania nadmiaru mas ziemnych. Wskutek tego uzyskane pozwolenie dopuszczało prace w nazbyt wąskim pasie, w którym miały być wdrożone rozwiązania projektowe.

Powyższe założenia projektowe postanowiono zweryfikować praktycznie, wykonując wykop rozpoznawczy, na górnym krańcu nowo projektowanego odcinka. Wyniki wykazały, że przyjęte rozwiązania projektowe były całkowicie nieodpowiednie, gdyż poza korytem o charakterze głębokiego wcięcia o stromych skarpach, a przeważające w podłożu gliniaste grunty nie mogły zostać uznane za stabilne przy tej głębokości wykopów. Ponadto należało się spodziewać podmywania podnóża skarp, co przy wysokich brzegach doprowadziłoby do przyśpieszonego powstawania osuwisk.

Konieczność opracowania nowych założeń projektowych wynikała z rozpoznania odmienności procesów morfodynamicznych, które ukształtowały naturalną dolinę potoku, od procesów generowanych wyłącznie w obrębie dna doliny prze niewielkie cieki. Badania i analiza nieprzekształconego odcinka potoku poniżej lotniska wykazały, że dolina jest wąska i ma charakter U-kształtny, uformowany podczas wycofywania się lodowca, z dość płaskim dnem pokrytym młodszymi aluwiami, wśród których meandrował ciek. Przekroje poprzeczne tego odcinka potoku były wzorcem przy projektowaniu jego nowej trasy.

W związku z tym, w projekcie szczegółowym, przełożenie koryta potoku potraktowano jako przełożenie całej doliny cieku (a nie wyłącznie zabieg zmiany trasy biegu)! Zatem, jeżeli możliwe byłoby odpowiednie ukształtowanie terenu doliny (podtrzymujące zróżnicowanie procesów morfodynamicznych itp.), wówczas odtworzenie niewielkiego meandrującego potoku na jej dnie stałoby się stosunkowo łatwym zadaniem.

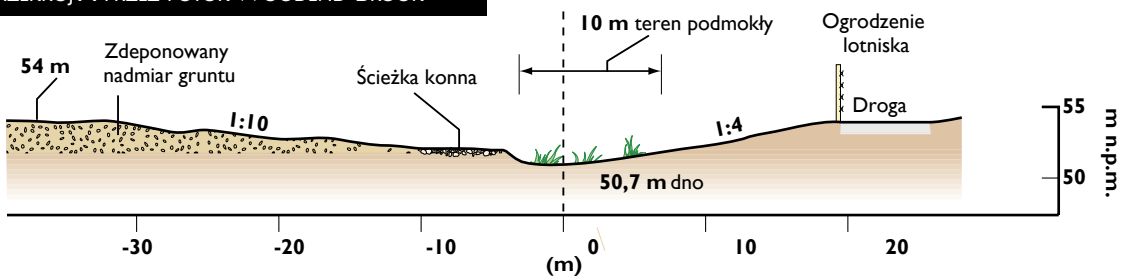
Rycina 11.1.1 przedstawia górną krawędź nowoutworzonych dolin potoków, zarówno Sugar Brook jak i Woodend Brook, biegnących pomiędzy poziomicami 54 a 55 m n.p.m. oraz oddalonych od siebie na 30–50 m. Szerokość stosunkowo płaskiego dna dolin obu potoków mieści się w granicach 10–20 m.

Ostatecznie nadano potokowi Sugar Brook bieg meandrujący, który był wcięty w dno doliny na głębokość nieprzekraczającą 1 m, co nawiązywało do innych odcinków tego cieku, naturalnie meandrujących (*ryc. 11.1.3 i 11.1.4*). W przypadku potoku Woodend

11

PRZEŁOŻENIE KORYTA

Rycina 11.1.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ POTOK WOODEND BROOK



Brook zaniechano pogłębiania dna nowego biegu, doprowadzając natomiast do powstania terenu podmokłego na całej szerokości doliny cieku, sięgającej do 10 m (*ryc. 11.1.2*). Z upływem czasu dojdzie do pogłębienia koryta tego potoku wskutek naturalnych procesów erozji wgłębnej i wcinania się cieku w podłoże.

Ukształtowanie doliny
Prace ziemne związane z kształtowaniem zboczy nowej doliny prowadzono w bardzo staranny sposób, tak by nadać dolinie jak najbardziej naturalną rzeźbę, wklęsłą w miejscach dawnych, zerodowanych skarp i wypukłych, gdzie takie procesy nie zachodziły. Brzegi związane z formami wklęsłymi są bardziej płaskie i mają mniejsze nachylenie niż w przypadku wypukłości, co nadaje pożądane zróżnicowanie przebiegu doliny o nieco krętej trasie. Zbocza o złożonym przekroju, zarówno wklęsłym, jak i wypukłym, zostały także uwzględnione w projekcie. Zróżnicowanie to przedstawiono na przekrojach A, B i C oraz na fotografiach.

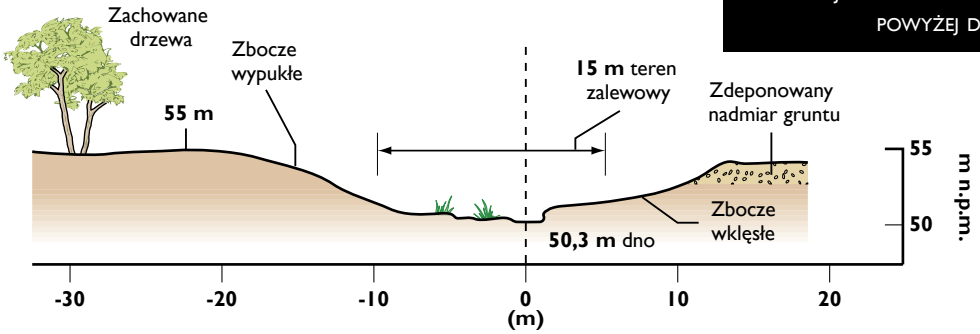
Koryto potoku
Korytu nadano charakter meandrującego cieku na dnie doliny, zgodnie z zasadami projektowymi, opisanymi w tym podręczniku (*patrz 1.1, 6.2*). Na nowym odcinku doliny, w miejscach poszerzenia koryta, uformowano urwiste skarpy, bystrza, przegłębienia i odsypiska, których postać, jak oczekiwano, będzie szybko modyfikowana przez późniejsze wezbrania. Celem projektu było nadanie takiego kształtu korytu potoku, by odzwierciedlał on przewidywany charakter reżimu hydrologicznego, umożliwiając w miarę upływu lat, ustabilizowanie warunków w korycie potoku.

Potok Woodend Brook

W ramach uzyskanych zezwoleń, przeprowadzono rozległe nasadzenia brzegów oraz siedlisk przybrzeżnych i marginalnych. Ponadto w rok po zakończeniu prac, począwszy od roku 1999, wdrożono program monitoringu.

Widok w górę biegu potoku Sugar Brook

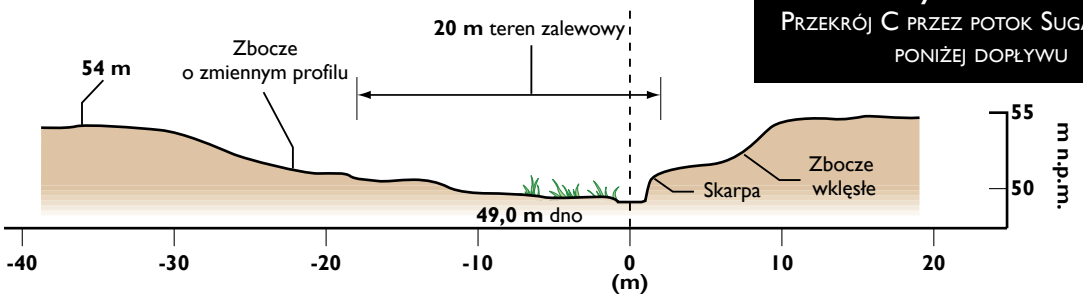
Rycina 11.1.3
PRZEKRÓJ B PRZEZ POTOK WOODEND BROOK POWYŻEJ DOPŁYWU



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11



Rycina 11.1.4
PRZEKRÓJ C PRZEZ POTOK SUGAR BROOK PONIŻEJ DOPŁYWU

Potok Sugar Brook poniżej dopływu – wrzesień 1999

Rozwój pokrywy roślinnej w dolinie – listopad 2001

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1998–2001

Osiągnięto dobre wyniki, pomimo że zakres renaturalizacji nowo ukształtowanej doliny, w znacznym stopniu określały ograniczenia przestrzenne przyjęte w wstępnym stadium koncepcji planistycznych. Ponadto nowo utworzone koryto z pewnością ma znacznie lepszą postać niż zaprojektowane na początku koryto trapezoidalne. Na tej podstawie można sądzić, że koncepcja przełożenia całej doliny rzecznej, zamiast wyłącznie przemieszczenia trasy koryta, jest właściwa i należy ją poważnie rozważać w podobnych okolicznościach.

Badania przeprowadzone w ramach jednej z prac magisterskich z roku 2000 (*M. Guy, Uniwersytet w Nottingham*) wykazały, że nowe koryto jest silne modelowane przez procesy morfogenetyczne, uwzględniając aktywne procesy erozji i osadzania. Okazało się, że nowe koryto wciąż stara się „dopasować" do lokalnych uwarunkowań, by docelowo osiągnąć stan równowagi dynamicznej, której charakter jest porównywalny z nieprzekształconymi odcinkami strumienia.

W ramach monitoringu powykonawczego, zgromadzono podstawowe dane, obejmujące: wskaźniki jakości wody, dane dotyczące bezkręgowców (bentos), analizę topografii terenu oraz badania funkcjonalne korytarza ekologicznego dolin obu potoków. W pierwszym roku wyniki monitoringu roślin wodnych potwierdziły przyjęcie się wszystkich nasadzonych gatunków roślin, przy czym charakterystyczny był krótkotrwały i obfity pojaw jednoletniego gatunku z rodzaju rzepicha, który spowodował spowolnienie przepływu wód. Ponadto w strefie brzegowej nowego koryta rozwijają się samosiewy wierzbowe i olchowe.

Wyniki monitoringu, za wyjątkiem wzrastającej ilości zawiesin podczas budowy i wysokich stanów, nie wykazały jakichkolwiek istotnych zmian właściwości chemicznych wody. W przeciągu dwóch lat po zakończeniu prac, w nowym korycie odnaleziono niemal wszystkie taksony zaliczane do fauny bezkręgowców (bentos), występujące w dawnym korycie, przed wprowadzeniem zmian, jednakże powrót rzadkich taksonów wymaga jeszcze znacznej ilości czasu (*Z. James – praca magisterska 2001*). Lotnisko w Manchester kontynuuje monitoring stanu środowiska na całym obszarze dotkniętym przez projekt.

Kontakt:
Karen Williams i Pam Nolan, Environment Agency – North West Region, Appelton House, Warrington, Cheshire. WA3 7WD. Tel.: 01925 840000.
Malcolm Hewitt. WS Atkins, Thompson House, Birchwood Science Park, Risley, Warrington. WA3 6AT, Tel.: 01925 622000.
RRC, Silsoe, Beds MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.

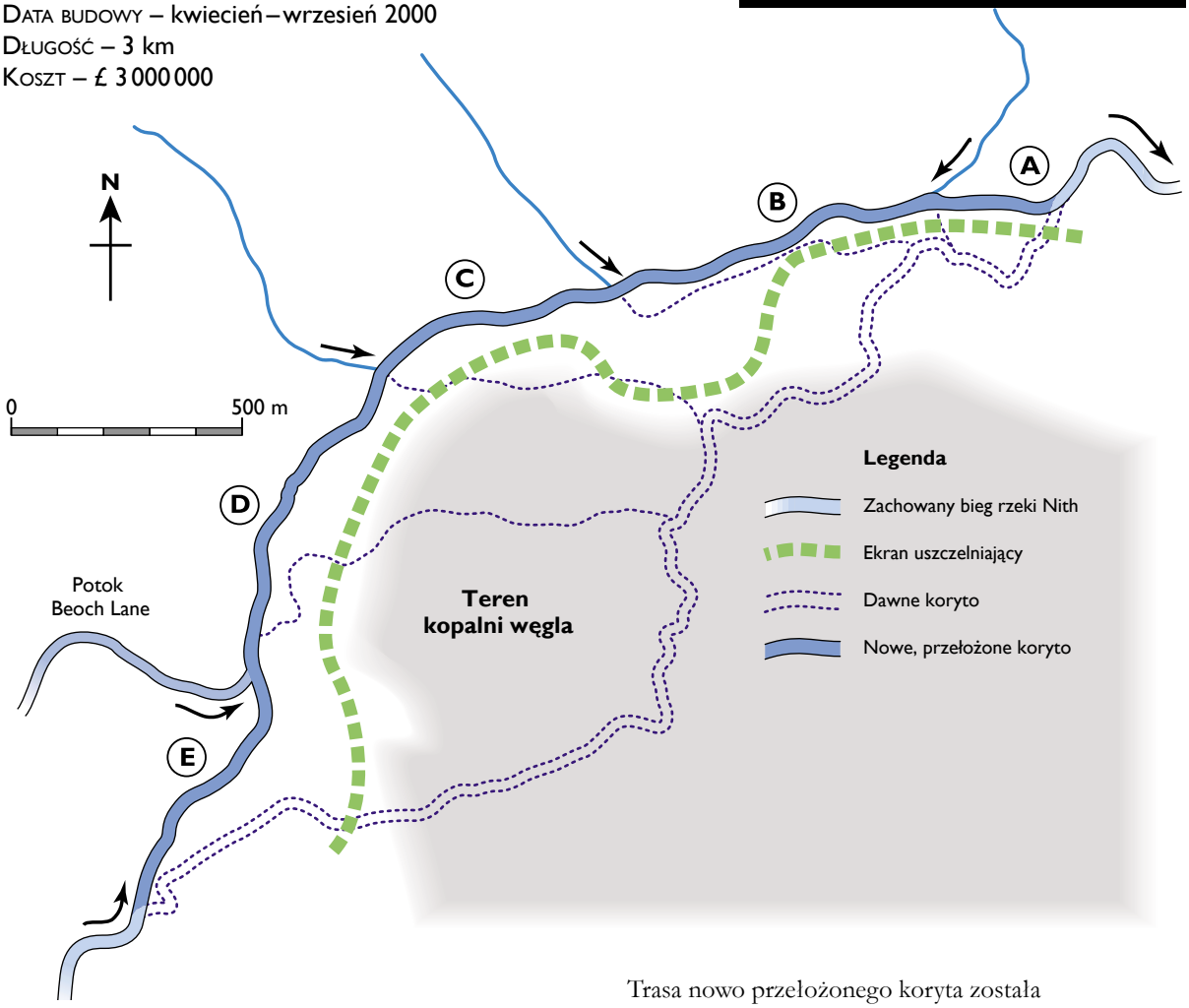
11

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11.2 Uszczelnienie koryta cieku

RZEKA NITH
LOKALIZACJA – na zachód od New Cumnock, hrabstwo Ayrshire, Szkocja NS 5412
DATA BUDOWY – kwiecień–wrzesień 2000
DŁUGOŚĆ – 3 km
KOSZT – £ 3 000 000

Rycina 11.2.1
TEREN OBJĘTY PROJEKTEM ORAZ ZASTOSOWANE ZABIEGI I ICH KOLEJNOŚĆ



OPIS

Rzeka Nith wypływa na wysokości około 500 m n.p.m. na wyżynach południowo-zachodniej Szkocji i jest ważnym ciekiem ze względu na tarliska łososia i pstrąga. Na długości około siedmiu kilometrów jej bieg gwałtownie obniża się, przechodząc w odcinek meandrujący w obrębie szerokiego dna doliny, na wysokości zaledwie 220 m n.p.m. Rzeka Nith ma urozmaicone dno kamienisto-żwirowe z otoczakami, oraz z erodującymi bądź ustabilizowanymi skarpami, będącymi nieodłącznym elementem brzegów koryta.

W roku 2000, w wyniku powiększenia pobliskiej odkrywkowej kopalni węgla, zaistniała konieczność trwałej zmiany biegu koryta rzeki Nith – na długości 3 km, a także potoku Beech Lane i trzech mniejszych dopływów. Tereny zalewowe na tym odcinku zajmowały powierzchnię około 3 km^2.

Trasa nowo przełożonego koryta została poprowadzona w wąskim pasie przebiegającym przez tereny o silnie przepuszczalnym podłożu, na których uprzednio prowadzono prace wydobywcze. W celu zapobieżenia drenażowi podziemnemu wód rzeki, na niektórych odcinkach nowe koryto musiało zostać uszczelnione. Ponadto, dla zatrzymania przesiąkania wód wezbraniowych i podziemnych na teren odkrywki, pomiędzy nowym korytem rzeki a obszarem wydobycia węgla wybudowano ekran uszczelniający z płynnego cementu, sięgający aż po podłoże skalne.

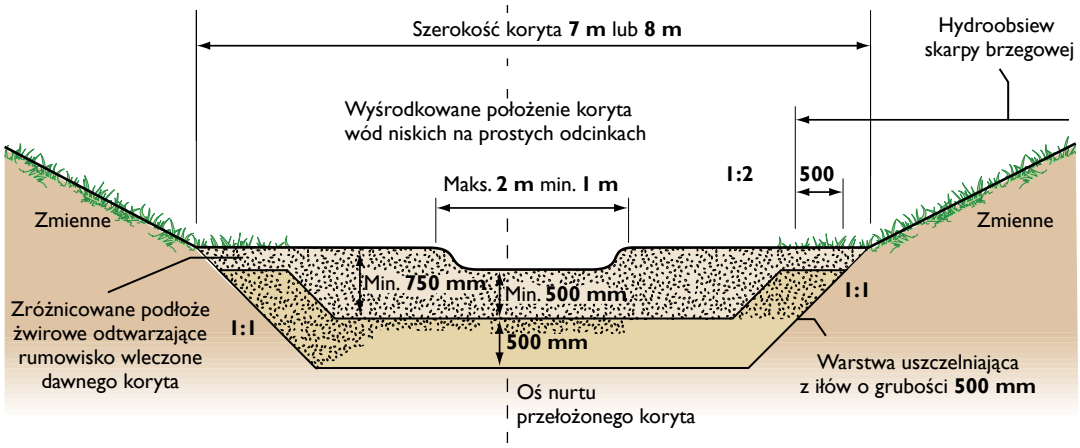
Nowe koryto rzeki zwymiarowano na wody średnie wysokie, zaś pas w którym poprowadzono nurt na wody 50-letnie. W tym celu konieczne było przeprowadzenie szczegółowego modelowania hydraulicznego nowej trasy cieku oraz jej przekrojów, jak również szczegółowe określenie zakresu niezbędnych do wprowadzenia środków zabezpieczenia przeciwpowodziowego.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11

Rycina 11.2.2
TYPOWY SYMETRYCZNY PRZEKRÓJ KORYTA



PROJEKT

Zaprojektowano koryto dwudzielne uszczelnione warstwą iłów, odtwarzając również ciągi bystrzy i przegłębień, występujących w dawnym korycie rzeki. Użyte materiały konstrukcyjne, w tym ekran z iłów o grubości 0,5–1 m, a także żwiry, otoczaki i kamienie wykorzystane jako substrat nowego dna i bystrzy, materiały na ekran uszczelniający oraz do ochrony brzegów przed rozmywaniem pochodziły z sąsiadującej odkrywki. Założono, że nowe koryto będzie miało tą samą długość co stare, lecz ostatecznie trzeba było je skrócić o 10%.

Rycina 11.2.1 przedstawia trasę nowego koryta, poprowadzoną wzdłuż północnej krawędzi terenów zalewowych, oddzieloną ekranem uszczelniającym od wyrobiska. Prace prowadzono w górę biegu rzeki, od punktu A do E, obejmując równocześnie ujściowe odcinki strumieni wpadających do Nith. Przepływającą wodę tych cieków wykorzystano do wypłukania nowego koryta z drobnoziarnistego substratu, który wychwytywano w tymczasowym osadniku przy dolnym końcu nowego odcinka rzeki. Ostatnim etapem było przerzucenie w punkcie E przepływu rzeki Nith do jej nowego koryta.

Główne rozwiązania projektowe, przedstawione na rycinach od 11.2.2 do 11.2.5, obejmują:
- koryto wykopane około 0,5–1 m głębiej niż jego ostateczna głębokość;
- warstwę uszczelniającą z iłów, ułożoną na ponad 80% długości nowego biegu, która stanowi ekran pomiędzy rzeką a przepuszczalnym podłożem. Wykonawcy przedstawiono szczegółowe wymogi jakościowe materiału oraz metod jego zagęszczania;
- dno nowego koryta ułożone na warstwie iłów i uformowane ze zmieszanych kamieni, otoczaków, i żwiru. W celu ułatwienia kolonizacji nowego koryta rzeki Nith, z jej dotychczasowego odcinka ostrożnie przeniesiono tysiące otoczaków i głazów, pokrytych roślinnością oraz stanowiących siedliska wielu bezkręgowców;

Kształtowanie nowego koryta na ekranie z iłów

11

PRZEŁOŻENIE KORYTA

Budowa naprzemiennie występujących bystrzy i przegłębień

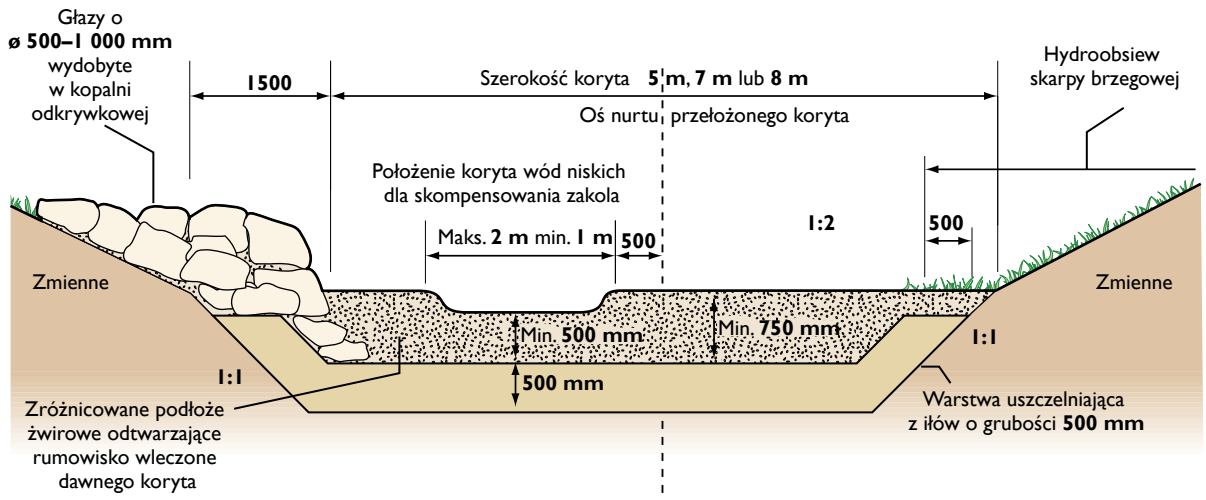
- koryto wód niskich uformowano w postaci zagłębienia o szerokości 1–2 m, po środku – na prostych odcinkach koryta, a na zakrzywionych – po zewnętrznej stronie zakoli (*ryc. 11.2.2 i 11.2.3*);
- brzegi meandrów zabezpieczono narzutem kamiennym w celu zwiększenia trwałości ich zaprojektowanej formy;
- brzegi zostały natychmiast obsiane mieszanką traw, by upodobnić je do okolicznych trawiastych wrzosowisk oraz by zwiększyć pokrywę roślinną przed nadejściem zimy.

Odcinki bystrze-przegłębienie zostały utworzone poprzez pogłębienie wykopów w miejscach lokalizacji plos, zaś progi bystrzy powstały w trakcie formowania dna, którego rzędną podniesiono wskutek wciśnięcia otoczaków i kamieni w żwiry powyżej przegłębienia. Powstały w ten sposób próg przyśpiesza przepływ w środkowej części plosa.

Umiarkowana, naturalna erozja brzegów rzeki została zaakceptowana, aczkolwiek projekt miał na celu ograniczenie migracji bocznej koryta poza uszczelnienie z iłów. W celu dalszej stabilizacji brzegów, wzdłuż krawędzi koryta, dokonano nasadzeń trzciny i obsiewu traw, a także nasadzeń olch, jesionów i wierzb wzdłuż zabezpieczeń z narzutu kamiennego.

Przeprowadzono również intensywne elektropołowy w celu przeniesienia narybku, parr/smoltów oraz innych stadiów rozwojowych ryb z dotychczasowego odcinka rzeki i ułatwienia kolonizacji nowo przełożonego koryta.

Rycina 11.2.3
TYPOWY ASYMETRYCZNY PRZEKRÓJ KORYTA

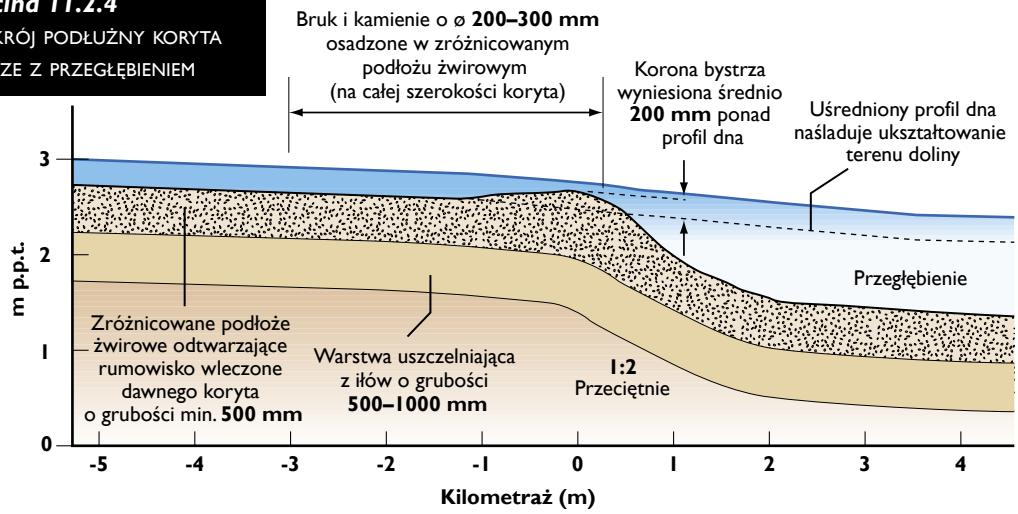


Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11

Rycina 11.2.4
TYPOWY PRZEKRÓJ PODŁUŻNY KORYTA PRZEZ BYSTRZE Z PRZEGŁĘBIENIEM



W rok po zakończeniu prac nastąpiło przemieszczenie rumowiska, co pomogło w naturalizacji wyglądu nowo wybudowanego koryta

Wzdłuż nowego koryta rzeki utworzono sieć biotopów podmokłych oraz innych cennych siedlisk, z zamiarem stworzenia odpowiedniego środowiska dla wielu gatunków ptaków wodnobłotnych i łąkowych, wydr, owadów oraz płazów.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 2000–2001

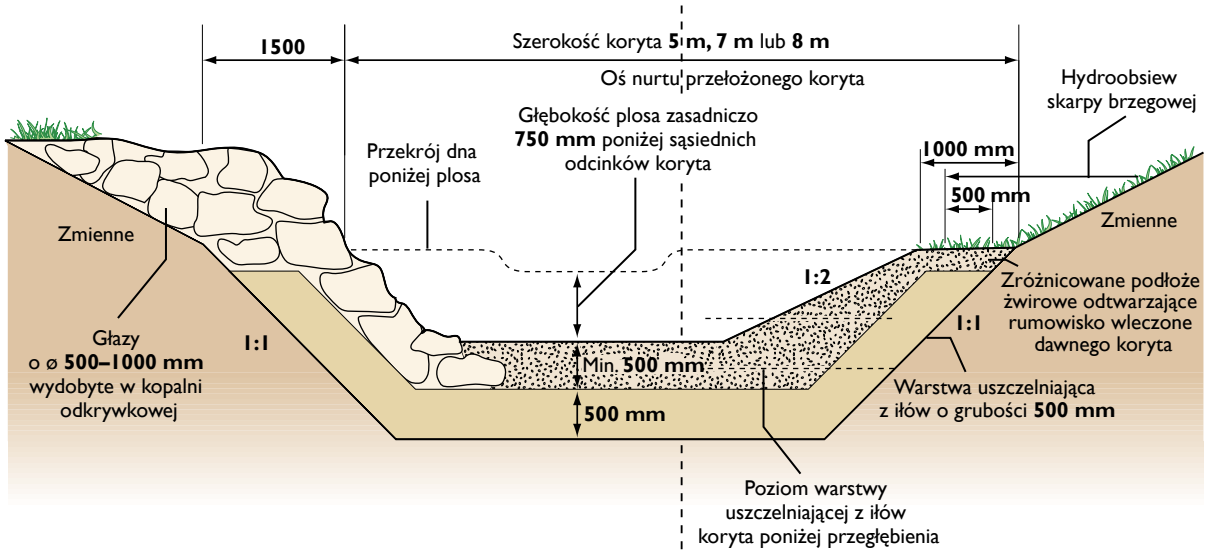
Procesy biologiczne i morfogenetyczne zachodzące w nowo przełożonym korycie rzeki są monitorowane w ramach programu naukowego przez doktorantów Uniwersytetu Stirling, który jest finansowany przez inwestorów całego przedsięwzięcia. Całościowa ocena projektu i jego powodzenia będzie możliwa dopiero po kilku kolejnych latach monitoringu, jednak wyniki pierwszych obserwacji – po 12 miesiącach – są bardzo zachęcające.

Do chwili obecnej odtwarzanie zbiorowisk roślinnych oraz bentosu przebiega dobrze, aczkolwiek liczebność niektórych gatunków jest wciąż niska, a inne, występujące w niezmodyfikowanych odcinkach rzeki, są wciąż nieobecne w nowo przełożonym odcinku.

11

PRZEŁOŻENIE KORYTA

Rycina 11.2.5
TYPOWY PRZEKRÓJ PRZEGŁĘBIENIA (PLOSO)



Jest to związane z małą mobilnością tych zwierząt, nieodpowiednią jakością siedlisk oraz ograniczoną bazą pokarmową, wskutek braku roślinności. Ryby z powodzeniem zasiedliły nowe koryto rzeki, a według regionalnych władz związku wędkarskiego (District Salmon Fisheries Board) projekt odniósł sukces. Dodatkowe nasadzenia wzdłuż brzegów rzeki stworzą organizmom wodnym odpowiednią osłonę.

Wezbrania o wodach 10-letnich nie spowodowały zmian trasy koryta, lecz jedynie niewielką erozję brzegową. Zmiany struktury koryta były najbardziej widoczne w miejscach ujść dopływów, gdzie dynamika przepływu miała charakter naturalny. Doszło do znacznych przemieszczeń substratu dennego, analogicznie do naturalnych odcinków w górę i dół biegu rzeki. W rezultacie – utworzone koryto wód

Obfite rumowisko w poszerzonym korycie stworzyło możliwość samodzielnego kształtowania nurtu rzeki

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEŁOŻENIE KORYTA

11

Wciąż odsłonięty narzut kamienny (z głazów) brzegów nie przeszkadza w prawidłowym wykształcaniu się zróżnicowanej morfologii koryta

niskich zostało zastąpione naturalną linią nurtu. Ruch rumowiska wleczonego spowodował, że niektóre odcinki wyplyciły się oraz powstały również niezaplanowane punktowe podpiętrzenia, zwiększając zróżnicowanie głębokości i prędkości przepływu wody.

Sortowanie materiału dennego doprowadziło do osadzania drobniejszego materiału po wewnętrznej stronie zakoli, skutkując bardziej naturalnym wyglądem nowego koryta niż bezpośrednio po zakończeniu jego budowy. Przewiduje się, że w rezultacie przepływu wód wezbraniowych nastąpią niewielkie modyfikacje rzędnej dna oraz krawędzi brzegów, podobnie jak w rzekach naturalnych, lecz nie powinno zagrażać to integralności nowo przełożonego koryta.

Nadzór nad projektem będzie przebiegał przez osiem lat, w czasie których prowadzona będzie coroczna kontrola procesów erozji, jak również ewentualne, uzupełniające nasadzenia roślinności.

Kontakt:
Mark Welsh, Halcrow Group, The Octagon, Glasgow.
Tel.: 01415 522000.
Gordon Cartwright, Morrison Construction Ltd, Morrison House, Ellismuir Way, Tummochside Park, Uddington G71 5QA
Tel.: 01698 811000.
RRC, Silsoe, Beds MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.

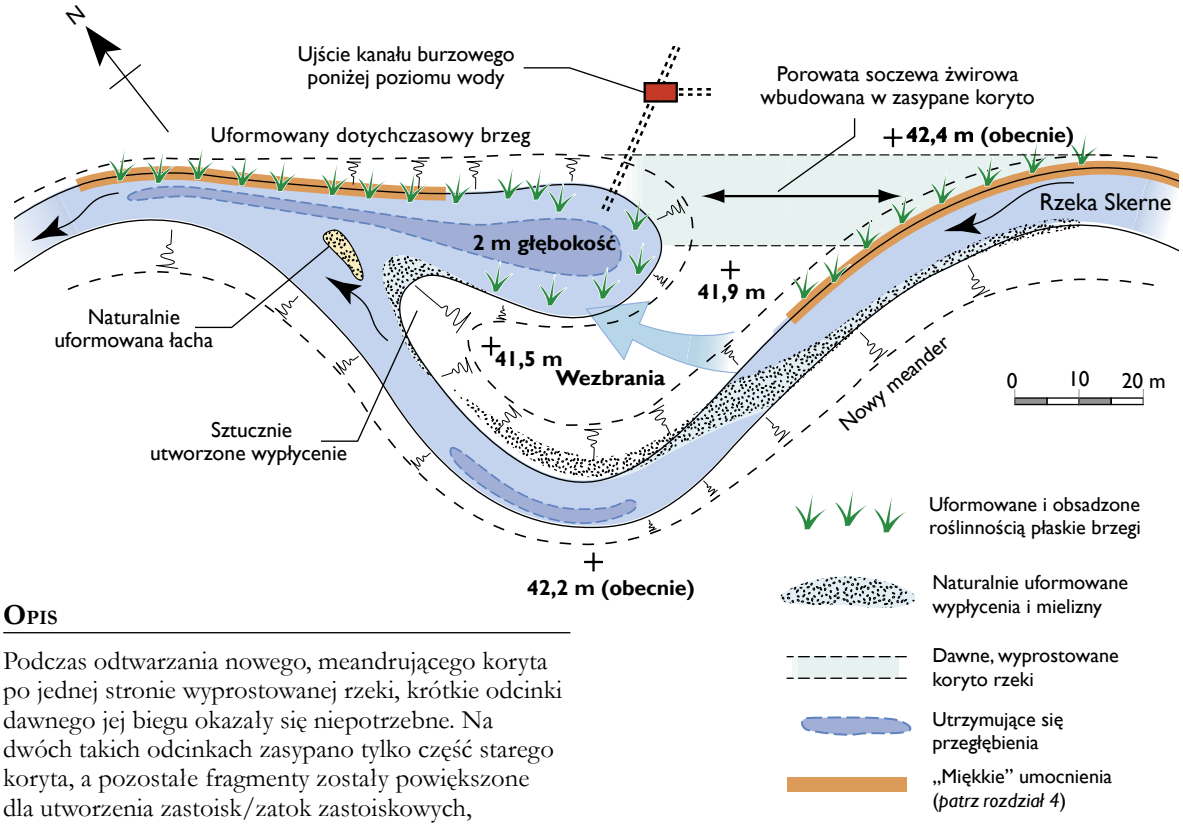
2

ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

2.1 Odtwarzanie zatok zastoiskowych

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – jesień 1995
KOSZT – £3000

Rycina 2.1
PLAN ZATOKI ZASTOISKOWEJ NA ZAKOLU N2



OPIS

Podczas odtwarzania nowego, meandrującego koryta po jednej stronie wyprostowanej rzeki, krótkie odcinki dawnego jej biegu okazały się niepotrzebne. Na dwóch takich odcinkach zasypano tylko część starego koryta, a pozostałe fragmenty zostały powiększone dla utworzenia zastoisk/zatok zastoiskowych, połączonych z nurtem rzeki od strony wody dolnej.

PROJEKT

Zbędne odcinki koryta miały przekrój trapezoidalny, który należało powiększyć i ukształtować odpowiednio dla osiągnięcia pełnego potencjału siedliskowego. Oba zastoiska zostały zaprojektowane w podobny sposób, większą z zatok przedstawia ryc. 2.1.

Średnia głębokość 2 m pośrodku zastoiska była niezbędna w celu ograniczenia zarastania lustra wody przez roślinność wynurzoną. Z kolei szerokie strefy przybrzeżne pozwalają rozwijać się roślinności brzegowej i wynurzonej. Takie brzegi stanowią także barierę zabezpieczającą przed przypadkowym wejściem dzieci do głębokiej wody.

Zaproponowany kształt zatoki zastoiskowej miał formę owalną, przedstawioną na rycinie 2.1, gdzie część od strony wody górnej jest najgłębsza i najszersza. Dodatkowo efekt ten zwiększono poszerzając wypłycenia wokół miejsc najgłębszych.

Hydraulika meandru zapewnia stopniowe zalewanie zastoiska podczas wezbrań. Rycina 2.1 przedstawia miejscowe zróżnicowanie poziomu terenu pomiędzy korytem i zastoiskiem, które ukształtowano w taki sposób, aby zapewnić napełnianie wodą dolnej części meandru (oraz zastoiska) zanim nastąpi zalanie terenów po wewnętrznej stronie zakola. Wody wezbraniowe przepływają najkrótszą drogą i łączą się z głównym nurtem rzeki, co powoduje złożone układy prądów i wpływa na akumulację osadów wokół ujścia zatoki zastoiskowej do nowego koryta. Zawirowania, jakie tworzą się u zbiegu nowego koryta rzeki i zastoiska, mogą łatwo spowodować całkowite odcięcie zatoki zastoiskowej. Przepływ wód wezbraniowych przez zastoisko pomaga zmniejszyć to zagrożenie, gdyż w efekcie powinna powstać mała łacha, która jednak nie odetnie zatoki. Utworzenie takiej płycizny umożliwia płaskie ukształtowanie terenu u zbiegu koryta rzeki i zastoiska.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

2

Po wykopaniu i ostatecznym ukształtowaniu terenu, półki przywodne obsiano i obsadzono odpowiednimi gatunkami roślin, tak by mogły się one rozprzestrzenić wzdłuż brzegów na całym terenie. W zatoce zastoiskowej ukryto także ujście dużego kanału burzowego (*patrz 9.1*).

Ostatnią cechą zatoki zastoiskowej jest obecność żwirowej soczewki, wbudowanej w odciętą część wyprostowanego odcinka dawnego koryta, przy czym soczewki takie powstają naturalnie, w trakcie formowania się meandrów. Zadaniem tego obiektu jest umożliwienie przesiąkania niewielkiej ilości wody, która stale „przemywa" zastoisko. Ilość przesiąkającej wody zależy od różnicy poziomów zwierciadła wody pomiędzy zatoką zastoiskową a korytem rzeki powyżej, choć w tym przypadku jej ilość jest niewielka.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Zastoiska / zatoki zastoiskowe okazały się wyjątkowo udanym elementem całego projektu. Są nie tylko atrakcyjne wizualnie, ale także dzięki zróżnicowanym warunkom siedliskowym przyciągają wiele ptaków, zwłaszcza w sąsiedztwie połączenia ich z korytem rzeki. Ptaki są karmione przez ludzi odwiedzających to miejsce, co przyciąga dalsze osobniki. Zawirowania nurtu doprowadziły do powstania zgodnie z przewidywaniami małej łachy. Jest to efekt bardzo pożądany, który poprzez zwężenie koryta powinien pomóc w utrzymaniu odpowiedniej głębokości nurtu w konsekwencji zwiększenia jego prędkości.

Duże zastoisko – listopad 1996

2

ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

2.2 Odtwarzanie zastoisk

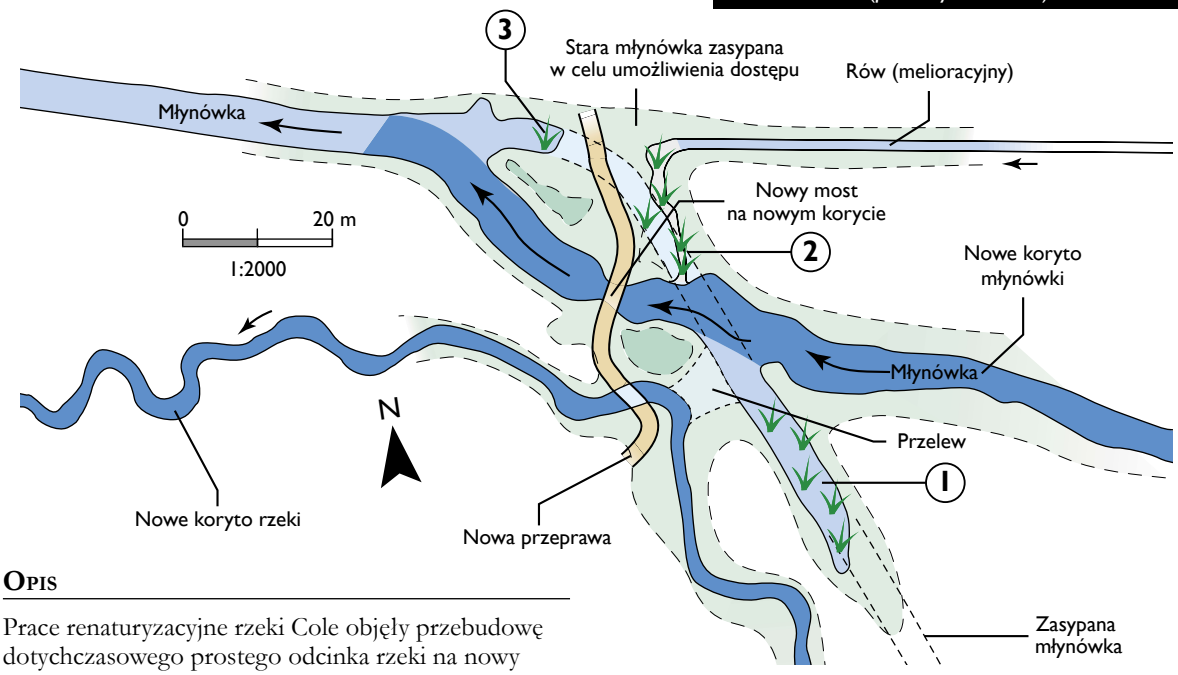
RZEKA COLE

LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935

DATA BUDOWY – jesień 1995

KOSZTY – brak kosztów bezpośrednich,
nadmiar mas ziemnych wywieziony na miejsce depozycji

Rycina 2.2.1
ZASTOISKA 1, 2, 3 WYZNACZAJĄ BIEG MŁYNÓWKI PRZED WYBUDOWANIEM NOWEGO MOSTU I ODTWORZENIEM MEANDRU
(*patrz rycina 1.1.1*)



OPIS

Prace renaturyzacyjne rzeki Cole objęły przebudowę dotychczasowego prostego odcinka rzeki na nowy meandrujący nurt (*patrz 1.1–1.3*). W zakres tych prac włączono pozostałości dawnego koryta rzeki, w formie 3 zastoisk oraz zatoki.

PROJEKT

Każdy obiekt zaprojektowano indywidualnie, bazując jednak na wspólnej zasadzie częściowego jedynie zasypania dawnego koryta. Dzięki temu uniknięto konieczności umacniania brzegów w miejscach, gdzie zasypane dawne koryto przylegało do nowego biegu rzeki.

Zastoisko 1

Zastoiska na młynówce (ryc. 2.2.1)
Nowy most wybudowano na „sucho" przed przełożeniem koryta młynówki i zasypaniem jej dotychczasowego biegu (*patrz 8.2*). Wypełnienie gruntem dawnego koryta ograniczono wyłącznie do miejsca koniecznego na dojazd do nowego mostu, pozostawiając otwarte odcinki oznaczone na rycinie cyframi 2 i 3. Zastoisko 2 połączone jest z rowem, co umożliwia odwrócenie przepływu wód w pozostałej części systemu melioracyjnego na skutek cofki oraz okresowych zalewów w przypadku podniesienia poziomu wody w młynówce. Dno zastoiska uformowano tuż poniżej poziomu wód średnich w celu zachowania siedlisk wodno-błotnych. Zastoisko 3 ma otwarte lustro wodne, okolone pasem roślinności szuwarowej i wierzb.

Zastoisko 1 utworzono po przekopaniu nowego meandra młynówki (*patrz 1.3*). Tworzy je niezasypany odcinek starej młynówki, który poprawiono poprzez usunięcie lewobrzeżnych obwałowań tak, iż wody wezbraniowe mogą przelewać się do pobliskiego nowego koryta rzeki.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

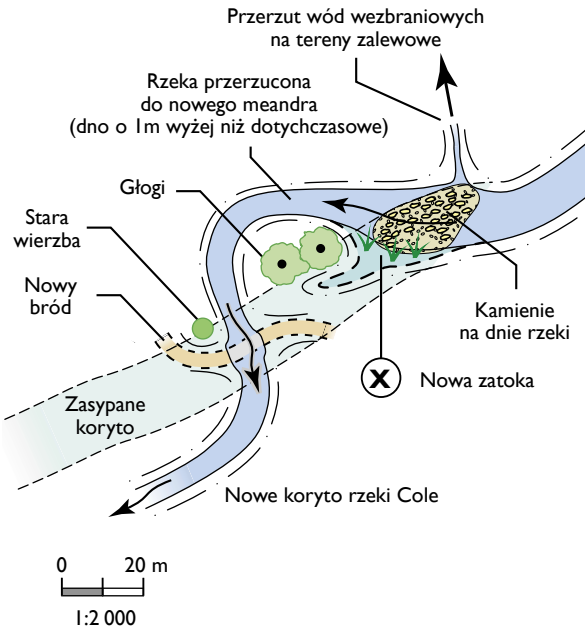
ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

2

Nowa zatoka na początku dolnego odcinka meandrów (ryc. 2.2.2)
W związku z podniesieniem dna koryta o około 1 m, przepustowość nowego, dolnego odcinka meandrującego jest mniejsza niż koryta powyżej. W związku z tym dochodzi do podpiętrzania wody i zwolnienia jej przepływu w zachowanym odcinku oraz zwiększenia prędkości w nowym korycie. Projekt połączenia obu nurtów, starego i nowego, musiał uwzględniać powyższe uwarunkowania hydrauliczne. Ryzyko rozmycia nowego odcinka zostało zmniejszone poprzez zasypanie dotychczasowego koryta rzeki, a także użycie narzutu kamiennego w celu zapewnienia bezpiecznego przepływu wody w miejscach sąsiadujących z nowym korytem. Przebudowa objęła także zasypanie starego koryta w taki sposób, że powstała niewielka podmokła zatoka umożliwia swobodne przejście wód wezbraniowych przez nowy meander i tworzenie się zawirowań powyżej. Opcja ta jest korzystniejsza od całkowitego zasypania starego koryta oraz konieczności jego umocnienia, żeby zapobiec erozji.

Naprzeciwko zatoki, do rzeki uchodzi istniejący rów melioracyjny. Został on powiększony w celu umożliwienia swobodnego zalewania wodami wezbraniowymi najniżej położonych partii terenów zalewowych, oddalonych od głównego koryta rzeki. Dodatkowym zabezpieczeniem przed erozją denną nowego koryta jest kamienny bród utworzony około 80 m w dół biegu rzeki, w miejscu, gdzie nowe koryto przecina trasę dotychczasowego nurtu (*patrz rozdział 8*). Bród ten pełni funkcję małego progu, stabilizując w ten sposób dno koryta, a także utrzymując powyżej dotychczasowy poziom wód średnich.

Rycina 2.2.2
NOWA ZATOKA NA POCZĄTKU DOLNEGO ODCINKA MEANDRÓW
(lokalizacja przedstawiona na rycinie 1.2.1)

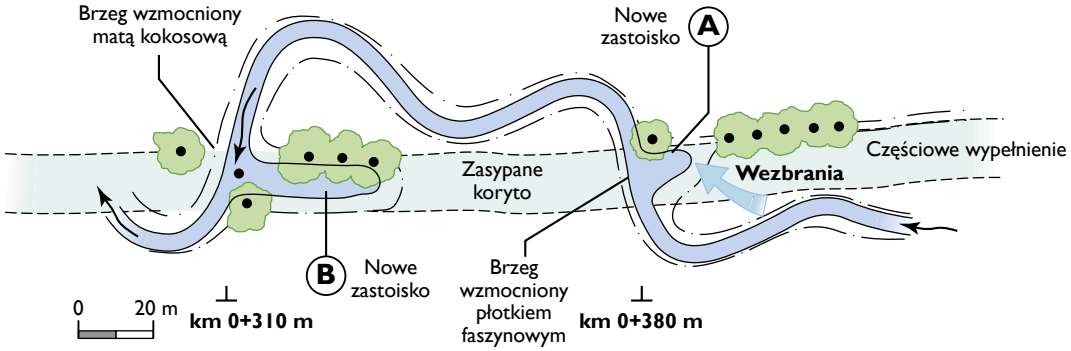


Widok na płytką zatokę X

2

ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

Rycina 2.2.3
ZASTOISKA NA DOLNYM ODCINKU MEANDRÓW
KM 0+310 ÷ KM 0+380
(*patrz rycina 1.1.1*)



Zastoiska w dolnym odcinku meandrów (ryc. 2.2.3)
Dwa zastoiska utworzono w miejscu krzyżowania się nowego koryta ze starym. Mają one odmienny charakter, przy czym jedno z nich jest znacznie większe od drugiego.

Zastoisko A umiejscowione jest na trasie dawnego koryta, częściowo tylko wypełnionego w celu zachowania drzew na brzegach rzeki. Sąsiedztwo nowego koryta rzeki i zastoiska na brzegu wypukłym zakola spowodowała konieczność obniżenia poziomu terenu w celu regularnego „przepłukiwania" zastoiska przez wody wezbraniowe, jak to przedstawiono na rycinie. Taki przepływ wezbrań umożliwia zarówno utrzymanie otwartego lustra wody w zastoisku, jak również tworzenie odsypisk z różnymi typami siedlisk przywodnych.

Zastoisko B różni się od A tym, iż zachowane drzewa wzdłuż starego nurtu zwieszają się nad jego lustro wody, a nowe koryto omija te zadrzewienia. W wyniku tego powstały całkowicie odmienne warunki hydrauliczne. Poziom brzegu starego koryta rzeki powyżej zadrzewień utrzymano na wysokim poziomie, co uniemożliwia napływ wód wezbraniowych do zastoiska, za wyjątkiem niewielkich, sporadycznych zalewów przemieszczających się dawnym korytem. Zastoisko ma zatem charakter ostoi wód stojących. Pozostaje ono w kontakcie hydraulicznym z rzeką, ograniczonym wyłącznie do zmiany poziomu wody.

Brzegi rzeki znajdujące się naprzeciwko ujścia obu zastoisk zostały uformowane poprzez wypełnienie gruntem starego koryta aż po nowe koryto. W obu miejscach brzegi zostały umocnione (*patrz 4.6*).

Małe zastoisko A

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ODTWARZANIE DAWNEGO KORYTA RZEKI

2

Duże zastoisko B

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Nowe zastoiska i zatoka znacząco wzbogaciły walory ekologiczne i krajobrazowe rewitalizowanej rzeki. Każdy z obiektów umożliwił powstanie unikalnych siedlisk, utworzonych przy praktycznie zerowych kosztach bezpośrednich. Oszczędności kosztów umocnień zostały zniwelowane przez konieczność wywozu nadmiaru mas ziemnych na pobliskie miejsce ich depozycji, zamiast ich wbudowywania na miejscu (*in situ*). Wartość odtworzonych obiektów usprawiedliwia jednakże powstałe dodatkowe koszty transportu.

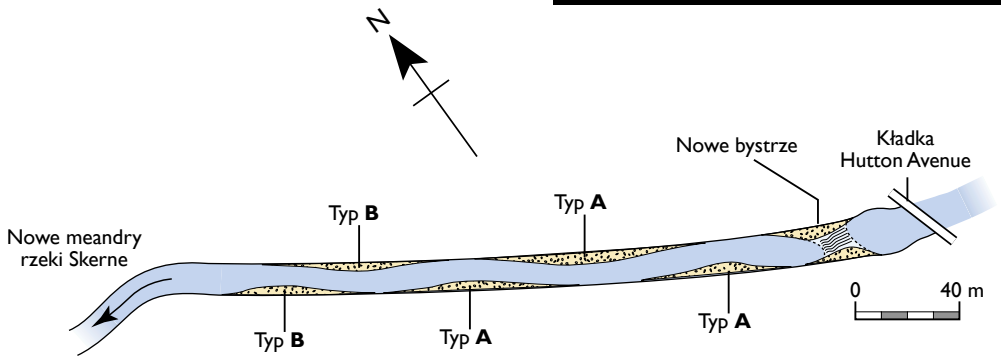
3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.1 Kierownice / deflektory nurtu

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – sierpień 1995
KOSZT: typ A – £1100, typ B – £900

Rycina 3.1.1
PLAN LOKALIZACJI DEFLEKTORÓW



OPIS

Koryto rzeki zostało wyprostowane i poszerzone w celu umożliwienia przeprowadzania wód wezbraniowych przez tereny zabudowane. Wzdłuż jednego brzegu biegnie gazociąg, na drugim znajduje się składowisko odpadów poprzemysłowych. Koryto rzeki było trapezoidalne jednodzielne, z podmytymi skarpami brzegów. Ukształtowanie brzegów i koryta, a także sam przepływ strug nurtu był niezróżnicowane. Walory ekologiczne i wizualne tego odcinka były znikome.

Widok w dół biegu rzeki przed wybudowaniem deflektorów

Zróżnicowanie osiągnięto przez wprowadzenie ciągu niskich budowli w korycie, które nieregularnie zawężały koryto powodując zróżnicowanie prędkości przepływu, ograniczając miejscowo erozję i akumulację (pogłębienie koryta i odkładanie na brzegach). Obiekty te z konieczności były niewielkie, aby uniknąć rozmywania brzegów rzeki i znaczących zaburzeń przepływu.

PROJEKT

Na około jednej trzeciej długości odcinka zbudowano ciąg sztucznych wypłyceń wchodzących w nurt rzeki (szerokość 3 m, przy szerokości całego koryta wynoszącej 9 m). Wypłycenia mają kształt półokrągły i są tylko nieznacznie wyniesione ponad średni poziom wody. Rozmieszczono je naprzemiennie na obu brzegach w różnej odległości, wymuszając przepływ w korycie o niewielkiej krętości przy średnich przepływach.

Ponieważ procesy akumulacji nie występowały na wyprostowanym odcinku rzeki, należało wymusić warunki, które spowodowałyby zarówno podmywanie, jak i odkładanie osadów. Uzyskano to dzięki serii deflektorów nurtu, o różnej długości, wystających ponad poziom wody. Przyspieszają one przepływ nurtu, powodując podmywanie u ich wierzchołków, z równoczesnym tworzeniem zawirowań, które ułatwiają akumulację wzdłuż brzegu. Proces odkładania niesionych prądem osadów przyspieszono, wbudowując w deflektory kamienie i glinę, tak aby zainicjować tworzenie wypłyceń.

Deflektory wykonano z kłód drewnianych o średnicy około 300 mm w związku z tym, że jest to najbardziej odpowiedni i dostępny materiał w dolinach rzek, chociaż w tym wypadku, na teren zabudowany należało je dowieźć z zewnątrz. Kłody umocowano za pomocą kołków i drutu, po ich uprzednim wypoziomowaniu i wyrównaniu na podłożu kamiennym.

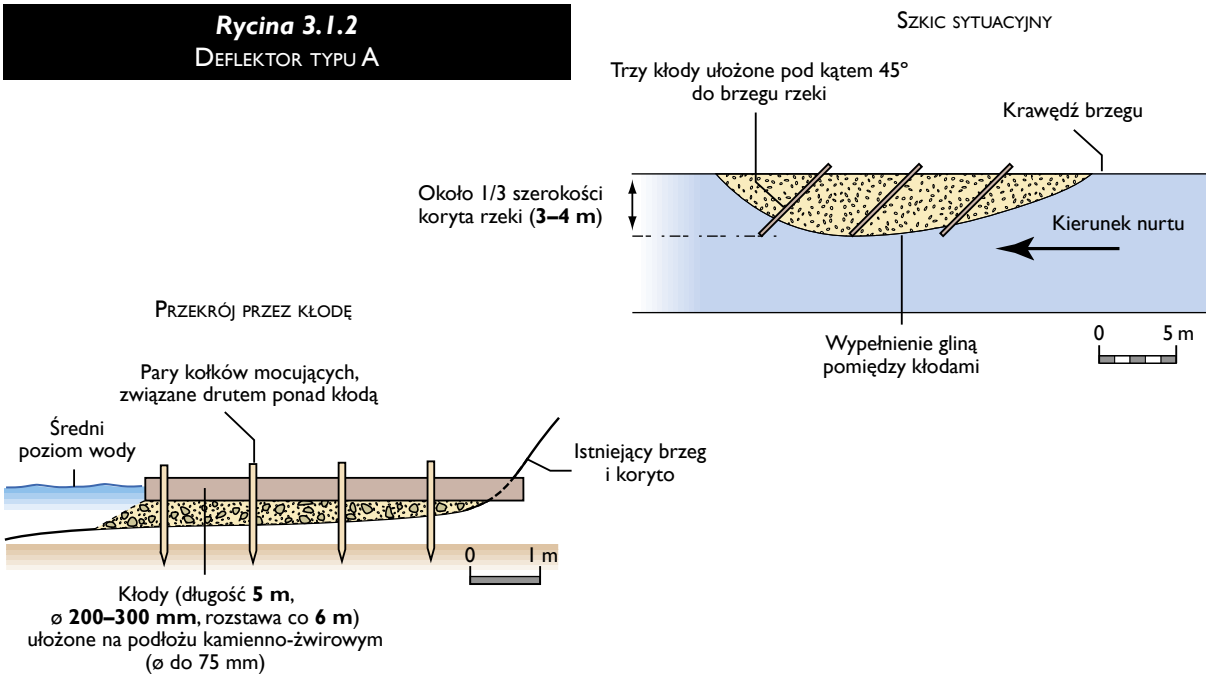
Zastosowano dwie odmiany deflektorów: typu A skierowane w dół nurtu (*ryc. 3.1.2*) oraz typu B skierowane pod prąd rzeki (*ryc. 3.1.3*). Miało to na celu ocenę skuteczności obu rozwiązań dla ich przyszłych zastosowań.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Rycina 3.1.2
DEFLEKTOR TYPU A



Istotnym parametrem jest wysokość na jaką deflektory są wynurzone ponad poziom wody. Ich zbyt głębokie zanurzenie powoduje zbyt małe zróżnicowane prędkości przepływu nurtu oraz zmniejsza walory wizualne. Z kolei ich zbyt wysokie osadzenie przyczynia się do nadmiernej erozji, a także przypomina budowle ziemne.

Deflektory typu A po wprowadzeniu roślinności

W deflektorach typu A kłody wystawały około 200 mm ponad poziom wody, w typie B kłody obniżały się od około 300 mm ponad poziomem wody u ich nasady przy brzegu, aż do poziomu wody na drugim końcu.

W końcu pierwszego sezonu zimowego zaplanowano niewielkie nasadzenia roślinności przybrzeżnej, po tym, jak rzeka skorygowała kształt nowo wybudowanych obiektów.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Wprawdzie same deflektory w znacznym stopniu wzbogaciły strukturę tego odcinka rzeki, jednak konieczne były modyfikacje po ich wykonaniu, kiedy to nastąpiła zmiana dynamiki procesów fluwialnych po ich wybudowaniu, co dotyczyło zwłaszcza typu A.

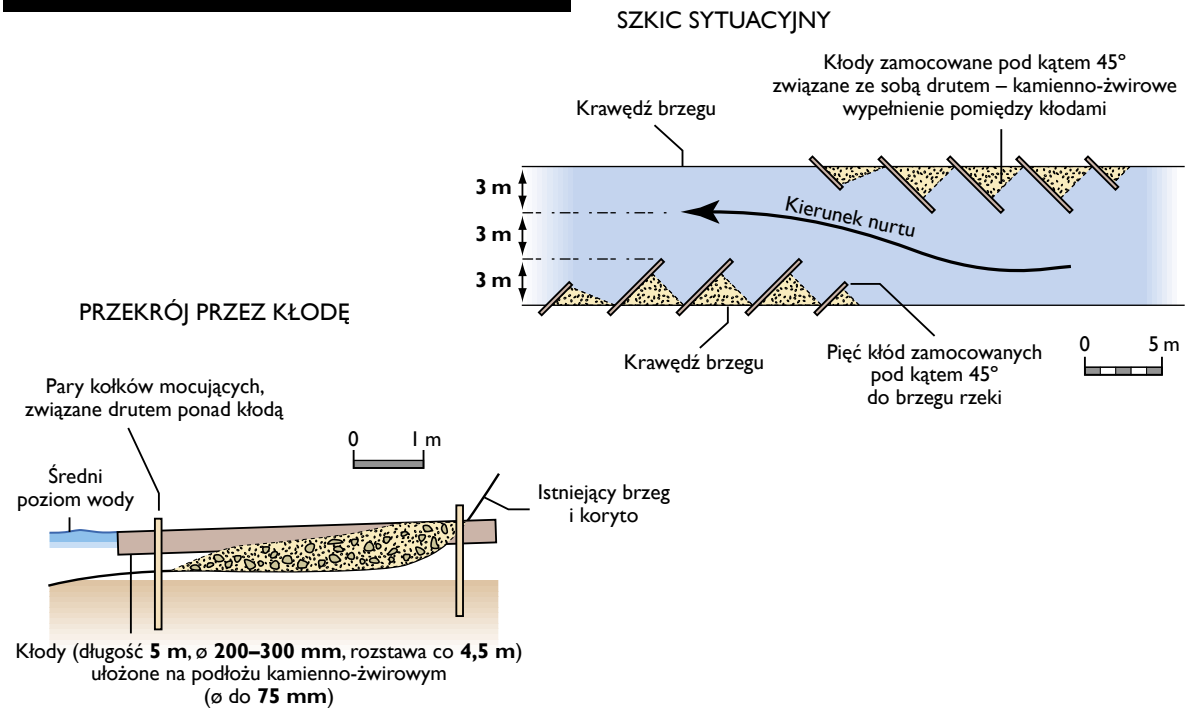
Głównym problemem, co jest również czynnikiem krytycznym, było posadowienie górnej krawędzi deflektorów w stosunku do pełnego zakresu niskich stanów wody. Deflektory wybudowano podczas szeroko zakrojonych prac w dolnym biegu rzeki, przy tymczasowo podpiętrzonym poziomie wody. W konsekwencji deflektory typu A zostały posadowione wyżej, a w wypadku typu B – niżej

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Deflektory typu B przed wprowadzeniem roślinności

Rycina 3.1.3
DEFLEKTOR TYPU B



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

niż zaprojektowano. W typie A użyto świeżych kłód wierzbowych, które wypuściły pędy, zaburzając przepływ wód wezbraniowych.

W wyniku działania tych czynników zimowe wezbrania wymyły znaczną część wypełnienia deflektorów typu A, odsłaniając je ponad poziom wody i powodując także erozję przeciwległego brzegu. Natomiast deflektory typu B nie miały zauważalnego wpływu na reżim hydrologiczny rzeki.

Naprawa deflektorów typu A polegała na usunięciu kłód oraz zastąpieniu ich walcami z maty kokosowej obsadzonymi roślinnością, umieszczonych na poziomie utworzonych wyplyceń, a także nowych nasadzeniach z użyciem materaców z włókniny. Deflektorów typu B nie modyfikowano, dodając wzdłuż brzegów nieco obsadzonych roślinnością mat.

Deflektory typu A były dalej korygowane przez nurt rzeki, stabilizując się mniej więcej na zaprojektowanym poziomie przedstawionym na schemacie. Niewielkie przegłębienia wytworzyły się tuż poniżej deflektorów, a nurt w miejscach przewężonych stał się wyraźnie szybszy. Deflektory typu B są mniej widoczne i najlepiej byłoby, gdyby ich wysokość została nieco podniesiona w stosunku do zaprojektowanej rzędnej.

Przedstawione rozwiązania okazały się warte zastosowania, jednakże ich powodzenie zależy w dużym stopniu od wielkości budowli i poziomu na jakim zostaną posadowione. Oba typy ponadto ulepszono, wprowadzając później roślinność przybrzeżną (*patrz 3.2*).

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.2 Zawężenie koryta opaskami brzegowymi

A) RZEKA SKERNE

LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – typ A – jesień 1997, typ B – jesień 1998
DŁUGOŚĆ – 320 m
KOSZT: typ A – £45/m, typ B – £40/m

Mocowanie maty kokosowej w celu utworzenia ławki typu A na rzece Skerne

OPIS

Koryto rzeki zostało wyprostowane i powiększone w celu bezpiecznego przeprowadzania wód przez tereny zabudowane. Równolegle do jednego z brzegów biegnie gazociąg, podczas gdy w sąsiedztwie drugiego znajduje się składowisko zanieczyszczonych odpadów. Jednodzielne koryto miało przekrój trapezoidalny, aczkolwiek z zaznaczoną erozją dolnej krawędzi brzegu. Ukształtowanie dna, linii brzegowej oraz przepływ wody były niezróżnicowane. Ogólny stan ekologiczny i wizualny był również niezadowalający.

Opaski brzegowe zamontowano zarówno powyżej, jak i poniżej kładki Hutton Avenue, przy czym powyżej mostku, wzdłuż niezmodyfikowanego koryta, poniżej zaś z zastosowaniem deflektorów nurtu. Opaski ograniczają podmywanie krawędzi brzegu rzeki. Umożliwiły także odtworzenie cennych siedlisk oraz wzbogaciły wizualnie ten odcinek rzeki, zawężając koryto wód średnich, co wpłynęło na zróżnicowanie prędkości przepływu tej wolno płynącej rzeki.

PROJEKT

Nieobecność roślinności przybrzeżnej na tym odcinku wynikała z braku odsypisk i namulisk niezbędnych do jej wzrostu. Projekt zakładał odtworzenie takich warunków w sposób sztuczny, tak by zapewnić ich późniejsze trwałe utrzymywanie się.

Opracowano dwa projekty, wykorzystujące maty kokosowe w celu zatrzymania wzdłuż brzegów osadów niesionych wodami rzeki (*ryc. 3.2.1*). Tak utworzone opaski obsadzono wcześniej przygotowanymi sadzonkami roślin bądź uwzględniono ich zasiedlenie przez otaczającą roślinność.

Projekt typu A nadaje się dla opasek brzegowych szerokich (w tym przypadku do 2 m), szerokość może być jednakże zróżnicowana, aby wprowadzić krzywiznę do trasy projektowanego brzegu.

Projekt typu B przeznaczony jest dla wąskich opasek. Jest on szczególnie zalecany tam, gdzie dno opada stromo i przy krawędzi nurtu może wytworzyć się tylko niewielki pas roślinności przybrzeżnej.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

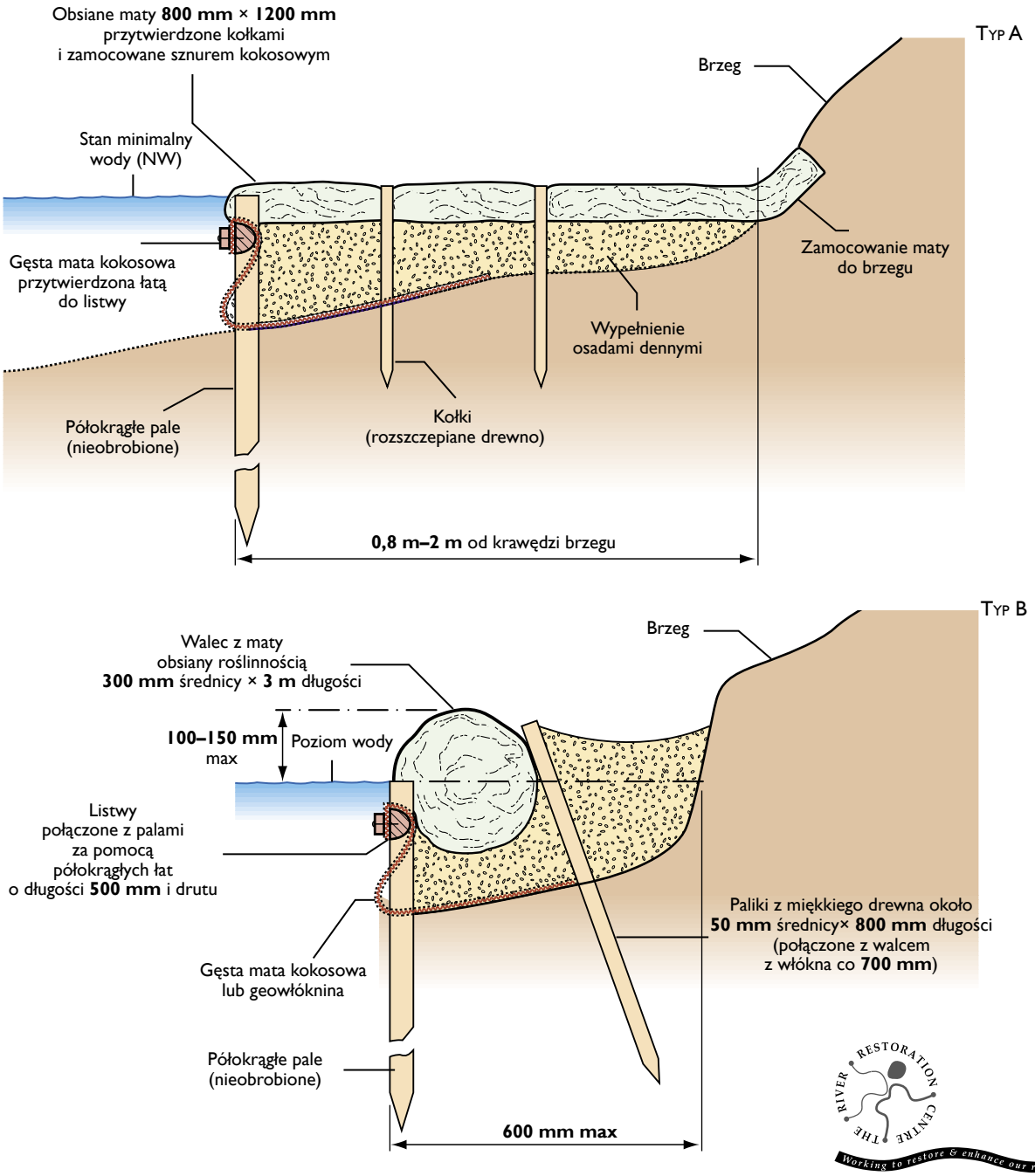
PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Oba projekty przewidują zamocowanie ścianki z nieobrobionych drewnianych pali i listw, mocujących matę wypełnioną osadami. Aby ułatwić budowę opasek pale, listwy i maty są montowane powyżej lustra wody, a następnie wpychane pod wodę łyżką koparki. Zastosowanie drutu do łączenia listew zapewnia niezbędną elastyczność połączenia.

Rycina 3.2.1
PRZEKRÓJ PROJEKTOWANYCH OPASEK TYPU A I B

Preferowano zastosowanie ulegającej biodegradacji maty kokosowej, jednakże przy realizacji projektu typu B tam, gdzie warunki hydrauliczne wskazywały na konieczność użycia bardziej wytrzymałego materiału, posłużono się matami nylonowymi (Enkamat). W większości przypadków rozwój systemu korzeniowego nasadzonych roślin powinien utrwalić podścielające osady, podczas gdy drewno i mata będą ulegać powolnemu rozkładowi, w okresie mniej więcej 5–10 lat. Przewiduje się również, że pojawiająca się roślinność przyśpieszy akumulację osadów.



3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Opaska brzegowa typu A na rzece Skerne – maj 1998

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1996/8

W sierpniu 1996, powyżej kładki zainstalowano ożywione walce typu B. W roku 1998 stały się one atrakcyjnym obiektem dla okolicznych kaczek, które przyczyniły się do powstania kilku nie pokrytych roślinnością fragmentów między dobrze rozwiniętymi kępami turzycy błotnej, kosaćca żółtego i mozgi trzcinowatej. W okresie zimowym budowla miała również znaczący wpływ na gromadzenie osadów rzecznych na opaskach pomiędzy suchymi pędami roślin. Osiągnęły one nawet do 300 mm miąższości, zanim nie pokryły się roślinnością na wiosnę.

Opaski typu A, wykorzystujące maty obsiane roślinnością, zainstalowano jesienią roku 1997 poniżej kładki. W zadowalającym stanie przetrwały one kilka wezbrań w okresie spoczynku zimowego. Okres wczesnoletni w roku 1998 charakteryzował się niejednolitym wzrostem roślinności stłumionym przez nagromadzone na matach osady. Jednakże później wytworzyła się zwarta pokrywa roślinna. Do ważniejszych gatunków, które przetrwały, należały krwawnica pospolita i wiązówka błotna.

Opaska brzegowa typu B na rzece Skerne po dwóch latach

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

B) RZEKA COLE

LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1997
KOSZT: £56/m

OPIS

Na rzece Cole opaskami obu typów A i B zabudowano krótki odcinek biegu rzeki zlokalizowany tuż poniżej mostu na głównej drodze w Coleshill. Prace poprzedziła budowa nowego gazociągu przecinającego rzekę pod dnem, stanowiąc część programu odbudowy brzegów przez wykonawcę projektu.

Uwarunkowania hydrologiczne zostały szczegółowo opisane w rozdziale 1.2. Odcinek ten jest częścią pierwotnego koryta rzeki, gdzie wody podpiętrzają leżące poniżej, nowo odtworzone menadry.

Pale i listwy umieszczono w odległości do 2 m od brzegu, mocując do nich maty kokosowe wypełnione gruntem wydobytym z tego samego brzegu rzeki. Pobór gruntu z brzegu rzeki zwiększył szerokość ławki do ponad 2 m, lecz co ważniejsze umożliwił też uformowanie bardziej płaskiego i zróżnicowanego profilu brzegu niż dotychczasowe nachylenie 1:1. Do połączenia końcowych odcinków z istniejącymi brzegami wykorzystano projekt typu B.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1997/8

Opaski brzegowe przetrwały zimę bez jakichkolwiek uszkodzeń ich konstrukcji przez wezbrania, aczkolwiek tylko nieco ponad 50% roślin przetrwało okres spoczynkowy i odrosło w okresie letnim. Na wiosnę opaski szybko pokryły się roślinnością (1998), tworząc nowy typ siedlisk, jak również wzbogacając krajobraz tego krótkiego odcinka rzeki, który wcześniej posiadał najmniejsze walory przyrodnicze i wizualne.

Opaski brzegowe typu A i B na rzece Cole po pierwszej zimie

Przed procesem rewitalizacji koryta i budową opaski – maj 1996

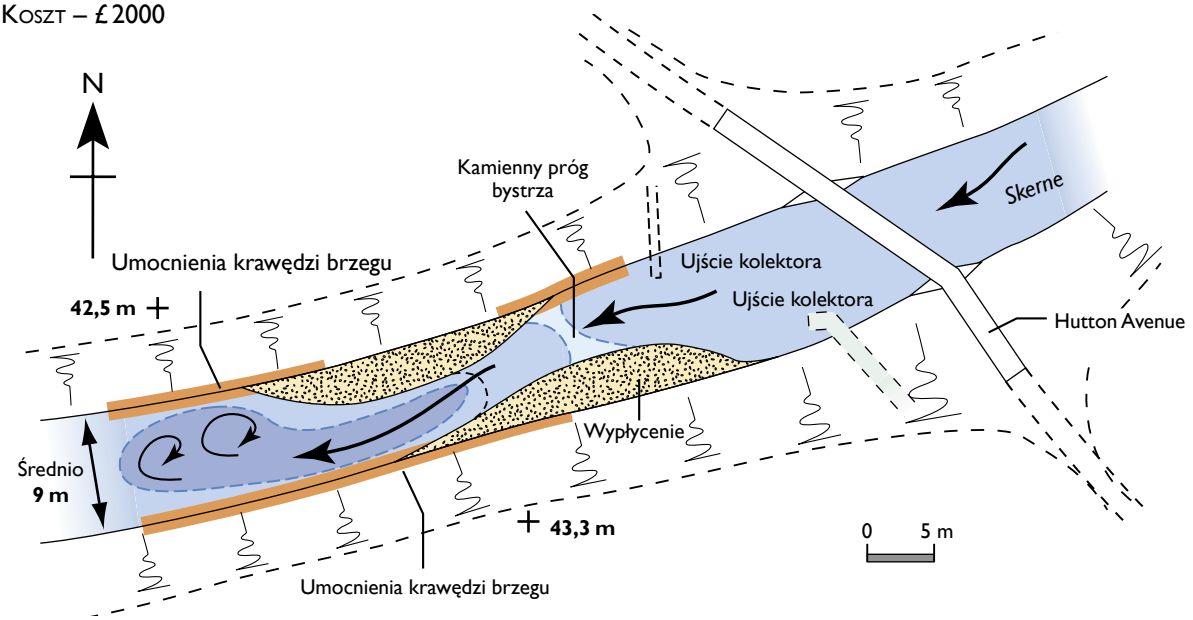
3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.3 Bystrza kamienne

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – sierpień 1996
DŁUGOŚĆ – 60 m
KOSZT – £2000

Rycina 3.3.1
PLAN KAMIENNEGO BYSTRZA



OPIS

Na renaturyzowanym odcinku Skerne nie występują naturalne osady żwirowe, tak więc stworzone kamienne bystrze było całkowicie sztuczne i musiało mieć odpowiednią trwałość. Bystrze, zlokalizowane tuż poniżej kładki Hutton Avenue, pozwoliło osiągnąć kilka korzystnych efektów na tym niezróżnicowanym i skanalizowanym odcinku rzeki (*patrz rozdziały 3.1 i 3.2, omawiające inne obiekty wprowadzone na tym odcinku*).

Po pierwsze, sam widok oraz szum wody przepływającej przez bystrze dostarcza przyjemnych bodźców dla osób korzystających z kładki. Spiętrzenie wody powyżej bystrza ułatwiło wprowadzenie stabilnej roślinności przybrzeżnej, zasiedlanej przez ptaki wodne i ssaki. Ponadto samo spiętrzenie wód umożliwiło ukrycie tuż powyżej bystrza dwóch ujść kolektorów burzowych (jeden o średnicy 900 mm), które są zawsze zanurzone (*patrz 9.1*). Dzieci regularnie brodzą w płytkiej wodzie na przelewie bystrza. W projekcie szczególną uwagę poświęcono kwestii bezpieczeństwa, spodziewając się m.in. takiego właśnie sposobu użytkowania.

PROJEKT

Bystrze zostało zaprojektowane w formie niskiego stopnia piętrzącego. Zasadniczym problemem do rozwiązania było uniknięcie groźby rozmywania samego bystrza oraz brzegów i koryta poniżej niego.

Bystrze zaprojektowano jako dwie półkoliste wypłycenia połączone płytkim, ukośnym piętrzeniem, w taki sposób, że stanowią one całość. Podczas niskich przepływów zanurzony jest tylko próg piętrzący, ale wypłycenia są szybko zalewane w miarę wzrostu stanów wód. Taka konstrukcja zapewnia szybszy przepływ i głębszy nurt wzdłuż dolnego wypłycenia, a także powstawanie w tym miejscu silnych zawirowań strug wody. Powstałe w ten sposób zróżnicowanie

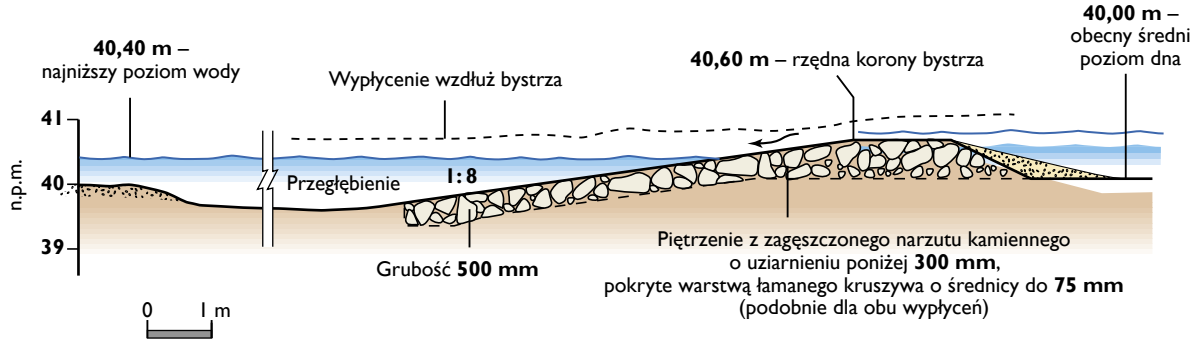
Kamienne bystrze poniżej kładki Hutton Avenue

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Rycina 3.3.2
PRZEKRÓJ PRZEZ BYSTRZE



szybkości, głębokości i kierunku przepływu nurtu jest czynnikiem generującym dużą różnorodność siedliskową. Ze względów praktycznych brzegi wzdłuż obu wypłyceń są na tyle wypłaszczone, na ile było to tylko możliwe, tak aby zapewnić łatwy i bezpieczny dostęp do wody. Krawędzie obu brzegów są ponadto wzmocnione narzutem kamiennym w miejscach, gdzie szybkość nurtu wzrasta, zarówno na bystrzu, jak i poniżej.

Narzut kamienny użyty do budowy bystrza był zagęszczonym kruszywem o wielkości uziarnienia od 5 do 300 mm. W celu zabezpieczenia budowli przed rozmyciem, co najmniej połowa składu kruszywa miała granulację 125–300 mm. Całą budowlę zabezpieczono narzutem z kamienia łamanego o średnicy poniżej 75 mm, naśladującym warstwę żwirów. Jego zadaniem jest wyrównanie powierzchni i zmniejszenie szorstkości całej budowli, a tym samym poprawa jej wyglądu. Większość tego materiału zostanie wymyta podczas wezbrań, ale będzie osadzana w odpowiednich miejscach poniżej progu.

Przy średnich poziomach woda swobodnie przepływa przez nową budowlę, ale w wypadku wezbrań poziom wody poniżej rośnie znacznie szybciej niż w górze rzeki, przez co cała budowla (bystrze i wypłycenia) jest dość szybko zalewana, co jest bardzo ważne ze względu na bezpieczeństwo powodziowe oraz wymagania ichtiologiczne. Rozwój roślinności poniżej może powodować sezonowe podpiętrzenia, częściowo zatapiając budowlę.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1996/8

Nowe piętrzenie/bystrze dobrze działało, zwiększając atrakcyjność wizualną tego często odwiedzanego miejsca. Jak przewidywano, rzeka wymyła znaczną część drobniejszego rumoszu, jednocześnie odpowiednio kształtując i stabilizując budowlę. Nachylenie bystrza znacząco wzrosło, z 1:8 do mniej więcej 1:4.

Nie potwierdziły się oczekiwania, że wymyte kamienie i żwir uformują poniżej drugie mniejsze bystrze. Rozważana jest budowa dodatkowego bystrza, aby ustabilizować średni poziom wody dolnej piętrzenia, urozmaicając w ten sposób ten odcinek rzeki.

Warto podkreślić, że jest to ulubione miejsce dzieci, które mają bezpieczny dostęp do wody, a stabilne i solidne podłoże kamienne stwarza odpowiednie warunki do brodzenia w płytkiej wodzie.

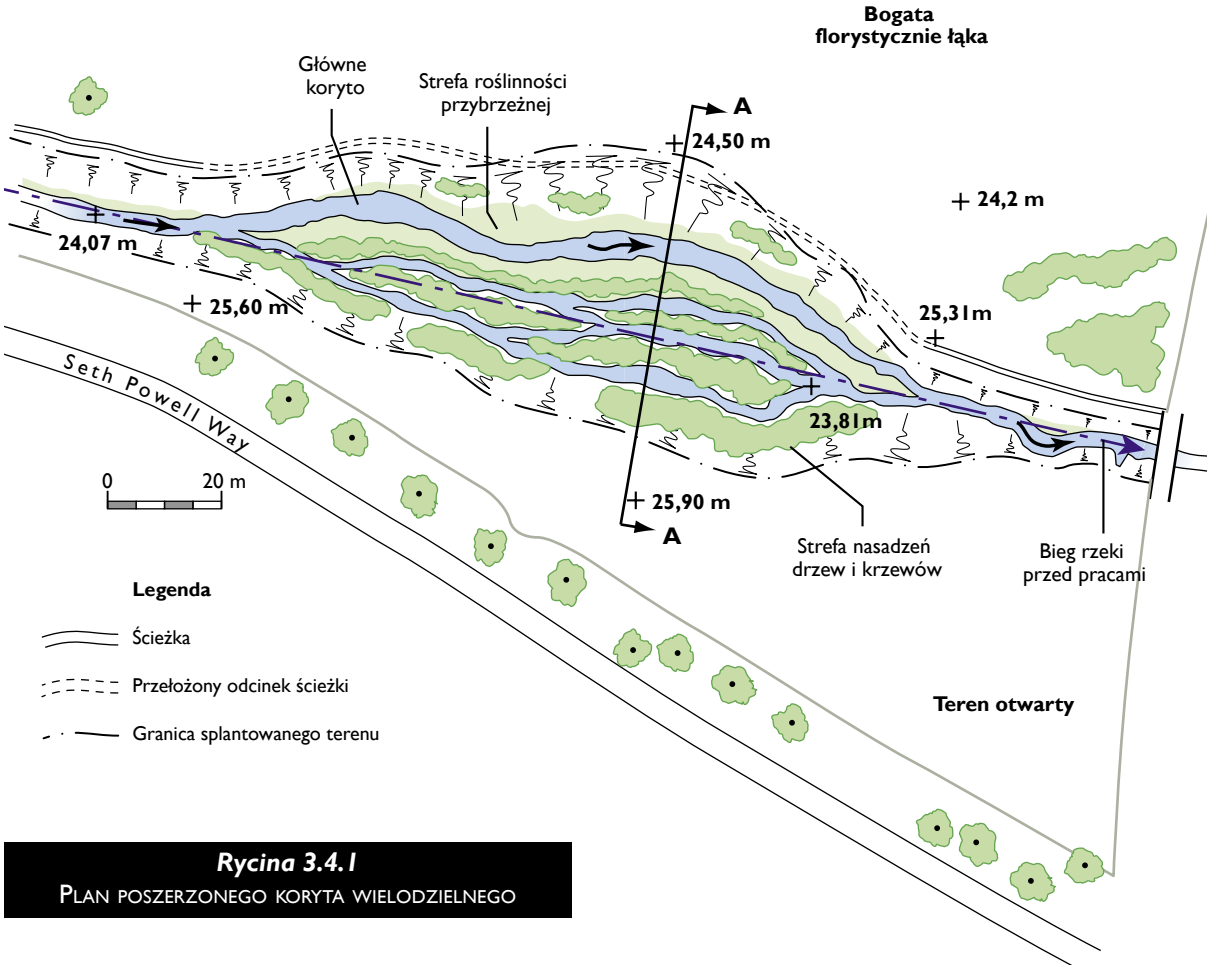
Bystrze zapewnia łatwy dostęp do wody – listopad 1996

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.4 Przebudowa uregulowanego, prostego odcinka w kręty ciek roztokowy

RZEKA ALT
LOKALIZACJA – Knowlesley, Liverpool, hrabstwo Merseyside, SJ 435927
DATA BUDOWY – 1996
KOSZT – £40 000



Rycina 3.4.1
PLAN POSZERZONEGO KORYTA WIELODZIELNEGO

OPIS

Alt to mała (1,5–2 m szerokości) rzeka o powolnym nurcie, przepływająca przez tereny miejskie. W przeszłości koryto jej zostało przekształcone, wyprostowane i nadmiernie pogłębione. Odcinek zrewitalizowany przecina otwarte tereny dostępne publicznie, które zostały wcześniej wyrównane po krawędź drogi, w sąsiedztwie zabudowań mieszkalnych. Poprawa jakości wody w ostatnich latach spowodowała powrót ryb do niektórych odcinków rzeki, lecz dalsze wzbogacenie fauny było ograniczone niską jakością siedlisk wodnych.

Na etapie projektowania i przebudowy rzeki przeprowadzono konsultacje z lokalnymi władzami i grupami mieszkańców, a także z miejscowymi szkołami. Możliwości rewitalizacji były ograniczone istniejącymi planami zagospodarowania przestrzennego części terenu oraz przez bogatą florystycznie łąkę. Zapewnienie publicznego dostępu było bardzo ważnym elementem projektu.

Rzeka płynęła wzdłuż drogi w trapezoidalnym korycie, a większą jej część zasłaniała roślinność nadbrzeżna. Biegnąca lewym brzegiem ścieżka była odsunięta od rzeki. W wyniku zdeponowania mas ziemnych wydobytych w trakcie wcześniejszej regulacji koryta, brzeg rzeki był na wyższym poziomie niż otaczający go teren, co skutecznie zasłaniało widok na ciek.

Odsunięcie uregulowanego odcinka koryta od drogi umożliwiło stworzenie szerokiej (do 30 m) terasy zalewowej na tym terenie, zaś usunięcie warg brzegowych odsłoniło widok na rzekę.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Drzewa, krzewy i rośliny przybrzeżne

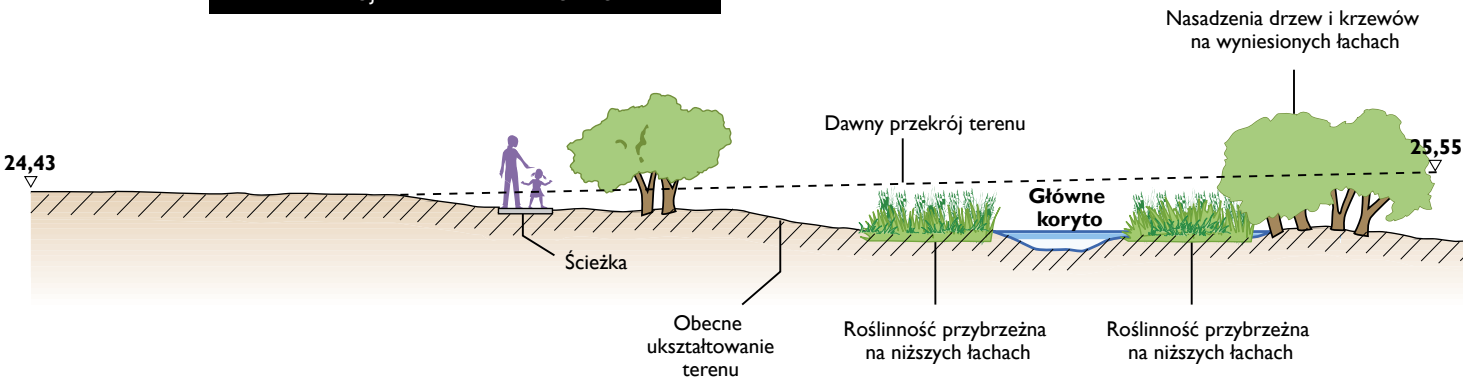
Drzewa w rozstawie co 2 m	Krzewy w rozstawie co 1 m	Rośliny przybrzeżne ~ 4 szt/m²
wierzba biała	wierzba wiciowa	krwawnica pospolita
jesion wyniosły	wierzba iwa	kosaciec żółty
dąb szypułkowy	głóg jednoszyjkowy	żabieniec babka-wodna
olsza czarna	śliwa tarnina	sitowie jeziorne
czereśnia	leszczyna pospolita	trzcina pospolita
czeremcha zwyczajna	dzika róża	mięta wodna
jadalne odmiany jabłoni	wiciokrzew pomorski	karbieniec pospolity
	dereń świdwa	niezapominajka błotna
	jeżyny	przetacznik bobowniczek

Sadzonki drzew i krzewów o wysokości 600–900 mm, z odsłoniętymi korzeniami, nasadzano, w stosunku 1:2, w postaci wielogatunkowych grup, składających się każda z 3–5 drzew oraz 5–7 krzewów.

Przed: wyprostowane koryto rzeki Alt ze stromymi brzegami

Zamulone koryto

Rycina 3.4.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ TERENY PODMOKŁE



3

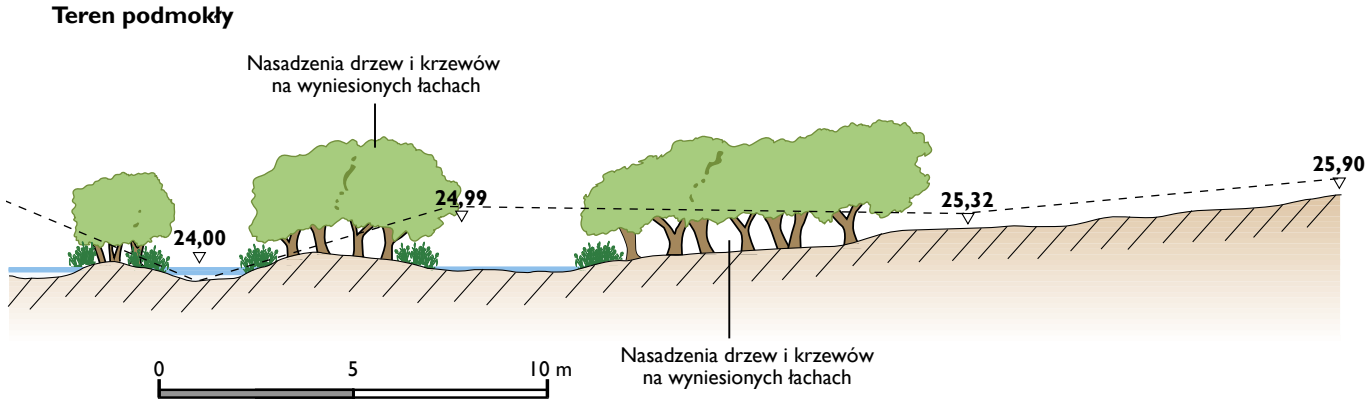
PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Ukształtowana powierzchnia nowych terenów zalewowych

PROJEKT

Wskutek rozkopania i spłaszczenia półtorametrowej wysokości skarp, o nachyleniu 30° na obu brzegach, odtworzono tereny zalewowe, szerokie na 30 m. Prace przeprowadzono na odcinku o długości 140 m. Na terenie zalewowym utworzono główne koryto z kilkoma roztokami, oddzielonymi od siebie sztucznie wykonanymi łachami. Uzyskanie mozaikowego układu obejmującego ciek wielokorytowy z oczkami wodnymi i terenami podmokłymi przetykanymi kępami drzew i krzewów, wymagało zróżnicowania poziomów terenu. Zmienność warunków gruntowych, a także chęć maksymalnego wykorzystania naturalnego ukształtowania terenu, spowodowały, że prace były szczegółowo nadzorowane na miejscu. Pozwoliło to uniknąć nadmiernego uszczegółowienia rozwiązań projektowych, a także umożliwiło wprowadzanie zmian w miarę zaistniałych potrzeb.

Rzędne dna nowego koryta oparto na istniejących poziomach dna w przekrojach mostowych, na obu krańcach rewitalizowanego odcinka, oraz poziomie ujścia odpływu w połowie odległości między nimi. Rzędna dna pokrywała się z warstwą glin, co ułatwiało właściwe prowadzenie robót. Praca przy pogodzie deszczowej także pomagała zachować pożądany poziom dna.



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Istniejące koryto zawężono, tworząc najgłębsze z koryt roztokowych, przy czym w celu odprowadzania nowym korytem przepływów niskich było ono o około 25% większe i głębsze od pozostałych ramion. Nowe koryto poprowadzono wzdłuż lewego brzegu, jak najbliżej ścieżki. Takie rozwiązanie akceptowało możliwość naturalnej zmiany przebiegu ścieżki przy wysokich wezbraniach ze względu na zwiększenie retencji na nowych terenach zalewowych. Ostateczne przyjęty spadek poprzeczny doliny był łagodny i wynosił 1:25, co zapewniało łączność hydrauliczną terenów na całym tym odcinku po zniwelowaniu istniejących warg brzegowych. Na długości 50 m nowa trasa ścieżki przecina niską skarpę brzegową i zbliża się do koryta, co ułatwia dostęp publiczny do cieku.

W związku z brakiem naturalnych źródeł diaspor w górnym odcinku rzeki, nie czekając na samoistne procesy sukcesyjne, płaskie łachy oddzielające koryto główne i ramiona roztokowe obsadzono różnorodną roślinnością wodno-błotną. Ponadto gdzieniegdzie w najwyższych częściach łach nasadzono wierzby. Brzegi obsadzono mieszankami naturalnych gatunków traw i kwietnych bylin.

Na wczesnym etapie robót wyniknęła konieczność zagospodarowania znacznej ilości mas ziemnych (9000 m³), wydobytych podczas powiększania terenów zalewowych. Ograniczenie kosztów projektu, związanego z tym potencjalnego zwiększenia, uzyskano wykorzystując około 6000 m³ urobku do budowy wału ziemnego uniemożliwiającego wjazd samochodami na teren boisk pobliskiej szkoły.

Wzdłuż nowych nurtów oraz pomiędzy nimi rozwinęła się bogata i cenna roślinność

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1996–2000

Nasadzona roślinność przyjęła się dobrze, z wyjątkiem nielicznych nadbrzeżnych krzewów, które zostały usunięte.

Chociaż nie jest to zjawisko charakterystyczne na tym etapie realizacji projektu, co najmniej dwukrotnie zaobserwowano poprawę jakości wody o całą klasę, pomiędzy górnym a dolnym końcem odcinka. Pomimo, że parametry fizyczne wody nie zapewniają odpowiednich warunków dla większości gatunków ryb, znacząco wzrosła liczebność ciernika.

Według niepotwierdzonych źródeł przedsięwzięcie zyskało znaczną akceptację opinii publicznej. Jednakże docierają również sygnały, że niektóre osoby oczekiwały zupełnie czegoś innego. W roku 2001 zaplanowano krótkie badanie opinii publicznej na temat projektu renaturyzacji rzeki.

Tworząc szerokie, płytkie i roztokowe koryto należy uwzględniać duże prawdopodobieństwo osadzania się w nim odpadów miejskich w wyniku wezbrań. Brak odpowiednich rozwiązań tego problemu może poważnie ograniczyć sukces całego przedsięwzięcia, zwłaszcza w oczach opinii publicznej.

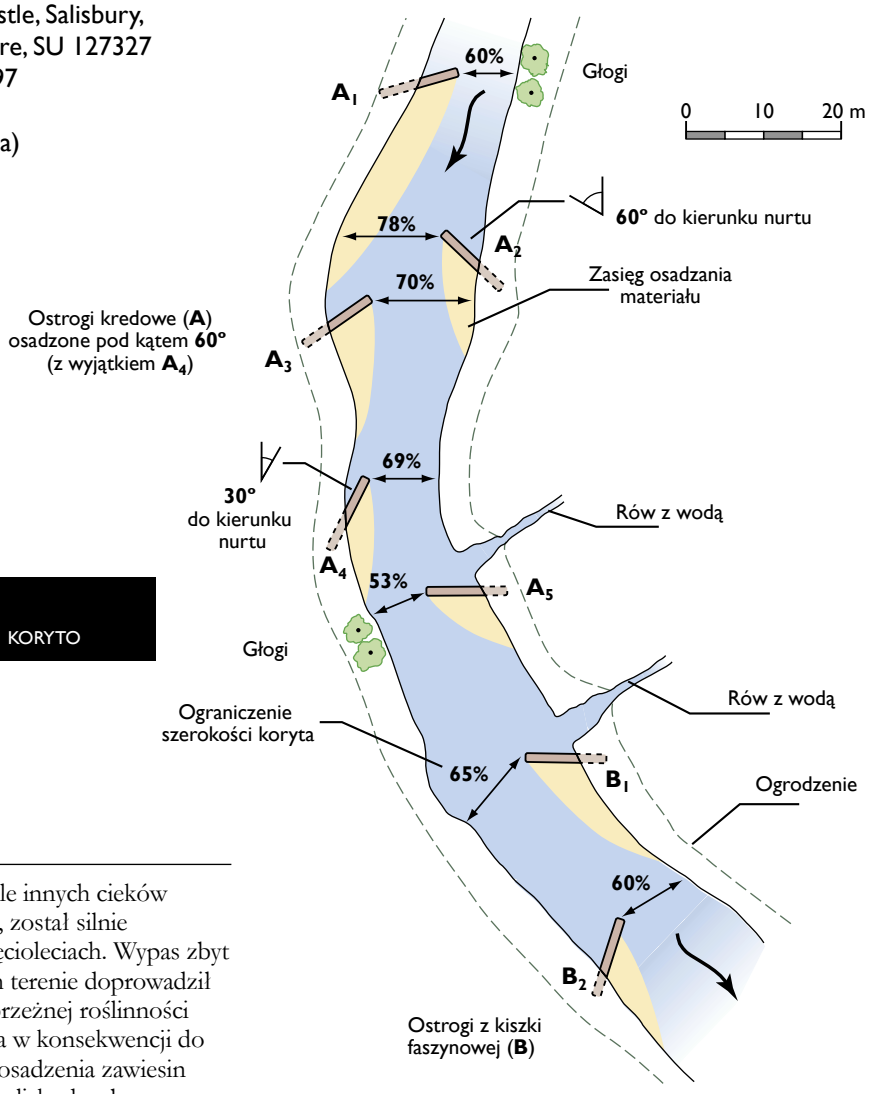
Kontakt:
Neil Guthrie, Environmental Agency – North-West Region, Lutra House, Dodd Way, Walton Summit, Bamber Bridge, Preston PR5 8BX, Tel.: 01772 339882.

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.5 Zawężenie nadmiernie szerokiego koryta tanimi ostrogami

RZEKA AVON
LOKALIZACJA – Stratford-Sub-Castle, Salisbury, hrabstwo Wiltshire, SU 127327
DATA BUDOWY – październik 1997
DŁUGOŚĆ – 125 m
KOSZT – £ 2000 (bez ogrodzenia)



Rycina 3.5.1
PLAN PRAC ZAWĘŻAJĄCYCH KORYTO

OPIS

Wiltshire Avon, podobnie jak wiele innych cieków kredowych w południowej Anglii, został silnie zdegradowany w ostatnich dziesięcioleciach. Wypas zbyt dużej ilości bydła na sąsiadującym terenie doprowadził do nadmiernego zgryzienia przybrzeżnej roślinności i rozdeptania skarp brzegowych, a w konsekwencji do zwiększonej erozji brzegów oraz osadzenia zawiesin na niżej położonych żwirowych tarliskach ryb łososiowatych. W efekcie powstało płytkie i nazbyt szerokie koryto o małym zróżnicowaniu siedlisk. Obiekt ten wybrano jako przykład silnie zniszczonego cieku kredowego.

Najnowsze metody wzbogacania siedlisk stosowane dla cieków płynących na podłożu kredowym, obejmują modyfikacje, najczęściej poprzez jego zawężanie koryta, dla uzyskania większych prędkości przepływu. Należą do nich metody biotechniczne, służące zmianie parametrów koryta, wykorzystujące dużą ilość wierzby, luźnych zarośli, czy też kiszkę faszynową. Jednakże koszty tych prac są dość wysokie i sięgają £ 30–55 na metr rzeki (*patrz 3.1. i 3.2*). Niniejszy projekt służył ocenie, czy alternatywne sposoby zabudowy koryta w postaci tanich ostróg, wykonanych z różnych materiałów, mogą doprowadzić do podobnego zróżnicowania siedliskowego.

Wypróbowano różne typy konstrukcji ostróg. Oczekiwano, że poprzez zróżnicowanie charakterystyki nurtu, przywrócą one odcinkowi utraconą dynamikę przepływu. Niesiony materiał powinien osadzać się powyżej i poniżej ostróg, co w efekcie doprowadzi do naturalnego zawężenia koryta. Ogrodzenie zabezpieczające przed dostępem bydła miało na celu odbudowę roślinności przybrzeżnej i wzmocnienie przez nią krawędzi nowego koryta, a także zwiększenia krętości biegu rzeki wskutek zróżnicowanej prędkości nurtu. Różnorodność siedliskowa powinna rozwinąć się samoistnie w wyniku fizycznych zmian środowiska i ograniczenia dostępu zwierząt.

Całkowity koszt wykonania ostróg wyniósł poniżej £ 2000, co daje koszt jednostkowy rzędu £ 11 na metr bieżący koryta rzeki.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Wybudowana ostroga kredowa

PROJEKT

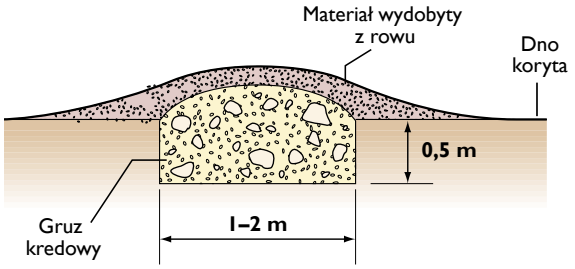
Projekt uwzględniał potrzebę zróżnicowania parametrów przepływu na całej długości odcinka poprzez wykonanie ostróg podprądowych, skierowanych w górę strumienia, w określonych miejscach na obu brzegach rzeki. Wybór miejsc został dokonany na podstawie obserwacji terenowych oraz znajomości dynamiki fluwialnej cieku.

Budowę siedmiu ostróg na 125-metrowym odcinku rzeki rozpoczęto od jego górnego końca. Kąt nachylenia ostrogi w stosunku do brzegu określano odmierzając kąt 60° lub 30° do wcześniej ustalonego kierunku prądu za pomocą unoszonej przez wodę linki. Przy czym dla wszystkich budowli posłużono się tą samą metodą. Ostatecznego wyboru lokalizacji ostróg dokonano w terenie.

Po oznakowaniu terenu palikami, koparką utworzono rów o szerokości 1–2 m i głębokości 0,5 m, gromadząc w jednym miejscu materiał wydobyty z brzegu oraz z koryta. W celu mocnego osadzenia ostrogi, rów wcinał się w istniejący brzeg. Zwiększenie stabilności budowli oraz jej umocnienie osiągnięto poprzez wypełnienie rowu gruzem kredowym bądź wiązkami kiszki faszynowej, które przysypano uprzednio wybranym gruntem.

Kopanie rowu pod ostrogę

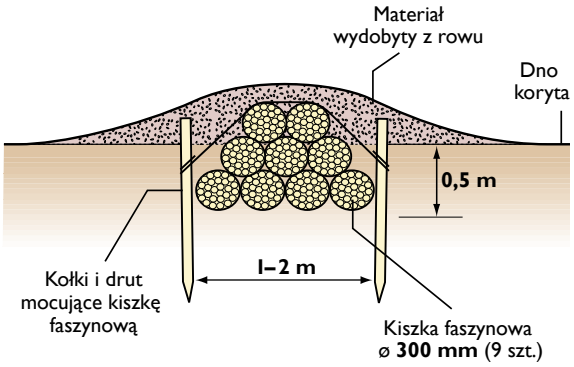
Rycina 3.5.2
PRZEKRÓJ OSTROGI KREDOWEJ



3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Rycina 3.5.3
PRZEKRÓJ OSTROGI Z KISZKI FASZYNOWEJ



W przypadku ostróg kredowych gruz ubijany był łyżką koparki. Kiszkę faszynową mocowano do ręcznie wbitych kołków, dociskając jej wiązki łyżką ładowarki podczas mocowania drutem.

Dzięki postępowi prac w dół rzeki, obserwowano przy każdej ostrodze zasięg akumulacji osadów określany poprzez zastoisko wody poniżej budowli. Umożliwiało to optymalizację posadowienia kolejnej budowli, co pozwoliło na uniknięcie nakładania się ostróg i redukcję kosztów całkowitych projektu.

Wybudowane ostrogi są nachylone pod prąd od brzegu ku środkowi koryta, co nie sprzyja powstawaniu przepływu turbulentnego i ogranicza erozję brzegową. Taki kierunek ostróg ma również na celu koncentrację przechodzących nad nimi wód wezbraniowych w środku nurtu. Jest to efektywna metoda ochrony brzegów oraz tworzenia przegłębień wskutek zwiększonej erozji dennej.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1997–2001

Zawężenie koryta przez ostrogi do około 60% dawnej szerokości, przyczyniło się do zwiększenia prędkości nurtu. Z kilku z nich w trakcie zimowych wezbrań został zmyty materiał, osadzając się tuż poniżej budowli i tworząc płytkie, żwirowe łachy. Na końcach ostróg nurt ma stosunkowo dużą prędkość, w związku z czym miejsca te są wykorzystywane jako tarliska przez pstrągi i łososie.

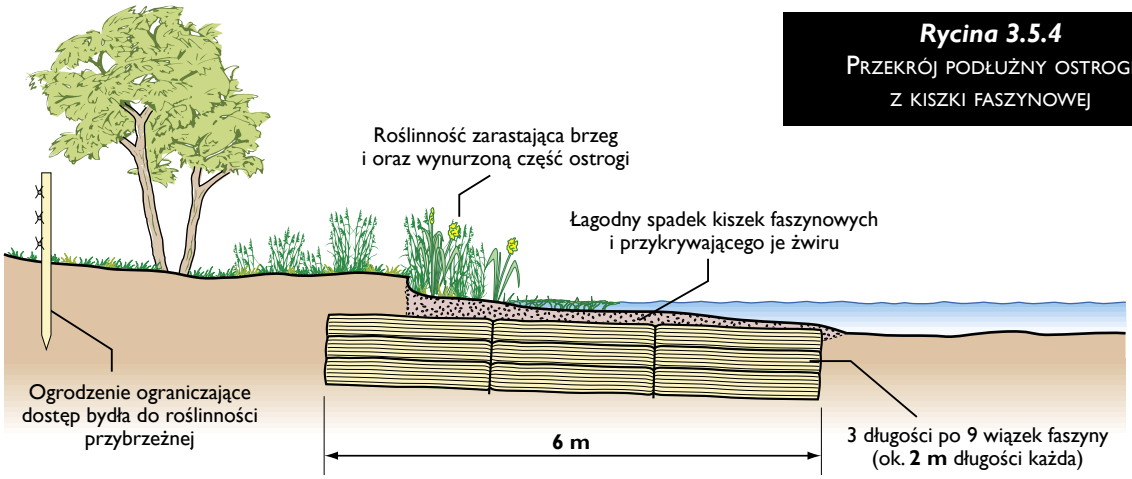
Osadzanie się materiału poniżej i powyżej ostróg rozpoczęło się wkrótce po zakończeniu prac. Osady mają bardzo zmienne uziarnienie – począwszy od iłów i organicznych mułów, poprzez gruboziarniste piaski po żwiry. Siedliska te skolonizowały liczne gatunki roślin wodnych i szuwarowych, co stanowi znakomity biotop dla narybku minogów i ryb karpiowatych.

Początkowe obawy związane z wprowadzeniem do koryta obcych wizualnie elementów szybko zostały rozwiane w związku z bardzo szybką akumulacją osadów i kolonizacją strefy brzegowej przez roślinność, co doprowadziło do naturalizacji ostróg i wzmocnienia brzegów. Nie stwierdzono znaczącej różnicy w skuteczności i trwałości obu rodzajów budowli, jednak ostrogi kredowe były o 37% tańsze.

Sześciomiesięczna akumulacja osadów

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA



Rycina 3.5.4
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY OSTROGI Z KISZKI FASZYNOWEJ

Szerokie i płytkie koryto rozdeptane przez bydło

Wybudowanie ostróg wpłynęło na wzrost zróżnicowania przepływu

Naniesione osady zostały szybko zasiedlone przez roślinność, co doprowadziło do zawężenia koryta rzeki

Badania monitoringowe poprzedzające prace oraz wykonane po ich ukończeniu, pozwoliły ocenić skuteczność zastosowanych środków. Pomimo niewielkiego budżetu projektu uznano, że usprawiedliwione są dodatkowe wydatki w tym pilotowym projekcie na przeprowadzenie monitoringu. Badania przeprowadzone przed rozpoczęciem prac oraz w rok i w trzy lata po ich zakończeniu obejmowały pobór prób i analizę parametrów fizycznych, przepływy, populacji ryb i roślin (makrohydrofitów) oraz bezkręgowców wodnych.

Badania wykazały, że budowa ostróg połączona z ogrodzeniem brzegu spowodowały wzrost różnorodności roślinności wynurzonej i zanurzonej, zmianę składu osadów dennych (ze zdominowanych przez muł i piasek, na żwir z otoczakami) oraz gromadzenie materiału drobnoziarnistego w zastoiskach ze spokojną wodą. Prace nie spowodowały zmian w składzie bezkręgowców wodnych, natomiast wzrosło zagęszczenie i wzbogacił się skład gatunkowy ryb.

Kontakt:
LinDaviesiAllanFrake,EnvironmentalAgency–SouthWestRegion, South Wessex Area Office, River House, Sunrise Business Park, Higher Shaftesbury Road, Blandford Forum, Dorset DT11 8ST Tel.: 01258 456080.

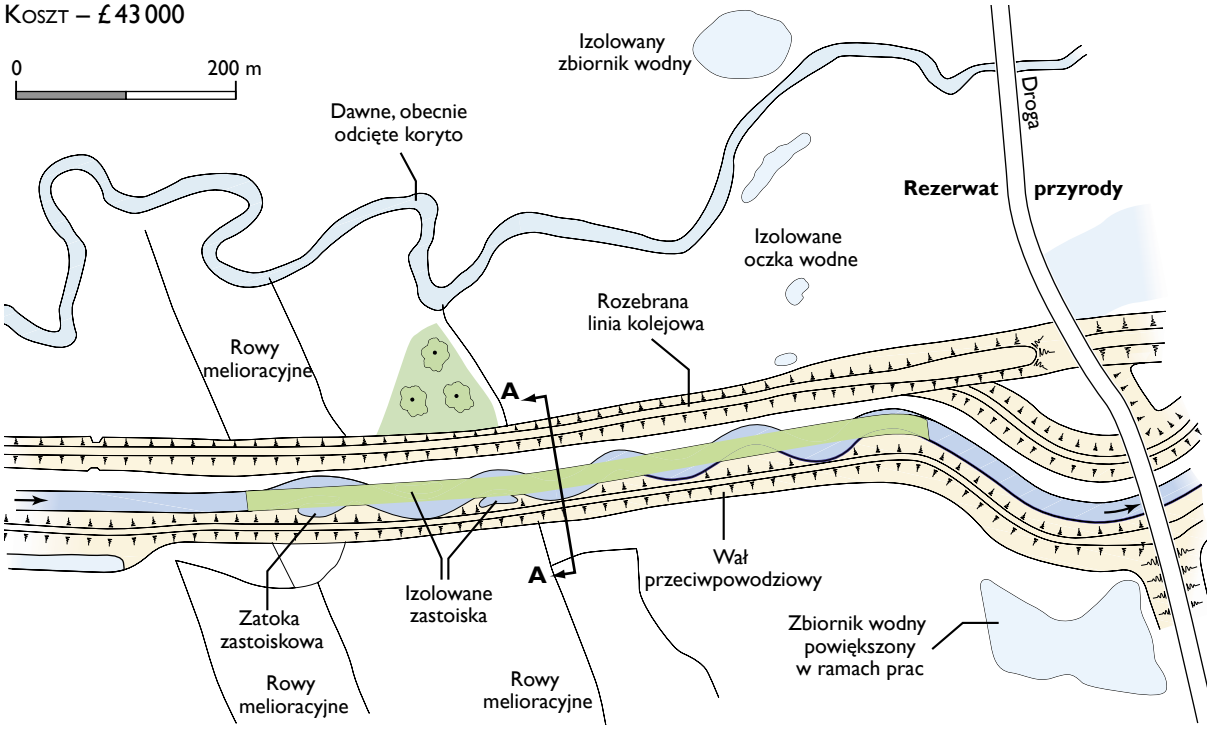
3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.6 Odtworzenie krętego koryta wód niskich w nadmiernie poszerzonym odcinku rzeki

RZEKA DEARNE
LOKALIZACJA – Mexborough, na zachód od Doncaster, hrabstwo South Yorkshire, SE 484012
DATA BUDOWY – lato 1995
DŁUGOŚĆ – 500 m
KOSZT – £ 43 000

Rycina 3.6.1
PLAN SYTUACYJNY



OPIS

W wyniku osiadania terenu spowodowanego pracami górniczymi, doszło do znacznych zmian spadku podłużnego dolnego biegu rzeki Dearne. Aby poprawić sytuację, w latach 70. XX wieku wykonano nowe proste, nieatrakcyjne wizualnie i przyrodniczo koryto dla skutecznego odprowadzania wód powodziowych. Zaprojektowano je przy tym na wodę 150-letnią, o 50% większą niż było to potrzebne. Ujednolicenie koryta spowodowało nadmierny rozwój roślinności wodnej na całej jego szerokości, co powodowało dalsze spowolnienie przepływu. Na dodatek, przed rozpoczęciem prac z korytem sąsiadowały wysokie półki ziemne, rozciągające się aż po obwałowania. W korycie dominowały bogate w biogeny namuły pokrywające żwiry.

Część zapadliska przyległego do odciętego, pierwotnego koryta przekształciła się w podmokłe siedlisko, które z czasem uznano jako rezerwat SSSI (miejsce o wyjątkowym znaczeniu naukowym). Jednakże ze względu na ujednolicenie parametrów fizycznych odcinka skanalizowanego, zanieczyszczenie wody oraz niewielki spadek podłużny, walory przyrodnicze rzeki były bardzo niskie. Zamknięcie kopalni oraz uporządkowanie gospodarki ściekowej, doprowadziła w latach 80. XX wieku do poprawy jakości wody, przez co rzeka stała się bardziej atrakcyjna pod względem wędkarskim. Ograniczone zdolności rozwoju ichtiofauny związane były z brakiem zróżnicowania parametrów fizycznych siedlisk wodnych, co stwarzało rybom (głównie jelcowi i kleniowi) niewielkie możliwości do odbycia tarła.

Odtworzenie meandrów nie było realne, stąd za korzystną była propozycja wprowadzenia krętego koryta wód niskich. Węższe koryto, o większej prędkości nurtu, samoistnie utrzymywałoby podłoże żwirowe, zmniejszając jednocześnie akumulację osadów oraz ograniczając rozwój trzciny.

Projekt zakładał maksymalizację potencjału wędkarskiego rzeki, w tym zwiększenia liczby tarlisk poprzez wprowadzenie krętości do prostoliniowego, nadmiernie poszerzonego koryta. Ponadto istotną korzyścią byłoby ograniczenie nakładów na utrzymanie rzeki, przy zachowanym odpowiednim poziomie ochrony przeciwpowodziowej.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Rzeka Dearne. Szerokie i proste koryto, zarośnięte w lecie

Nowe kręte koryto z przybrzeżnym trzcinowiskiem

Proponowane rozwiązania obejmowały znaczące zawężenie i wprowadzenie krzywizn nurtu przez ograniczenie szerokości koryta wód niskich za pomocą dużych głazów. Zachowanie w projekcie wymogów ochrony przeciwpowodziowej było możliwe dzięki wcześniejszemu przewymiarowaniu wyprostowanego odcinka koryta.

PROJEKT

Kręty przebieg nowego koryta wód niskich uzyskano przez rozpoczęcie układania kamieni na wewnętrznej stronie każdego łuku, wykorzystując miejscowy zdolomityzowany wapień. Taki sposób umocnienia pozwalał na określenie szczegółowych parametrów koryta, a także zapewniał możliwość zmian konstrukcyjnych w przypadku pojawienia się obaw związanych ze zwiększonym zagrożeniem powodziowym.

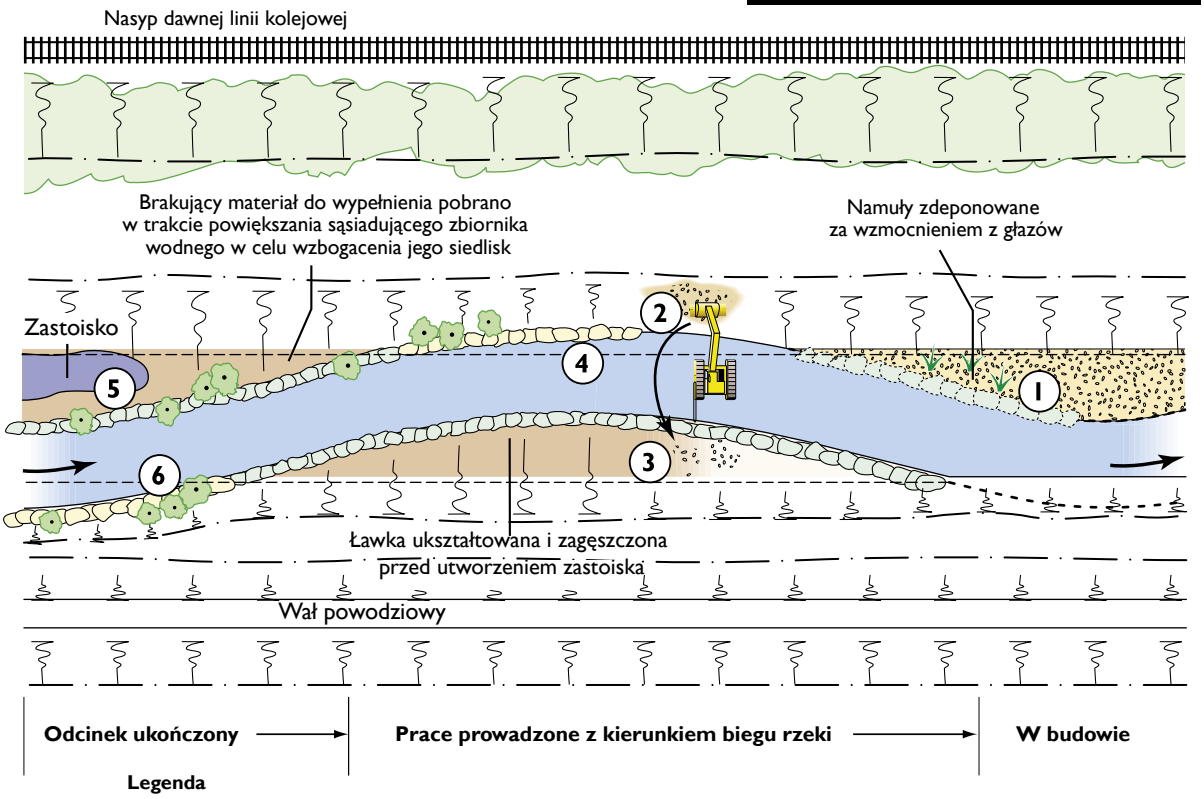
Kamienie umieszczano za pomocą koparki stojącej w korycie, jako że poziom wody wahał się od 300 do 700 mm. Prace rozpoczęto od góry biegu, w celu zwiększenia prędkości nurtu na pierwszych dwóch zakolach do 0,5 m/s, zmniejszając ją stopniowo aż do osiągnięcia wartości początkowej (około 0,2 m/s) na ostatnim łuku.

Osadzanie wapiennych głazów oraz wypełnianie ławki

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Rycina 3.6.2
SCHEMAT PRAC

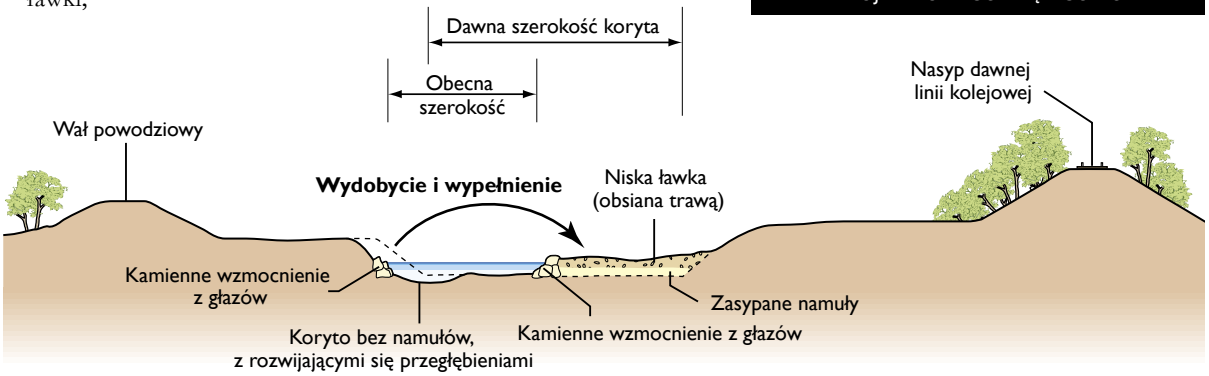


W ten sposób stopień zawężenia dalszej części koryta szacowany był na podstawie pomiaru prędkości nurtu po obłożeniu łuku głazami.

Rycina 3.6.2 przedstawia 6 etapów procesu budowy:
1. Wyznaczenie przebiegu wewnętrznego łuku przez umieszczenie w korycie głazów wapiennych;
2. Zewnętrzny łuk kształtowany przy użyciu koparki, poprzez wybranie gruntu ze stromego brzegu;
3. Wykorzystanie gruntu pozyskanego na etapie 2. dla wypełnienia łuku wewnętrznego i utworzenie niskiej ławki;
4. Umieszczenie dodatkowego wzmocnienia kamiennego u podnóża brzegu na łuku zewnętrznym;
5. Wykopanie zagłębień w obrębie utworzonej niskiej ławki;
6. Obsianie półek i brzegów mieszanką traw, a następnie nasadzenie drzew.

W obrębie koryta wód niskich utworzono trzy zastoiska, wprowadzając również urozmaiconą wysokość ławek nad lustrem wody, co pozwoliło uzyskać dużą różnorodność siedliskową – od roślinności przybrzeżnej, przez fragmenty zabagnione po suche łąki.

Rycina 3.6.3
PRZEKRÓJ A NOWEGO KRĘTEGO KORYTA



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Zawężenie koryta zwiększyło prędkość przepływu i utworzyło bystrza wykorzystywane przez ryby jako tarliska

Dawne koryto o szerokości 10 m zostało zawężone do około 5,5 m, ale z zachowaniem dotychczasowych parametrów hydraulicznych, dzięki zrównoważeniu ilości pobranego i zdeponowanego gruntu oraz ukształtowaniu obszaru międzywala na stosunkowo niskim poziomie. Nowe ławki zaprojektowano w taki sposób, że są zalewane w trakcie wezbrań.

Ławki i brzegi obsiano bezpośrednio po zakończeniu prac ziemnych, w celu wzmocnienia ich powierzchni przez system korzeniowy jeszcze przed zimowymi wezbraniami. Obsiew zakończono późnym latem, co pozwoliło na wystarczający rozwój roślinności do końca jesieni. Odtworzenie warstwy roślinności ograniczyło również podatność brzegów na ich spłukiwanie przez opady.

W trakcie prac przeniesiono część roślinności z koryta na skraj umocnień brzegowych, pomiędzy kamienie, aby ułatwić kolonizację krawędzi ławek.

Powodzenie prac na 500-metrowym fragmencie rzeki zachęciło do rozszerzenia projektu i jego realizacji w podobnej skali w latach 1996/97 na dalszym odcinku koryta.

Główne koryto i zastoisko w pięć lat po zakończeniu prac – lato 2000

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

Utworzenie wystarczająco wąskiego koryta spowodowało natychmiastową zmianę składu osadów. W ciągu dwóch tygodni większość namułów została wymyta. Na łukach wewnętrznych nastąpiło szybkie osadzanie żwiru i materiału drobnoziarnistego, a na wklęsłej części zakoli doszło do powstania przegłębień (do 2 m głębokości). Miejsca akumulacji osadów ułatwiały rozwój roślinności przybrzeżnej.

Badania ichtiologiczne prowadzone po zakończeniu prac wykazały pozytywny efekt projektu, zwłaszcza na wzrost liczebności brzany, jelca, kiełbia, klenia i płoci, które także odbywały tarło i wyprowadzały narybek.

Wapień został natychmiast zasiedlony przez glony i porosty, a akumulacja osadów między kamieniami umożliwiła szybki rozwój różnorodnej roślinności wodnej, w tym trzciny i turzyc. Wzrost trzciny rozpoczął się latem 1996, maskując jesienią tego samego roku kamienne wzmocnienia brzegów.

W dwóch niezabezpieczonych miejscach nastąpiła niewielka erozja. Jedno z nich umocniono za pomocą kamieni i wierzby, drugie pozostawiono z możliwością pogłębienia koryta przez rzekę.

Wzdłuż obu brzegów i na nowych ławkach umieszczono żywe zrzezy wierzbowe, w celu wzbogacenia roślinności oraz uzupełnienia samosiejek drzew pojawiających się na brzegach.

Dwa izolowane zastoiska wyschły, ze względu na ich drenaż przez rzekę poprzez słabo zagęszczone podłoże. Dla poprawy tej sytuacji połączono z rzeką górną część zastoisk za pomocą rur plastikowych o średnicy 100 mm.

Ocena przeprowadzona w dwa lata po wykonaniu prac pozwoliła oszacować wynikłe oszczędności kosztów utrzymania rzeki, wskutek bezpośrednich efektów wdrożenia projektu, na £ 2500–3000.

Kontakt:
Chris Firth OBE, Environmental Agency – North East Region, Ridings Area Office, Phoenix House, Global Road, Leeds, North Yorkshire LS11 8PG
Tel.: 01132 440191.

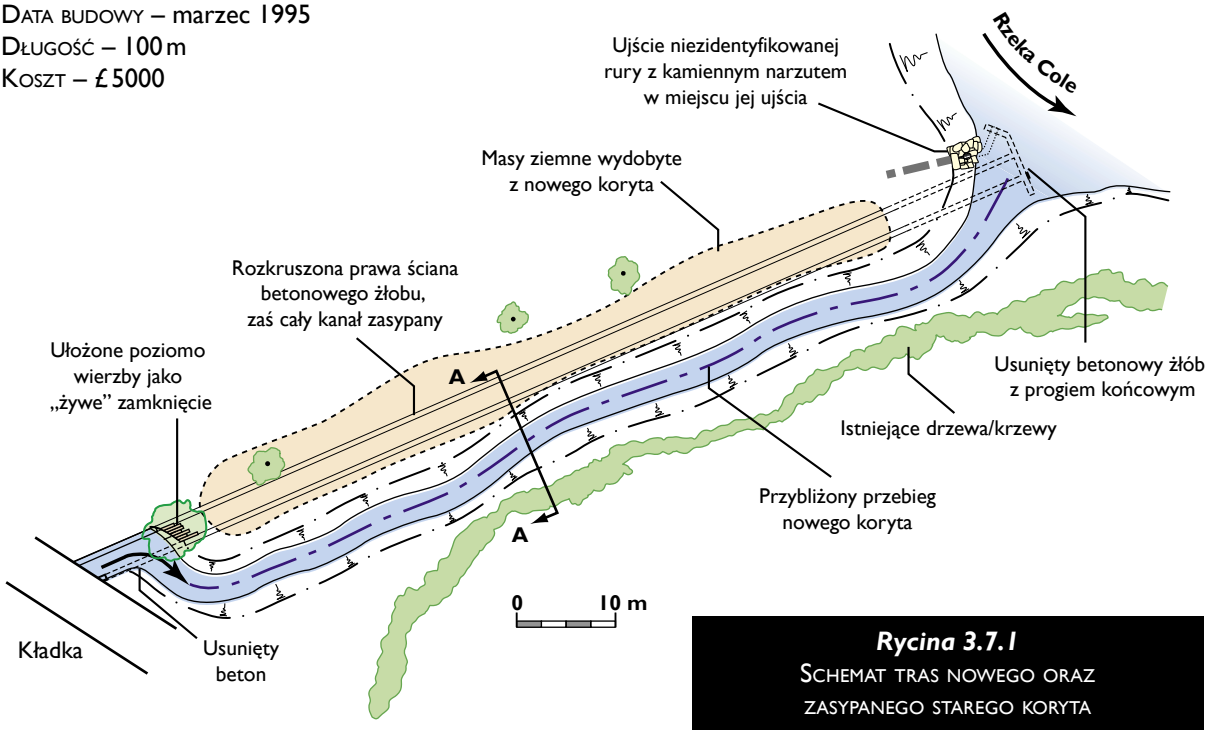
THE RIVER RESTORATION CENTRE
Working to restore & enhance our rivers

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.7 Zastąpienie betonowego żłobu korytem „naturalnym”

POTOK YARDLEY BROOK
LOKALIZACJA – Shard End, południowo-wschodnia część Birmingham, SP 118198
DATA BUDOWY – marzec 1995
DŁUGOŚĆ – 100 m
KOSZT – £5000



Rycina 3.7.1
SCHEMAT TRAS NOWEGO ORAZ ZASYPANEGO STAREGO KORYTA

OPIS

Potok Yardley Brook ma swoje źródła w południowo-wschodniej części Birmingham. Odcinek ujściowy wypływa z przepustu na tereny zalewowe rzeki Cole w postaci betonowego żłobu. Zlewnia obejmuje tereny silnie zurbanizowane, z ponad 150 000 mieszkańców, w odległości do 2 km od rzeki. Woda odpływająca z terenów miejskich niesie znaczne ilości śmieci oraz zanieczyszczeń, powodujących okresowe pogorszenie jakości wód. Sam potok przepływa przez tereny o znacznym udziale powierzchni utwardzonych, utrzymywanych jako tereny ogólnodostępne.

Ze względu na zamknięcie oczyszczalni ścieków w górnym biegu blisko 30 lat temu, potok pierwotnie będący odbiornikiem ścieków, nie wymagał już dalszej zabudowy w formie betonowego żłobu. Potok biegnie przez tereny objęte Projektem Kingfisher, który bazuje na porozumieniu zawartym pomiędzy miejscowymi władzami a organizacjami społecznymi. Pozwoliło to na uzyskanie znacznej poprawy jakości środowiska przyrodniczego 11-kilometrowego odcinka rzeki Cole oraz sąsiednich terenów w Solihull i Birmingham.

Potok Yardley Brook – ujście do rzeki Cole, stan przed rozpoczęciem prac

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Potok zabudowany został w betonowym żłobie, uniemożliwiającym jakiekolwiek drobne usprawnienia koryta. Renaturyzacja wymagała przełożenia potoku na 100-metrowym obetonowanym odcinku. Przeniesienie koryta potoku było tańszym rozwiązaniem niż samo zburzenie i usunięcie betonowego żłobu.

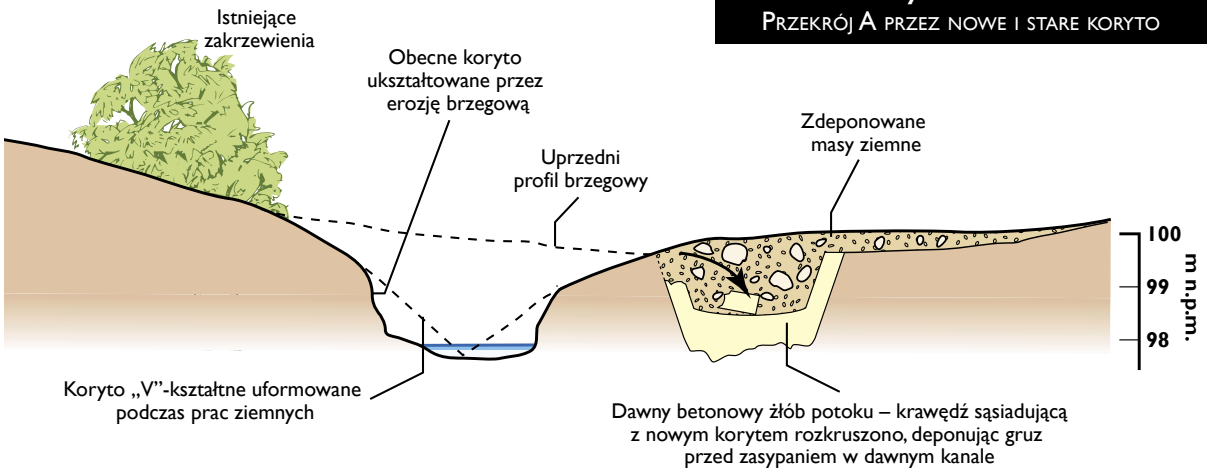
PROJEKT

Krawędź betonowego żłobu została rozbita przy pomocy koparki, tak aby jego krawędź nie wystawała ponad poziom gruntu i mogła być całkowicie zasypana ziemią. Rozkruszony beton umieszczono w korycie ledwie płynącego potoku.

Rycina 3.7.1 przedstawia 100-metrowy odcinek krętej trasy potoku, biegnącej wzdłuż dotychczasowego koryta. Dno nowego koryta posadowiono na większej głębokości niż dotychczasowa rzędna dna betonowego żłobu, gdyż przed renaturyzacją, wskutek systematycznego pogłębiania rzeki Cole, dno rzeki znalazło się około 700 mm poniżej betonowego ujścia potoku. Nowe koryto wykopano w formie regularnego przekroju „V"-kształtnego, o silnie nachylonych skarpach, przyzwalając na ich późniejsze samoistne uformowanie przez potok po zakończeniu prac. W związku z ograniczeniami niniejszego podręcznika nie zamieszczono szczegółowego opisu rozwiązań projektowych.

Masy ziemne zdeponowano pomiędzy nowym i starym korytem, a tam, gdzie nie było takiej możliwości (zbyt wąski pas terenu), na przeciwnym brzegu dawnego kanału. W trakcie prac ziemnych nie zamykano przepływu przez pierwotne ujście, co umożliwiło prowadzenie wszelkich prac na sucho. Po ich ukończeniu, potok skierowano do nowego koryta, a wydobyty grunt posłużył do wypełnienia dawnego koryta.

Demontaż betonowego żłobu potoku



Rycina 3.7.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ NOWE I STARE KORYTO

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

„Nowy" potok w trakcie prac ziemnych obok starego koryta. Widoczne miejsce depozycji wybranego nadkładu gruntu

W celu wzmocnienia i „ożywienia" przegrody odcinającej dawny bieg potoku od jego nowego koryta, w trakcie wypełniania gruzem betonowego kanału dodatkowo osadzono w nim żywe pędy wierzby.

Nowe ujście potoku do rzeki Cole znajduje się w miejscu dawnej budowli wylotowej. Przy tej okazji usunięto znaczny fragment (9 m na 2 m) szpetnej betonowej zabudowy koryta, a pozostałe jej krawędzie uformowano w sposób bardziej naturalny. Prace pozwoliły także na likwidację fragmentu betonowych umocnień brzegowych pozostałych po nieudanych pracach zabezpieczeniowych rzeki Cole. Elementy betonowe rozkruszono i zakopano nieopodal.

Odpływ drenarski, który uchodzi w miejscu dawnej budowli zrzutowej, został wzbogacony o nową, kamienną podbudowę, zarośniętą przez roślinność. Jest on obecnie trudny do rozpoznania.

Prace trwały dwa tygodnie, z których jeden poświęcono usuwaniu i rozbijaniu betonowego żłobu. W rezultacie powstało nowe, naturalnie wyglądające koryto o szerokości 2–3 m.

Żywe zamknięcie wierzbami dawnego kanału

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Nowe „naturalne" koryto potoku po zakończeniu prac

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

Bezpośrednio po przełożeniu potoku do nowego koryta, osiągnięto znaczącą poprawę jakości siedlisk potoku, zarówno pod względem ekologicznym, krajobrazowym jak i estetycznym (wizualnym).

Po zakończeniu prac, przepływy w okresie zimowym szybko doprowadziły do rozwoju cech koryta naturalnego, które przypisuje się zazwyczaj małym potokom. Na skutek erozji mało spoistych gruntów, koryto „V"-kształtne uległo szybkiej przemianie w koryto bardziej naturalne, o szerokości 2–3 m. Proces ten przebiegał również w późniejszym czasie, w miarę rozwoju i dojrzewania siedlisk na tym obszarze.

Zamknięcie z żywych wierzb całkowicie zabezpieczyło miejsce przejścia potoku do nowego koryta. Miejsce to harmonijnie wkomponowało się w ogólny wygląd potoku i spontanicznie pokryło się nadrzecznymi drzewami i krzewami.

W kontraście do dawnego betonowego żłobu, potok Yardley Brook w ciągu sześciu lat rozwinął naturalne cechy koryta. W związku z gęsto zurbanizowaną zlewnią, potok wciąż okresowo niesie wody niskiej jakości.

Sukces prac renaturyzacyjnych był tak znaczny, że w latach 1996–1997 usunięto dalszy odcinek betonowej zabudowy rzeki Cole. Tego typu „wzorcowy" projekt ma również efekt demonstracyjny, wzmacniając poczucie trafności metod rewitalizacji cieków, a także niosąc cenne doświadczenia, które ograniczają potencjalne zagrożenia tych projektów.

Sześć lat później: skarpy ziemne, łachy żwiru oraz zmienny reżim przepływów – kwiecień 2001

Kontakt:
Andrew Crawford, Environment Agency – Midlands Region, Sentinel House, Wellington Crescent, Fradley Park, Lichfield WS13 8RR, Tel.: 01543 444141.
Head Ranger, Project Kingfisher, Shard End, Birmingham B34 7RD, Tel.: 0121 464 3131.

THE RIVER RESTORATION CENTRE
Working to restore & enhance our rivers

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.8 Utworzenie zatoczek w korycie

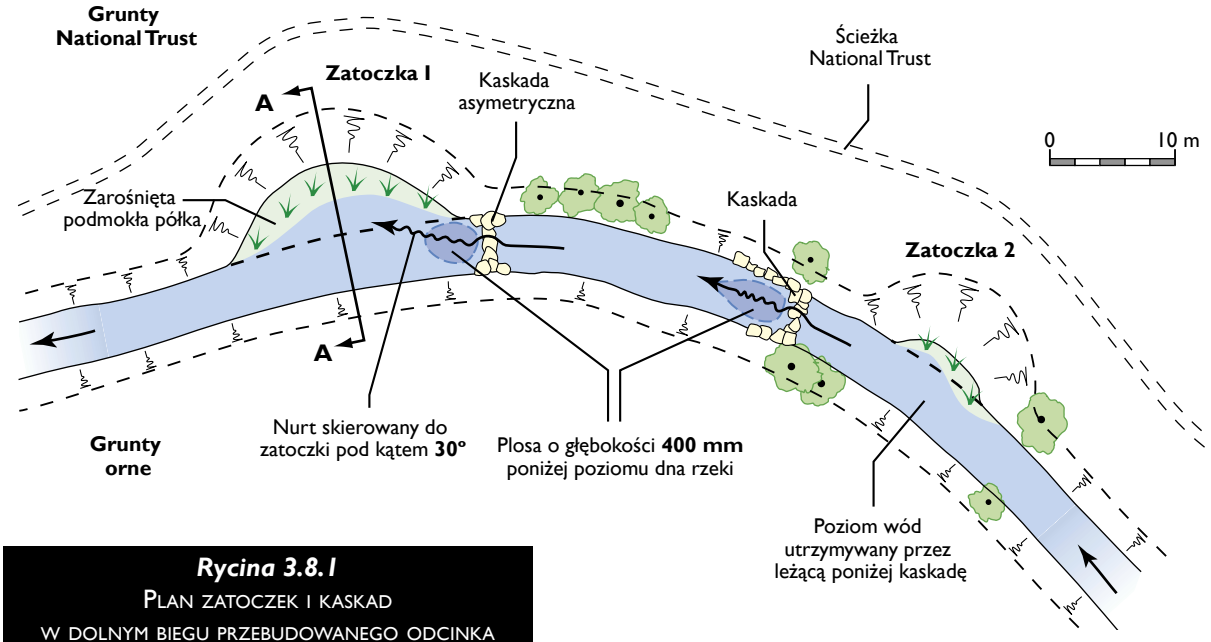
RZEKA TALL

LOKALIZACJA – Ardress koło Moy, hrabstwo Armagh, Irlandia Północna, mapa OS 19, H916555

DATA BUDOWY – lipiec 1995 – grudzień 1996

DŁUGOŚĆ – od 10 do 30 m

KOSZT – brak danych



Rycina 3.8.1
PLAN ZATOCZEK I KASKAD
W DOLNYM BIEGU PRZEBUDOWANEGO ODCINKA

OPIS

Tall jest głównym dopływem rzeki Blackwater w hrabstwie Armagh. Jest to wolno płynąca rzeka, o zlewni rolniczej. W ramach dużego programu regulacji rzek w latach 60. XX wieku, koryto cieku pogłębiono i poszerzono.

W przeciwieństwie do wcześniejszych przedsięwzięć dotyczących ochrony powodziowej, był on pierwszym projektem w Irlandii Północnej obejmującym wyłącznie rewitalizację siedlisk nadrzecznych na odcinku 1,2 km. Prace renaturyzacyjne były powiązane z szerszym programem udostępnienia cieków i rekreacji na terenach nadrzecznych, realizowanym przez właściciela, organizację National Trust, która zamierzała wybudować nową ścieżkę wzdłuż rzeki. Ze względu na ograniczenie własności National Trust do gruntów na prawym brzegu rzeki, prace mogły objąć wyłącznie ten teren.

Pogłębienie w ramach wcześniejszych regulacji spowodowało utratę połączenia funkcjonalnego koryta rzeki z jej terenami zalewowymi. W związku z tym uznano, że należy odtworzyć płytkie siedliska, o spowolnionym przepływie. Ponieważ odbudowa dużego starorzecza nie została zaakceptowana przez właściciela terenu, rozważono możliwość stworzenie małych „zatoczek". Zatoczki te mogłyby stanowić miejsce schronienia narybku oraz bezkręgowców wodnych, a ich płytkie brzegi pozwoliłyby na zwiększenie różnorodności roślinności przybrzeżnej.

PROJEKT

Na omawianym odcinku wykopano cztery zatoczki o różnych wymiarach. Trzem z nich towarzyszyły zlokalizowane powyżej kamienne kaskady generujące przepływ turbulentny, co miało zapobiec ich szybkiemu zaniesieniu osadami oraz pozwalało utrzymać otwarte lustro wody w zatoczkach. W celu rozwoju różnorodnej roślinności wynurzonej, wewnątrz zatoczek wykonano nisko położoną półkę, tuż poniżej średniego poziomu wód letnich. Ryc. 3.8.1 przedstawia dwie zatoczki, położone w dolnym odcinku rewitalizowanego koryta.

Zatoczkom nadano kształt półkolisty, wykopując je w miejscu styku z korytem do dotychczasowej rzędnej dna rzeki. Na całej długości zatoczki jej głębokość maleje stopniowo w kierunku brzegu aż do poziomu półki. Szerokość półki uzależniona jest od wielkości zatoczki.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3

Widok zatoczek w dolnej części rewitalizowanego odcinka po niecałym roku
UWAGA: zatoczka 2 zarasta roślinnością

Nachylenie brzegów zmniejszono w stosunku do ich pierwotnego spadku wynoszącego 1:1 (do około 1:2–1:3) i zależy od różnicy poziomu pomiędzy korytem a krawędzią brzegu (2–4 m) (*ryc. 3.8.2*).

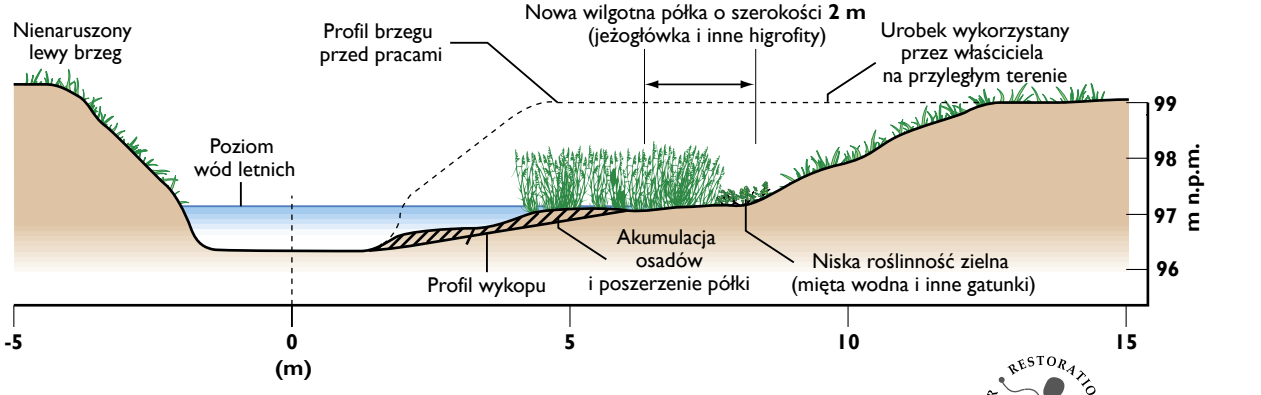
Kamienne kaskady wykonano z głazów o średnicy powyżej 500 mm, formując z nich nieregularny łuk, obniżony w środku. Takie ukształtowanie koncentruje szybko płynący nurt w środku koryta, co ogranicza groźbę podmywania brzegów. Głazy przy brzegach są solidnie w nich zamocowane. Luźna konstrukcja budowli redukuje efekt podpiętrzania wód przez kaskadę przy niskich stanach, wprowadzając jednocześnie odpowiednią turbulencję przepływu.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

Zatoczki związane z kaskadami umiejscowionymi powyżej nich w różnym stopniu zachowały otwarte lustro wody.

Zatoczki 3 i 4 w górnej części odcinka (nie pokazane na ilustr.)
Obie zatoczki są dostępne dla bydła jako wodopój. Nastąpiło rozdeptanie ich brzegów, ale nie stanowi to większego problemu w związku z tym, że obsada inwentarza nie jest duża. Pomimo dość intensywnego zgryzania roślinności, zachowana jest zróżnicowana flora przybrzeżna.

Rycina 3.8.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ ZATOCZKĘ



3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Zatoczka 1 z zaznaczonym kierunkiem nurtu utrzymującym w niej otwarte lustro wody

Mniejszą z nich (zatoczka 3) utrzymuje turbulentny przepływ wytwarzany przez kaskadę, a jest oczyszczana z drobnych osadów podczas wysokich przepływów. Większa (zatoczka 4), o długości 30 m, jest zbyt duża, aby pozostawała wolna od osadów, co doprowadziło do rozwoju płytkiej strefy przybrzeżnej. Poniżej obu kaskad woda wymyła przegłębienia sąsiadujące z zatoczkami.

Dolne zatoczki 1 i 2 (ryc. 3.8.1)
Bydło nie ma dostępu do dolnych zatoczek, w efekcie czego roślinność wynurzona (np. jeżogłówka) rozwija się tu znacznie bujniej.

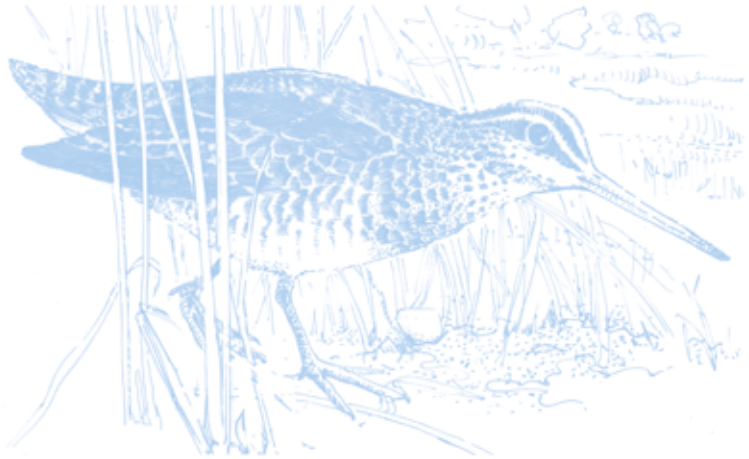
Zatoczka 1 (*ryc. 3.8.1*) ma podobną wielkość jak zatoczka 4, lecz dzięki odpowiedniej lokalizacji i ukształtowaniu kaskady utrzymuje ona bardziej otwarty charakter. Nurt przepływający ponad głazami jest kierowany pod kątem około 30º od osi koryta do wnętrza zatoczki, co pomaga utrzymać otwarte lustro zatoczki zarówno przy niskich, jak i wysokich przepływach wody.

Zatoczka 2 (*ryc. 3.8.1*) szybko się zamuliła i zarosła roślinnością wynurzoną, która rozprzestrzeniła się również w korycie rzeki. Kaskada tej zatoczki została zlokalizowana poniżej niej podpiętrzając wodę i powodując efekt cofki. Spowolnienie nurtu przyczyniło się do powstania swoistej pułapki na osady powodując ich gromadzenie, a także stymulując rozwój roślinności.

Sukces zastosowanych rozwiązań na rzece Tall wynika z:
- odpowiedniej prędkości, turbulentnego oraz kierunku przepływu;
- rozmiaru i kształtu zatoczek;
- zgryzania zasiedlającej je roślinności przez zwierzęta.

Kontakt:
Judith Bankhead, Rivers Agency, Hydebank, 4 Hospital Road, Belfast BT8 8JP. Tel.: 02890 253196.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

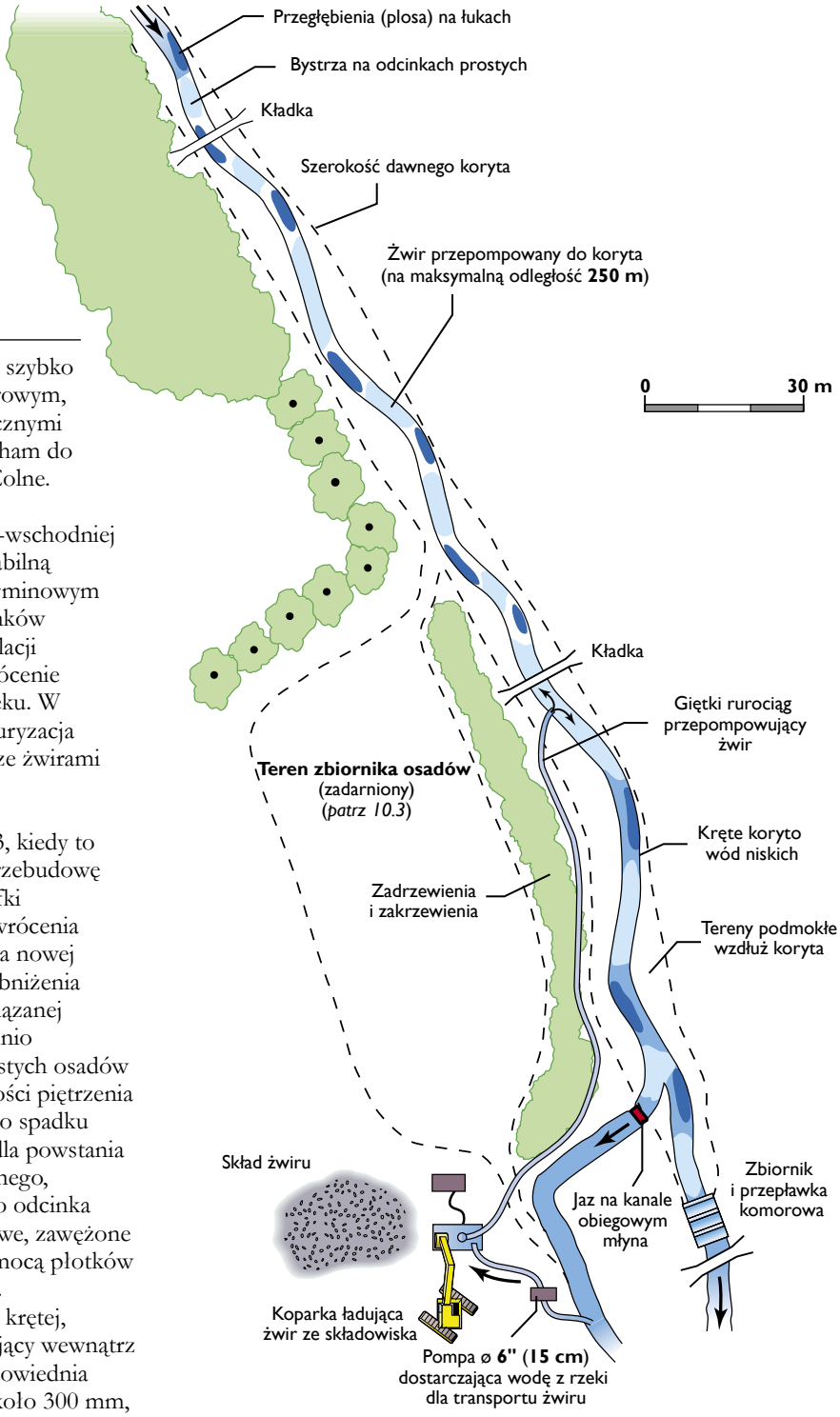


3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

3.9 Dodawanie żwiru na trudnodostępnych odcinkach cieku

RZEKA CHESS
LOKALIZACJA – Blackwell Hall, Latimer, hrabstwo Buckinghamshire, SU 980997
DATA BUDOWY – 1994/1995
DŁUGOŚĆ – 250 m
KOSZT – brak danych



Rycina 3.9.1
PLAN UKAZUJĄCY METODĘ I ZASIĘG ZABIEGU DODAWANIA SUBSTRATU ŻWIROWEGO

OPIS

Rzeka Chess, będąca pierwotnie płytkim, szybko płynącym ciekiem kredowym o dnie żwirowym, została uregulowana prazez zabudowę licznymi młynami, na całej swej długości od Chesham do Rickmansworth, gdzie łączy się z rzeką Colne.

Jest to jedna z niewielu rzek w północno-wschodniej części dorzecza Tamizy, która posiada stabilną populację pstrąga potokowego. Długoterminowym celem strategicznym była poprawa warunków tarła oraz rozwoju autochtonicznej populacji pstrąga potokowego, jak również przywrócenie możliwości swobodnej migracji ryb w cieku. W tym celu kluczowym zadaniem jest renaturyzacja cieku i odtworzenie naturalnych siedlisk ze żwirami kredowymi na dnie.

Okazja ku temu pojawiła się w roku 1993, kiedy to miejscowi właściciele zawnioskowali o przebudowę młyna, w tym samego piętrzenia oraz cofki powyżej niego i przepławki, w celu przywrócenia możliwości migracyjnych dla ryb. Budowa nowej przepławki wiązała się z koniecznością obniżenia poziomu piętrzonej wody o 1 m oraz związanej z tym konieczności wykopania odpowiednio ukształtowanego zbiornika drobnoziarnistych osadów rzecznych (*patrz 10.3*). Obniżenie wysokości piętrzenia pozwoliło na odtworzenie odpowiedniego spadku podłużnego cieku, który jest niezbędny dla powstania wąskiego i krętego koryta wewnątrz dawnego, nadmiernie pogłębionego i poszerzonego odcinka rzeki wskutek piętrzenia przez młyn. Nowe, zawężone koryto rzeki Chess ukształtowano za pomocą płotków faszynowych z kasztanu, jesionu i brzozy.
W efekcie powstał 300-metrowy odcinek krętej, wąskiej i szybko płynącej rzeki, meandrujący wewnątrz jej dawnego zbyt szerokiego koryta. Odpowiednia i pożądana głębokość koryta wynosiła około 300 mm, z urozmaiconym żwirowym dnem.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Widok na szeroki, odmulony odcinek, suplementacja żwiru w korycie wód niskich

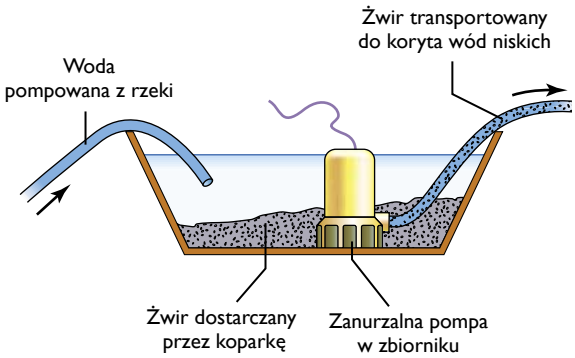
Dawne zagospodarowanie rzeki Chess doprowadziło stopniowo do zaniku żwirowego dna. Żwir pobrany z innych miejsc został pompami wprowadzony w nurt rzeki. Taka metoda suplementacji żwirem nie doprowadziła do naruszenia ograniczeń, związanych z trudnym dostępem sprzętu na terenach prywatnych, a także nie spowodowała degradacji zadrzewień i roślinności nadbrzeżnej.

PROJEKT

Użyty substrat żwirowy miał uziarnienie wynoszące 5–25 mm, nawiązując wielkością do żwirów występujących w dole biegu rzeki. Utrudniony dostęp spowodował zastosowanie nowatorskiego sposobu transportowania i dodawania rumowiska do rzeki.

- Na terenie prac umieszczono zanurzalną pompę, zasilaną przez przenośny generator spalinowy, ustawioną w niewielkim zbiorniku (kaście) ustawionym nieopodal rzeki.
- Za pomocą pompy o średnicy 6" (około 15 cm), zbiornik (kastę) napełniano wodą z rzeki.
- Koparka dodawała przygotowany żwir do zbiornika.
- Żwir był następnie przepompowany 250-metrowym, giętkim rurociągiem, i wprowadzany w ustalonych wcześniej miejscach w nowym korycie wód niskich.

Rycina 3.9.2
PRZEKRÓJ PRZEZ INSTALACJĘ PRZEPOMPOWUJĄCĄ ŻWIR



Instalacja przepompowująca żwir w trakcie pracy

3

PRZEBUDOWA PROSTYCH ODCINKÓW KORYTA

Przepompowywanie żwiru do koryta

Zastosowanie tej metody przez wykonawcę pozwoliło na depozycję żwiru w korycie w sposób ekonomiczny oraz umożliwiło zachowanie cennych zadrzewień i zakrzewień. Wprowadzenie rumoszu pozwoliło na odtworzenie naturalnego zróżnicowania morfologii koryta, z przegłębieniami na zakolach oraz wypłyceniami na prostych odcinkach (*szczegóły dotyczące podnoszenia dna – patrz rozdział 5.5*).

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

W pewnych miejscach doszło do małoskalowego przemieszczenia rumowiska i utworzenia głębszych plos oraz wypłyceń.

Kontakty:
Steven Lavens. WS Atkins, Woodcote Grove, Ashley Road, Epsom, Surrey. KT18 5BW. Tel.: 01372 726140.
Chris Catling. Environment Agency – Thames Region, North East Area Office, 2 Bishops Square Business Park, St Albans Road West, Hatfield,Herts, AL10 9EX, Tel.: 01707 632370.

Cztery lata po zakończeniu prac – utrwalone bystrza żwirowe oraz przegłębienia

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.1 Płotki wierzbowe

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – listopad 1995 i maj 1996
DŁUGOŚĆ – 75 m
KOSZT – £115/m

UWAGA: Pełen opis tej metody przedstawia Environment Agency R&D Technical Report W83: *Revetment Techniques used on the River Skerne Restoration Project* (1998)

Oplatany płotek wierzbowy w dwa lata po zamocowaniu

OPIS

Metoda ta, polegająca na przepleceniu świeżych pędów wierzbowych pomiędzy wbitymi palikami, jest szczególnie przydatna przy umacnianiu stromych brzegów rzeki wymagających wzmocnienia oraz zabezpieczenia przed erozją.

Płotki zastosowano zarówno na początku, jak i końcu odtworzonego odcinka meandrującego. Przed wykonaniem prac brzegi prostego skanalizowanego koryta były niemal pionowe z powodu silnej erozji krawędzi brzegu.

W metodzie tej najczęściej wykorzystuje się wierzbę wiciową, która masowo wytwarza długie, cienkie i giętkie pędy, szczególnie przydatne do przeplatania. Inne gatunki wierzb są mniej przydatne – tak więc lokalna dostępność wierzby wiciowej na brzegach cieku ogranicza zastosowanie tej techniki, skutkując wykorzystaniem innych odpowiednich w tej sytuacji metod (*patrz 4.2–4.3*). Mimo że wierzba wiciowa dobrze rozwija się na plantacjach, znacznie rzadziej dobrze rośnie na brzegach cieków. Użycie gatunków nierodzimych do prac umocnieniowych jest raczej nieuzasadnione.

W wypadku rzeki Skerne, metodę tę zastosowano, ponieważ jest ona dość popularna i łatwa do wykonania. Ponadto nie musi być ona najlepiej dopasowana do lokalnych warunków środowiskowych na tym odcinku, lecz jest wystarczająco skuteczna przy ochronie brzegów rzeki przed erozją.

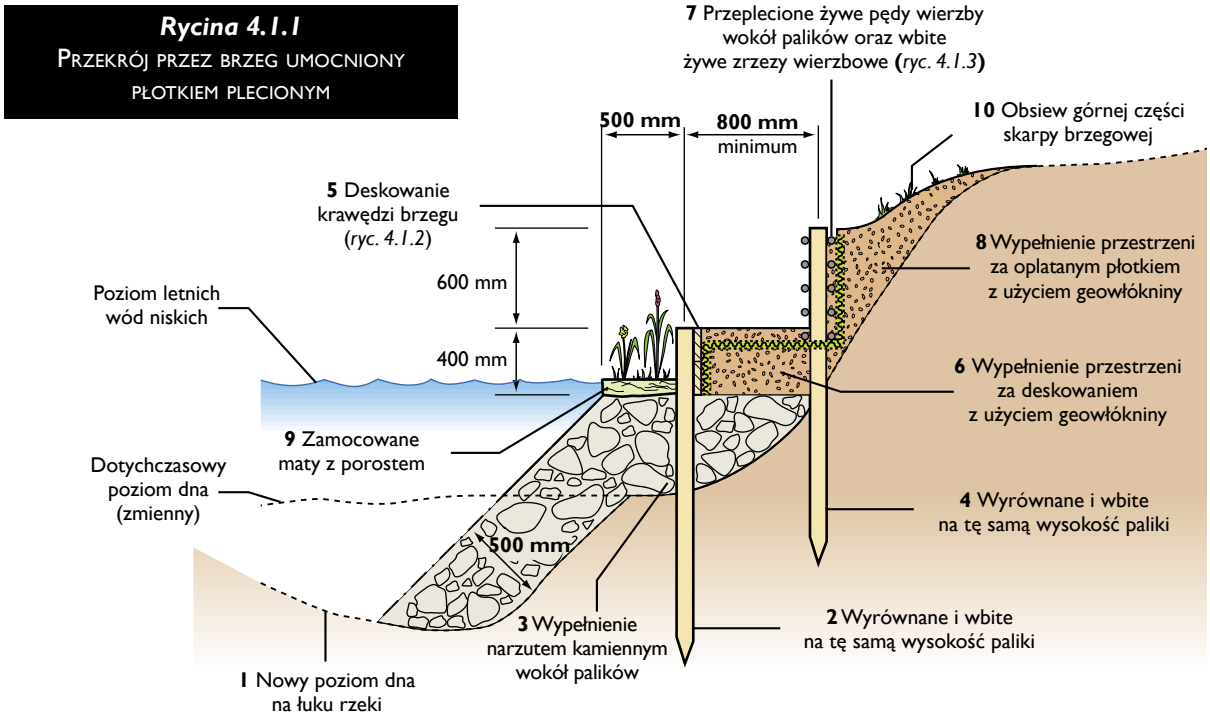
PROJEKT

- Pod wodą zastosowano podłoże z kruszonego kamienia, którym wyłożono krawędź koryta po uprzednim wydobyciu gruntu i osiągnięciu zaprojektowanego poziomu dna, tak by narzut kamienny nie zachodził na dotychczasowy naturalny profil brzegu (*patrz 4.2 – szczegóły ułożenia kamieni*);
- Na krawędzi brzegu narzut kamienny jest wbudowany w półkę, uformowaną przy użyciu deskowania;
- Powyżej półki regularnie rozmieszczono paliki, wokół których przepleciono pędy wierzby wiciowej. Oprócz tego za płotkiem wierzbowym, pionowo umieszczono żywe zrzezy wierzbowe innych rodzimych gatunków. Nylonową geowłókninę użyto w celu lepszego umocnienia gleby, którą wypełniono przestrzeń za deskowaniem i płotkiem oplatanym;
- Górną część brzegu uformowano w taki sposób, by miał on stabilne, nieumocnione zbocze. Skarpę następnie obsiano trawą, a w bardziej stromych miejscach obłożono darnią.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

Rycina 4.1.1
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG UMOCNIONY PŁOTKIEM PLECIONYM



Istotą tej metody jest zapewnienie solidnego i stabilnego podłoża pod wodą, w którym zamocowany jest płotek, tak by wystawał tuż ponad wodę, gdzie wierzba wiciowa ma najlepsze warunki do wzrostu. Rozwijający się system korzeniowy pędów wikliny stopniowo przerośnie podwodny narzut kamienny oraz przybrzeżną półkę, podczas gdy wzmacniające ją deskowanie ulegnie stopniowemu rozkładowi. W celu zwiększenia różnorodności florystycznej i poprawy walorów wizualnych, przed półką, od strony odwodnej umieszczono maty wstępnie obsadzone roślinnością. Z czasem wierzba wiciowa stanie się gatunkiem dominującym, zabezpieczając brzeg przed dalszą erozją oraz tworząc wartościowe siedlisko. W ramach normalnych zabiegów utrzymaniowych rzeki, a także zgodnie z wymogami tego gatunku, planowane jest jej regularne przycinanie.

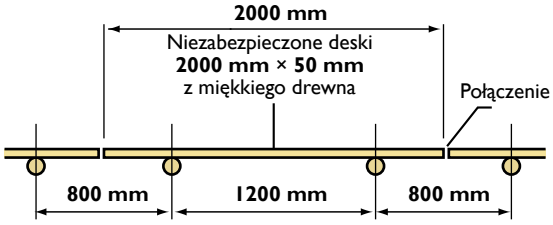
Zamiast wyplatania na miejscu, można użyć dostępnych na rynku gotowych płotków, używając w takiej sytuacji znacznie większej liczby palików. Żywe zrzezy wierzbowe, nasadzone na brzegu za płotkiem, mogą być doprowadzone do stadium drzewiastego (ale w takim przypadku trzeba odpowiednio często ścinać pędy), z tym że powinny to być gatunki rodzime, które z czasem zastąpią wierzbę wiciową.

W związku z tym, że metoda ta wykorzystuje wyłącznie pionową ściankę wzmacniającą, nie jest tak elastyczną techniką umocnienia brzegu, jak np. metody opisane w rozdziałach 4.2 i 4.3. Jednakże wymaga ona niewiele miejsca, co niekiedy może mieć duże znaczenie.

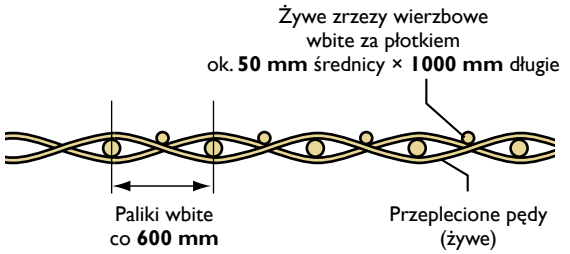
SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Brzeg w obu miejscach, na początku i końcu odcinka meandrującego, jest stabilny, a osady gromadzą się wśród gęstych pędów wierzbowych, wysokich na 2,5 m. Półki są pokryte zwartą roślinnością przybrzeżną, która także ułatwia gromadzenie namułów. Jedynie na niewielkiej części odcinka wzrost wierzby nastąpił z zrzezów posadzonych powyżej płotka. Umieszczone jesienią paliki były zbyt długo przechowywane w nadmiernie suchych warunkach.

Rycina 4.1.2
SCHEMAT DESKOWANIA KRAWĘDZI BRZEGU



Rycina 4.1.3
SCHEMAT PŁOTKA PLECIONEGO



4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.2 Umocnienia za pomocą materacy faszynowych

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – październik 1995
DŁUGOŚĆ – 59 m
KOSZT – około £ 164/m

UWAGA: Pełen opis tej metody przedstawia Environment Agency R&D Technical Report W83: *Revetment Techniques used on the River Skerne Restoration Project* (1998)

Budowa materaca brzegowego – październik 1995
UWAGA: zdjęcie nie uwzględnia osadzonych później dodatkowych żerdzi

OPIS

Metoda ta przedstawia umocnienie brzegów wykorzystujące gałęzie wierzbowe, które są zazwyczaj łatwo dostępne w związku z rutynowymi pracami utrzymaniowymi rzeki lub ogławianiem drzew. Gałęzie układa się wzdłuż odpowiednio ukształtowanego brzegu, a następnie zabezpiecza siatką ogrodzeniową. Późniejszy szybki wzrost pędów wierzbowych inicjuje trwałe ekologicznie umocnienie brzegu.

Ulepszona wersja tej metody przewiduje użycie głazów pod wodą, mat roślinnych na skraju wody oraz drzew w górnej części brzegu.

Umocnienie służyło w tym wypadku ochronie gazociągu biegnącego wzdłuż rzeki oraz zabezpieczeniu niezagęszczonego gruntu użytego do zamknięcia dawnego koryta.

PROJEKT

Wyróżniono trzy pionowo rozmieszczone strefy brzegu:

Strefa podwodna
Narzut kamienny zastosowano do wyłożenia ostrych luków nowego koryta oraz wstępnego wypełnienia likwidowanego fragmentu dawnego koryta (wypełnienie 1). Ze względu na realizację projektu na obszarze zurbanizowanym rozważano alternatywne rozwiązania do użycia narzutu kamiennego, ale kamienie tworzą dość elastyczne umocnienie, które może być łatwo skolonizowane przez rośliny i korzenie drzew oraz zwierzęta wodne. Co najważniejsze, mieszankę o określonej granulacji, średnicy do 300 mm, przygotowano w kamieniołomie zgodnie z podaną poniżej charakterystyką:

Ogólne wymagania narzutu użytego do umocnienia: miejscowy materiał skalny, twardy, jednorodny o dużej gęstości, odporny na mróz, wolny od obcych domieszek

% nie przekraczający	uziarnienie (mm)
100	300
40–50	125
30–45	75
20–40	37,5
10–30	10
5–20	5
0–10	0,6

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4

Alternatywą dla narzutu kamiennego mogą być umocowane pod wodą materace zbudowane z gałęzi połączonych siatką ogrodzeniową tak, by utworzyły pływający materac, następnie wypełniony glebą i zatopiony (Ward *et al.* 1994).

Krawędź wody i dolna część brzegu
Nowo uformowany brzeg powstał poprzez nadsypanie do około dwóch trzecich jego wysokości, wypełnienia dotychczasowego koryta rzeki. Rolki siatki przycięto na odpowiednią długość i umieszczono pod wypełnieniem, co przedstawia rycina.

Wyselekcjonowane gałęzie i żerdzie z wierzby białej, o średnicy 50–100 mm, ułożono następnie na wypełnieniu i wciśnięto w nie. Na koniec, wolne końce siatki zawinięto ściśle wokół żerdzi, mocując je za pomocą palików wbitych solidnie w wypełnienie gruntem. Ze względu na lokalny brak wierzby, około 30% żerdzi stanowiły gałęzie jaworu, które nie regenerują się wegetatywnie. Siatkę przymocowano do żerdzi, aby stworzyć strukturalną całość.

Górna część brzegu
Wypełniono ją, pozostawiając półkę oraz obsiewając trawą.

Na koniec, dla poprawienia efektu wizualnego oraz zwiększenia zróżnicowania siedliskowego, wzdłuż krawędzi wody zamocowano uprzednio obsiane maty kokosowe. W następnym roku na górnej półce zasadzono drzewa. Mogą one wyrosnąć ponad zarośla wierzbowe, o ile te ostatnie będą regularnie przycinane.

Ward *et al*, 1994. *New Rivers and Wildlife Handbook*. RSPB, Sandy – przykład 3.7c – rzeka Clwyd w północnej Walii.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

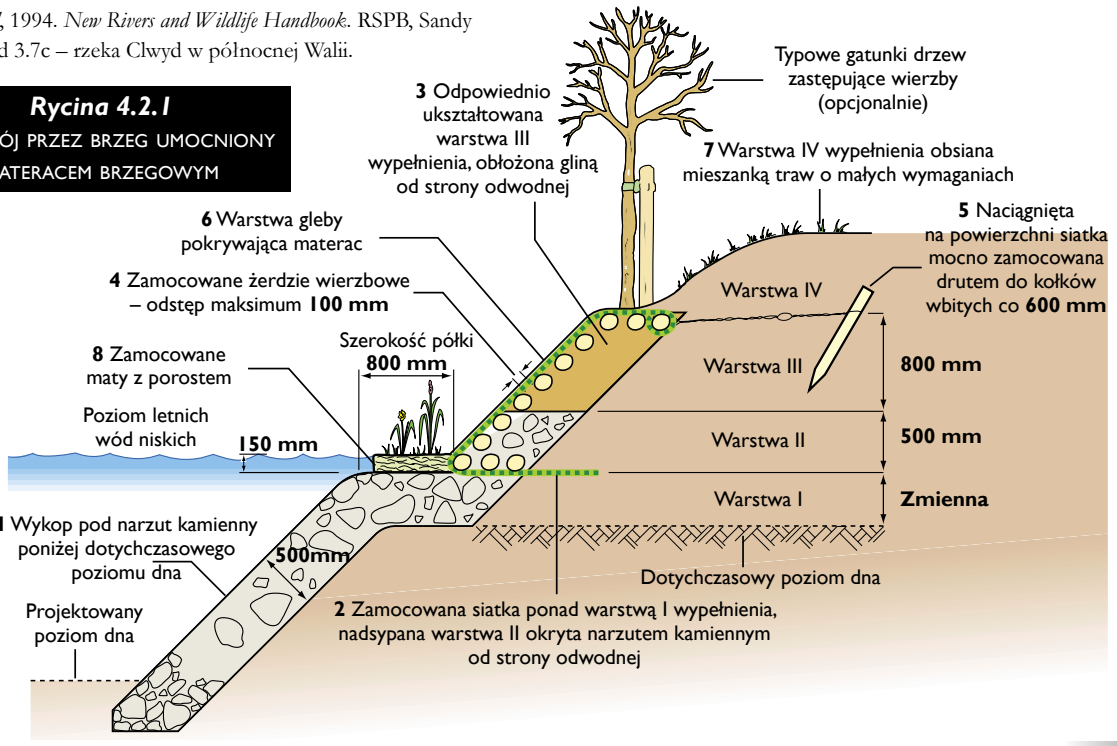
Umocnienie brzegu pozostało stabilne, a brzeg pokryły gęste zakrzewienia wierzbowe o wysokości do 3 m. W strefie przybrzeżnej turzyce i kosaćce żółte stwarzają siedlisko zasiedlone przez ptaki i karczowniki.

Ze względu na prowadzenie prac jesienią, przez pierwsze 6 miesięcy nie nastąpił wzrost wierzby, a zimowe wezbrania zmyły część gleby. Następnie sytuacja się odwróciła i nastąpiła akumulacja osadów pośród pędów wierzb, których korzenie przerosły podścielającą glebę i kamienie.

W ramach rutynowego utrzymania brzegów planuje się rotacyjne przycinanie wierzby (około 1/3 rocznie). Na rzece Clwyd (Ward *et al.* 1994) nie przycinano wierzb przez blisko 20 lat, co umożliwiło rozwój dużych drzew, którym nie przeszkadza obecność siatki wrośniętej w pnie drzew.

Umocnienie z materacy brzegowych po dwóch latach

Rycina 4.2.1
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG UMOCNIONY MATERACEM BRZEGOWYM



4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.3 Umocnienie za pomocą kłód i geowłókniny oraz zrzezów wierzbowych

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – październik 1995 (nasadzenia drzew – marzec 1996)
DŁUGOŚĆ – 91 m
KOSZT – £ 146/m

UWAGA: Pełen opis tej metody przedstawia Environment Agency R&D Technical Report W83: *Revetment Techniques used on the River Skerne Restoration Project* (1998)

Widok umocnionego brzegu za pomocą kłód w trzy lata po zakończeniu prac

OPIS

Metoda ta polega na wzmocnieniu krawędzi koryta przy użyciu pni lub dużych konarów drzew w celu stabilizacji podnóża umacnianego brzegu. Zastosowanie odpowiedniej nylonowej geowłókniny wzmacnia wyższe partie brzegu, ponad kłodami, ułatwiając przyjęcie się nasadzeń wierzbowych. Metodę tę zastosowano dla ochrony biegnącego wzdłuż rzeki gazociągu oraz odcinków, gdzie zamknięto dawne koryto, wypełnieniem z niezagęszczonego gruntu.

PROJEKT

Wyróżniono trzy pionowo rozmieszczone strefy brzegu:

Skarpa podwodna
Krawędź ostrego zakola nowego koryta wyłożono narzutem kamiennym, używając go także do wstępnego wypełnienia odcinanych fragmentów rzeki. Szczegóły dotyczące uziarnienia narzutu oraz powody wyboru tego materiału zamieszczono w rozdziale 4.2.

Kamienie umieszczano również wokół palików wyznaczających nową linię brzegową.

Krawędź koryta i skarpa nadwodna
Kłody ułożono na narzucie kamiennym i powiązano je drutem z palikami, aby zapobiec ich zniesieniu przez nurt. Następnie kłody zakotwiczono mocnym drutem do palików wbitych dalej, ukrytych później pod gruntem wypełniającym skarpę. Zapewnia to, że kłody nie zostaną zniesione przez rzekę, nawet przy dość znacznych rozmyciach brzegu.

W projekcie posłużono się kłodami dębowymi o średnicy do 500 mm. Zasadniczo można użyć każdego rodzaju drewna – nie musi być ono trwałe, skoro brzeg powyżej obsadzany jest wierzbą. W niektórych sytuacjach najbardziej odpowiednie może być zastosowanie żywych kłód wierzbowych, które szybko regenerują się, odtwarzając zadrzewienia przybrzeżne.

Następnie brzeg do około dwóch trzecich wysokości wypełniono masami ziemnymi, odpowiednio

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

kształtując powierzchnię jego skarpy. Końce geowłókniny (Enkamat 7220) umocowano za pomocą listew przybitych do kłód oraz przytwierdzono do brzegu, po czym całość przysypano ziemią.

Górna część skarpy nadwodnej
Podczas wypełniania brzegu pozostawiono półkę zaznaczoną na rycinie. Całość służy jako stabilne, lecz elastyczne podłoże dla nasadzeń roślin, które będą stanowić trwałe zabezpieczenie brzegu. Maty kokosowe z nasadzonymi roślinami strefy przybrzeżnej zamocowano przed kłodami od strony koryta, a w wilgotnej strefie powyżej nich nasadzono mozgę trzcinowatą. Jeszcze wyżej, na geowłókninie, nasadzono wierzbę iwę i szarą łozę, używając także nieukorzenionych zrzezów wierzbowych. Na górnej półce nasadzono drzewa.

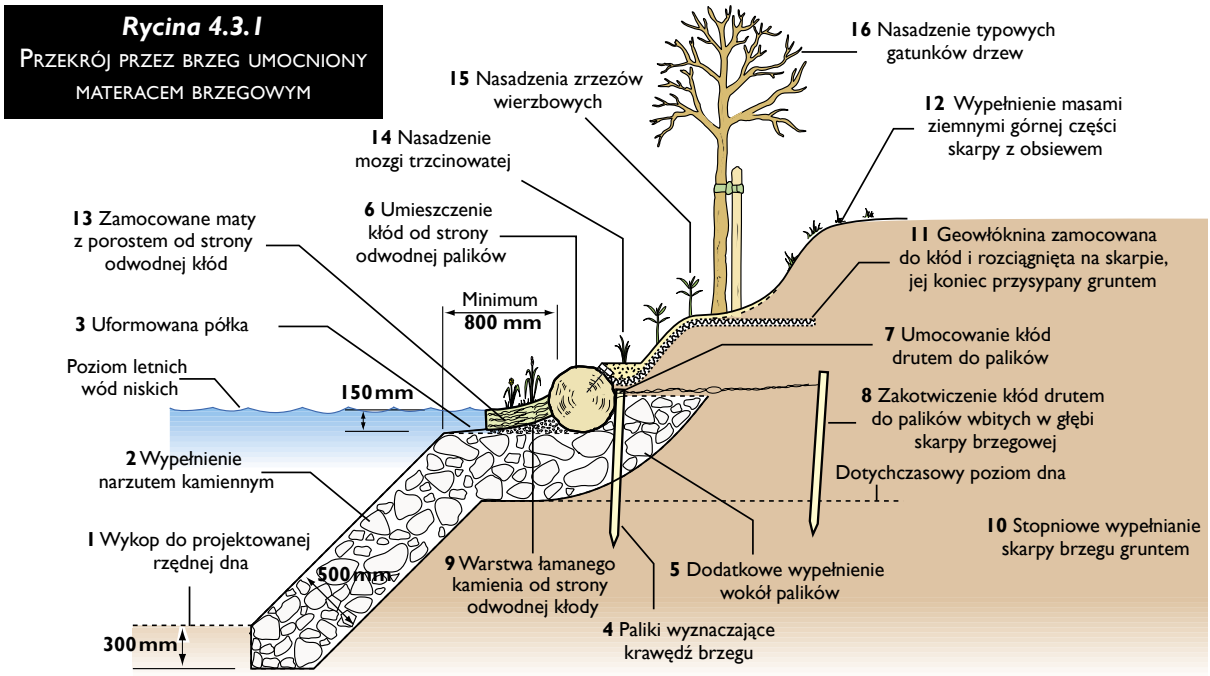
Skład gatunkowy roślin dobrano pod kątem zdolności ich do późniejszego spontanicznego zasiedlania brzegów. Wierzby powinny szybko opanować dolną część skarpy, ukorzeniając się głęboko w narzucie kamiennym. Z czasem górną część mogą zdominować drzewa, zwłaszcza jeśli krzewiaste wierzby będą regularnie przycinane.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Metodę tę zastosowano w dwóch miejscach i w obu się sprawdziła, odtwarzając wzdłuż brzegu gęste zarośla wierzbowe o wysokości do 2 m oraz z bujną roślinnością przybrzeżną, które zatrzymują osady niesione przez rzekę podczas wezbrań. Nasadzenia wierzb lepiej ukorzeniły się niż same zrzezy, co jest charakterystyczne dla wierzby iwy i łozy. Z kolei inne gatunki wierzb znacznie lepiej ukorzeniają się z zrzezów, przy czym do tego zawsze należy wykorzystywać rodzime gatunki i odmiany. Zamiast geowłókniny można w brzeg wbudować wiązki pędów i gałęzi wierzbowych, ale w Darlington praktycznie nie było drzew, z których można by je pozyskać.

Prace przy umacnianiu brzegu za pomocą kłód

Rycina 4.3.1
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG UMOCNIONY MATERACEM BRZEGOWYM



4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.4 Umocnienia za pomocą walców siatkowych z porostem

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – październik 1995 – czerwiec 1996
DŁUGOŚĆ – 119 m
KOSZT – £ 130/m

UWAGA: Pełen opis tej metody przedstawia Environment Agency R&D Technical Report W83: *Revetment Techniques used on the River Skerne Restoration Project* (1998)

Budowa umocnienia (na zdjęciu poziom wody został sztucznie obniżony)

OPIS

Metoda ta przedstawia zastosowanie właściwego typu umocnień brzegu w sytuacji, gdy nie występuje poważne zagrożenie erozją. Elastyczne umocnienia, polegające na ułożeniu siatkowych walców kamiennych oraz walców z porostem (roślinnych) wzdłuż krawędzi koryta, zapobiegają podmywaniu brzegów. W tym projekcie zastosowano je jako płynne przejście od brzegów silnie obudowanych (*patrz 4.1–4.3*) do zupełnie nie umocnionych.

PROJEKT

Siatkowe walce kamienne są to elementy z nylonowej siatki w kształcie „kiełbaski" wypełnione drobnym kamieniem. Natomiast siatkowe walce z porostem (roślinne) wykonane są z gęstej maty kokosowej, wstępnie obsadzonej roślinnością ziemnowodną. Walce kamienne z umieszczonymi na nich walcami roślinnymi tworzą zwartą całość po ukorzenieniu się roślin i przerośnięciu przez nie narzutu kamiennego oraz przylegającej gleby. Takie rozwiązanie zapewnia z jednej strony możliwość elastycznego kształtowania umocnień, z drugiej zaś stabilne warunki dla rozwoju roślinności.

Siatkowe walce kamienne ułożono pod powierzchnią wody, na odpowiednio ukształtowanych w tym celu półkach, i mocowano za pomocą palików wbijanych w nie poprzez siatkę. Ich stabilność, połączoną z elastycznością, zapewnia zamocowanie drutem do palików wbitych dalej na brzegu.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

Siatkowe walce z porostem (roślinne) ułożono na poziomie wód niskich i mocno wklinowano pomiędzy brzeg a walce kamienne, z użyciem palików wbijanych za nimi pod odpowiednim kątem.

Maty kokosowe, uprzednio obsadzone roślinami, zamocowano ponad walcami roślinnymi w celu zwiększenia powierzchni pokrytej roślinnością przybrzeżną, co w tym przypadku ma głównie walor estetyczny.

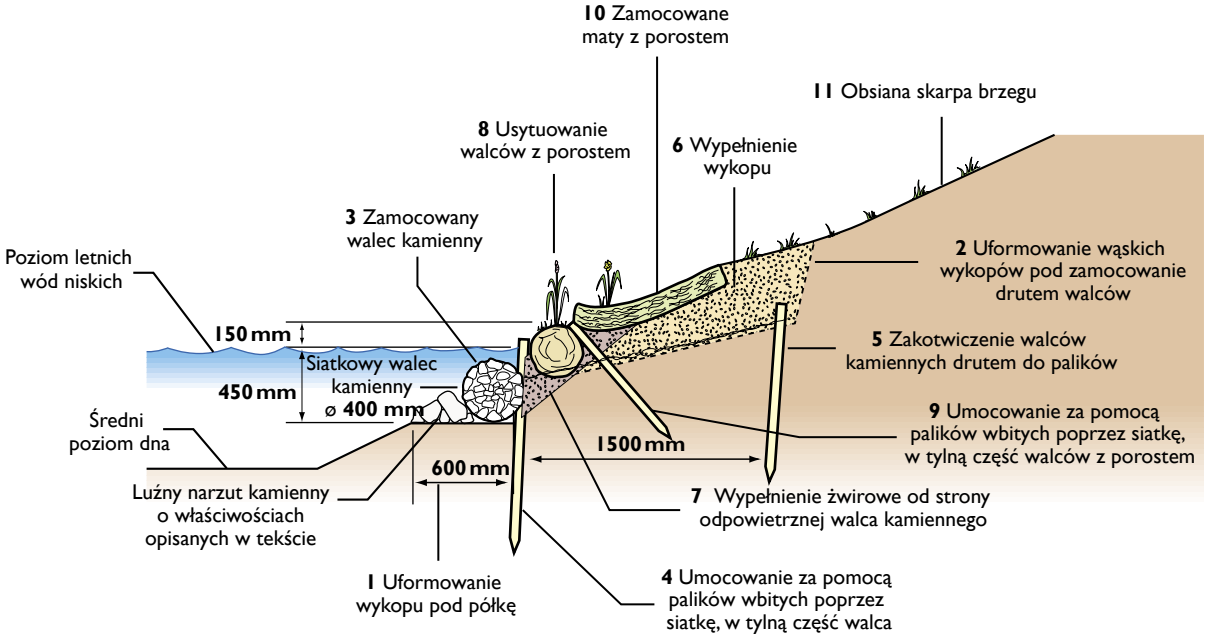
Sens zastosowania tego rodzaju zabezpieczenia zależny jest od stałego uwilgotnienia krawędzi brzegu, co ma miejsce na wcześniej podmytych brzegach, bądź jest skutkiem falowania wywołanego przez przepływające łodzie.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Ten typ umocnień zastosowano w kilku miejscach – na początku i końcu łuków, bądź przy starorzeczach. Wszystkie obiekty pokryła roślinność, a mozga trzcinowata stała się gatunkiem dominującym, najlepiej dostosowanym do nowo powstałych warunków siedliskowych. Roślinność zajmuje zazwyczaj pas do 500 mm powyżej średniego poziomu rzeki, gdzie brzeg jest stale uwilgotniony. Teren powyżej maty został zasiedlony przez roślinność ruderalną, w tym niecierpka himalajskiego. Eliminacja tego niepożądanego i obcego gatunku prowadzona jest poprzez wykaszanie skarp jeszcze przed wytworzeniem kwiatów.

Dzieci spacerujące wzdłuż brzegu wydeptały stabilne ścieżki powyżej walców z porostem (roślinnych), na których gromadzą się znaczne ilości osadów dzięki turbulentnemu przepływowi podczas wezbrań wokół kęp mozgi trzcinowatej. Kontrastuje to z wcześniejszą erozją podnóża brzegów, która jest charakterystyczna dla prostych, trapezoidalnych koryt rzecznych.

Rycina 4.4.1
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG Z UMOCNIENIAMI PRZEJŚCIOWYMI



4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.5 Umacnianie osuwisk brzegowych oraz odsłoniętych korzeni drzew

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – październik 1995 / listopad 1996
DŁUGOŚĆ – 40 m, 9 m
KOSZT – osunięcie brzegu £3000, korzenie drzew £400

Osuwisko brzegu w trakcie prac – wrzesień 1995

OPIS

Osunięcie skarpy
W trakcie prac związanych z budową nowego odcinka koryta doszło do osunięcia skarpy brzegowej – wskutek wysięku wód w warstwie żwirów. Naprawa brzegu była konieczna w związku z zagrożeniem – powodowanym przez jego niestabilność – dla sąsiadujących z rzeką obiektów: składowiska odpadów poprzemysłowych oraz planowanej ścieżki dla pieszych.

Odsłonięte korzenie
Podczas prac ziemnych, na skarpach brzegowych odsłonięto korzenie okazałej wierzby, które były podmywane przez wezbrania oraz uszkadzane przez ludzi. Drzewo nie było bezpośrednio zagrożone, ale jako jedyne w tej części doliny dawało cień i było wykorzystywane do odpoczynku. W związku z tym, że rosło na zewnętrznym brzegu zakola rzeki, zabezpieczono je za pomocą prostego wzmocnienia skarpy na tym odcinku.

PROJEKT

Osunięcie skarpy (ryc. 4.5.1)
Dla stabilizacji osuniętej skarpy brzegowej zmieniono jej kształt, wprowadzając dodatkowo warstwę narzutu kamiennego, o właściwościach opisanych jako „narzut o granulacji do 300 mm" (*patrz 4.2*), tego samego, którego użyto do wzmocnień pobliskich odcinków. W odstępach co 1 m wysokości ponad poziom wody wykonano półki o zmiennej szerokości.

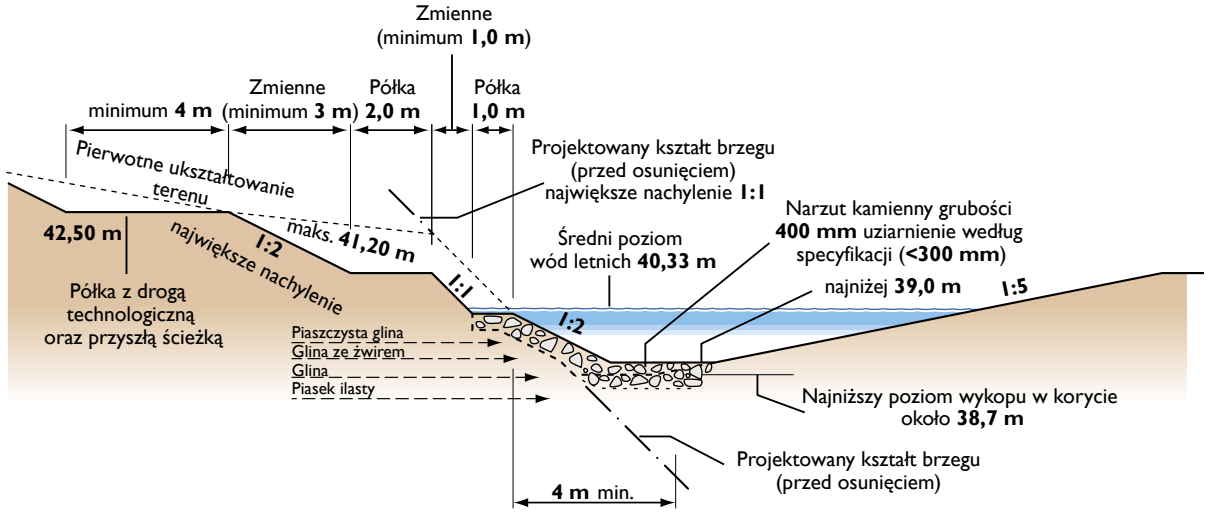
Podwodna warstwa narzutu kamiennego dociążyła podnóże brzegu, a zmiana profilu skarpy pozwoliła jednocześnie odciążyć wyższe partie, zwiększając jej stabilność. Najniższa półka została obsadzona drzewami – dla trwałego wzmocnienia brzegu przez ich system korzeniowy oraz dla poprawy walorów wizualnych. Górną półką poprowadzono między innymi nową ścieżkę dla pieszych.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

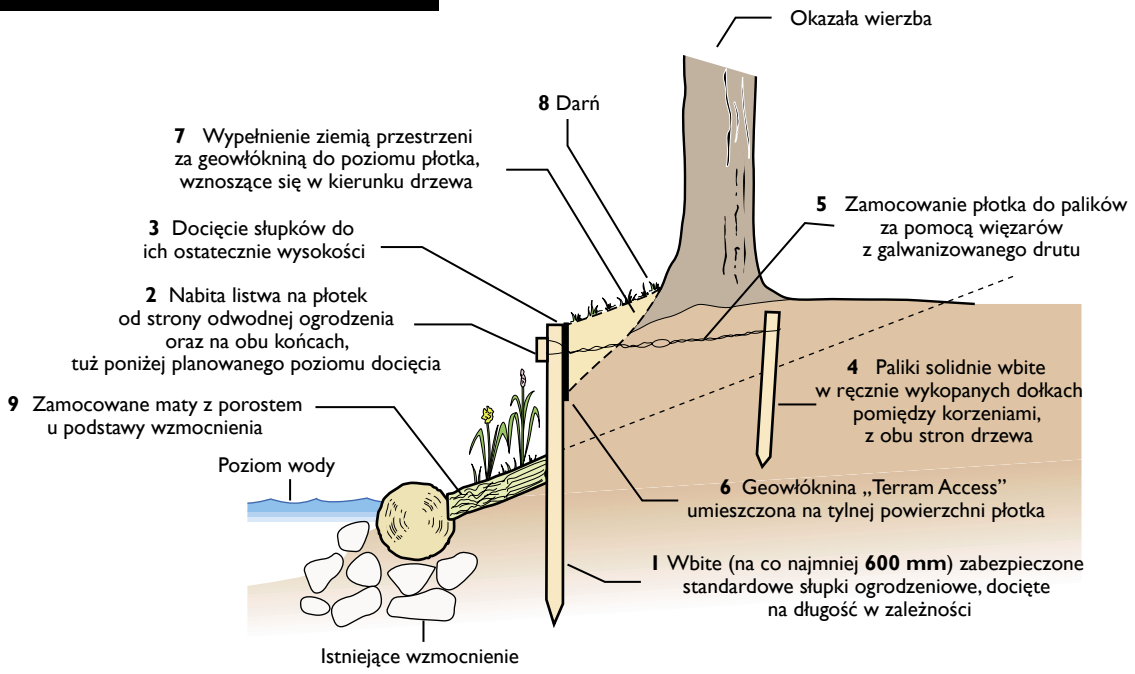
4

Rycina 4.5.1
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG Z OSUWISKIEM

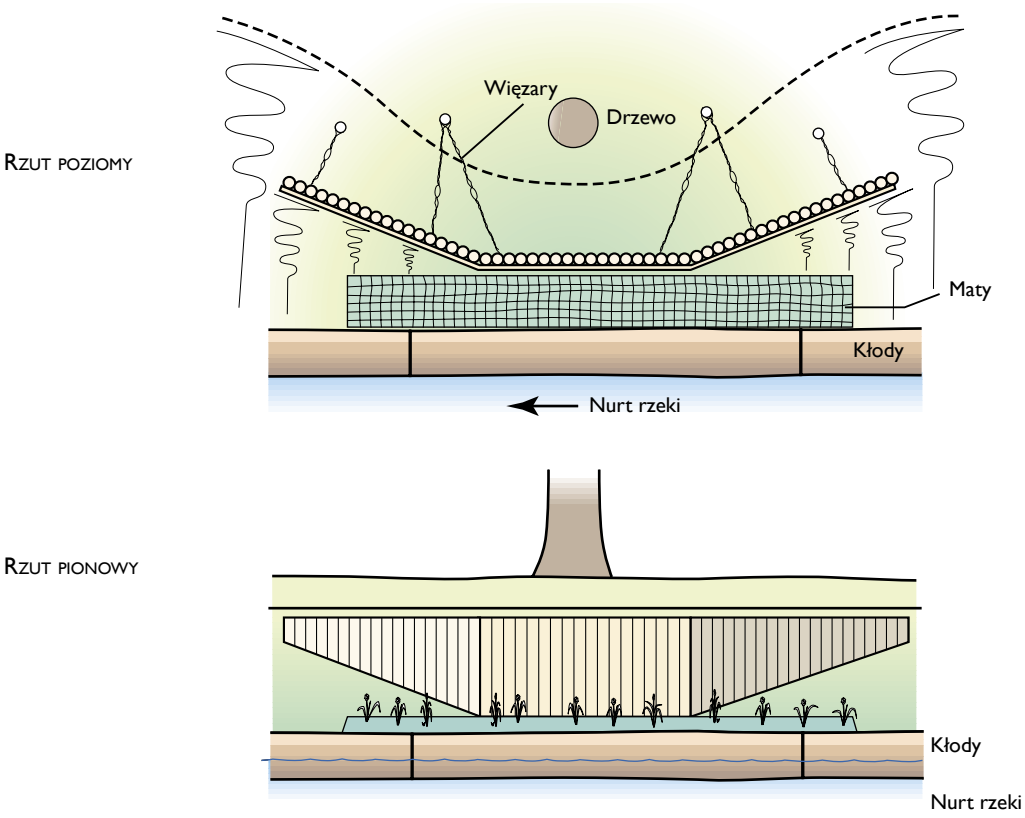


Osuwisko brzegu w dwa lata po naprawie – 1997

Rycina 4.5.2
PRZEKRÓJ PRZEZ BRZEG Z ODSŁONIĘTYM SYSTEMEM KORZENIOWYM



Rycina 4.5.2
RZUT POZIOMY I PIONOWY



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

Widok zabezpieczenia korzeni drzewa po zakończeniu prac – luty 1997

Odsłonięte korzenie (ryc. 4.5.2 i 4.5.3)
Projekt musiał zapewnić możliwość dalszego użytkowania miejsca odpoczynku, bez powodowania dodatkowych szkód. Brzeg wzmocniono pionowo wbitym drewnianym płotkiem z palików, wypełniając ziemią powstałe zagłębienie. W celu ograniczenia wymywania gleby, za palikami umieszczono geowłókninę „Terram Access", zaś dla uzyskania odpowiedniego efektu – powierzchnię pokryto darnią.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Podmyty brzeg został ustabilizowany i ma obecnie wygląd naturalny, bez widocznych śladów umocnienia. Woda wysiękająca ze skarpy brzegu zasila niewielkie siedlisko, podmokłe na półce powyżej poziomu wody.

Zabezpieczenie odsłoniętych korzeni zachowuje się dobrze, pomimo wielu wezbrań jakie przeszły korytem rzeki po jego wykonaniu. Korzenie nie są odsłonięte, a darń i nasadzone rośliny stanowią dodatkowe wzmocnienie. Z miejsca tego korzysta obecnie wiele osób, odpoczywając w cieniu drzewa.

4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.6 Umocnienia za pomocą brzegosłonu i mat kokosowych

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
DŁUGOŚĆ – płotki – 15 m, 3 maty o długości 20 m
KOSZT – około £40/m

Umocnienia z mat kokosowych – przekop nowego koryta

OPIS

Umocnienia zostały posadowione w trzech miejscach – gdzie stare, proste koryto rzeki stykało się z nowym odcinkiem meandrującym, o zmniejszonym przekroju. W każdym z tych przecięć, stare koryto zostało zasypane gruntem, który zagęszczono, by następnie wykopać w tym miejscu nowe koryto. Przepływ wód nowym korytem nie spowodował istotnego zagrożenia rozmywania brzegów rzeki. Wskazywało to, że wymagane były jedynie lekkie umocnienia, mogące chronić brzegi i dno do czasu utrwalenia gruntu przez roślinność.

Do umocnienia nowo uformowanych brzegów zastosowano dwa rodzaje materiałów ulegających biodegradacji – maty kokosowe oraz wierzbowe brzegosłony. We wszystkich przypadkach nowe dno wyłożono kamieniami.

Maty zastosowano na obu brzegach przecięcia, w połowie drogi między brodem (km 0+280 m) i wodopojem (km 0+100 m), a także naprzeciwko rozległego zastoiska. Brzegosłony zainstalowano naprzeciwko mniejszego zastoiska. Plan tego odcinka znajduje się w rozdziale 1.2.

PROJEKT

Podstawowym warunkiem było osiągnięcie zadowalającego sposobu wypełnienia i zagęszczenia starego koryta – tak, aby nowe mogło zostać wykopane w wystarczająco stabilnym gruncie. Przeszkodą była konieczność prowadzenia prac w bezpośrednim sąsiedztwie płynącej rzeki. Niepowodzenie w osiągnięciu wymaganego stopnia zagęszczenia wymagałoby zastosowania bardziej solidnych i kosztownych umocnień.

W tym celu zastosowano dwie metody zarządzania przepływem w starym korycie; przepompowywano wody wokół miejsca prac oraz okresowo zamykano przepływ, podpiętrzając wody w górnym biegu rzeki. Wywarło to znaczną presję czasową na wykonawców, którzy musieli pracować w dużym tempie, uzyskując przy tym wystarczający stopień zagęszczenia. Rozwiązania projektowe są podobne dla obu rodzajów umocnień (*ryc. 4.6.1–4.6.2*).

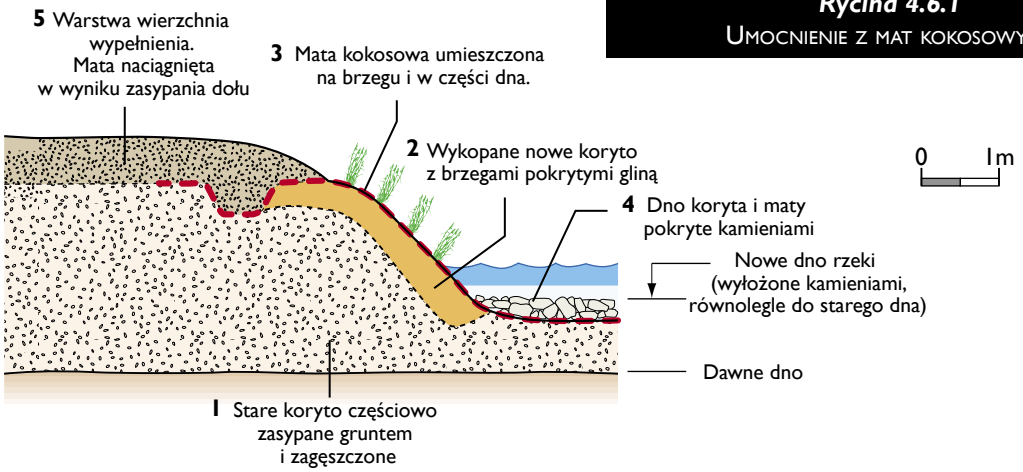
Wstępne uformowanie nowego koryta rzecznego (etapy 1 i 2), umożliwiało bezpośrednio zakończenie prac umocnieniowych brzegów (etapy od 3 do 5).

Warto nadmienić, że wszystkie połączenia między poszczególnymi brzegosłonami i matami zachodzą na siebie, by zapobiec ich porwaniu przez wody wezbraniowe. Ponadto każdy fragment umocnień został bezpiecznie zamocowany na końcach do nienaruszonego gruntu. W celu dodatkowego zabezpieczenia – krawędzie mat kokosowych przytwierdzono pojedynczym płotkiem wierzbowym. Niektóre z płotków zostały wymyte (bez jakichkolwiek zniszczeń mat), co wskazuje na brak konieczności ich stosowania. Grubość narzutu kamiennego wynosiła 100 mm–150 mm, w niektórych miejscach sięgając nawet do 300 mm.

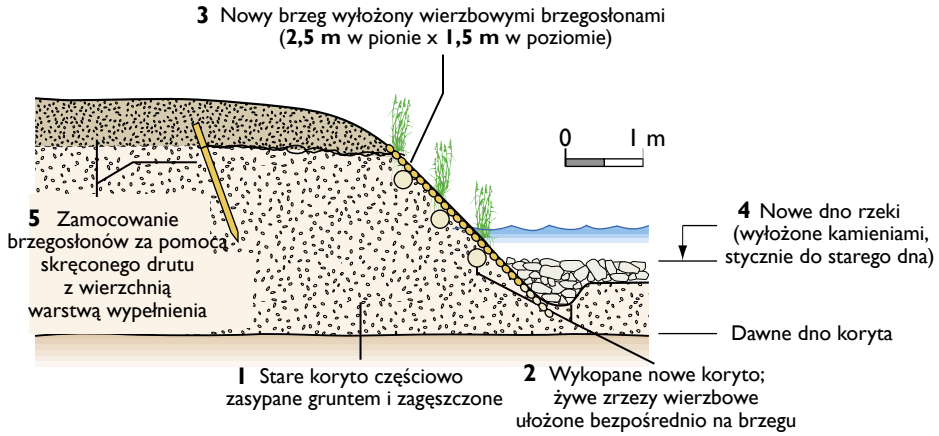
UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4

Rycina 4.6.1
UMOCNIENIE Z MAT KOKOSOWYCH



Rycina 4.6.2
UMOCNIENIA Z ZASTOSOWANIEM BRZEGOSŁONÓW



SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Wszystkie umocnienia są bezpieczne, stabilne i pokryte roślinnością, zwłaszcza w tych miejscach, gdzie maty zostały umieszczone na podłożu torfowym.

Z żywych zrzezów użytych w dolnej części brzegosłonów rozwinęły się pędy wierzby kruchej. W przeciągu trzech lat po zakończeniu projektu, żaden z wymienionych materiałów nie uległ znacznemu rozkładowi, czego jednak nie da się wykluczyć w przyszłości.

W niektórych miejscach, umocnienia znacznie lepiej zabezpieczyły brzegi aniżeli pobliskie odcinki o nienaruszonym gruncie. Stanowią one wyraźnie „ukształtowaną" linię, kontrastującą z reliefem niechronionych brzegów przed przepływem wód.

Alternatywne techniki zabezpieczania brzegów w miejscach zasypania dawnego koryta zastosowano na tym samym odcinku rzeki, obejmując zastoiska i zatoki (*patrz 2.2*) oraz brody i wodopoje (*patrz 8.1*). Zastosowanie tych technik skutkuje znacznie lepszymi warunkami siedliskowymi i wizualnymi, przez co powinny być preferowane w bardziej dogodnych sytuacjach.

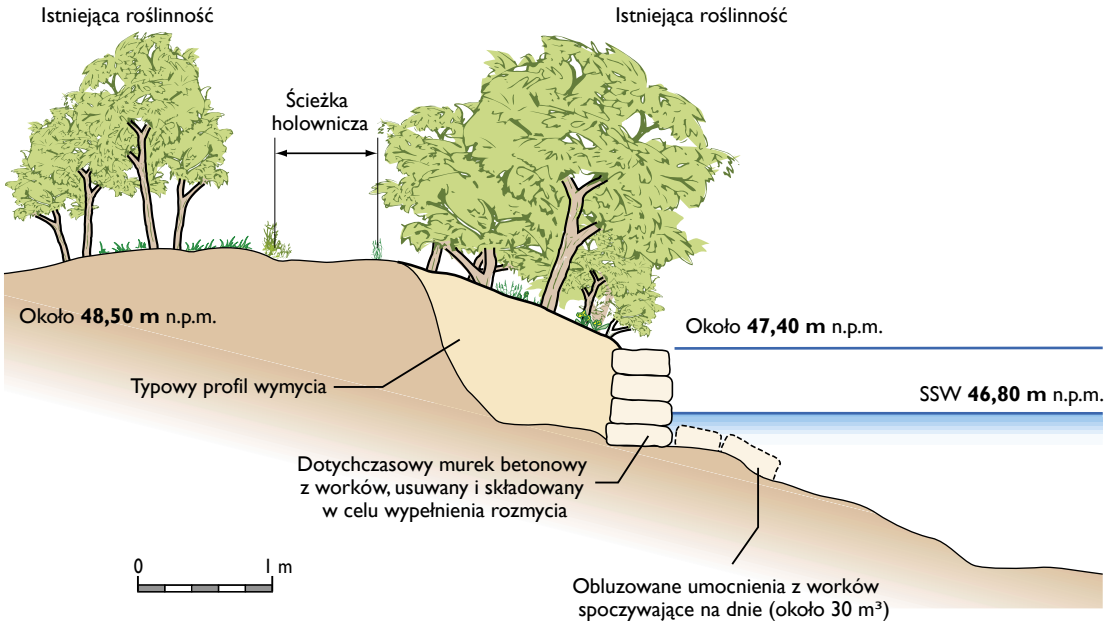
4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4.7 Umocnienia brzegów niską stalową ścianką szczelną oraz walcami z porostem

RZEKA TAMIZA
LOKALIZACJA – śluza Clifton, hrabstwo Oxfordshire, SU 234935
DATA BUDOWY – wrzesień 1996
DŁUGOŚĆ – 140 m
KOSZT – £45 000

Rycina 4.7.1
TYPOWY PRZEKRÓJ BRZEGU ORAZ WYMYCIA



OPIS

Tamiza była od setek lat przebudowywana dla celów ochrony przeciwpowodziowej i żeglugi. W dolnym biegu rzeka jest całkowicie uregulowana stopniami wodnymi i śluzami. Wzdłuż jej koryta zastosowano różnorodne metody umocnień brzegowych, w tym między innymi stalowe ścianki szczelne oraz betonowe murki z worków. Falowanie powodowane przez żeglugę stanowi istotny problem, zwłaszcza tam, gdzie brzegi są słabiej zabudowane oraz mają charakter bardziej naturalny. Ponadto, odcinki wokół śluz doświadczają szczególnie gwałtownych zmian poziomu wody oraz prędkości przepływu wskutek eksploatacji tych budowli.

Zaletą stalowych ścianek szczelnych jest bardzo dobry system łączenia poszczególnych ich elementów oraz sprawdzona trwałość, jak również możliwość ochrony pionowych brzegów. Podobną trwałość mają murki z worków betonowych, które mogą być także wykorzystane do zabezpieczenia prawie pionowych brzegów. Jednakże, obie te metody oferują zbyt mało korzyści przyrodniczych pod względem ich wartości siedliskowej, jak również mają małą wartość estetyczną i krajobrazową.

W pobliżu śluzy Clifton, stare umocnienie z worków betonowych zaczęło się rozpadać, umożliwiając

Osłabiony odcinek murku z worków na kanale śluzy Clifton

podmywanie niechronionego brzegu od strony ścieżki holowniczej. Projekt prac odtworzeniowych zakładał zastosowanie stalowych ścianek szczelnych, których krawędź będzie wystawać ponad poziom wody, w przedłużeniu dotychczasowego odcinka wysokich umocnień śluzy w formie stalowej ścianki szczelnej oraz ścianki z worków betonowych.

W alternatywnym rozwiązaniu zaproponowano projekt bardziej atrakcyjny wizualnie, który ponadto miał

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW

4

Rozpoczęcie zabijania stalowej ścianki szczelnej po usunięciu murku z worków, w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących zadrzewień

zwiększyć wartość siedliskową tego odcinka rzeki. Przewidywał on zachowanie strukturalnej spójności pomiędzy stalową ścianką szczelną (w celu umożliwienia dalszych prac pogłębieniowych), a bardziej „miękkim" ukształtowaniem strefy ponad powierzchnią wody, co ułatwiałoby rozwój roślinności. Ściankę szczelną wykonano przy pomocy żurawia lądowego umocowanego na pływającym pontonie, zmniejszając w ten sposób wycinkę i usuwanie istniejącej roślinności nadbrzeżnej.

PROJEKT

Poniżej szczegółowo opisano trzy pionowe strefy, omawiane również przy poprzednich metodach umocnień:

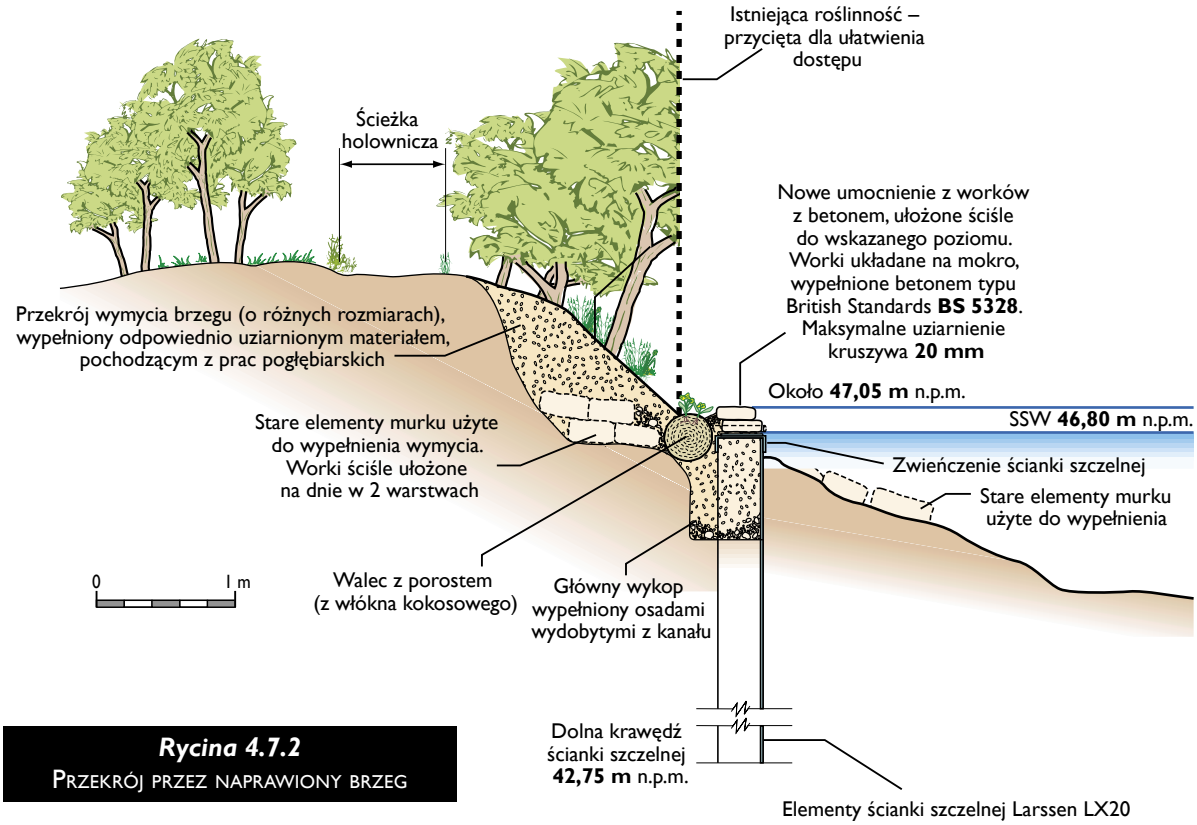
Skarpa podwodna
Stare umocnienia z worków zostały usunięte i przeznaczone do wbudowania w rozmyty brzeg. W celu zapewnienia stabilności krawędzi brzegu, krótkie odcinki ścianki szczelnej zabito poniżej poziomu wody. Przegrodę tą zwieńczono od góry odwróconym stalowym ceownikiem, położonym na poziomie – tuż poniżej SSW (średnich stanów średnich), do którego przyspawano siatkę zapobiegającą przemieszczaniu się ułożonych na nim dwóch warstw worków (*ryc. 4.7.3*).

Krawędź koryta i skarpa nadwodna
Przestrzeń za ścianką szczelną oraz murkiem z worków wypełniono starym umocnieniem z worków oraz osadami wydobytymi z kanału. Od góry zamknięcie stanowiły walce z porostem (roślinne), wykonane z gęstej maty kokosowej, wstępnie

Dwuwarstwowe umocnienie z worków, przymocowane do wybudowanej stalowej ścianki szczelnej

4

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW



Rycina 4.7.2
PRZEKRÓJ PRZEZ NAPRAWIONY BRZEG

Zabezpieczająca mata lniana z zamocowanymi walcami z porostem (roślinnymi) oraz wypełniona przestrzeń za ścianką szczelną

obsadzonej roślinnością ziemnowodną (kosaciec żółty, mozga trzcinowata, turzyca błotna i t. brzegowa). Osady wydobyte podczas prac pogłębiarskich pozostawiono do odsączenia przed ich użyciem jako wypełnienie.

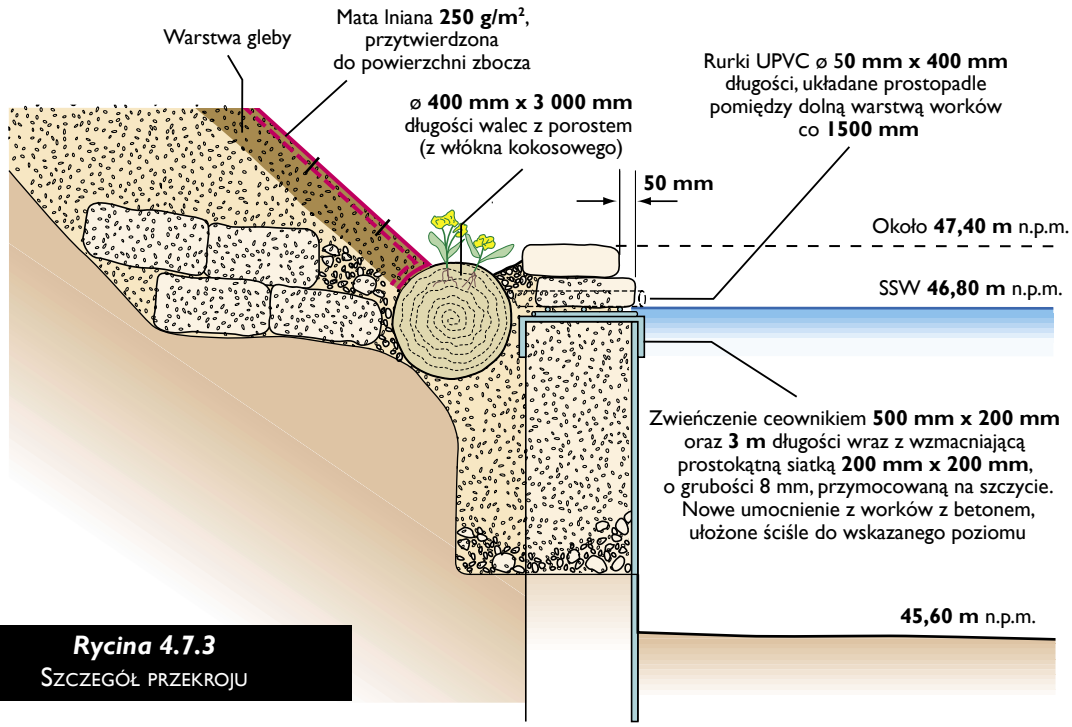
Walec zarówno utrzymuje materiał, którym wypełniono przestrzeń pomiędzy ścianką szczelną a brzegiem, jak i zapobiega jego wymywaniu oraz jest podłożem dla rozwoju roślinności szuwarowej. Stanowi ona efektywną ochronę przed niszczeniem brzegów wskutek falowania, będąc jednocześnie ważnym siedliskiem nadbrzeżnej fauny i flory, o dużych walorach wizualnych.

Dodatkowo, w odstępach co 1500 mm pomiędzy workami na najniższym poziomie umocnienia, umieszczono rurki dla małych ssaków wykonane z UPVC, o średnicy 50 mm.

Górna część skarpy nadwodnej
Górną część skarpy uformowano z dostarczonej z zewnątrz gleby, umacniając i zabezpieczając ją ulegającą biodegradacji matą. Matę zastosowano prawie na całym odcinku, jednak ze względu na termin prac – były małe szanse na rozwój roślinności przed wysokimi przepływami zimowymi. Do skarpy brzegowej zamocowana została drewnianymi kołkami, rozciągając ją w kierunku linii zachowanych zakrzewień. Brzeg nie został obsiany w celu umożliwienia naturalnej sukcesji roślinności.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

UMACNIANIE I ZABEZPIECZANIE BRZEGÓW



Rycina 4.7.3
SZCZEGÓŁ PRZEKROJU

Przejście od zachowanej wysokiej ścianki szczelnej i murku z worków uformowano poprzez stopniową redukcję warstw murku i jego obniżanie, dowiązując je do odbudowanego odcinka z dwuwarstwowym systemem worków. Ściankę szczelną na końcu ubezpieczenia od strony wody górnej osadzono 1 200 mm w głąb brzegu.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1996–2001

Umocniony brzeg nie wykazuje żadnych śladów erozji i wygląda całkiem naturalnie. Gatunki nasadzone na walcach roślinnych dobrze się rozwinęły i utworzyły gęsty przybrzeżny szuwar.

Mata z włókna skutecznie ochroniła zbocze skarpy i uległa niemalże całkowitej degradacji, umożliwiając ponowne pojawienie się roślinności w górnej części brzegu. W niektórych miejscach zajęło to dłuższy czas, zapewne ze względu na duże nachylenie kilku odcinków oraz suche lato, które nastąpiło po ukończeniu prac. Rozrastający się system korzeniowy zachowanych zakrzewień powinien wzmocnić wypełnienie, zapewniając jednocześnie dodatkową stabilność brzegu.

Wzdłuż ścieżki holowniczej usunięto część drzew, w miejscach, w których ograniczały one dostęp i widok na rzekę. Prace pogłębiarskie koryta kanału (usunięcie przemieszczonego materiału), przeprowadzone po zakończeniu projektu, również nie spowodowały jakichkolwiek naruszeń brzegu.

Kontakty:
Lesley Sproat i Martin Luker.
Environment Agency – Thames Region, Howbery Park, Wallingford, Oxon, OX10 8BD, Tel.: 01189 535000.

Rozwój roślinności w 1,5 roku po zakończeniu prac

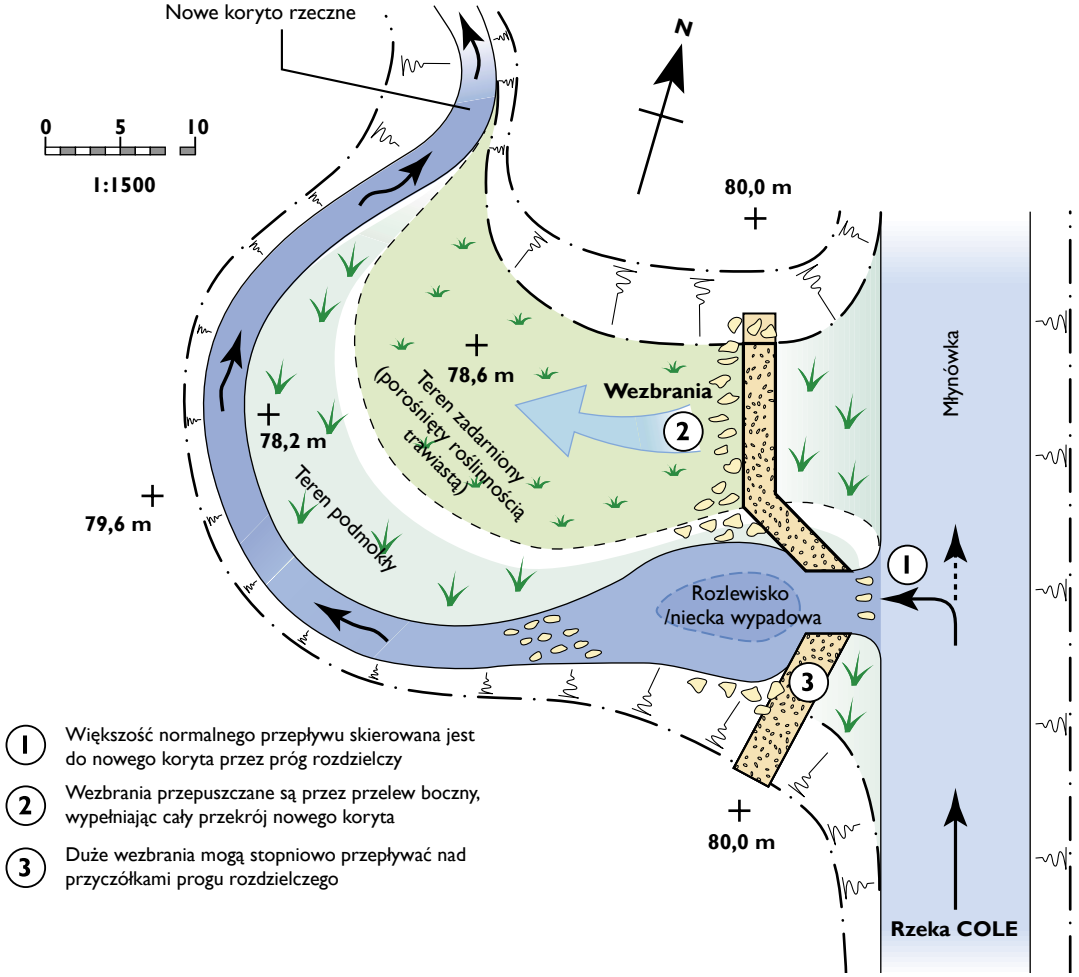
5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5.1 Próg rozdzielczy z przelewem bocznym

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
DŁUGOŚĆ – 30 m
KOSZT – £ 10500

Rycina 5.1.1
PLAN PROGU ROZDZIELCZEGO



OPIS

Większość przepływu rzeki musiała być przerzucona z młynówki, dotychczasowego piętrzenia o wysokim poziomie, do nowo utworzonego koryta wód swobodnie płynących (*patrz 1.1*). W tym celu budowla hydrotechniczna musi spełniać następujące warunki:

- powinna umożliwiać kontrolę poziomu i przepływu wód piętrzonych w młynówce;
- powinna umożliwiać kontrolę przepływu wód skierowanych do nowego koryta;
- powinna być trwała oraz winna zapewniać stabilne warunki pracy podczas wezbrań;
- powinna być obiektem atrakcyjnym wizualnie, o odpowiednich właściwościach ekologicznych;
- powinna zabezpieczać przepływ w nowym korycie w wypadku nagłego otwarcia śluzy młyna.

Kolejnym wymogiem hydraulicznym budowli było zapewnienie napełniania nowego koryta przez wody wezbraniowe, zanim samoczynnie zadziała przelew młynówki, położony o około 250 m w dół rzeki. Przelew ten (o rzędnej 79,2 m) został zaprojektowany w celu umożliwienia zalewów terenów nadrzecznych. W takiej sytuacji częściowe jedynie wypełnienie nowego koryta mogłoby doprowadzić do rozmywania brzegów przez wezbrania, grożąc przełomem nurtu pomiędzy młynówką i nowym korytem.

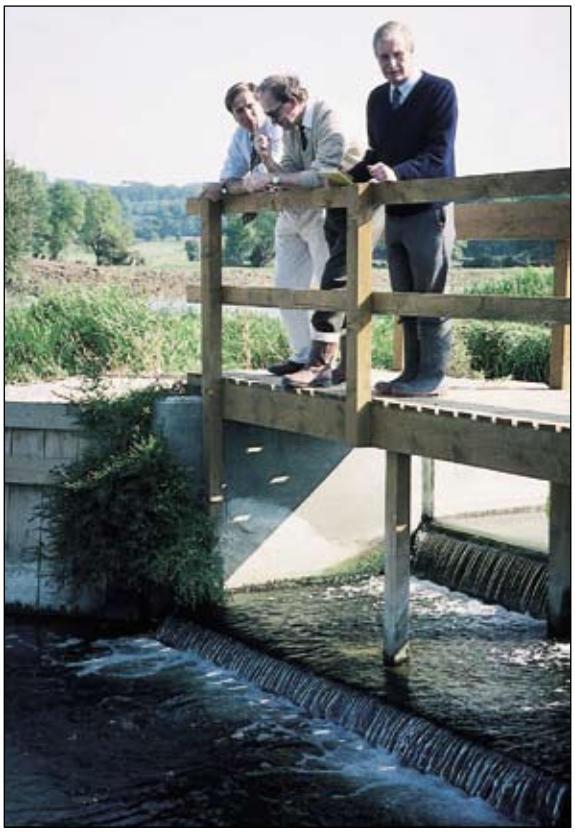
Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5

PROJEKT

Zakres przepływów średnich letnich i zimowych mieści się w podwójnym betonowym przelewie progu. Poziom górnej krawędzi piętrzenia dobrano w taki sposób, by zapewnić: podział przepływów niskich pomiędzy nowe koryto (90%) a młynówkę (10%) oraz odpowiedni poziom piętrzenia wody w samej młynówce. W tym celu wymagany jest także odpowiedni spadek wody w przelewie. Średni stan wody w nowym korycie jest kontrolowany przez spadek podłużny dna (*patrz 1.1*), różnica poziomu na całym odcinku sięga około 0,6 m. Nowe koryto rozpoczyna się głębokim rozlewiskiem prowadzącym do długiego, szerokiego zakola. Zbiornik ten zasilany jest przez przelew i jest zamknięty od strony wody dolnej przez kamienisto-żwirowe bystrze. Dno rozlewiska w sąsiedztwie budowli piętrzącej pokryto narzutem kamiennym w celu jej ochrony przed podmywaniem. Pod przelewem zamontowano rurę o średnicy 200 mm, która gwarantuje niewielki przepływ w nowym korycie w przypadku gdyby stan wody w młynówce opadł poniżej rzędnej progu.



Przelew progu (lokalizacja 1 na planie)

Wody wezbraniowe w nowym korycie poniżej progu rozdzielczego

5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

Przepustowość hydrauliczna przelewu jest mała (lecz wystarczająca dla przepływów średnich), w związku z czym został on uzupełniony o dodatkowy przelew boczny o szerokości 10 m, w celu odpowiedniego zasilania nowego koryta wodami wezbraniowymi. Rzędna korony przelewu bocznego jest wyniesiona tylko 0,1 m ponad poziom stanów średnich w młynówce, w związku z tym może on działać dość często. Teren poniżej przelewu został ukształtowany w taki sposób, że obniża się łagodnie w kierunku nowego koryta, tworząc siedliska podmokłe i bagienne wewnątrz zakola rzeki. Ten nisko położony obszar jest w znacznym stopniu zalany jeszcze przed nadejściem wezbrania i uruchomieniem przelewu bocznego, zapewniając spokojne przemieszczanie się wód wezbraniowych w dół biegu rzeki. Poziom lustra wody w nowym korycie wznosi się szybko, co zapewnia pełne zalanie (zatopienie) przelewu bocznego, co dodatkowo zmniejsza ryzyko rozmycia i erozji.

Przelew boczny ograniczają dwie równoległe krawędzie zbudowane z krawężników, pomiędzy którymi zastosowano narzut kamienny i wypełnienie żwirem (niewielką ilość kamieni umieszczono wzdłuż krawędzi przelewu od strony odwodnej, tam gdzie nurt jest najsilniejszy a przepływ turbulentny, co może powodować erozję). Szuwar trzcinowy rosnący powyżej budowli wpływa na poprawę stabilności budowli oraz harmonijnie łączy „twarde" i „miękkie" elementy budowli.

Przyczółki płynnie łączą próg z przelewem bocznym, a także pobliskimi brzegami młynówki – co powoduje, że w obrębie budowli nie ma większego zróżnicowania poziomu jej korony. Większe wezbrania powodują całkowite zalanie przyczółków, dlatego też mają one także charakter progów podpiętrzających. Przyczółki progu tworzą dwie równoległe drewniane palisady połączone więzarami, wypełnione gliną oraz pokryte narzutem kamiennym i żwirem. Boczne ściany są więc budowlami wolnostojącymi, które przylegają do betonowego progu.

Przelew boczny oraz przyczółki progu tworzą naturalną przeprawę, połączoną nad przelewem progu tymczasowym drewnianym mostkiem.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Budowla działała wyjątkowo dobrze, spełniając wszystkie założenia projektowe. Zróżnicowane ukształtowanie koryta i terenów zalewowych związane ze zmiennym charakterem przepływu, umożliwia zachowanie różnorodnych siedlisk, jak również walorów krajobrazowych. Na terenach podmokłych powstałych w wyniku realizacji projektu często obserwowano żerujące kszyki. Właściciele terenu (The National Trust) planują dalsze działania wzbogacające krajobraz, a także budowę stałego mostku. Obfitość ryb w nowym korycie wskazuje na zadowalające warunki dla migracji ichtiofauny.

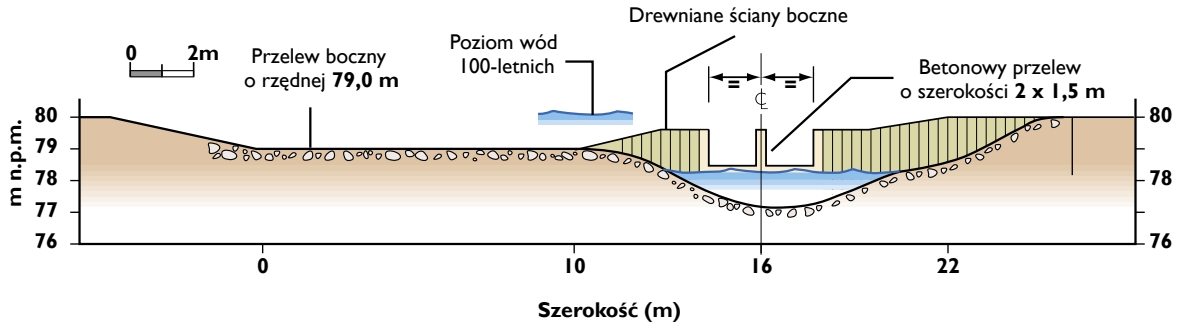
Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

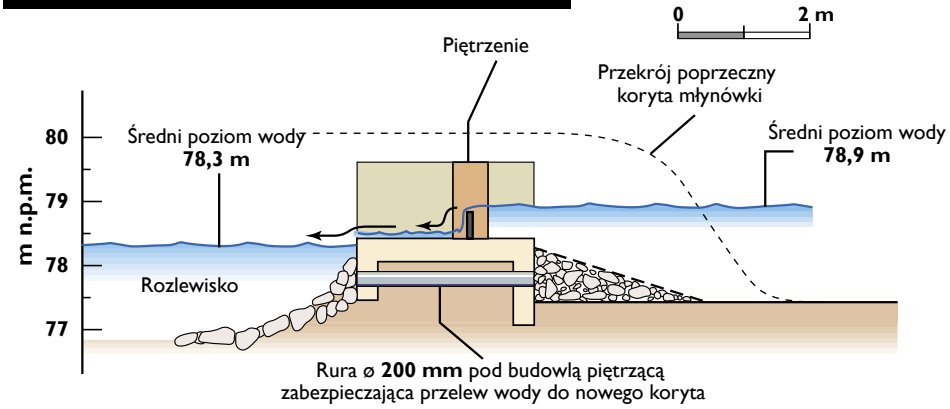
5

Przelew boczny wzdłuż progu rozdzielczego – kwiecień 1997

Rycina 5.1.2
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY OD STRONY WODY DOLNEJ



Rycina 5.1.3
PRZEKRÓJ POPRZECZNY I PIĘTRZENIA



THE RIVER RESTORATION CENTRE
Working to restore & enhance our rivers

5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5.2 Progi

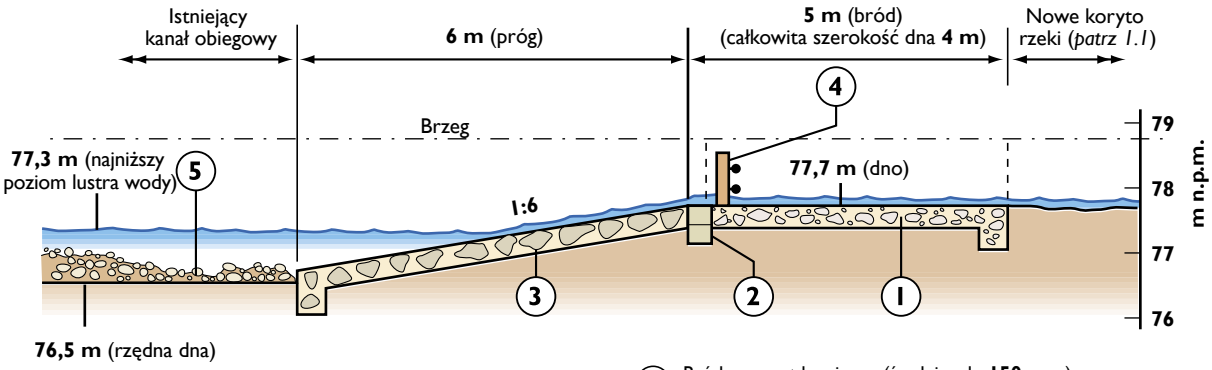
RZEKA COLE

LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935

DATA BUDOWY – jesień 1995

KOSZT – próg w górnym biegu rzeki £2800;
próg w dolnym biegu rzeki £2500

Rycina 5.2.1
PRÓG PIETRZĄCY NA NOWYM KORYCIE POWYŻEJ MŁYNA



1. Bród – narzut kamienny (średnica do **150 mm**) ułożony na membranie polietylenowej
2. Ścianka szczelna – betonowe krawężniki (z przymocowaną membraną)
3. Próg – narzut kamienny (średnica do **300 mm**) na membranie przepuszczalnej
4. Ogrodzenie dla zwierzyny, tworzone przez dwie naciągnięte linki stalowe
5. Dno istniejącego kanału obiegowego młyna wyłożone żwirem

OPIS

Dno nowych odcinków koryta rzeki, zarówno powyżej, jak i poniżej młyna Coleshill jest położone około 1 m powyżej dotychczasowej rzędnej dna poziomu (*patrz 1.1–1.2*). Zmiana dna wymagała jednocześnie ustabilizowania geometrii koryta w obu miejscach połączenia nowych odcinków z istniejącym korytem poprzez wybudowanie progów.

Kamienny bystrotok progu

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

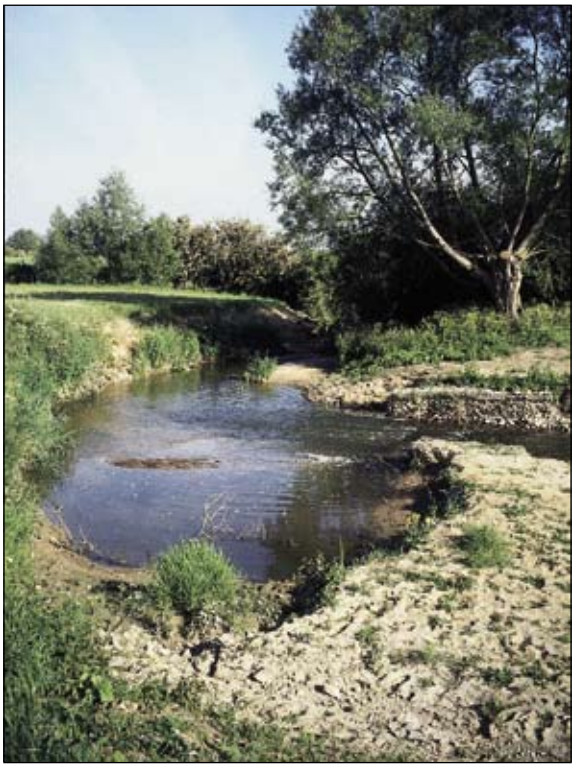
5

PROJEKT

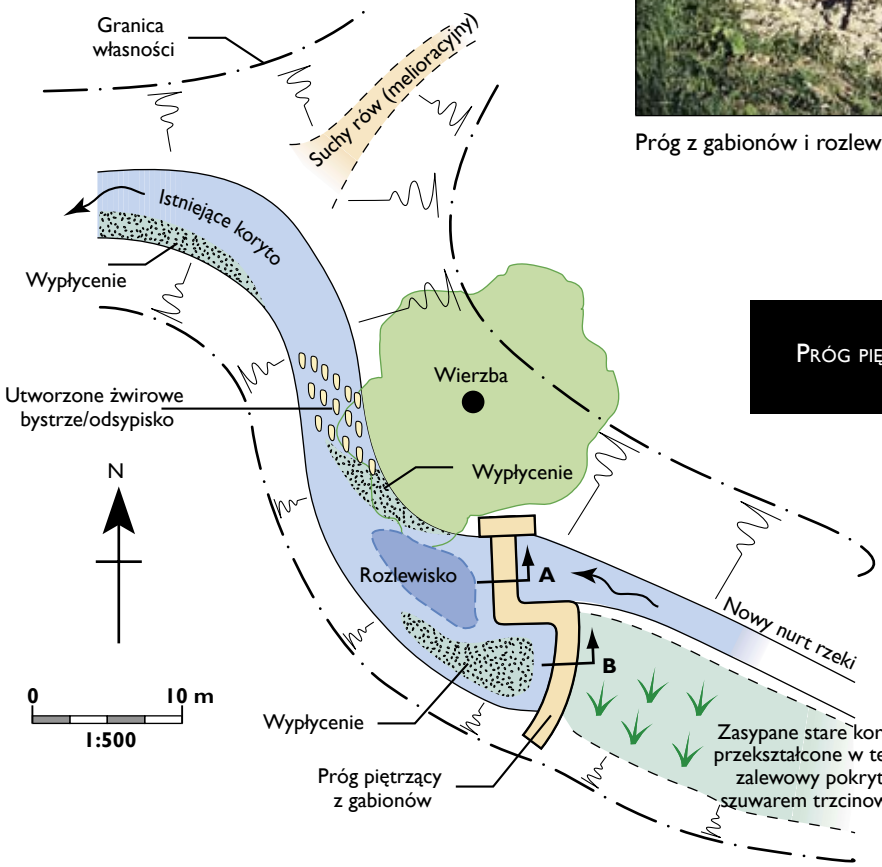
Próg piętrzący na nowym odcinku rzeki powyżej młyna
Rozważano możliwość częściowego wypełnienia żwirem dotychczasowego koryta kanału obiegowego młyna, aby dopasować poziomy dna w miejscu połączenia z nowym odcinkiem. Wypełnienie takie musiałoby zostać wykonane na znacznej długości, lecz pomimo to, przez pewien czas dno byłoby nieustabilizowane. Opcję tą zarzucono, a w jej miejsce zaprojektowano przedstawioną poniżej budowlę.

Dno koryta w pobliżu budowli poszerza się z 2,6 m do 4 m i pokryte jest narzutem kamiennym (1), tworząc w tym miejscu bród o nachyleniu poprzecznym 1:8 z obu stron. Zwiększenie szerokości dna zapewnia zachowanie małej głębokości wody dla dużego zakresu wielkości przepływów. Ścianka szczelna, wymurowana z prefabrykowanych betonowych bloczków (krawężników) (2), wyznacza krawędź brodu od strony wody dolnej, co zapewnia zachowanie przekroju tego odcinka, a także zmniejsza ryzyko podmycia i zniszczenia budowli. Kolejnym elementem budowli jest kamienny bystrotok (3) o nachyleniu 1:6. W okresie wezbrań, poziom wody dolnej przyrasta szybciej aniżeli w górnym odcinku, co okresowo może prowadzić do całkowitego zatopienia budowli.

Ogrodzenie dla zwierzyny tworzą dwie linki stalowe rozciągnięte wzdłuż dolnej krawędzi brodu. Linki są wystarczająco mocne by wytrzymać napór niesionych szczątków, gromadzących się na takich przeszkodach podczas wezbrań, lecz nie tworzą zwartej przeszkody, którą stanowiłby np. płot z siatki ogrodzeniowej.



Próg z gabionów i rozlewisko poniżej niego

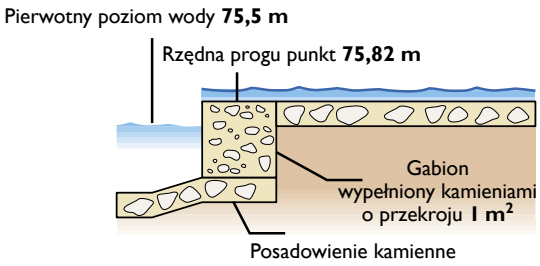


Rycina 5.2.2
PRÓG PIĘTRZĄCY NA NOWYM KORYCIE PONIŻEJ MŁYNA

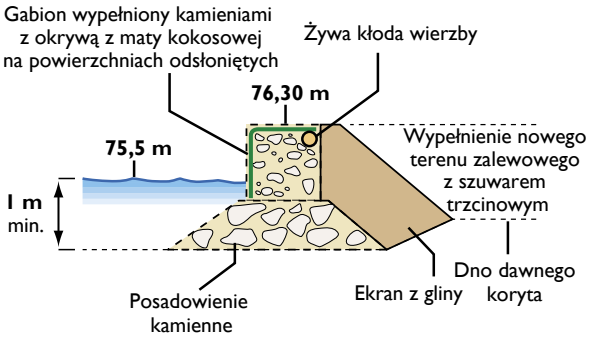
5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

Rycina 5.2.3
PRZEKRÓJ A PRZEZ PRÓG Z GABIONÓW



Rycina 5.2.4
PRZEKRÓJ B PRZEZ PRÓG Z GABIONÓW



Próg pietrzący na nowym odcinku rzeki poniżej młyna
Połączenie dawnego i nowego koryta rzeki poniżej młyna znajduje się na terenach należących do National Trust. Nie zawarto żadnych porozumień z właścicielami sąsiednich działek, jednakże w przyszłości możliwa będzie dalsza kontynuacja prac renaturyzacyjnych w dolnym biegu rzeki. W związku z tym zaprojektowano budowlę „tymczasową", która może być jednak eksploatowana wystarczająco długo, w związku z jej znaczną trwałością. Charakterystyczną cechą tego odcinka jest teren zalewowy z szuwarem trzcinowym, sąsiadujący z nowym korytem, który został utworzony w częściowo zasypanym dawnym korycie rzeki (*patrz 9.2*).

Ścianę z koszy siatkowo-kamiennych (gabionów) wybudowano wzdłuż zaznaczonej linii, w celu utrzymania, jak też zabezpieczenia nowego koryta oraz terenów zalewowych z szuwarem trzcinowym. Gabiony zamykające teren zalewowy z szuwarem trzcinowym zostały wyniesione ponad poziom wód rzeki i są widoczne, dlatego też ich odsłonięte powierzchnie pokryto matami kokosowymi, w celu umożliwienia rozwoju roślinności i zwiększenia walorów wizualnych. Dwa gabiony, obsadzone zrzezami wierzbowymi, tworzą niską ścianę na przeciwnym brzegu.

Poniżej progu z gabionów spodziewano się wytworzenia niecki erozyjnej, w związku z tym umocowano tam większe bloki kamienne oraz pogłębiono dno do minimalnej głębokości wody, wynoszącej 1 m przy średnich przepływach. Oczekiwano, że budowla zostanie dość szybko zalana przez wezbrania, dlatego też nie zastosowano dalszych umocnień brzegów rzeki.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Obie budowle działały w sposób prawidłowy, tworząc żwirowe bystrza poniżej nich, które doprowadziły do zmniejszenia spadku podłużnego cieku na omawianych odcinkach poprzez podniesienie rzędnej dna i powstanie cofki.

Budowla przy połączeniu koryt w dolnym biegu rzeki okazała się całkowitym sukcesem. Zmiany średnich stanów wody są obecnie ledwo dostrzegalne, choć nastąpiła znaczna zmiana prędkości przepływu – z szybkiego nurtu w nowym korycie do głębokiego rozlewiska o prawie stojącej wodzie, zamkniętego bystrzem. Próg z gabionów jest praktycznie ukryty pośród roślinności, która go porosła.

Budowla w górnym biegu utraciła część narzutu kamiennego bystrza, gdyż użyto narzutu o średnicy poniżej 300 mm. Pozostała ona w pełni funkcjonalna w związku z zachowaniem stabilności ścianki szczelnej, poniżej której licznie zgromadziły się większe kamienie. Odbudowę jej przeprowadzono latem 1998.

Ryby pojawiły się w każdym z nowych odcinków koryta, co wskazuje, że żadna z budowli nie stanowiła przeszkody dla ich migracji.

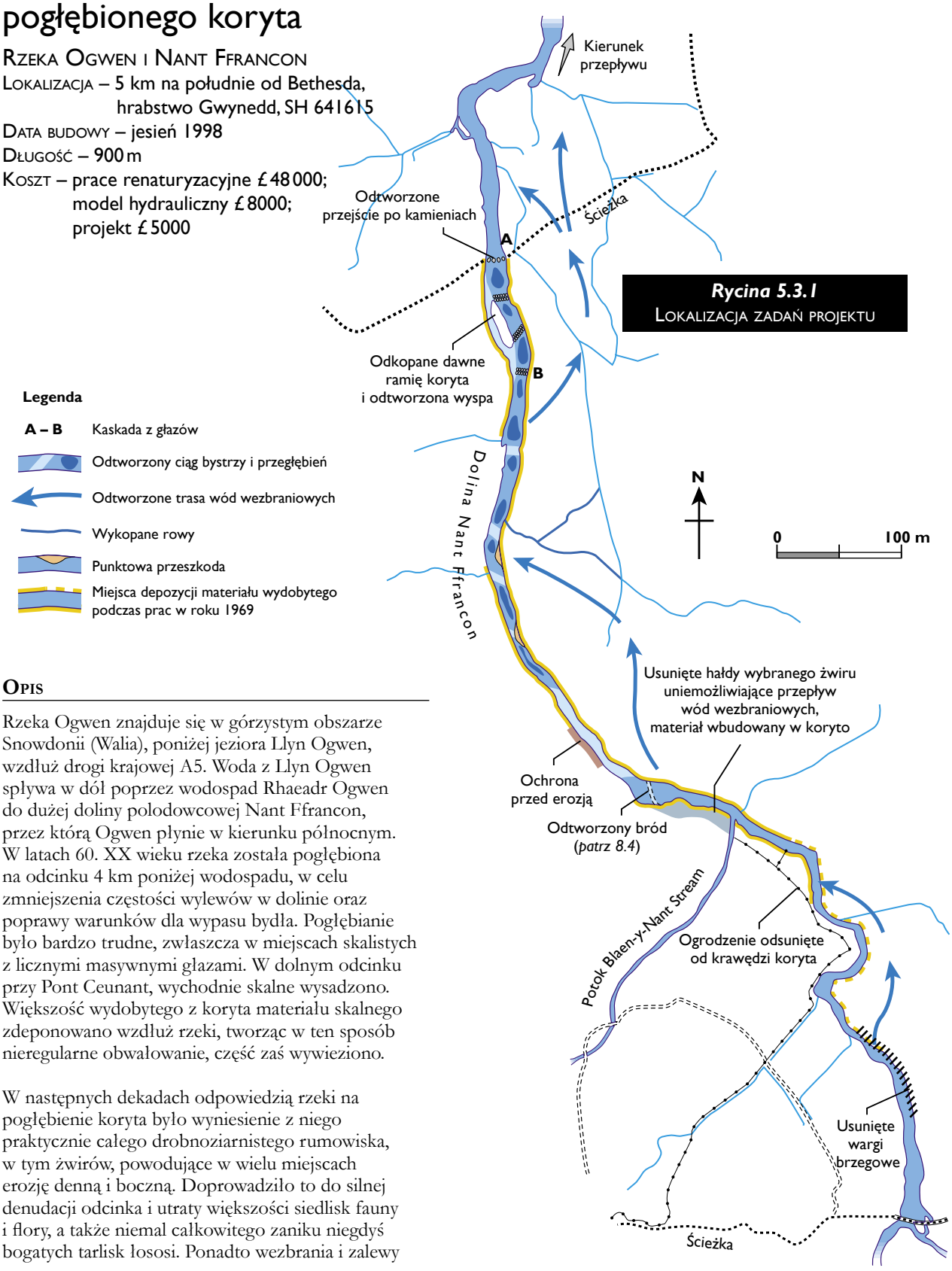
Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5.3 Renaturyzacja i ustabilizowanie nadmiernie pogłębionego koryta

RZEKA OGWEN I NANT FFRANCON
LOKALIZACJA – 5 km na południe od Bethesda, hrabstwo Gwynedd, SH 641615
DATA BUDOWY – jesień 1998
DŁUGOŚĆ – 900 m
KOSZT – prace renaturyzacyjne £48 000; model hydrauliczny £8000; projekt £5000



Rycina 5.3.1
LOKALIZACJA ZADAŃ PROJEKTU

OPIS

Rzeka Ogwen znajduje się w górzystym obszarze Snowdonii (Walia), poniżej jeziora Llyn Ogwen, wzdłuż drogi krajowej A5. Woda z Llyn Ogwen spływa w dół poprzez wodospad Rhaeadr Ogwen do dużej doliny polodowcowej Nant Ffrancon, przez którą Ogwen płynie w kierunku północnym. W latach 60. XX wieku rzeka została pogłębiona na odcinku 4 km poniżej wodospadu, w celu zmniejszenia częstości wylewów w dolinie oraz poprawy warunków dla wypasu bydła. Pogłębianie było bardzo trudne, zwłaszcza w miejscach skalistych z licznymi masywnymi głazami. W dolnym odcinku przy Pont Ceunant, wychodnie skalne wysadzono. Większość wydobytego z koryta materiału skalnego zdeponowano wzdłuż rzeki, tworząc w ten sposób nieregularne obwałowanie, część zaś wywieziono.

W następnych dekadach odpowiedzią rzeki na pogłębienie koryta było wyniesienie z niego praktycznie całego drobnoziarnistego rumowiska, w tym żwirów, powodujące w wielu miejscach erozję denną i boczną. Doprowadziło to do silnej denudacji odcinka i utraty większości siedlisk fauny i flory, a także niemal całkowitego zaniku niegdyś bogatych tarlisk łososi. Ponadto wezbrania i zalewy

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5

Głębokie koryto z wydobytymi na brzeg głazami przy ujściu potoku Blaen-y-Nant

Odtworzenie poziomu dna oraz ukształtowania brzegów

wciąż sprawiały kłopoty rolnikom. Analiza problemu wykazała, że powiększone koryto rzeki miało zbyt dużą przepustowość, w związku z czym należało przywrócić parametry koryta sprzed regulacji. W wyniku tego nastąpią częstsze wylewy – wskutek skierowania wód wezbraniowych na terasę zalewową, co pomoże utrzymać inne cenne siedliska.
Po konsultacjach z National Trust (właściciel terenu) i rolnikami, przygotowano szczegółowy projekt renaturyzacji górnego odcinka długości 1 km, w pobliżu Rhaeadr Ogwen.

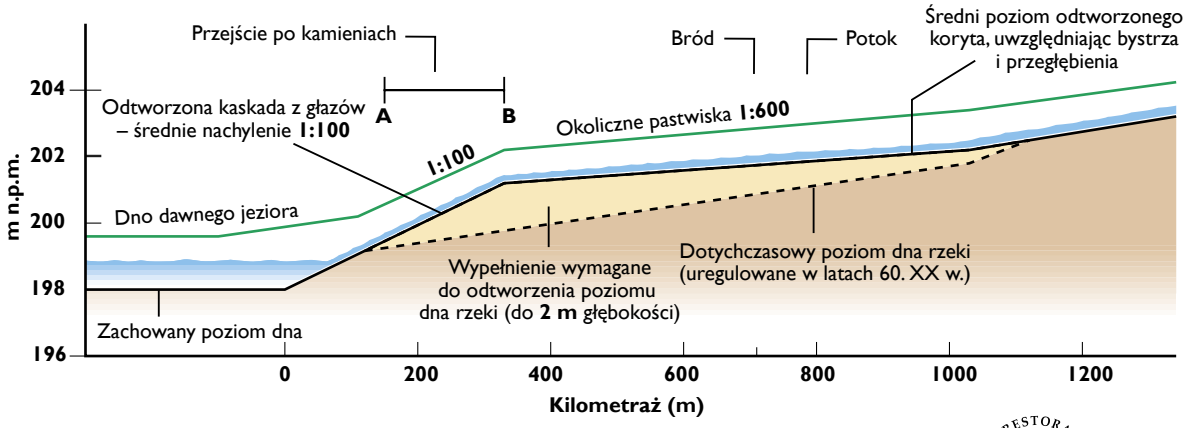
PROJEKT

Etap I prac (ryc. 5.3.1)
Odcinek objęty pracami renaturyzacyjnymi przedstawia rycina 5.3.1. Przekroje podłużne i spadki pokazane na rycinie 5.3.2 były najważniejszymi parametrami, na których opierały się prace renaturyzacyjne.

Ukształtowanie doliny wyraźnie wskazywało na polodowcowe pochodzenie naturalnej rzeźby terenu. Poniżej najniższego punktu prac (km 0+000 m), płaska dolina stanowiła niegdyś dawne dno jeziora (*ryc. 5.3.2*). W górę rzeki do km 0+400 m teren wznosi się stromo z nachyleniem około 1:100 (10‰), po czym wypłaszcza się i osiąga nachylenie 1:600 (około 2‰). W trakcie pogłębiania tego spadzistego odcinka rzeki, z koryta wydobyto głównie duże głazy polodowcowe. Na dawnych mapach na tym odcinku zaznaczona była wyspa w nurcie rzeki.

W ten sposób stało się jasne, że duże głazy naniesione przez lodowiec w okolice dawnej wyspy, stanowiły podstawowy czynnik kształtujący poziom dna oraz nachylenie koryta. Odtworzenie takich warunków miało fundamentalne znaczenie dla renaturyzacji rzeki.

Zaprojektowana kaskada z głazów (odcinek A–B) składała się z 4 bystrzy o spadku 40 cm każdy, na odcinku około 100 m, nadając korytu nachylenie około 1:100, nawiązujące do ukształtowania przyległego terenu. Na podstawie starych map odtworzono pierwotne ukształtowanie terenu, uwzględniając między innymi boczne koryto opływające wyspę.

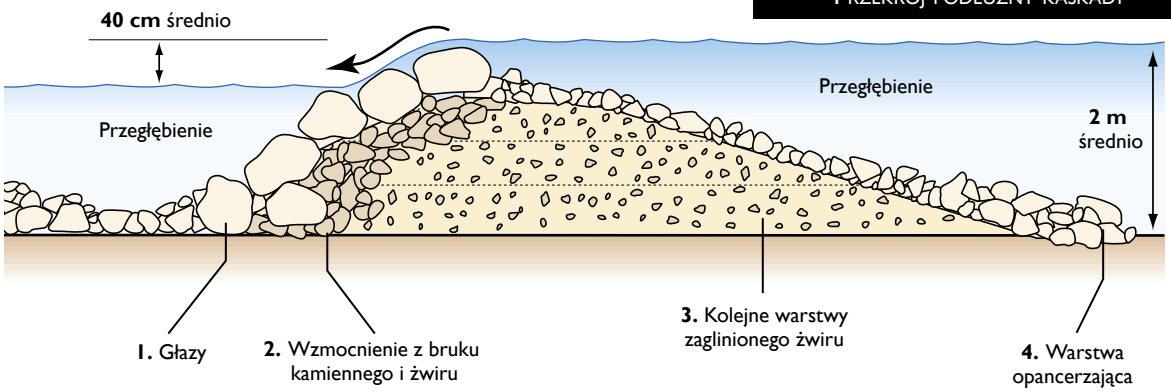


Rycina 5.3.2
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY

5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

Rycina 5.3.3
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY KASKADY



Dzięki próbnym wykopom ustalono dawny poziom koryta, który był odniesieniem dla rzędnej wysokości korony najwyższego stopnia kaskady. Wywnioskowano, że boczne koryto wokół wyspy miało charakter okresowy, tak więc poziom jego dna utrzymano nieco powyżej odtworzonego poziomu wód średnich.

Szczegóły projektowe każdego z czterech stopni kaskady przedstawia rycina 5.3.3. Głazy zatrzymują znacznie więcej rumowiska w tak zabudowanym korycie. Prace wykonywano etapami, stopniowo podnosząc poziom przepływającej wody. Każdy próg zbudowano z głazów wspartych w dolnej części brukiem kamiennym ze żwirem, która ma na tyle dużą średnicę, że uniemożliwia jej wypłukanie spomiędzy głazów. Powyżej tej „przegrody" naniesiono zagliniony żwir. Całą budowlę stopniowo nadbudowywano, nadając jej klinowaty kształt, który jest wystarczająco stabilny by umożliwiać podpiętrzenie wody. Następnie stopień wzmocniono warstwą kamieni, którą narzucono na tak przygotowane podłoże. Użyty materiał został starannie wyselekcjonowany z dawnego urobku zdeponowanego na brzegach rzeki.

Najniższy stopień kaskady był najmniejszy, można było więc stosunkowo łatwo odtworzyć piętrzenie w formie kamieni w rzece, po których można przez nią przejść, obecnych w tym miejscu na dawnych mapach. Odtworzenie kaskady spowodowało powstanie powyżej niej głębszego odcinka koryta, o głębokości nawet do 2 m. Najlepiej byłoby gdyby górny odcinek został wypełniony dla uzyskania spadku 1:600, jak to przedstawia rycina 5.3.2. Zabieg

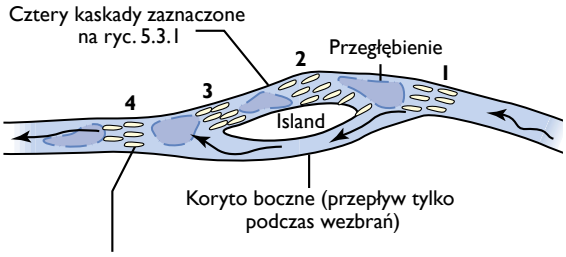
Odtworzenie kaskady z głazów, przejścia po kamieniach oraz koryta roztokowego

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

Dolna kaskada w formie przejścia po kamieniach

Rycina 5.3.4
PLAN KASKADY



Dolna kaskada w formie przejścia po kamieniach

taki był jednak niemożliwy w związku z brakiem odpowiedniego substratu, gdyż w trakcie pogłębiania rzeki wywieziono część materiału.

Praktyczną alternatywą dla pełnego odtworzenia dna było użycie dostępnego substratu w postaci utworzenia serii pojedynczych podpiętrzeń wzdłuż górnego odcinka rzeki. Miały one podobną konstrukcję jak stopnie głównej kaskady, ale ich część od strony wody dolnej została ukształtowana bardziej płasko, nadając im formę bardziej przypominającą bystrza. Najwyżej położonej budowli, w km 0+700 m, nadano jeszcze bardziej płaski kształt tworząc bród ukośnie przekraczajacy koryto, który był również zaznaczony w tym miejscu na dawnych mapach (*patrz 8.4*).

Pozostały substrat żwirowy zużyto na wzmocnienie ciągu bystrzy i przegłębień. Część z nich

Bardziej płaska kaskada w formie bystrza z umiejscowionym powyżej przegłębieniem

zlokalizowanego w pobliżu brodu, co doprowadziło do stworzenia łach po wewnętrznej stronie zakoli.

Najsilniej zerodowany odcinek, znajdujący się poniżej brodu, umocniono materacami wierzbowymi, metodą opisaną w rozdziale 4.2. W tym celu użyto lokalnie występującej wierzby szarej (łozy), która dobrze się ukorzeniła i utrzymała pomimo zgryzania przez bydło.

Zmiany kierunku przechodzenia wód wezbraniowych przeanalizowano za pomocą modelowania hydraulicznego, opartego na precyzyjnych danych topograficznych. Możliwość zalewania uzyskano dzięki usunięciu warg brzegowych, powstałych podczas wcześniejszego pogłębiania koryta, w miejscach dobranych w taki sposób, aby wody wezbraniowe pozostawiły możliwość ucieczki zwierząt na wyżej położone tereny. Stwierdzono również, że miejsca tradycyjnych koszar owiec były w tej sytuacji najmniej zagrożone zalewem, co stanowiło kluczowy argument w uzgodnieniach z miejscowymi rolnikami.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1998–2001

Prace zmieniły głęboko wcięte, skanalizowane koryto w rzekę płytszą i szerszą, a także bardziej dynamiczną ze względu na przepływ wody przez bystrza oraz pomiędzy głazami. Znaczne wezbrania podczas dwóch kolejnych zim nie spowodowały żadnych szkód wybudowanym obiektom, a sam przebieg i zasięg wezbrań okazały się zgodne z przewidywaniami.

Zwiększenie bioróżnorodności odcinka i jego znaczenia dla połowu łososia jest monitorowany przez rządową Agencję ds. Środowiska. Dotychczasowe obserwacje są wyłącznie pozytywne, a na szczególną uwagę zasługuje wykorzystywanie rzeki przez gatunki ryb wędrownych, które wcześniej jedynie migrowały na tym odcinku w górę rzeki do nadających się na tarło żwirowisk, położonych poniżej Rhaeadr Ogwen, gdzie zachował się niewielki, nieuregulowany fragment koryta.

Doświadczenia zebrane podczas omówionego tu etapu I są wykorzystywane w przygotowywanych dalszych pracach renaturyzacyjnych. Sukces tego projektu miał również szczególne znaczenie dla wsparcia finansowego właśnie rozpoczętego i znacznie szerszego programu „Mokradła Walii".

Kontakt:
RRC, Silsoe, Beds MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.
Bryan Jones, Environmental Agency, Llwyn Brain, Ffordd Penlan, Parc Menai, Bangor, Wales, LL57 4DE, Tel.: 01248 670770.
Elfyn Jones, National Trust,
Carneddau & Ynys Mon Property Office,
Tan y Celyn Ty`n y Maes, Nant Ffrancon,
Gwynedd, Wales, LL57 3LX.

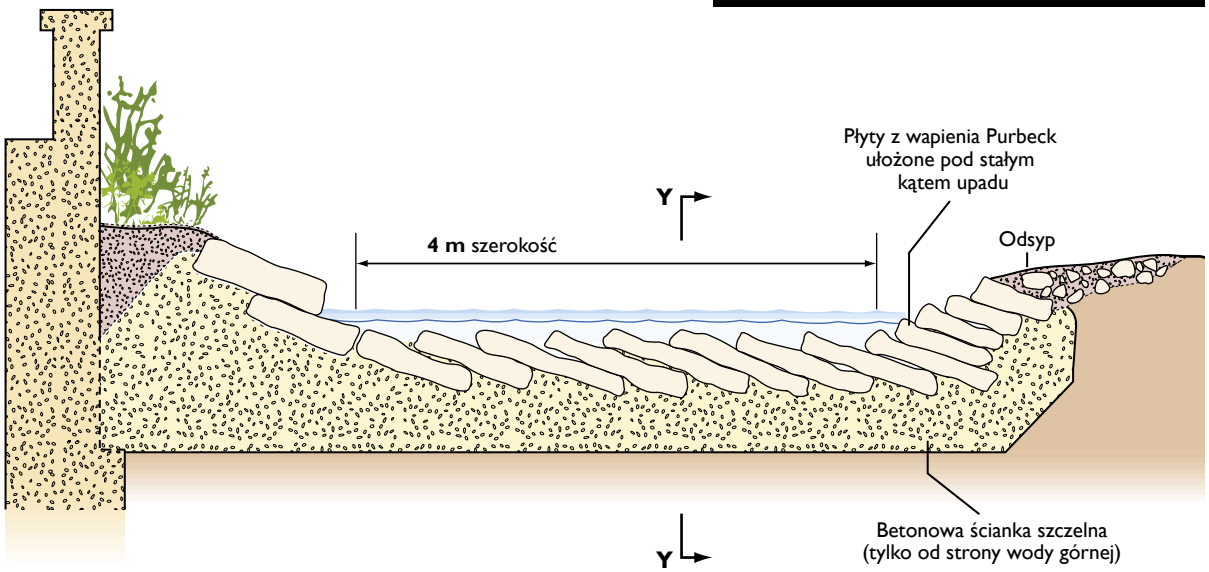
5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5.4 Imitacja wychodni skalnych

RZEKA MARDEN
LOKALIZACJA – centrum miasta w Calne, hrabstwo Wiltshire, ST 998710
DATA BUDOWY – 1999
DŁUGOŚĆ – 100 m
KOSZT – brak danych

Rycina 5.4.1
PRZEKRÓJ X – WIDOK W GÓRĘ BIEGU RZEKI
(*szczegóły patrz rycina 1.5.1*)



OPIS

Dotychczasowy betonowy, wyprostowany kanał rzeki przełożono i zrenaturyzowano w postaci podwójnego meandru. Pełen opis i plan projektu zawiera rozdział 1.5.

W związku ze znacznym nachyleniem odcinka zrenaturyzowanego (średnio 1:140) oraz dużej prędkości przepływu podczas wezbrań, sięgającej ponad 2 m/s, jego dno wymagało umocnienia w celu ochrony przed rozmywaniem. Aby zapewnić stabilność dna rzeki, w koryto wbudowano imitację dwu wychodni skalnych.

PROJEKT

Działanie dwóch wychodni skalnych przedstawia przekrój podłużny zrenaturyzowanego odcinka rzeki na rycinie 1.5.2 (*patrz 1.5*). Średnie nachylenie dna złagodzono poprzez zaprojektowanie wychodni skalnych wyniesionych ponad dno, z towarzyszącymi im przegłębieniami, zarówno powyżej jak i poniżej budowli. Wychodnie zbudowano w dwóch miejscach, w celu stabilizacji dna oraz ograniczenia związanej z tym erozji dennej rzeki, w tym wymywania wprowadzonego do koryta substratu skalnego naniesionego na podścielające gliny. W ten sposób odtworzono zróżnicowane warunki hydrauliczne koryta, zgodnie z opisanymi wcześniej celami projektu (*patrz 1.5*).

Imitacja wychodni skalnych z leżącym poniżej plosem

Zaprojektowane wychodnie skalne wykonano z płaskich płyty z wapienia Purbeck, użytych także w innych miejscach, na całym odcinku koryta objętym projektem. Płyty wymagały ułożenia pod stałym kątem upadu, tak aby stworzyć łagodnie nachylony próg, przez który woda będzie spadać niżej. W tym celu konieczne było opracowanie metod umieszczania i mocowania płyt, których szczegóły przedstawiają ryciny 5.4.1 i 5.4.2.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5

Najpierw ostrożnie ułożono rząd płyt od strony wody górnej, osadzając i wyrównując je na warstwie betonu. Zastosowanie betonu pozwoliło na ustabilizowanie wymaganej rzędnej krawędzi płyt, tworząc także ściankę szczelną zapobiegającą przebiciom hydraulicznym pod budowlą, co mogłoby grozić jej zniszczeniem. Kąt upadu oraz grubość pojedynczych płyt decydują o wielkości wyszczerbień krawędzi, którymi przelewa się woda. Optymalna grubość płyt wynosi 10 cm do 15 cm. Płyty ułożone w kilku warstwach wzdłuż obu brzegów, stały się także częścią umocnień brzegowych, przedstawionych na planie (*patrz 1.5*).

Kolejne rzędy płyt układano równolegle do umieszczonych powyżej, zgodnie ze spadkiem koryta, umieszczając najniższy rząd poniżej poziomu podmywania. Płyty podścielono podsypką z odpadowych żwirów, co nadało budowli większą elastyczność możliwości jej kształtowania, a także zwiększyć szanse na ukorzenienie się roślin pomiędzy kamieniami (np. włosieniczniki *Ranunculus sp.*).

Pomimo że nie było to czynnikiem decydującym, duża zmienność rozmiarów i grubości płyt wapiennych spowodowała potrzebę ich wstępnej selekcji w celu ścisłego dopasowania płyt na stykach z innymi. Budowla jest wystarczająco mocna, aby zapewnić jej bezpieczeństwo bez spoinowania betonem lub zaprawą szczelin między kamieniami. Każdą z wychodni zbudowały 3 osoby w ciągu jednego dnia, przy pomocy niewielkiego dźwigu.

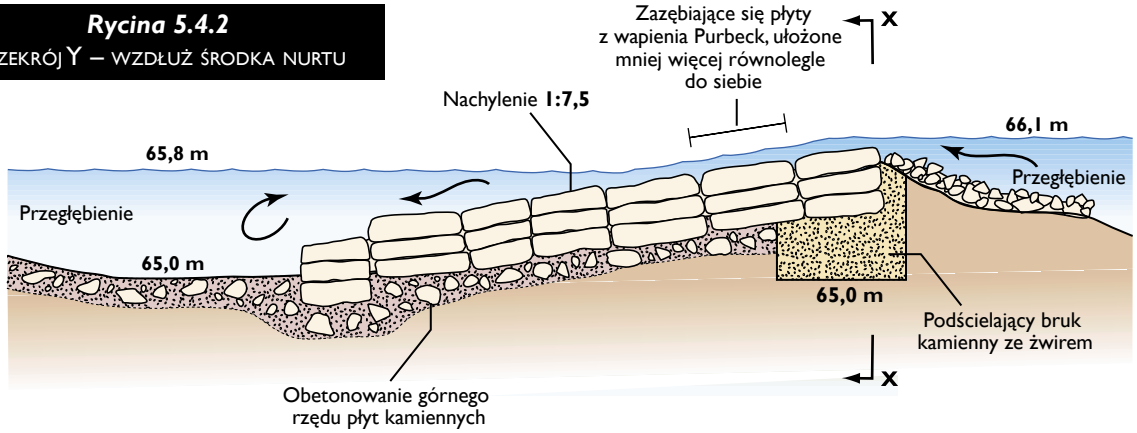
SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1999–2001

Budowla bez jakichkolwiek problemów spełniła swój główny cel w postaci stabilizacji dna rzeki i jego zabezpieczenia przed rozmywaniem. Progi wyglądają bardzo naturalnie, a ich walor wizualny poprawi się jeszcze po kolonizacji przez roślinność szczelin między kamiennymi płytami.

Wyszczerbione krawędzie, utworzone poprzez ułożenie płyt pod kątem, generują wyraźny szum spadającej wody. Koncentracja przepływu w tych miejscach, prawdopodobnie okaże się pomocna także dla ryb.

Kontakt:
RRC, Silsoe, Beds. MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.

Rycina 5.4.2
PRZEKRÓJ Y – WZDŁUŻ ŚRODKA NURTU



Wychodnie stabilizują dno i brzegi koryta, posiadając również duże walory estetyczne

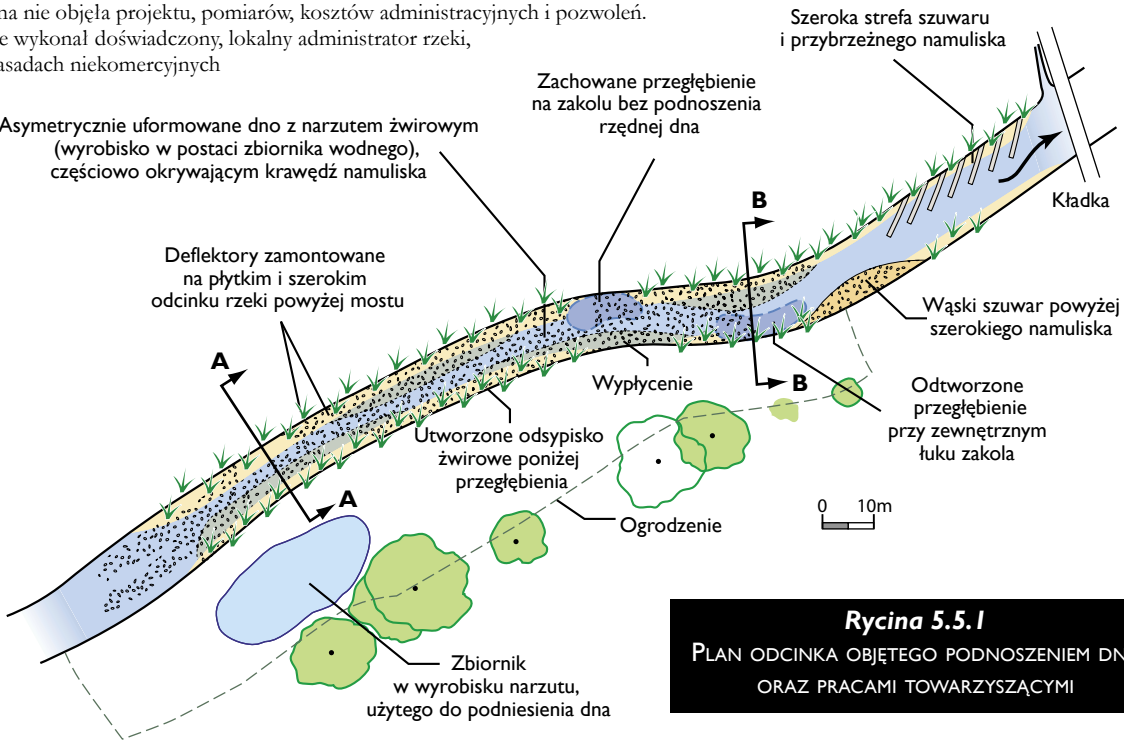
5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5.5 Podwyższenie poziomu dna

RZEKA KENNET
LOKALIZACJA – Ramsbury, hrabstwo Wiltshire, SU 275497
DATA BUDOWY – 02–20.10.2000
DŁUGOŚĆ – 210 m
KOSZT – £ 14000 prace budowlane i odtworzeniowe†

† Cena nie objęła projektu, pomiarów, kosztów administracyjnych i pozwoleń. Prace wykonał doświadczony, lokalny administrator rzeki, na zasadach niekomercyjnych



Rycina 5.5.1
PLAN ODCINKA OBJĘTEGO PODNOSZENIEM DNA ORAZ PRACAMI TOWARZYSZĄCYMI

OPIS

Górny odcinek rzeki Kennet ma charakter cieku kredowego, którego siedliska są objęte ochroną na podstawie Dyrektywy Siedliskowej oraz prawodawstwa brytyjskiego, w formie rezerwatu SSSI (obszar o wyjątkowym znaczeniu naukowym). Pomimo ustanowienia tych form ochrony, rzeka obejmuje odcinki o znacznym zróżnicowaniu jakościowym środowiska naturalnego. W niektórych częściach zachowały się pierwotne cechy rzeki kredowej (obfite wystąpienia włosieniczników *Ranunculus* sp. oraz czyste żwiry, odpowiednie dla zachowania naturalnych populacji pstrąga potokowego). W wyniku dawnego zagospodarowanie koryta, obejmującego piętrzenia nurtu przez liczne młyny, jak też niedawnego odmulania koryta, powstały nadmiernie poszerzone, pogłębione i wolno płynące odcinki rzeki. Są one podatne na zamulanie, z korytem ubogim w żwir oraz włosieniczniki.

Odcinek ten jest dodatkowym korytem rzeki Kennet, bedącym jej prawdopodobnym naturalnym biegiem, przed przekopaniem młynówki zasilającej młyn. Koryto poszerzono i pogłębiono dziesiątki lat temu, lecz do dziś nie odzyskało ono cech naturalnych.

Pojawiły się jednak pewne oznaki procesu samoistnego zwężania koryta, zwłaszcza tam gdzie szuwary przybrzeżne rozprzestrzeniły się w nurcie, powodując akumulację osadów wzdłuż krawędzi rzeki. Pomimo rozwoju namulisk, koryto wciąż było zbyt szerokie, aby zapewnić odpowiednią prędkość przepływu, tak że nawet w środku nurtu na dnie osadziła się głęboka warstwa mułu.

Przed: szuwar zarastający koryto wolno płynących wód

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5

Powszechnym sposobem odtwarzania trwałych siedlisk w powiększonych i zdegradowanych korytach rzek jest zwężenie jego szerokości, a tym samym koncentracja strug w obrębie koryta wód niskich. Jednakże, w miejscach gdzie rzeka była już pogłębiana, może to łatwo doprowadzić do powstania zbyt zawężonego i głębokiego koryta. Odtworzenie koryta o odpowiednim stosunku szerokości do głębokości może powodować konieczność podwyższenia dna (*patrz 1.2 – szczegóły dotyczące wyboru właściwego przekroju poprzecznego*).

Odcinek powyżej Ramsbury, o długości 210 m, został przebudowany przede wszystkim poprzez podwyższenie dna rzeki, formując koryto asymetrycznie w celu zapewnienia odpowiednio wąskiego nurtu wód niskich oraz płytkich brzegów tak, by mogła na nie wkroczyć roślinność przybrzeżna.

W związku z tym, że rzeka Kennet jest ciekiem kredowym zasilanym wodami gruntowymi, wahania poziomu i prędkości płynących wód są znacznie mniejsze niż w rzekach o zasilaniu opadowym. Powoduje to, że można przyjąć bardziej elastyczny sposób określenia miejsc gdzie będą deponowane żwiry w celu podwyższenia dna, gdyż istnieje niewielkie ryzyko masowego transportu rumowiska.

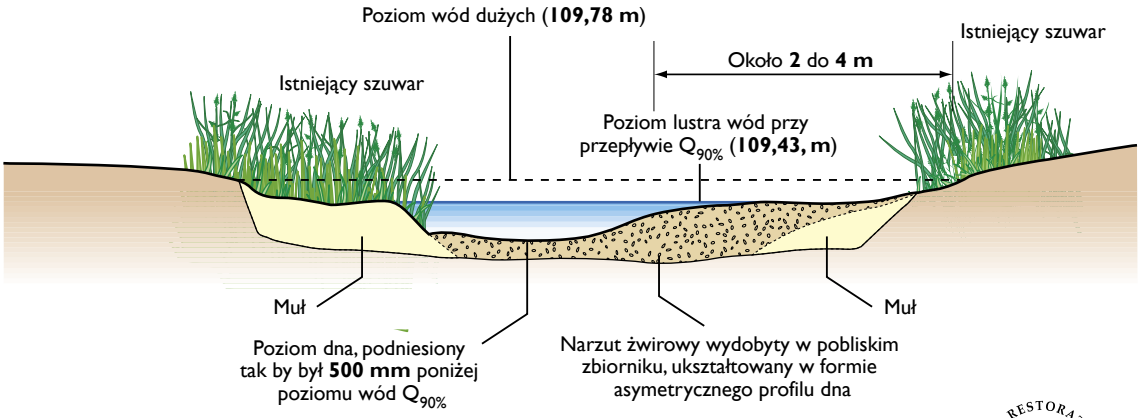
Szczegółowy model przepływu wód był podstawą do określenia wpływu prac na otaczający obszar w warunkach wezbrań powodziowych oraz przy niskich przepływach. Pomogło to zmniejszyć potencjalne obawy okolicznych rolników oraz uzyskać ich zgodę na odwodnienie terenu.

PROJEKT

Na całym odcinku podwyższono poziom dna tak, aby przebudowane koryto miało maksymalnie 500 mm głębokości, (do poziomu lustra wody przy przepływach $Q_{90\%}$, tj. przekraczanego przez 90% czasu). Przy takim przepływie krawędzie koryta były zanurzone poniżej 100 mm, gdzie $Q_{90\%}$ posłużono się jako przepływem wskaźnikowym. Miało to również na celu zapewnienie takiej szerokości zawężonego koryta, by przy bardzo niskich przepływach utrzymać przez cały czas chociaż pewne partie dna z czystym żwirem. Maksymalna głębokości 500 mm przy $Q_{90\%}$ stanowiła warunki referencyjne dla tak odtworzonej szerokości i głębokości koryta.

Prace zaplanowano na wczesny październik, gdy przepływy w rzece są zwykle najniższe w skali roku, zbliżając się w ten sposób do $Q_{90\%}$. Przed podjęciem prac, umieszczono w korycie repery oznaczające ten poziom wód, będące punktami odniesienia dla wykonawcy podczas deponowania żwiru w nurcie rzeki. Było to szczególnie ważne, gdyż poziom wody w korycie mógł się zmieniać i w związku z tym należałoby podjąć środki w celu zatrzymania osadów poniżej (pomimo ich przygotowania okazało się to niepotrzebne).

Rozmieszczenie żwirowisk może wpływać na poziom wody w korycie i na odwrót

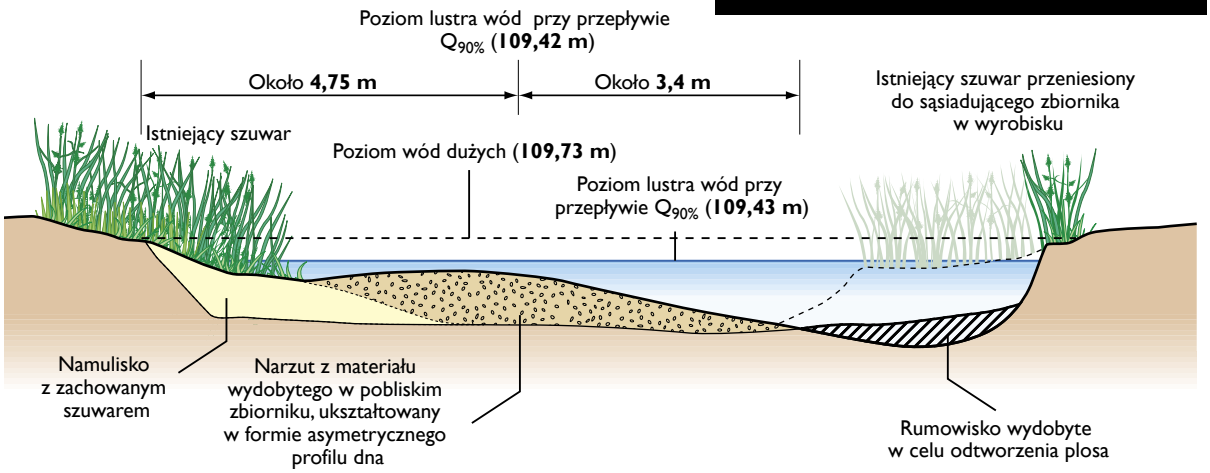


Rycina 5.5.2
PRZEKRÓJ A PRZEZ PRZEBUDOWANE KORYTO I PRZYBRZEŻNE WYPŁYCENIE

5

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

Rycina 5.5.3
PRZEKRÓJ B PRZEZ PRZEBUDOWANE KORYTO I ODTWORZONE PRZEGŁĘBIENIE



Materiałem użytym do podniesienia dna koryta był kamienisty żwir kredowy. Tam gdzie jest to możliwe zalecane jest użycie materiału dostępnego na miejscu, by móc odtworzyć taki typ rumowiska dennego, jaki byłby obecny w warunkach naturalnych. W tym przypadku żwir użyty do wypełnienia pozyskano z terenów zalewowych, tworząc obok, na prawym brzegu, niewielki zbiornik wodny. Przydatność materiału sprawdzono wcześniej, wykonując kontrolne wykopy. Materiałem użytym do wypełnienia były żwiry o rozmiarze od 10 do 20 mm, z niewielkim dodatkiem gruboziarnistego piasku oraz resztek iłów (poniżej 5%). W składzie drobny udział miały również niewielkie kamienie.

Przed rozpoczęciem wydobycia zdjęto i składowano warstwę próchniczą oraz nadkład, zaś żwir przewieziono na brzeg rzeki wywrotkami. Ponadto przygotowano również wzorce przekrojów w celu odpowiedniego rozmieszczenia materiału, co umożliwiło odtworzenie odpowiedniej krętości koryta w warunkach niskich przepływów.

Wykonawca postępował zgodnie z dokumentacją projektową, a jego dodatkowymi atutami była dobra znajomość tego odcinka rzeki oraz uczestnictwo w opracowaniu końcowego projektu. Nadzór budowlany prowadził doświadczony członek zespołu.

Wykonane prace można podzielić na trzy etapy:

A. Odcinek prosty koryta z przybrzeżnymi szuwarami na obu brzegach

Przekrój poprzeczny A (*ryc. 5.5.2*) jest typowym przekrojem rzeki na tym odcinku. Osady zatrzymane przez szuwar zajmują do 50% całkowitej szerokości koryta. Żwir użyto do wypłycenia oraz zwężenia mniej więcej do połowy wolnego koryta, formując płytsze brzegi kończące się tuż poniżej poziomu $Q_{90\%}$. Pozostałe koryto wód niskich ma głębokość do 500 mm od poziomu $Q_{90\%}$.

Kamienisty żwir użyty do zawężenia i podniesienia dna

Nowy zbiornik we wczesnej fazie zarastania z odsłoniętymi utworami żwirowymi na terasie zalewowej

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

STABILIZACJA POZIOMU DNA I STANÓW WODY

5

Podniesione dno – w kilka miesięcy po zakończeniu prac

B. *Zakole w kształcie litery „S" z szuwarami*
Przy brzegach zewnętrznych każdego z łuków stworzono przegłębienia, zachowując na pierwszym dotychczasową głębokość wody, na drugim zaś pogłębiając mulisty brzeg porośnięty szuwarem (wydobyty materiał posłużył do odtworzenia siedlisk ziemnowodnych w nowym zbiorniku wodnym, powstałym po wydobyciu żwiru). Przekrój poprzeczny B (*ryc. 5.5.3*) przedstawia koryto asymetryczne, wypełnione materiałem wydobytym z tego zbiornika. Aby zapewnić trwałość przegłębieniom, na wewnętrznym brzegu zakola naniesiono żwir, odtwarzając w ten sposób naturalne odsypisko.

C. *Prosty, szeroki i płytki odcinek*
Poniżej zakola koryto rzeki rozszerza się. Oczekiwano, że w wyniku naturalnego rozrastania się szuwaru w głąb nurtu oraz zatrzymywania w nim osadów, powinno dojść do znacznego zawężenia nurtu. Proces zawężania koryta wzmocniono poprzez dodanie deflektorów (podprądowe, do 5 m długości), zabudowanych w ten sposób, aby odchylić nurt rzeki, przyśpieszając osadzanie mułu pomiędzy tymi budowlami (*patrz 3.1 – gdzie więcej na temat deflektorów*). W tym przypadku wybrano deflektory w związku z płytszym i szerszym charakterem koryta oraz ograniczonym dostępie, wymagającym ich ręcznego montażu.

Towarzyszący zbiornik wodny, z którego pobrano żwir, został ukształtowany z płytkimi brzegami oraz skarpami brzegowymi. Obsadzono go roślinami wydobytymi z koryta rzeki, a dodatkowo – rodzimymi gatunkami siedlisk podmokłych.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 2000–2001

Prace zakończono w październiku 2000 r., przed okresem dużych przepływów. Obserwacje zebrane po roku wskazują na brak erozji brzegów oraz na to, że przeważająca część narzutu żwirowego pozostała w tym samym miejscu. W składzie żwiru doszło do niewielkich zmian uziarnienia, zwłaszcza w korycie wód niskich gdzie został wysortowany materiał o większej średnicy.

Przebudowa koryta odtworzyła siedliska typowego cieku kredowego, z samooczyszczającym się dnem żwirowym, odpowiednim dla wzrostu włosieniczników (*Ranunculus* sp.) oraz tarlisk autochtonicznej populacji pstrąga potokowego.

Podczas wezbrań z dużymi przepływami, cała szerokość koryta (około 10 m) powinna znaleźć się pod wodą, lecz przy $Q_{90\%}$ szerokość nurtu zawęzi się w większości miejsc do mniej niż połowy, zachowując odpowiednią prędkość przepływu dla utrzymywania dna żwirowego, wolnego od mułu.

Kontakt:
Nick Lutt i Mike Crafer, Thames Water, Environment & Quality (RBH2), Clearwater Court, Vastern Road, Reading, RG1 8DB, Tel: 01189 577666.
Kevin Patrick, Hankinson Duckett Associates, Landscape Studio, Reading Road, Reading, RG8 9NE, Tel.: 01491 872185.

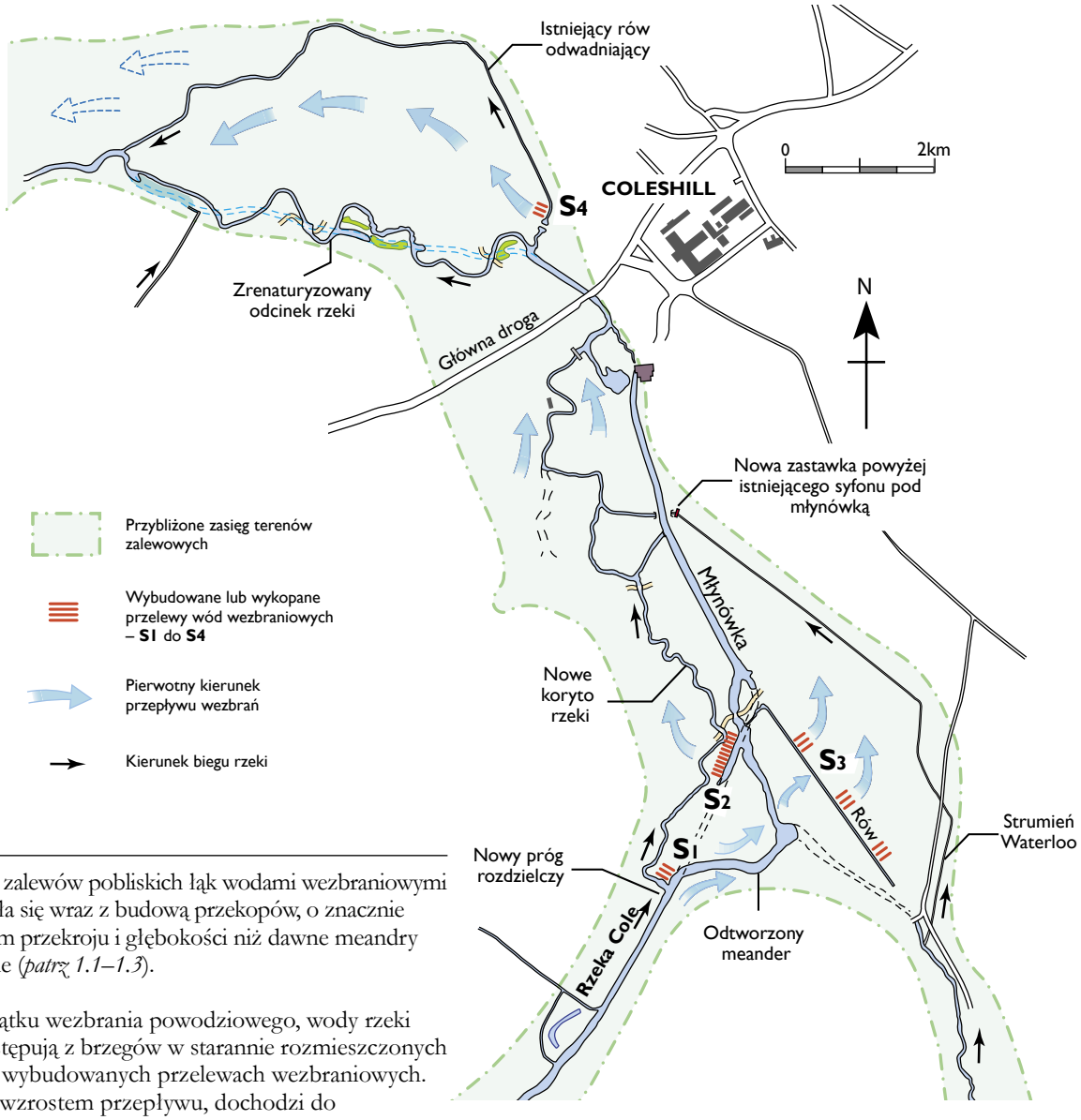
6

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6.1 Przelewy wód wezbraniowych

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
TEREN ZALEWOWY – 50 ha
KOSZT – około £28 / m dla przelewu o długości 100 m

Rycina 6.1.1
SCHEMAT TRASY WÓD WEZBRANIOWYCH



OPIS

Częstość zalewów pobliskich łąk wodami wezbraniowymi zwiększyła się wraz z budową przekopów, o znacznie mniejszym przekroju i głębokości niż dawne meandry rzeki Cole (*patrz 1.1–1.3*).

Na początku wezbrania powodziowego, wody rzeki Cole występują z brzegów w starannie rozmieszczonych i celowo wybudowanych przelewach wezbraniowych. Wraz ze wzrostem przepływu, dochodzi do stopniowego zatopienia przelewów, co prowadzi do zalewów powierzchniowych na znacznym obszarze.

PROJEKT

Rycina 6.1.1 przedstawia lokalizację czterech przelewów wezbraniowych, z których każdy jest tak zaprojektowany, aby kierował wody na wybrane odcinki terenów zalewowych. W górnym biegu rzeki, powyżej głównej drogi, wraz ze stopniowym wzrostem poziomu i przepływu rzeki uruchamiane są trzy przelewy (S1–S3). W dolnym biegu – poniżej drogi, pojedynczy przelew (S4) umożliwia zalewanie na łąk na prawym brzegu rzeki. Pod drogą wody powodziowe przepuszczane są pod mostem oraz dwoma przepustami posadowionymi na poziomie terenu.

Przelewy wezbraniowe w górnym biegu rzeki powyżej drogi
Przelew wezbraniowy S1 znajduje się obok progu rozdzielczego, wprowadzającego wodę do nowego koryta rzeki (*patrz 5.1*).

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6

Przelew S2. Wody wezbraniowe – kierunek przepływu zaznaczono strzałkami – przedostają się przez przelew, łącząc się z nowym korytem rzeki (niewidoczne)

Przelew S1, działający już we wczesnej fazie wezbrania, jest zwymiarowany w taki sposób, aby nowe koryto wypełniało się po brzegi z wyprzedzeniem w stosunku do wylewów na pozostałym terenie.

Przelew wezbraniowy S2 zaczyna pracę dopiero po napełnieniu wodą nowego koryta przez przelew S1. Woda przepuszczana przez S2 przepływa bezpośrednio do nowego koryta rzeki, przelewając się przez brzegi i rozpoczynając zalewanie okolicznego terenu. Erozja wywołana wylewem jest minimalna, ze względu na fakt, iż rozwiązanie to umożliwia nieturbulentny przepływ wód wezbraniowych przepuszczanych przez przelewy S1 i S2.

Szczególnie ważne było ustalenie rzędnej przelewu S2. Znajduje się ona o 300 mm niżej od poziomu posadowienia młyna leżącego w dół rzeki, co zapewnia bezpieczne skierowanie wezbrań z dala od młyna. W praktyce, przelew S2 zastąpił szpetny betonowy przelew piętrzący, wybudowany przy młynie w celu jego ochrony przed zalaniem. Został on wyłączony z użytkowania i zostanie zasypany – gdy tylko działanie przelewu S2 okaże się zadowalające.

W wyniku modelowania hydraulicznego, szczegółowo określono długość i profil podłużny przelewu S2. Miało to na celu zapewnienie dostatecznego przepływu wód powodziowych poniżej w dolinie, tak aby uniknąć podwyższenia poziomu wezbrań o częstości pojawiania się 1% (raz na 100 lat), co mogłoby istotnie wpłynąć na grunty położone na obrzeżach terenów zalewowych. Korona przelewu ma złożony profil i w dolnej części jest obłożona narzutem kamiennym.

Przelew wezbraniowy S3 to istniejące wcześniej niskie obwałowanie wzdłuż rowu odwadniającego, zbudowanego w celu uniknięcia rozległych zalewów łąk po stronie wschodniej wskutek cofki wody w młynówce. Po zakończeniu głównych prac projektowych w roku 1995, nie przeprowadzono żadnych modyfikacji tych umocnień. W latach następnych stwierdzono, że wezbrania sporadycznie tylko przelewały się przez obwałowanie. Wskutek tego, w roku 1998 obniżono na pewnych odcinkach koronę wału, tak aby zapewnić pożądaną częstość wylewów. Jedyną możliwą drogą odpływu wód wezbraniowych z łąk jest rów melioracyjny i syfon pod młynówką. W związku z tak ograniczoną zdolnością odpływu, poziom wody na całym tym terenie narasta bardzo szybko, przez co tworzy się okresowy zbiornik wód powodziowych. Najniższe fragmenty korony tego obwałowania znajdują się o 100 mm wyżej niż rzędna korony przelewu S2. Skutkuje to stopniowym zalewaniem tego terenu, co daje rolnikom niezbędny czas na ewakuację zagrożonego inwentarza.

Przelew S2 podczas wezbrania

Przelew S4. Wody wezbraniowe wypełniają zagłębienia terenowe

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6

Przelew wezbraniowy w dolnym biegu rzeki poniżej drogi (ryc. 8.2.2)
Przelew wezbraniowy S4 zlokalizowany jest wzdłuż rowu odprowadzającego wody wysiękowe do rzeki. Rów został najpierw zasypany ziemią w znacznej odległości od rzeki, aby umożliwić zachowanie podmokłego charakteru łąki. Zbędny odcinek rowu pomiędzy rzeką a przegrodą został następnie zmodyfikowany, tak aby mógł wprowadzać wody wezbraniowe z rzeki na tereny zalewowe. Rozwiązanie to było wymagane ze względu na to, iż teren wzdłuż rzeki znajduje się powyżej średniego poziomu sąsiadujących pól, co opóźnia początek ich naturalnych zalewów. Powyższe modyfikacje pozwoliły na przezwyciężenie tego problemu.

Przelew S4 umieszczony jest nieopodal naturalnego zagłębienia terenu, które meandrując biegnie przez tereny zalewowe i jest prawdopodobnie pozostałością dawnego koryta rzeki. Przelew ma charakter płytkiego wykopu na brzegu rowu, zwiększającego dostęp do owego zagłębienia.

Nad rowem wybudowano most, który zapewnia dostęp na łąkę. Jego przepust składa się z dwóch rur o średnicy 1 m, zwymiarowanych tak, by przeprowadzić stosunkowo duże objętości wody powodziowych. Zachowano te same rzędne przeprawy i prawego brzegu rzeki, co umożliwia ewakuację inwentarza – nawet po rozpoczęciu zalewu przez pobliski przelew S4 (*patrz 8.2*).

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Sprawność projektu zbiegła się z przewidywaniami modelu hydraulicznego, który zakładał ograniczenie wylewów letnich w okresie, gdy siano lub inwentarz znajduje się na łąkach. Doświadczenia zebrane podczas obserwacji poziomów wezbrań w dwóch okresach letnich po zakończeniu budowy, doprowadziły do opisanego powyżej niewielkiego obniżenia rzędnej przelewu S3, jak również podobnego obniżenia przelewu S4.

Narzut kamienny przelewów S1 i S2 uległ miejscowym rozmyciom. Zniszczenia te naprawiono przez ich częściową przebudowę, zwracając szczególną uwagę na to, aby większe kamienie (ø 200 mm) były równomiernie rozmieszczone i odpowiednio posadowione w wilgotnej glebie, co umożliwia szybkie ich umocnienie darnią i korzeniami.
W pobliżu przelewu S2 zainstalowano repery – w celu kontroli ewentualnych zmian jego rzędnej wskutek rozdeptywania przez bydło lub erozji wodnej.

6

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6.2 Kształtowanie terenu pomiędzy meandrami

RZEKA COLE I SKERNE

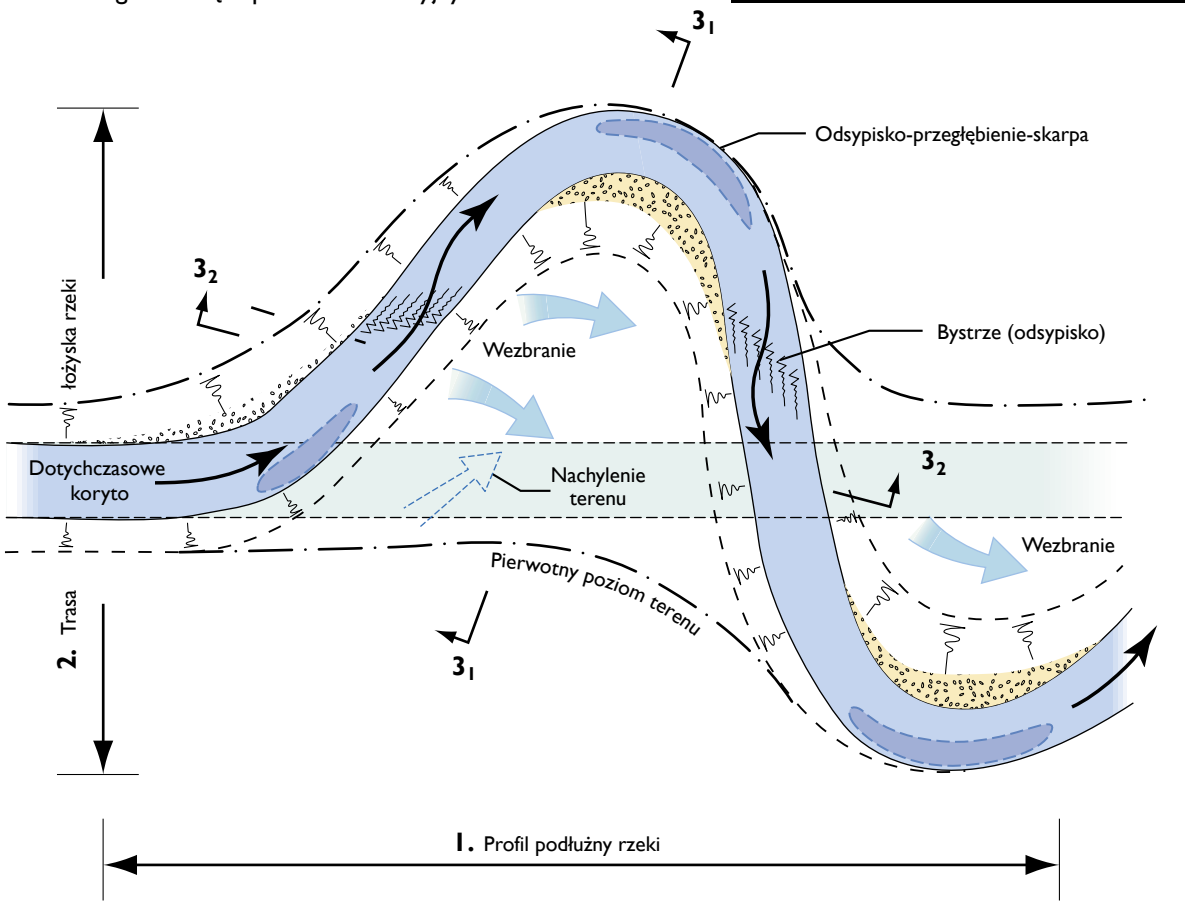
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
– Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160

DATA BUDOWY – jesień 1995

DŁUGOŚĆ – integralna część prac rewitalizacyjnych

KOSZT – integralna część prac rewitalizacyjnych

Rycina 6.2.1
SCHEMAT MEANDRA



OPIS

Budowa nowych koryt meandrujących wymagała projektu uwzględniającego procesy fluwialne, prowadzące w sposób naturalny do uformowania się meandra. Naturalna geometria meandrów jest złożona, lecz zarówno na rzece Cole jak i Skerne przestrzegano podstawowych zasad, umożliwiających realizację uproszczonego projektu, z wykorzystaniem tradycyjnych, zmechanizowanych sposobów prac ziemnych.

PROJEKT

Rycina 6.2.1 przedstawia wyidealizowany meander, w którym zewnętrzny brzeg ulega erozji, na wewnętrznym zaś następuje odkładanie, powodując w ten sposób powolną przemieszczanie się meandra w dół rzeki. Ten kluczowy proces, wskutek odkładania się materiałów podczas powtarzających się wezbrań, w naturalny sposób modeluje teren w obrębie zakoli. Powoduje to również wyraźną odmienność ukształtowania powierzchni terenu w sąsiedztwie cieków, od zazwyczaj płaskich i szerokich obszarów zalewowych.

Przy budowie nowego meandra uwzględniono powyższe procesy, włączając do projektu zmianę ukształtowania terenu całego nowego odcinka meandrującego. Gdyby tak się nie stało, i prace zostałyby ograniczone wyłącznie do wykopania krętego koryta, erozja byłaby nadmiernie duża z powodu nienaturalnego ograniczenia dynamiki rzecznej, dopóki rzeka sama nie osiągnęłaby bardziej stabilnego biegu.

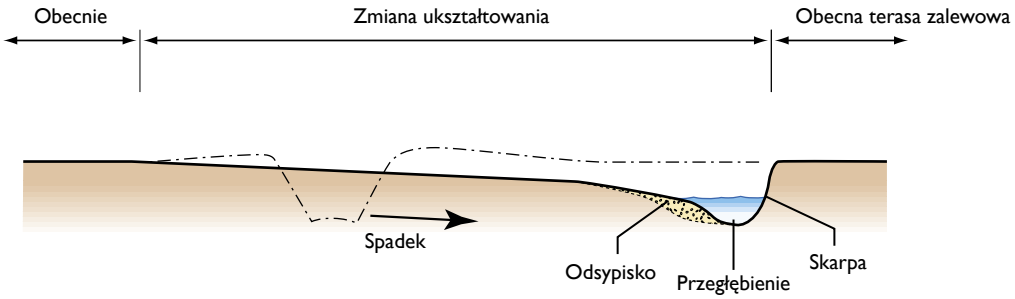
Dla obu rzek, szczegółowe projekty meandrów przedstawiono w rozdziałach 1.1 do 1.4. Obejmują one między innymi następujące zagadnienia projektowe:

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

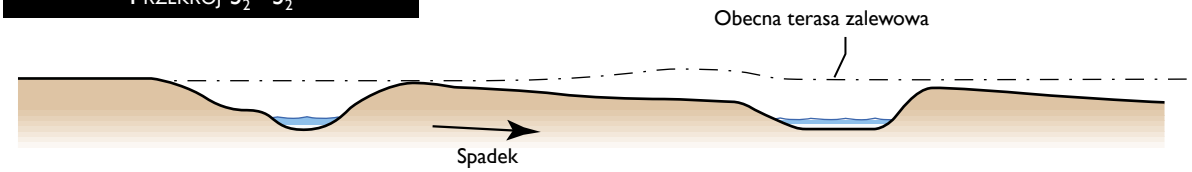
ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6

Rycina 6.2.2
PRZEKRÓJ $3_1 - 3_1$



Rycina 6.2.3
PRZEKRÓJ $3_2 - 3_2$



1. Średni profil podłużny dna na całym odcinku;
2. Plan przebiegu koryta meandra;
3. Zmienne przekroje koryt zgodne z powyższymi punktami 1 i 2;
4. Ukształtowanie terenu w obrębie meandra.

Celem punktu 4 (zmiana ukształtowania terenu) była integracja pozostałych trzech aspektów (dno, brzegi i trasa przebiegu), w celu stworzenia trwałego łożyska cieku. Stopień i charakter tych zmian uzależniony został od tego, w jaki sposób wezbrania przemieszczałyby się między kolejnymi meandrami przed osiągnięciem, w miarę ich narastania, takiego poziomu wody, który doprowadziłby do szerokiego przelania się wód na tereny zalewowe.

Przepustowość koryta, pomiędzy meandrami dla wód wezbraniowych, okazała się bardzo ważnym czynnikiem dla osiągnięcia odpowiedniej pojemności hydraulicznej rzeki.

Dwa najważniejsze aspekty zmiany ukształtowania terenów wzdłuż meandra przedstawiają dwa przekroje (*ryc. 6.2.2–6.2.3*) oraz poniższe podsumowanie:
- stopniowe obniżanie rzędnej terenu w przekroju poprzecznym meandra, tworząc profil odsypisko – przegłębienie – skarpa na wierzchołku zakola (*patrz 3.1*);
- stopniowy spadek podłużny rzędnej terenu pomiędzy początkiem meandra i jego końcem (*patrz 3.2*).

Uwzględnienie tych zasad zapewnia stopniowe zalanie terenu meandra wodami wezbrania od strony dolnego ramienia, rozpoczynając się w miejscu najbardziej aktywnego tworzenia się odsypiska, które przyrasta w kierunku środka nurtu rzeki. Ten sposób zalewu wytwarza złożony i zmienny układ strug w nurcie, które jednak są mało zaburzone. Wariant ten różni się od warunków przepływu turbulentnego, który zachodzi w przypadku zaniechania specjalnego ukształtowania terenu łożyska rzeki.

Inną praktyczną korzyścią wynikłą ze zmiany ukształtowania powierzchni w podany sposób, jest zwiększone bezpieczeństwo – zarówno dla ludzi, jak i inwentarza. Projekt zakłada także łatwy dostęp do wody, jak również znaczne zmniejszenie ryzyka odcięcia przez wody wezbraniowe, w przypadku przerwania meandra.

Podobnie: ważnym elementem projektowym jest stworzenie trwałych przegłębień, bystrzy i skarp w miejscach zaznaczonych na planie.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Pomimo, że powyższe zasady projektowe są dobrze znane, ich wdrożenie ma zazwyczaj charakter tylko częściowy, z wielu powodów, włączając w to również infrastrukturę podziemną. Ponadto w obu przypadkach, w mniejszym lub większym stopniu, powierzchnia wszystkich meandrów była przekształcona. Po pierwszej zimie okazało się, że w pewnych miejscach konieczne będzie dalsze formowanie powierzchni, by jeszcze bardziej zbliżyć ją do opisanego powyżej wzorca (*patrz 1.1–1.2*).

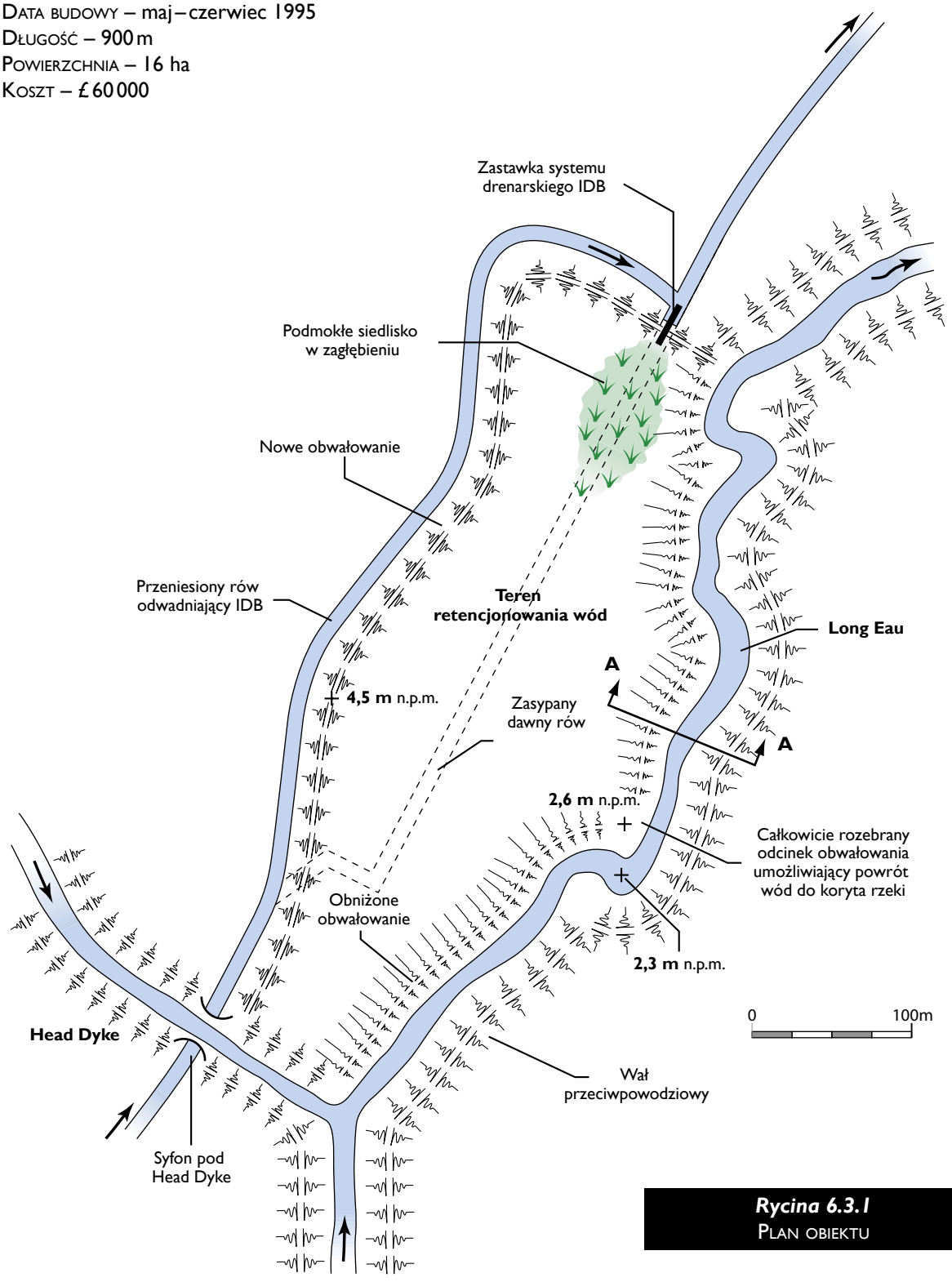
Zmiany ukształtowania terenu okazały się bardzo ważnym komponentem projektu, czego przykładem może być chociażby meander na rzece Skerne, obejmujący także zatokę zastoiskową (*patrz 2.1*).

6

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

6.3 Likwidacja i odsuwanie obwałowań

RZEKA LONG EAU
LOKALIZACJA – Manby, hrabstwo Lincolnshire, TF 407863
DATA BUDOWY – maj–czerwiec 1995
DŁUGOŚĆ – 900 m
POWIERZCHNIA – 16 ha
KOSZT – £ 60 000



Rycina 6.3.1
PLAN OBIEKTU

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

Likwidacja lewobrzeżnego obwałowania i budowa przybrzeżnej półki na rzece Great Eau w Withern

OPIS

Rzeki Great i Long Eau odprowadzają wody z dużej powierzchni obszarów, użytkowanych przede wszystkim rolniczo. Obie są rzekami silnie zmienionymi, a także obwałowanymi w celu zwiększenia zabezpieczenia powodziowego, w związku z wysokim poziomem wody w korycie – w stosunku do otaczającego terenu. Regularne pogłębianie, prowadzone w celu utrzymania odpowiedniej przepustowości koryta, pozbawiło rzekę naturalnych osadów dennych.

Wzdłuż biegu Great i Long Eau wybrano trzy miejsca, w celu wdrożenia nowych zasad ochrony przeciwpowodziowej, polegających na odejściu od wąskiego obwałowania brzegów rzek. W każdym z miejsc usunięto wał, jednocześnie tworząc obszar zalewowy na sąsiadującym terenie. Podczas wyboru miejsca brano także pod uwagę możliwość dalszej kompleksowej rewitalizacji terenów zalewowych poprzez polepszenie stanu koryta rzeki oraz odtworzenia siedlisk przybrzeżnych.

Kluczowe znaczenie dla wdrożenia projektu miało wsparcie właścicieli terenu, przy czym w tym przypadku istotna była ulga bądź kompensacja finansowa. FWAG i Countryside Commission (komisja ds. obszarów wiejskich) pomogły właścicielom wdrożyć z powodzeniem program pomocowy Countryside Stewardship Scheme, dzięki czemu otrzymali oni zwrot środków w łącznej wysokości £ 60 000.

Budowa nowego rowu IDB oraz likwidacja obwałowania

Za wyjątkiem górnego odcinka rzeki, większość Long Eau ma niewielki spadek i jest praktycznie pozbawiona jakiegokolwiek zróżnicowania siedliskowego. Kontakt hydrauliczny z dawnymi terenami zalewowymi jest znikomy, gdyż w związku z głębokim drenażem oraz znaczną wysokością obwałowań, nie występują już okresowe zalewy powodziowe.

PROJEKT

Long Eau – Manby

Obniżono lewobrzeżne obwałowanie do wysokości nieznacznie przewyższającej poziom gruntu, a więc stanowiącego nieznaczną przeszkodę. Skarpa odpowietrzna wału została poszerzona i spłaszczona do nachylenia 1:10, gdyż będzie odgrywać rolę przelewu wezbraniowego. Brzeg rzeki został również ukształtowany w taki sposób, by łagodnie się obniżać do podmokłej półki przybrzeżnej o szerokości 2 m, która będzie mogła być opanowana przez roślinność wodnobłotną.

Pozostała po likwidacji obwałowań ziemia, w ilości 2100 m^3, została użyta do wypełnienia rowu odwadniającego, zarządzanego przez Internal Drainage Board (IBD), który przebiegał przez środek proponowanego obszaru retencji wód. Rów musiał zostać przeprowadzony poza trasę nowo odsuniętego wału, by zachować integralność sieci odwadniającej na całym obszarze. Materiał wydobyty z trasy nowego rowu odwadniającego został użyty do budowy nowego obwałowania, odsuniętego od rzeki na odległość do 300 m. Nowy wał ma znaczne wymiary z powodu ilości mas ziemnych, które trzeba było wydobyć przy budowie nowego rowu IBD. Obwałowanie zostało zbudowane z gliniastych gruntów, o nachyleniu skarp 1:3, osiągając wysokość 2,5 do 2,7 m ponad poziom terenu. Pozwala to na spełnienie założeń projektowych, z koroną wału na poziomie 4,5 m n.p.m. oraz szerokości minimum 3,5 m. Do usypania obwałowań użyto 18 500 m^3 mas ziemnych.

6

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

Long Eau – widok prawobrzeżnego obwałowania wzdłuż trapezoidalnego koryta

Widok z nowego obwałowania na zimujące ptaki na odtworzonej terasie zalewowej – styczeń 1999

Projekt zakładał, że woda z Long Eau będzie zalewać obszar 16 ha w sytuacji, kiedy jej poziom osiągnie 2,6 m n.p.m., a więc 0,3 m powyżej poziomu wód normalnych. Woda zalewa teren stopniowo, począwszy od strony biegnącego tędy dawniej rowu IDB, który jest najniżej położonym miejscem na tym obszarze. Zagłębienie to pozostaje wilgotne przez większą część roku, tworząc na jednym z końców niewielki zbiornik, stale utrzymujący wodę.

Zespół projektowy i właściciele terenu pragnęli uniknąć przedłużającego się zalewu wiosennego, zwłaszcza utrzymywania się wody w niżej położonych miejscach i zagłębieniach, skąd nie mogłaby spłynąć z powrotem do rzeki. Tam gdzie teren był odpowiednio ukształtowany, brzeg został miejscowo obniżony – w celu umożliwienia odpływu wody, w miarę jak jej poziom w rzece opada, jak również spokojnego rozlewania się wody w miarę wzrostu jej poziomu. Gdy poziom wód opada poprzez odpływ grawitacyjny oraz parowanie, właściciel może się dostać do zastawki i ją zamknąć, zmniejszając odpływ wody systemem melioracyjnym IDB, co przyśpieszy regenerację pastwisk po wczesnoletnim wypasie.

Long Eau – Little Cartlon i Great Eau – Withern
W podobny sposób odsunięto obwałowania w górze rzeki, powyżej Little Carlton, podczas gdy w Withern do retencjonowania wód powodziowych wykorzystano naturalne ukształtowanie, łagodnie podnoszącego się terenu, bez konieczności obwałowania. Podobnie jak w Manby, w obu miejscach pracami objęto tereny zalewowe oraz krawędź koryta, tworząc płytkie zbiorniki, trzcinowiska, półki i bystrza, a tam gdzie było to możliwe, również eksponowane skarpy nadrzeczne.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995–2001

Wstępne wyniki modelowania hydrologicznego wskazują na znaczne korzyści osiągnięte w skali lokalnej, w tym zwiększenie stopnia zabezpieczenia przed wodami 30-letnimi, na odcinku ponad 3 km rzeki Long Eau, w okolicach Little Carlton i Manby.

Widok na terasę zalewową, zastawkę i trwałe siedlisko wodnobłotne – październik 2001

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZARZĄDZANIE WEZBRANIAMI NA TERENACH ZALEWOWYCH

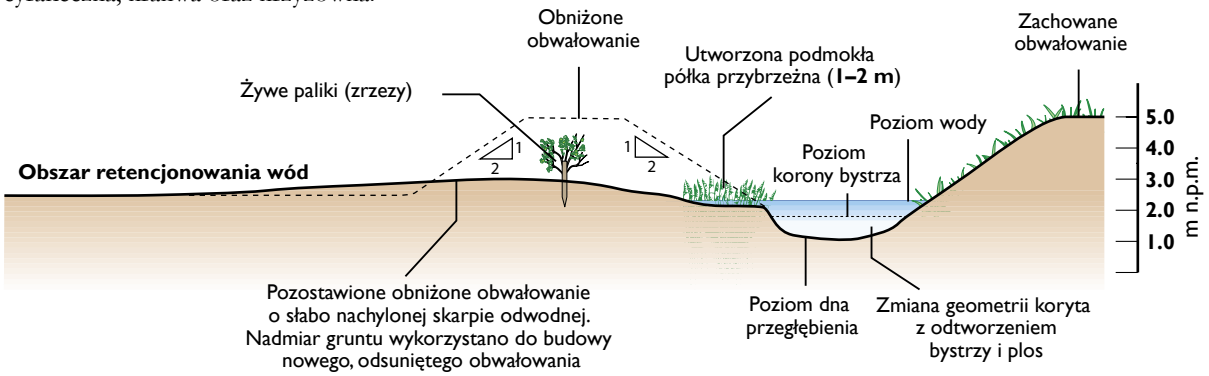
6

Long Eau – Manby
Wody z Long Eau zaczynają się przelewać, kiedy jej stan osiąga poziom powyżej 2,6 m n.p.m. (woda brzegowa), przy czym maksymalny, obserwowany poziom wynosił 4 m n.p.m. Stan wód zależy od warunków hydrologicznych w dopływach Eau, i w zależności od intensywności tych zjawisk, może utrzymywać się od dwóch do trzech dni. Przy poziomie wody w Eau poniżej 2,6 m n.p.m., na 75% terenów zalewowych będzie utrzymywać się woda o głębokości sięgającej do 0,5 m. Taki stan może się utrzymywać nawet przez 3–4 miesiące, zapewniając idealne warunki zimującym kaczkom właściwym, odżywiającym się roślinnością, takim jak świstun, cyraneczka, krakwa oraz krzyżówka.

Na odtworzonych terenach zalewowych wzrosła liczba ptaków blaszkodziobych i siewkowców. Do lęgów przystępują czajki i krwawodzioby. Zimą odnotowuje się także stada krwawodziobów, kszyków, kulików wielkich, batalionów, lęczaków i samotników, liczące nawet ponad 60 osobników, wykorzystujących tutejsze rozlewiska.

Kontakty:
Phil Smith, Environment Agency – Anglian Region, Guy Gibson Hall, Manby Park, Louth, Lincolnshire, LN11 8UR, Tel.: 01507 328102.

Rycina 6.3.2
PRZEKRÓJ A OBWAŁOWAŃ



Widok półki na wysokości przekroju A w cztery lata po zakończeniu prac

7

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

7.1 Niewielkie zbiorniki na terasie zalewowej

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – jesień 1995 (w obrębie meandrów), maj 1996 (w Rockwell)
LICZBA – 2 wykopane, 1 w zasypanym korycie
KOSZT – £1000/szt.

Utworzony zbiornik zasilany wodami podziemnymi

OPIS

Niewielkie zbiorniki zajmują płytkie obniżenia terenu w obrębie terasy zalewowej, które czasem mogą wysychać podczas suchego lata, o ile nie są zasilane wodami źródlanymi. Najczęstszą przyczyną ich powstania było przemieszczanie się nurtu rzeki w poprzek terasy oraz tylko częściowe odcięcie koryta, zasypanego materiałem niesionym przez rzekę. W związku z tym zbiorniki są ważnymi siedliskami licznych gatunków roślin i zwierząt, w tym żab i traszek.

Na terasie zalewowej rzeki Skerne wykonano trzy nowe zbiorniki. Dwa z nich zlokalizowano na odcinku, gdzie odtworzono meandry (*patrz 1.4*), a trzeci wzdłuż linii kolejowej, w obrębie rezerwatu Rockwell (*patrz – ogólny opis planu rewitalizacji rzeki Skerne*).

PROJEKT

Zbiorniki w obrębie meandrów
Południową terasę zalewową rzeki częściowo wypełniają odpady przemysłowe odizolowane od wód podziemnych warstwą iłów. U podnóża terasy obserwowano wysięk czystych wód, umożliwiający bujny wzrost roślinności łąkowej (wykaszanej), praktycznie przez cały rok. Zbiornik wykopano na obszarze występowania wód artezyjskich, będących pod dość niskim ciśnieniem, aby jak najlepiej wykorzystać możliwości stworzenia podmokłych siedlisk na terasie zalewowej (*ryc. 7.1.1*).

Nieregularny kształt zbiornika jest bardzo dobrze dopasowany do granic dostępnego terenu. Głębokość jego ograniczono do 300 mm w trosce o bezpieczeństwo publiczne, a także by zapewnić rozwój pożądanej roślinności wodnobłotnej. Z tych samych względów brzegi zbiornika są płaskie. Nie wybudowano przelewu, gdyż w bardzo mokrych okresach, nadmiar wody spływa do rzeki po sąsiadującym zadarnionym terenie.

Po północnej stronie nowego odcinka meandrującego, częściowo tylko zasypano dawne, wyprostowane koryto. Tuż poniżej pierwszego zakola meandru, wypełniający grunt wyprofilowano tak, aby utworzyć płytkie zagłębienie, w którym może gromadzić się woda opadowa spływająca powierzchniowo z pobliskiego parku, stając się w ten sposób niewielkim obszarem podmokłym, zwłaszcza w okresie zimy.

Oba zbiorniki zostały następnie obsadzone roślinnością przez zorganizowane grupy szkolne. W tym celu gatunki takie jak: firletka poszarpana, krwawnica pospolita i wiązówka błotna wyhodowano z nasion otrzymanych w ramach projektów szkolnych. Są one organizowane przez brytyjską agencję rządową English Nature, która przygotowała w tym celu poradnik dotyczący ochrony wód śródlądowych.

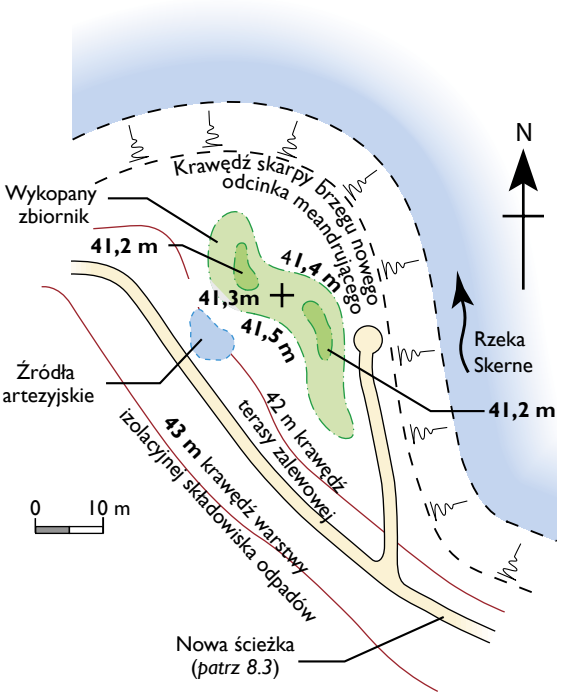
Zbiornik w rezerwacie przyrody Rockwell
Rezerwat został utworzony wcześniej przez wykopanie kilku głębszych oraz płytszych zbiorników w miejscu wypływu wód artezyjskich zasilanych z położonych wyżej terenów. Rezerwat jest między innymi siedliskiem traszki grzebieniastej. Jednakże teren w najbliższym sąsiedztwie rzeki został oszpecony hałdami ziemi i gruzu, porośniętymi mało cenną i niepożądaną roślinnością ruderalną.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

7

Rycina 7.1.1
PLAN ZBIORNIKA ZASILANEGO WODAMI GRUNTOWYMI W OBRĘBIE MEANDRA



Teren zbiornika w Rockwell po usunięciu hałd gruzu

Dla porównania – zbiornik w Rockwell po zakończeniu prac

Część hald została usunięta wraz z podścielającym je gruntem w celu odsłonięcia gleb aluwialnych, które były przemieszane ze zużytym piaskiem formierskim. Piasek znajdowany był na całej terasie zalewowej, zaświadczając o historii przemysłu w Darlington, związanej z hutnictwem żelaza.

We współpracy z lokalnym oddziałem stowarzyszenia ochrony przyrody Wildlife Trust, wykopano nowy płytki zbiornik, usuwając z tego terenu cały wydobyty urobek. Zbiornik ma powierzchnię około 50 m^2, o dnie łagodnie nachylonym w jedną stronę, osiągając maksymalną głębokość 1 m przy przeciwległym stromym brzegu, tworzącym niewielką skarpę, nad którą zwieszają się rosnące tam wcześniej zarośla wierzbowe.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/6–1998

Oba zbiorniki, umiejscowione na wysiękach wód artezyjskich, pozwoliły na odtworzenie trwałych siedlisk wodnobłotnych, utrzymujących się przez cały rok i dodających uroku tym zdegradowanym uprzednio miejscom.

Zbiornik uformowany na dawnym zasypanym korycie nie był udany, pomimo sporadycznego gromadzenia się wody. Okresy te były zbyt rzadkie lub za krótkie, aby zasiedliły ten teren rośliny wodnobłotne. Samą czaszę zajmowały te same gatunki traw i roślin zielnych, jakie występują wokół zbiornika, lecz są one osłabione, w wyniku okresowych zalewów. Niewątpliwie zbiornik ten stanowi pewien problem na otwartych terenach dostępnych publicznie, nie podnosząc ich walorów ekologicznych czy wizualnych.

Pozwala to na stwierdzenie, że aby zbiorniki miały dodatkową wartość przyrodniczą, muszą mieć zapewnione zasilanie wodami gruntowymi lub powierzchniowymi, przynajmniej przez większą część roku. Zbiorniki okresowe mogą mieć taki charakter w przypadku, gdy są wypełnione wodą przez co najmniej 6–9 miesięcy w roku.

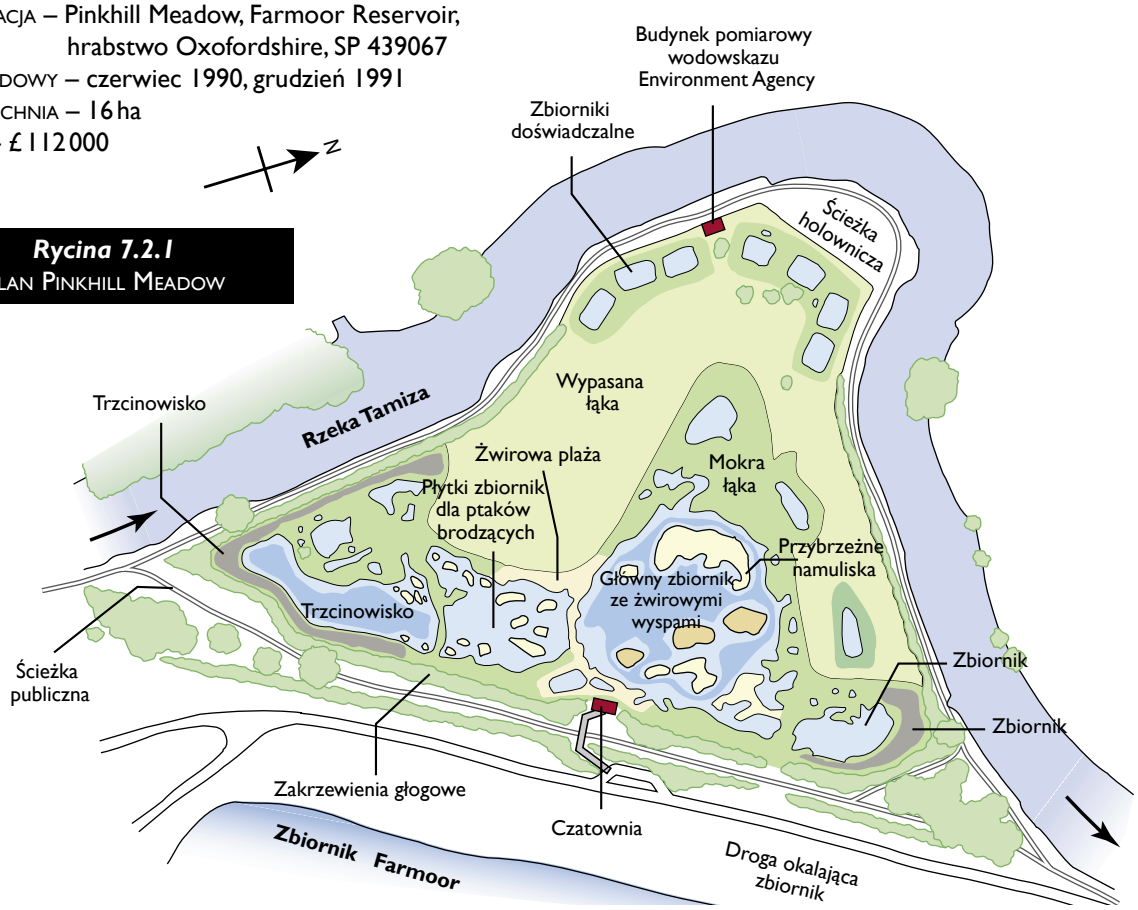
Zaskoczeniem jest częsta obecność kaczek i kokoszek wodnych na zbiorniku, w obrębie odcinka meandrującego, które można obserwować z wybudowanej wzdłuż rzeki ścieżki (*patrz 8.3*).

7

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

7.2 Mozaika siedlisk ziemnowodnych

RZEKA TAMIZA
LOKALIZACJA – Pinkhill Meadow, Farmoor Reservoir, hrabstwo Oxfordshire, SP 439067
DATA BUDOWY – czerwiec 1990, grudzień 1991
POWIERZCHNIA – 16 ha
KOSZT – £ 112 000



Rycina 7.2.1
PLAN PINKHILL MEADOW

OPIS

Pinkhill Meadow znajduje się wewnątrz czterohektarowego meandra Tamizy, na wysokości zbiornika Farmoor. Szczegółowa ocena krajobrazowa zbiornika w roku1988, zidentyfikowała ten obszar jako potencjalne miejsce do otworzenia terenów podmokłych. Do dziś zachowało się w tej części doliny górnej Tamizy zaledwie kilka takich obszarów, które przetrwały rozwój i intensyfikację gospodarki rolnej. Na około 1,5.- hektarowej łące wciąż rosną takie rzadkie i wartościowe gatunki łąkowe, jak np. nasięźrzał pospolity, krwiściąg pospolity czy koniopłoch łąkowy.

Celem projektu była poprawa warunków siedlisk rzecznym oraz tych, znajdujących się na terenie zbiornika, poprzez odtworzenie w obrębie łąki siedlisk zalewowych i podmokłych, znacznie naruszonych podczas budowy zbiornika. Kluczowym zagadnieniem było przywrócenie biotopów ptaków brodzących i wodno-błotnych, głównie krwawodzioba, jak również stworzenie obiektu, w którym ludzie mogliby obserwować liczne gatunki zwierząt żyjących na terenach podmokłych oraz obcować z bardziej naturalnym krajobrazem.

Projekt powstał w wyniku porozumienia między właścicielami ziemi (Thames Water) i National Rivers Authority (NRA), przy wsparciu doradczym Pond Action. Większa część kompleksu Farmoor jest dostępna publicznie, klucze do czatowni można dostać u administratora obiektu, przy bramie nr 3.

PROJEKT

Założenia projektowe oparto na ocenie krajobrazu, tworząc na tej podstawie szczegółowe rozwiązania, dostosowane do celów projektu oraz lokalnych ograniczeń.

W celu zwiększenia różnorodności topograficznej, hydrologicznej, biologicznej i wizualnej obiektu, zaprojektowano mozaikę ponad 40 różnej wielkości zbiorników. Prace objęły utworzenie akwenów o znacznym spektrum głębokości i wodoprzepuszczalności (filtracji), z płasko ukształtowanymi brzegami i sfalowanym dnem, co umożliwia ich zasiedlanie przez różne gatunki roślin wodno-błotnych, a także tworzy optymalne siedliska dla ptaków brodzących.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

7

Rycina 7.2.2
PRZYKŁADOWY PRZEKRÓJ PRZEZ TRZCINOWISKO

Prace ziemne przeprowadzono w dwóch etapach, pierwszym: w czerwcu i lipcu 1990 roku, drugim zaś w zimie 1991/2. Taki podział umożliwił lepsze przygotowanie szczegółowych rozwiązań dla bardziej złożonych prac w drugim etapie projektu.

Wydobycie gruntu oparto na szczegółowych projektach krajobrazowych przygotowanych przez architekta krajobrazu NRA. Prace były prowadzone w ścisłej współpracy oraz pod stałym nadzorem wszystkich udziałowców przedsięwzięcia. Dzięki temu, niedoświadczony operator maszyn był w stanie osiągnąć bardzo drobne zróżnicowanie ukształtowania terenu, co kształtowało poziom wód. 20 000 m^3 wydobytego gruntu dokładnie splantowano w formie niskiego wzgórza poza terenem zalewowym, nieopodal śluzy Pinkhill. Zostało ono następnie obsadzone drzewami i krzewami oraz obsiane mieszanką kwietnych bylin.

W pierwszym etapie utworzono cztery akweny: główny zbiornik, płytkie zbiorniki dla ptaków brodzących oraz dwa zbiorniki z szuwarem trzcinowym. W drugim etapie prace objęły powiększenie i zmianę ukształtowania tych akwenów, tworząc ponadto mokrą łąkę, namuliska wypłycenia oraz zbiorniki okresowe.

Wyniki pierwszego etapu dostarczyły cennych informacji wykorzystanych dla ulepszeń prac realizowanych w drugiej fazie projektu. Różnice pomiędzy aktualnym i projektowanym poziomem wód wykorzystano do dostosowania nowych głębokości wykopów oraz rzędnych terenów przybrzeżnych i sfalowanej krawędzi mokrej łąki. Odpowiednia lokalizacja namulisk oparta została na zróżnicowaniu siedliskowym występujących tu gatunków ptaków brodzących.

Zbiorniki z głęboką wodą
Główny zbiornik, o głębokości do 2,5 m i powierzchni nieco poniżej 0,5 ha, został wykopany w żwirowej warstwie wodonośnej. Jego rozmiar i głębokość zwiększają różnorodność siedlisk, a także lepiej izolują poszczególne wyspy, zmniejszając przez to możliwość drapieżnictwa gniazd ptasich w okresie lęgowym. Znaczna głębokość zapewnia zachowanie otwartej toni wody, ograniczając możliwość całkowitego zarośnięcia zbiornika przez roślinność szuwarową.

Wypłycenia i ich obrzeża
Rzędną tych terenów zaprojektowano na wysokości pomiędzy 300 mm poniżej, a 100 mm powyżej średniego poziomu wody. Jako że poziom wód w głównym zbiorniku waha się o około 300 mm, odzwierciedlając zmiany poziomu wód gruntowych, obszary te są bardzo ważne dla zachowania płaskich brzegów przy krawędzi wody.

Tymczasowe zbiorniki wodne i zagłębienia terenu
Obszar projektu obejmuje również niewielkie zbiorniki okresowe, częściowo izolowane, niektóre zaś

Płytkie zbiorniki dla ptaków brodzących

7

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

Budowa głównego zbiornika, płytkich zbiorniczków i trzcinowiska – luty 1992

graniczące z większymi akwenami. Ich wielkość sięga od kilku metrów kwadratowych do około 100 m², w przypadku dwóch zbiorników utrzymujących wodę przez większość roku. Akweny te zaprojektowano tak, by mogły całkowicie wysychać w latach suchych (co miało miejsce dwa lub trzy razy od czasu ich budowy), tworząc ostoje dla niewielkich ryb, bezkręgowców wodnych i niektórych płazów.

Płytkie zbiorniki dla ptaków brodzących
W tym celu na terenach aluwialnych pokrywających żwirową warstwę wodonośną utworzono płytki akwen, o głębokości maksymalnej 400 mm, gdzie poziom wody regulowany jest za pomocą rury łączącej go z głównym zbiornikiem. Obiekt ten zapewnia rozwój rozległych błotnistych obrzeży, będących miejscami żerowania ptaków brodzących i cyraneczek, zwłaszcza podczas przelotów jesiennych.

Wyspy żwirowe i ich obrzeża
Utworzone na obszarze 0,1 ha, tworzą siedliska lęgowe dla sieweczki rzecznej i rybitwy rzecznej. Żwir został dokładnie wyselekcjonowany pod względem jego uziarnienia, w celu zapewnienia tym gatunkom optymalnych warunków dla rozrodu. Umieszczone w wybranych miejscach bruk oraz głazy dodatkowo urozmaicają powierzchnię wysp.

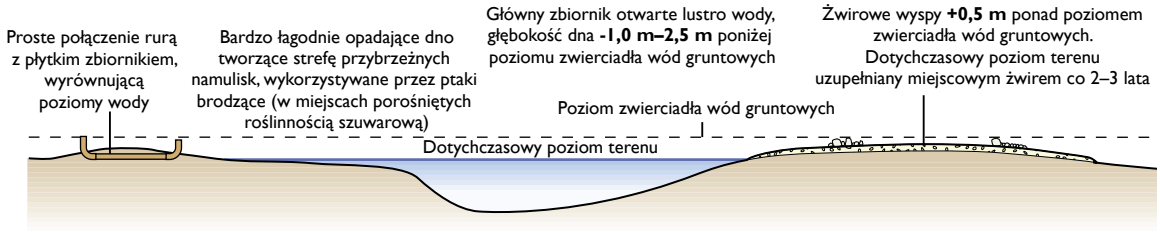
Namuliska i wyspy
Utworzone one zostały poprzez wydobycie gruntów aluwialnych. Łagodne zbocza o nachyleniu minimum 1:20, tworzą optymalne siedliska lęgowe oraz żerowiska dla ptaków brodzących, tworząc również bardziej otwarty biotop, odpowiedni dla niektórych gatunków roślin namuliskowych i przybrzeżnych.

Mokra łąka o sfalowanej powierzchni
Utworzono ją, wykorzystując niewielkie zróżnicowanie wysokości terenu, nieco powyżej średniego poziomu wody (między 100 a 200 mm ponad średnim poziomem wód). Ten podmokły teren, zdominowany przez kępiaste turzyce i sity, utworzono jako siedliska lęgowe oraz żerowiska ptaków brodzących, zwłaszcza krwawodzioba i bekasa.

Trzcinowiska
Dwa podłużne trzcinowiska, o długości około 250 m, utworzono w wykopie wzdłuż wschodniej krawędzi terenu projektu. W tym celu wykopano płytkie rowy, które następnie obsiano wyhodowanymi sadzonkami trzciny pospolitej. Trzcinowiska ograniczają dostęp i penetrację terenu przez ludzi, będąc jednocześnie cennym siedliskiem lęgowym i żerowiskiem takich gatunków ptaków wodno-błotnych, jak trzcinniczek czy wodnik.

Zarośla
Podwójny rząd krzewiastych wierzb zmieszanych z pojedynczymi głogami, tarniną i dziką różą,

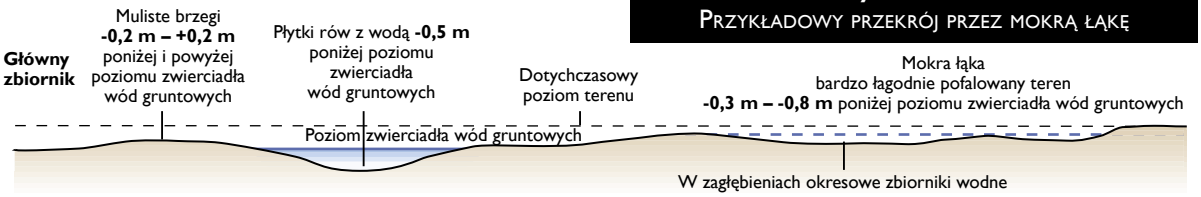
Rycina 7.2.3
PRZYKŁADOWY PRZEKRÓJ PRZEZ GŁÓWNY ZBIORNIK I ŻWIROWE WYSPY



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

TWORZENIE SIEDLISK PODMOKŁYCH NA TERENACH ZALEWOWYCH

7



Rycina 7.2.4
PRZYKŁADOWY PRZEKRÓJ PRZEZ MOKRĄ ŁĄKĘ

tworzy żywopłot o szerokości około 4 m wzdłuż wschodniej krawędzi terenu projektu, łącząc pobliskie szuwary, łąki, żywopłoty i tereny leśne. Podobnie jak w przypadku trzcinowisk, obecność żywopłotu ogranicza dostęp i penetrację przez ludzi, ograniczając zaburzenia antropogeniczne. Zarośla są bogatym siedliskiem owadów, a także miejscem zimowania żab, ropuch i traszek. Krzewiasty charakter ma zostać zachowany dzięki corocznemu przycinaniu zarośli, tworzących stałą osłonę całego obszaru.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1999–WIOSNA 2001

Przez pierwsze 5 lat po zakończeniu prac, prowadzano ciągłe badania monitorujące skuteczność projektu. Ich wyniki wykazały, że tak niewielki obszar podmokły stał się wyjątkowo bogatym gatunkowo siedliskiem fauny i flory.

W ciągu 5 lat, ponad 20% (ponad 60 gatunków) wszystkich brytyjskich gatunków roślin wodnych i wodno-błotnych zasiedliło ten teren. Sam główny zbiornik był najbogatszym stanowiskiem roślinności wodnej i higrofilnej w całym hrabstwie. Podobnie na tym obszarze stwierdzono 22% (ponad 150 gatunków) brytyjskich dużych wodnych bezkręgowców, włączając w to 12 lęgowych gatunków ważek.

Zagęszczenie populacji ptaków brodzących było bardzo wysokie i wynosiło 100 par/km^2, co jest wartością porównywalną z ekstensywnie wypasanymi terenami bagiennymi bądź innymi ważnymi siedliskami ptaków brodzących w Wielkiej Brytanii.

W roku 1993 i 1994 stwierdzono rozród dwóch par sieweczki rzecznej, reprezentujących 15% populacji lęgowej hrabstwa Oxfordshire. Niestety, teren projektu był zbyt mały by utrzymać aż tak wysokie zagęszczenie tego gatunku, w związku z czym sieweczki nie były obserwowane od roku 2000.

Widok z lotu ptaka

Zaangażowanie stron oraz osób biorących udział w projekcie, doprowadziło do kontynuacji badań nad przebiegiem procesu renaturyzacji tego terenu. W związku z tym, co dwa lub trzy lata – pomiędzy rokiem 1992 a 2002 wprowadzano drobne, bądź nieco większe modyfikacje projektu.

Objęły one:
- zarządzanie wyspami żwirowymi;
- oczyszczanie i tworzenie nowych namulisk;
- budowę nowych zbiorników;
- podwojenie powierzchni trzcinowisk;
- coroczne przycinanie i przerzedzanie krzewiastych wierzb.

Najważniejszymi przyczynami sukcesu projektu Pinkhill Meadow było zintegrowanie nowo utworzonych terenów o wysokich walorach przyrodniczych z podstawowymi czynnikami środowiskowymi:
- dobrą jakością wody;
- wysokim stopniem spójności krajobrazowej z innymi terenami podmokłymi;
- kompleksowym projektem, właściwie zintegrowanym z mozaiką siedlisk na terenach zalewowych, szczególnie zaś w Pinkhill Meadow:
- odtworzeniem terenów podmokłych z uwzględnieniem obecności w nich człowieka;
- utworzeniem na tym obszarze sześciu kluczowych siedlisk doliny Tamizy.

Podobne założenia projektowe – do tych, które zastosowano przy rewitalizacji Pinkhill Meadow – zostały następnie wykorzystane do utworzenia dwóch kolejnych obszarów podmokłych na tym terenie: Shrike Meadow i Buckthorn Meadow.

Kontakt:
Richard Hellier, Environment Agency – Thames Region,
Kings Meadow House, Kings Meadow Road,
Reading, Berks, RG1 8DQ. Tel.: 01189 535000.
Conservation and Heritage Team, Thames Water,
Clearwater Court (RBH2),
Western Road, Reading, Berks,
RG1 8DB. Tel.: 01189 593720.
Ponds Conservation Trust,
c/o Oxford University,
Gipsy Lane, Headington,
Oxford, OX3 0PB. Tel.: 01865 483278.

8 ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8.1 Brody i wodopoje

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
DŁUGOŚĆ – 4 brody i wodopój
KOSZT – brody £1000 każdy, wodopój £1000

Wodopój
w km 0+100 m

OPIS

Dwa nowe brody oraz wodopój zostały utworzone na zrenaturyzowanym odcinku rzeki, w dolnym jej biegu, poniżej młyna Coleshill. W górnym biegu, powyżej młyna utworzono dwa inne brody (*patrz rozdział 1, ryciny 1.1.1–1.1.2*). Każdy bród umożliwia zwierzynie łatwe przejście przez rzekę, stanowiąc dodatkowo wodopój. Brody znajdujące się w górze rzeki powyżej młyna mogą również być wykorzystywane przez pojazdy rolników, natomiast brody w dolnym biegu stanowią fragment szlaku konnego (do jazdy konnej). Choć wszystkie obiekty oparto na podobnych założeniach, rozwiązanie każdego z nich jest w znacznym stopniu odmienne, ze względu na konieczność uwzględnienia lokalnej topografii terenu.

PROJEKT

Wszystkie trzy obiekty zostały wybudowane w miejscu, gdzie dawne, proste koryto rzeki przecina nowo odtworzone koryto meandrujące. Każdy z nich utworzono na trasie dawnego zasypanego koryta rzeki, gdzie grunt jest niezagęszczony i podatny na erozję. Zamiast chronić brzegi umocnieniami, każdy obiekt odsunięto od brzegu nowego koryta poprzez włączenie ramp wyłożonych kamieniami (1:6 lub o mniejszym nachyleniu), w celu stworzenia przeprawy bądź wodopoju. Zastosowanie kamiennego narzutu było konieczne również w celu zapewnienia odpowiedniej ochrony koryta, gdyż poziom nowego dna rzeki jest w każdym miejscu podniesiony około 1 m ponad dawny.

Wodopój w km 0+100 m (ryc. 8.1.1)
Został on umiejscowiony tuż poniżej ostrego zakola nowego koryta rzeki, gdzie spodziewano się uformowania progu żwirowego przez szybko płynący nurt. Uwzględnienie powyższych warunków hydraulicznych, a także dokładne ukształtowanie pobliskich brzegów, pomaga uniknąć ryzyka zamulenia, które często czyni wodopoje nieprzydatnymi. Ogrodzenie z żerdzi wokół rampy jest połączone z ogrodzeniem brzegów po obu stronach rzeki.

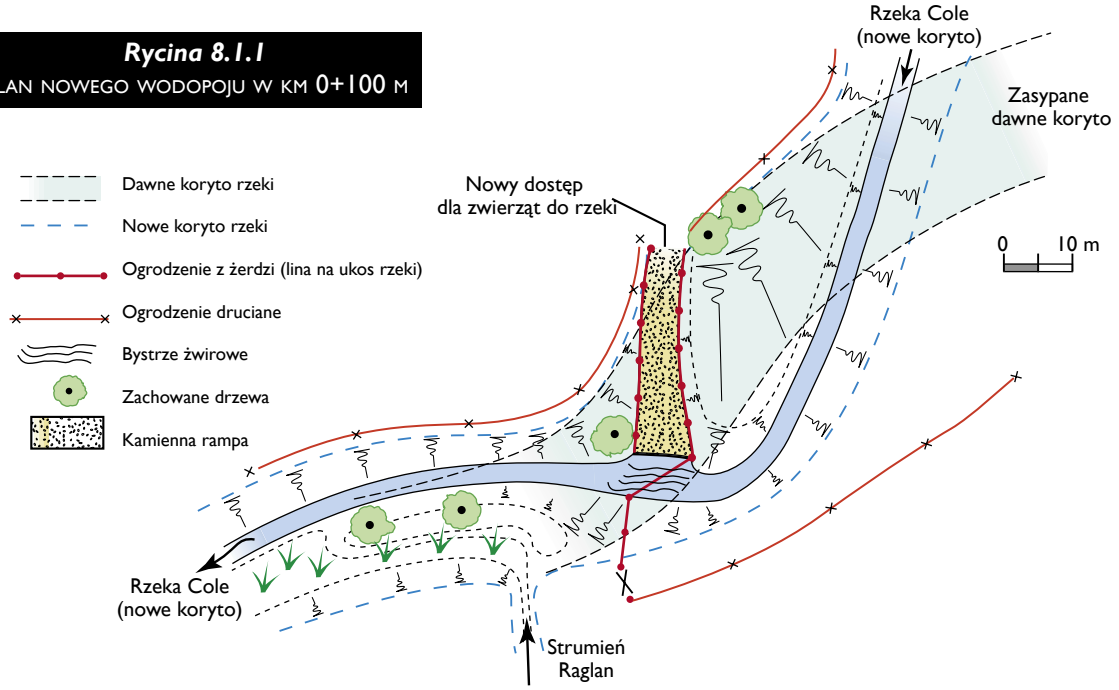
Ogrodzenie w poprzek rzeki tworzy pojedyncza, masywna linka stalowa, przeciągnięta na ukos koryta (*patrz zdjęcie*). Takie zamocowanie zmniejsza ryzyko zatrzymywania na niej płynących szczątków, a wyjątkowo: nawet całkowitego zablokowania koryta. Kąt poprowadzenia liny uwzględnia powodowane nią zaburzenia przepływu, dodatkowo zmniejszając groźbę zamulenia wodopoju.

Rampę (jej odcinek położony od strony wody górnej oraz w korycie rzeki) uformowano na zagęszczonym podłożu. Płaskie odcinki pokryto brukiem kamiennym posadowionym na matach z geowłókniny.

Bród w km 0+280 m (ryc. 8.1.2)
Poprowadzony pomiędzy trzema dojrzałymi drzewami na dawnym brzegu rzeki, tworząc obiekt w kształcie litery „S", przecina nowe koryto po przekątnej (około 15 m w porównaniu do typowej szerokości dna, wynoszącej około 3 m). Lokalizacja brodu pokrywa się z miejscem, w którym utworzy się stabilne

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Rycina 8.1.1
PLAN NOWEGO WODOPOJU W KM 0+100 M

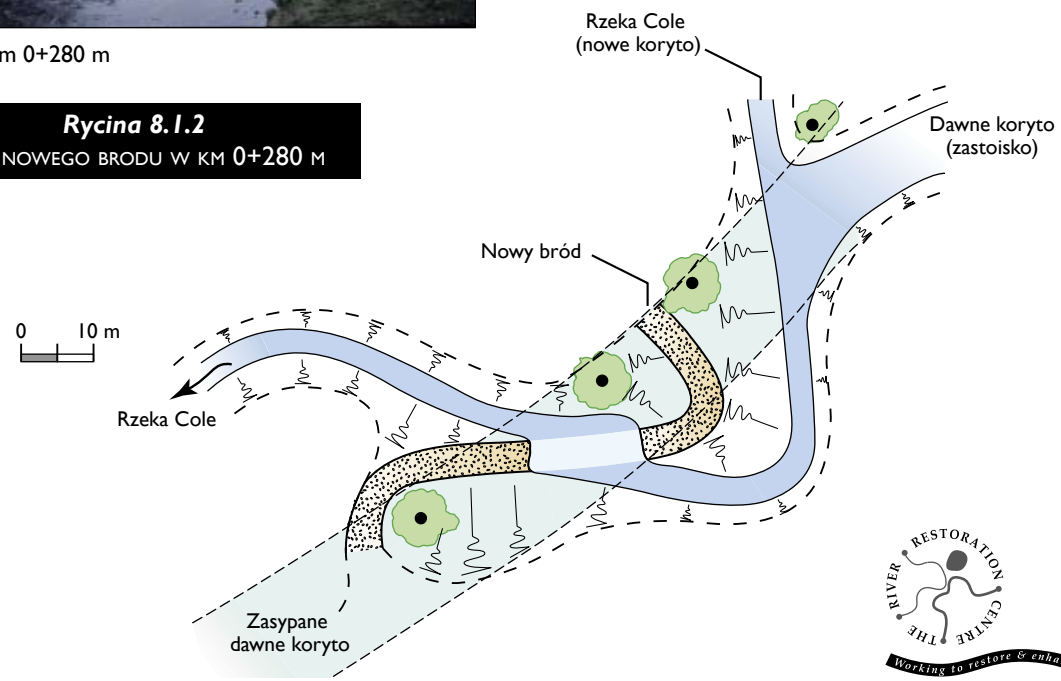


Bród w km 0+280 m

żwirowe bystrze, ze względu na położone nieopodal w górę biegu rzeki ostre zakole nurtu.

Większą część brodu uformowano w dawnym korycie rzeki, wypełnionym osadami. Skarpy dokładnie uformowano w celu płynnego połączenia obiektu z nienaruszonym gruntem na obu brzegach rzeki, a także z poziomem korzeni pobliskich drzew oraz nowo wykopanego koryta. Koryto rzeki oraz rampy pokryto brukiem kamiennym na matach z geowłókniny, co jest wystarczające dla zwierząt, lecz nie dla ciężkich pojazdów.

Rycina 8.1.2
PLAN NOWEGO BRODU W KM 0+280 M



8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Bród w km 0+620 m (ryc. 8.1.3)
Bród obejmuje starą, nadbrzeżną wierzbę na jednym brzegu, przecinając nowe koryto rzeki stycznie do jej dawnego biegu. Na tym odcinku rzeki nie występują naturalne odsypy żwirowe (w przeciwieństwie do przykładów podanych powyżej), dlatego też bród wymagał sztucznego umocnienia, jeśli miał przetrwać w tym miejscu. Drugim powodem wprowadzenia umocnień był fakt, że bród pomaga zmniejszyć ryzyko erozji dennej koryta rzecznego w tym krytycznym miejscu (*patrz 1.2*).

Bród utworzono poprzez poszerzenie koryta (około 6 m w porównaniu do średniej szerokości 3 m) i wyniesienie jego dna ponad średni poziom dna o około 0,3 m. Takie ukształtowanie było konieczne dla zapewnienia niewielkiej głębokości brodu przy średnich przepływach, tak by zapewnić możliwość swobodnego przejścia wód bez nadmiernego podniesienia poziomu, w przypadku nawet niewielkiej zmiany przepływów. W okresach wezbrań, przeprawa jest całkowicie zalana i nie wywiera istotnego wpływu na poziom wód.

Dawne koryto rzeczne zostało zasypane do głębokości 1 m i wzmocnione 400 mm warstwą narzutu kamiennego o średnicy 150 mm, pobranego z koryta poniżej, by stworzyć efekt łagodnego bystrza. Nachylenie rampy na obu brzegach wynosi 1:6 i zostało harmonijnie wkomponowane w linię brzegową starego i nowego koryta, co przedstawiono na zdjęciu. W ten sposób uformowano płaskie skarpy brzegów niewymagających umocnienia, pomimo że są one podścielone mało spoistym gruntem, którym zasypano dawne koryto.

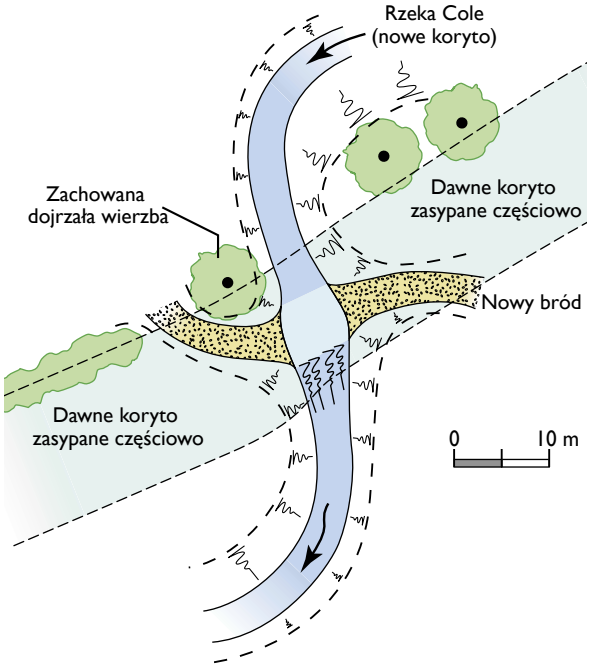
Górny bieg rzeki powyżej młyna
Dwa brody zostały utworzone na nowym, meandrującym odcinku rzeki, wykopanym na całej swojej długości w spoistym gruncie.

Bród w km 0+000 m
Bród ten został połączony z budową nowego progu piętrzącego, co opisano w rozdziale 5.2. Nie odgrywa on zasadniczej roli w projekcie renaturyzacji rzeki, lecz ze względu na niewielki wzrost kosztów związanych z budową progu, jest cennym obiektem dla miejscowych rolników.

Bród w km 0+250 m
Bród został schematycznie przedstawiony w rozdziale 2.2, na rycinie 2.2.1. Jego celem, w połączeniu z pobliskim mostkiem nad młynówką (*patrz 8.2*), jest umożliwienie pojazdom przejazdu przez rzekę. Bród zaprojektowano w formie wypłycenia poniżej ostrego zakola rzeki. Przecina on w poprzek nowe koryto rzeki, tak iż rampa od strony wypukłej zakola może nawiązywać formą do naturalnego odsypu żwirowego, który stopniowo wznosi się w stronę

Bród na trasie konnej w km 0+620 m

Rycina 8.1.3
PLAN NOWEGO BRODU W KM 0+620 M



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8

brzegu do poziomu okolicznego terenu. Nawiązuje to do morfologii rzek wyżynnych, gdzie progi i ławice żwirowe często służą jako naturalne przeprawy. Ze względu na brak gruboziarnistego rumowiska w rzece Cole, próg i ławica musiały zostać sztucznie utworzone z użyciem tłucznia i kruszyw.

Rampa na zewnętrznym brzegu zakola została podniesiona do poziomu nowej przeprawy nad młynówką, jej boki uformowano w taki sposób, aby otrzymać po obu stronach płynne przejście w brzegi rzeki. Przelew wezbraniowy na brzegu młynówki znajduje się nieopodal brodu (*przelew S2 patrz 6.1*), co powoduje dość złożone warunki hydrauliczne na tym odcinku rzeki. W tej sytuacji ukształtowanie brzegu wymagało zapewnienia niewielkich spadków oraz wyoblenia krawędzi i stoków, w celu zmniejszenia ryzyka rozmycia brzegu przez wzburzone wody wezbraniowe.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Wszystkie opisane budowle zachowywały się poprawnie, bez konieczności wprowadzania jakichkolwiek poprawek lub usprawnień. Jest to szczególnie ważne, gdyż zostały one zaprojektowane tak, aby zachować trwałość w przeciętnych warunkach hydraulicznych nowego koryta rzecznego.

Pomimo prostoty rozwiązań projektowych, każdy obiekt został zaprojektowany w taki sposób, by wykorzystać miejscowe uwarunkowania, co przejawia się wyraźnie w zróżnicowanej wartości wizualnej i różnorodności siedlisk, które udało się osiągnąć. Należy przy tym wspomnieć, że pomiędzy kamieniami na obrzeżach brodu na szlaku konnym przeprawy jeździeckiej w km 0+620 m, bardzo dobrze rozwija się populacja włosieniczników.

Brody i wodopój, w dolnym biegu rzeki przy młynie zostały utworzone w miejscach wymagających umocnienia brzegów rzeki, co w efekcie okazało się rozwiązaniem bardzo praktycznym. W związku z tym, że różnice kosztów obu opcji są minimalne, zaleca się wykorzystanie tego rozwiązania (budowy brodów) w podobnych warunkach terenowych.

Bród dla pojazdów w górnym biegu rzeki powyżej młyna w km 0+250 m

8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8.2 Przeprawy nad ciekami

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995
KOSZT – betonowy przepust £8700, stalowy przepust £3000

Wodopój w km 0+100 m

OPIS

Dwie nowe przeprawy były konieczne w celu dojazdu pojazdów rolniczych oraz maszyn dla utrzymania rzeki. Projekt musiał spełniać jednocześnie następujące kryteria – funkcjonalności oraz akceptacji pod względem wizualnym, bez ponoszenia dodatkowych kosztów przeznaczonych na ten cel. Szczególnie korzystne było zastosowanie ogólnodostępnych i gotowych półfabrykatów, wzorem rolników i właścicieli terenu powszechnie wykorzystujących taki rodzaj przepraw. Celem było zademonstrowanie rozwiązań łatwych do naśladowania i efektywnych pod względem finansowym.

Jedna z budowli przechodzi nad szeroką na około 10 m młynówką, podczas gdy druga biegnie nad odnowionym i poszerzonym rowem, prowadzącym wody wezbraniowe z głównego koryta na pobliskie łąki (*opis i lokalizacja – patrz rozdział 6.1*).

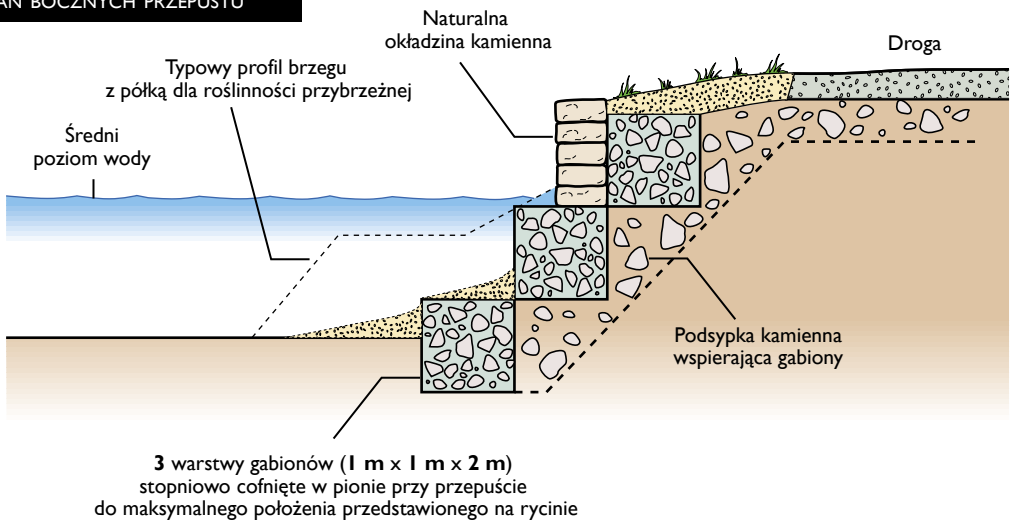
PROJEKT

Przejście nad młynówką (ryc. 8.2.1)
Obiekt tworzy odlany wcześniej, prefabrykowany przepust betonowy o szerokości 3 m i wysokości 2,1 m, zamknięty z obu stron koszami siatkowo-kamiennymi (gabionami). Taka konstrukcja właściwie spełnia swoją funkcję, lecz niestety szpeci swoim wyglądem dolinę, dlatego też poświęcono dużą uwagę zwiększeniu walorów wizualnych i siedliskowych poprzez szczegółową zabudowę ścian bocznych.

Dla pełnej zabudowy ścian bocznych, od dna koryta do poziomu jezdni, konieczne było ułożenie trzech warstw gabionów. Dwie najniższe zamocowano tuż pod podpiętrzonym poziomem lustra wody w młynówce, przez co są one niewidoczne. Gabiony pierwotnie miały tworzyć prostokątne przewężenie koryta, szersze od samego przepustu, lecz zostały

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Rycina 8.2.1
PRZEKRÓJ ŚCIAN BOCZNYCH PRZEPUSTU



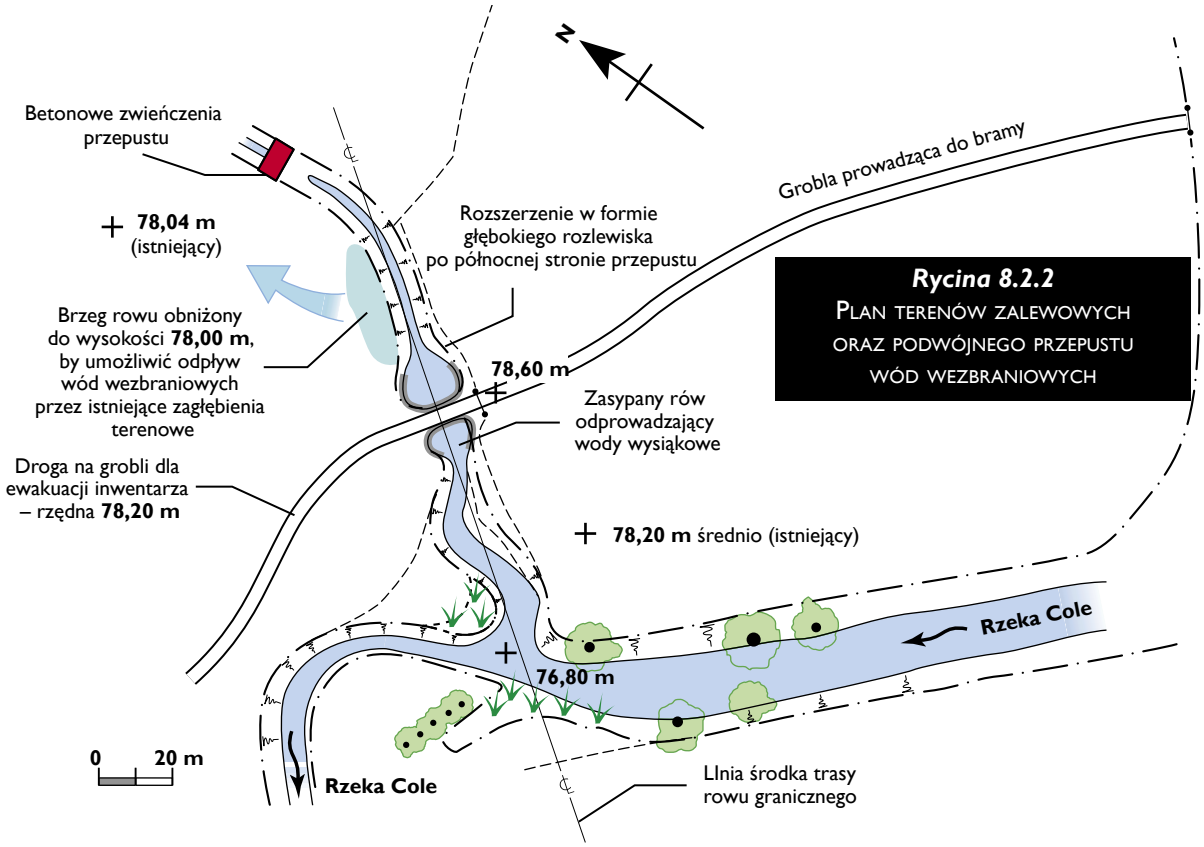
stopniowo odsunięte od pionu, tak aby utworzyć półkę pod pierwszą warstwą.

Najwyższa warstwa miała ten sam przekrój poziomy, lecz była jeszcze bardziej cofnięta, umożliwiając zabudowę przedniej ściany gabionów okładziną kamienną – ściana ta jest jedynym widocznym elementem, o charakterze bardziej dekoracyjnym aniżeli funkcjonalnym. Stopniowe cofnięcie koszy siatkowo-kamiennych spowodowało, że pochyłe brzegi rzeki mogły być płynnie wkomponowane w linię ich zabudowy, która utworzyła podwodną półkę dla przybrzeżnych hydrofitów. Połączenie roślinności przybrzeżnej oraz kamiennych ścian odwraca uwagę od betonowego przepustu będącego elementem mało atrakcyjnym wizualnie, co jest wyraźnie widoczne na zdjęciu.

Ukończona budowla „mostu”

8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

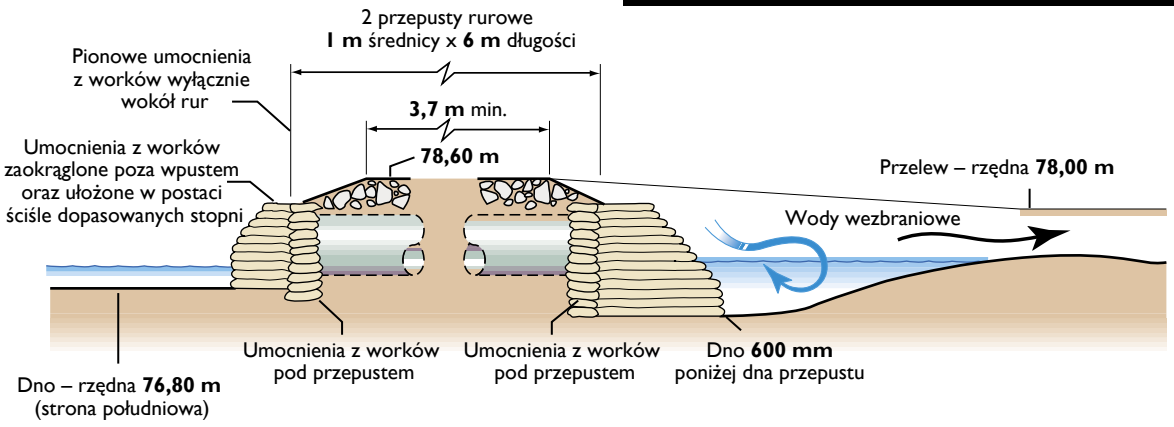


Rycina 8.2.2
PLAN TERENÓW ZALEWOWYCH ORAZ PODWÓJNEGO PRZEPUSTU WÓD WEZBRANIOWYCH

Przepust nad rowem (ryc. 8.2.2)
Przepust został umiejscowiony w dolnym biegu rzeki, poniżej głównej szosy, w sąsiedztwie przelewu wezbraniowego S4 (*plan rowu i szczegóły – patrz rozdział 6.1*)

Rów ten ma głębokość jedyne około 1 m, dlatego też użyto dwóch rur – o takiej średnicy, by zapewnić odpowiedni przekrój dla przepływu wód wezbraniowych. Wykonawca wybrał ocynkowane rury stalowe z blachy falistej, gdyż są one łatwo dostępne i proste w montażu. Ułożone obok siebie, mają około 2,5 m szerokości, a więc więcej niż szerokość samego rowu. Projekt obu przyczółków przeprawy wymagał zatem umożliwienia płynnego przejścia pomiędzy poszerzonym zbiornikiem na wlotach rur a stosunkowo wąskim, trapezoidalnym korytem powyżej.

Rycina 8.2.3
PRZEKRÓJ PRZEZ STALOWY PRZEPUST



Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8

Przeprawa nad rowem, widziana z brzegu rzeki Cole (umocnienie z worków ścian bocznych jest niedokończone)

Uzyskanie tak złożonej geometrii było możliwe dzięki wykorzystaniu worków jutowych wypełnionych betonem. Innym ważnym czynnikiem był fakt, że wody wezbraniowe przepływające przez rury mogą mieć na ich wylocie turbulentny przepływ o dużej prędkości. W celu rozproszenia tej energii, utworzono specjalne rozlewisko o kształcie owalnym. Jest to znacznie lepsze rozwiązanie od budowy ciężkich umocnień, mających na celu powstrzymanie erozji. Ponadto – takie zbiorniki mogą być atrakcyjne wizualnie, posiadając także duży potencjał siedliskowy.

Umocnienie z worków ułożono pionowo tylko wokół wlotów przepustu, a następnie wygięto łagodnie na zewnątrz o 90 stopni lub nieco więcej, dopasowując je w celu płynnego połączenia z pochyłymi brzegami rowu. Zamiast pionowego ułożenia worków, skarpy ukształtowano schodkowo, a utworzone w ten sposób wąskie półki gromadzą muł, umożliwiając rozwój roślinności. Wysokość umocnienia została ograniczona do poziomu sklepienia rury.

Betonowe umocnienia z worków są uniwersalną metodą osiągnięcia złożonych kształtów, umożliwiając ponadto w krótkim czasie uzyskanie dość atrakcyjnego i estetycznego wyglądu. Jest to związane z tym, iż beton taki jest zawsze mniej zbity od wcześniej odlanych elementów prefabrykowanych, a co za tym idzie, stwarza powierzchnię bardziej odpowiednią dla rozwoju zróżnicowanej roślinności. Juta rozkłada się po upływie roku lub dwóch lat i ułatwia szybkie gromadzenie mułu, co umożliwia ukorzenienie roślinności, szczególnie w przypadku, gdy materiał nie jest nasączany środkami konserwującymi.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Obie przeprawy funkcjonowały w pełni zadowalająco, wkomponowując się w okoliczny krajobraz.

Projekt jest z założenia praktyczny, aby pokazać, że nawet najprostsze materiały budowlane, takie jak stal i beton, mogą zostać wzbogacone niewielkim nakładem dodatkowych kosztów.

Zazwyczaj inwestorzy preferują dobrze zaprojektowane, proste mosty przęsłowe, lecz dodatkowe koszty związane z budową takich obiektów nie byłyby uzasadnione w tym projekcie. W przypadku Coleshill, krótkie przepusty pozwalały osiągnąć wystarczający przekrój, z nieznacznym tylko ryzykiem ich zablokowania.

8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8.3 Ścieżki dostosowane do ruchu niepełnosprawnych

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – czerwiec 1997
DŁUGOŚĆ – ścieżka betonowa 1000 m x 1,8 m, ścieżka bitumiczna 225 m x 2,5 m
KOSZT – scieżka betonowa £ 55 000, ścieżka bitumiczna £ 43 000

Ścieżka betonowa wzdłuż meandrów

OPIS

Przed rewitalizacją, dostęp do rzeki utwardzonych ścieżek był bardzo ograniczony. Wyniki wywiadu przeprowadzonego wśród ludności przed rozpoczęciem prac projektowych wykazały, że dostęp taki jest przez mieszkańców pożądany i ma wysoki priorytet. Zaplanowano budowę dwóch ścieżek, przedstawionych na planie we wstępie, z wykorzystaniem metod opisanych poniżej.

Pierwsza ścieżka biegnie wzdłuż południowego brzegu rzeki, gdzie utworzono nowe meandry (*patrz 1.4*), łącząc istniejącą kładkę Hutton Avenue z nowym mostkiem w pobliżu linii kolejowej. Gładka betonowa ścieżka została wybudowana po konsultacjach z Fieldfare Trust, organizacją zajmującą się udostępnianiem miejsc publicznych, szczególnie osobom niepełnosprawnym.

Druga ścieżka łączy trasę pieszą, okalającą zabudowania przy Albert Road z zabytkowym mostem kolejowym nad Skerne, który został uwieczniony na banknocie pięciofuntowym. Ścieżka prowadzi w dół, przechodząc pod Albert Road, i dalej biegnie północnym brzegiem rzeki. Tworzy ona część przyszłej ścieżki rowerowej przecinającej Darlington i jest wykonana z tłucznia bitumicznego o różnym uziarnieniu (Bitmac).

PROJEKT

Ścieżka betonowa
Ścieżkę betonową zaprojektowano w taki sposób, aby umożliwić łatwy dostęp na wózkach inwalidzkich, odpowiednio dobierając nachylenia i ich nawierzchnię. Miejsca odpoczynku i mijanki rozmieszczono mniej więcej co 100 m, lokując je w taki sposób by gwarantowały ciekawe widoki. Przebieg trasy uwzględniał nachylenie terenu, zasięg zimowych wezbrań oraz sugestie Fieldfare Trust. W tym celu dobrano także odpowiednią mieszankę betonową oraz wykończenie powierzchni tak, by uzyskać powierzchnię gładką lecz przeciwpoślizgową, nie wymagającą utrzymania. Wybrano kolor płowożółty, aby nawiązywał do otoczenia, także po wyblaknięciu.

W celu odprowadzenia wód opadowych spływających z przyległych stoków, wykonano żwirowy drenaż – przebiegający odcinkami wzdłuż, a miejscami pod ścieżką. Jako podłoże zastosowano 100 mm warstwę kruszywa, zwiększając jej grubość na krzyżówkach z drogami jezdnymi, w celu podniesienia jej wytrzymałości na zwiększony nacisk. Następnie wylano barwiony beton, o grubości co najmniej 75 mm, którego powierzchnię odpowiednio wykończono.

Ścieżka bitumiczna (ryc. 8.3.1-8.3.2)
Przed położeniem ścieżki konieczne było wykonanie szeregu prac przygotowawczych:
- wzmocnienia brzegów rzeki po obu stronach mostu;
- wzmocnienia skarpy wzdłuż gazociągu i składowiska odpadów poprzemysłowych;
- zniwelowania i obniżenia poziomu terenu;
- obniżenia włazów studzienek.

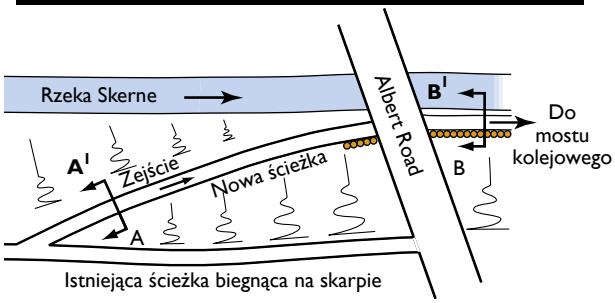
Ścieżka została zaprojektowana równocześnie jako chodnik i trasa rowerowa, biegnąca trawiastym stokiem

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Ścieżka bitumiczna biegnąca w kierunku mostu kolejowego nad rzeką Skerne

Rycina 8.3.1
PLAN ŚCIEŻKI NADRZECZNEJ BIEGNĄCEJ DO MOSTU KOLEJOWEGO NAD RZEKĄ SKERNE



pod mostem na Albert Road i wzdłuż rzeki, aż do mostu kolejowego. Zastosowano kilka sposobów zwiększenia jej bezpieczeństwa:

- na stromych zboczach, od strony rzeki, wykonano niewielki wyniesienie, aby zmusić rowerzystów do jazdy ścieżką;
- poręcze od strony rzeki, po obu stronach mostu;
- bariery pod mostem, zmuszające rowerzystów do zwolnienia;
- szerokość ścieżki umożliwiającą mijanie się wózków inwalidzkich;
- rozmieszczenie miejsc odpoczynku na nachylonym odcinku.

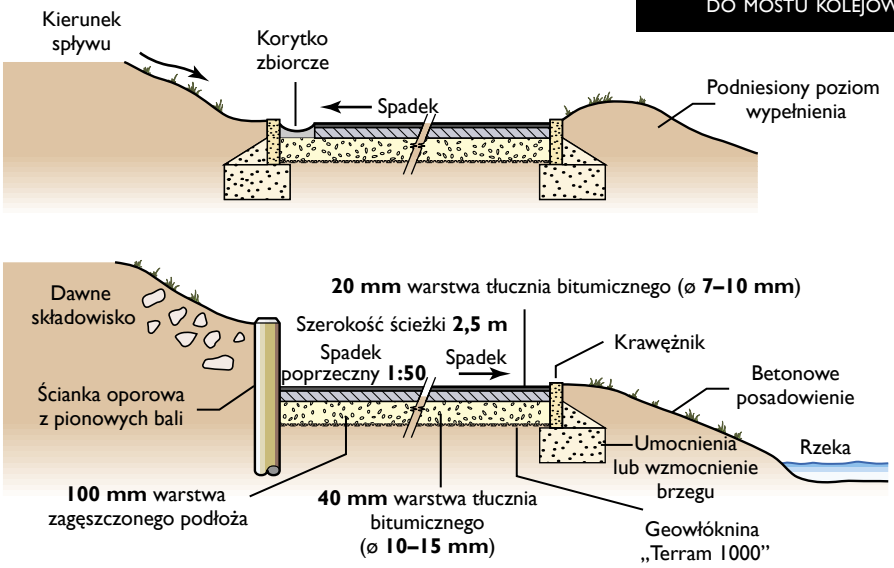
Bardzo ważne było odwodnienie ścieżki. By to osiągnąć, wprowadzono nachylenie poprzeczne o spadku 50 mm na całą szerokość ścieżki (2,5 m) oraz korytko biegnące wzdłuż ścieżki od strony zbocza, zbierające z niego spływ powierzchniowy.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1997/8

Obie ścieżki stały się wyjątkowo popularne wśród mieszkańców i są używane w ciągu dnia przez różne grupy społeczne. Początkowe obawy, że ścieżki będą używane przez motocyklistów nie sprawdziły się, prawdopodobnie dzięki temu, że uniemożliwiają to liczni przechodnie. Starsi ludzie domagali się zamontowania miejsc do siedzenia, by móc odpoczywać i podziwiać przyrodę nad rzeką.

Bardzo istotnym elementem okazało się właściwe odprowadzanie wód deszczowych ze zbocza, w związku z czym konieczne były drobne korekty w celu uniemożliwienia powstawania kałuż oraz nanoszenia na ścieżkę błota.

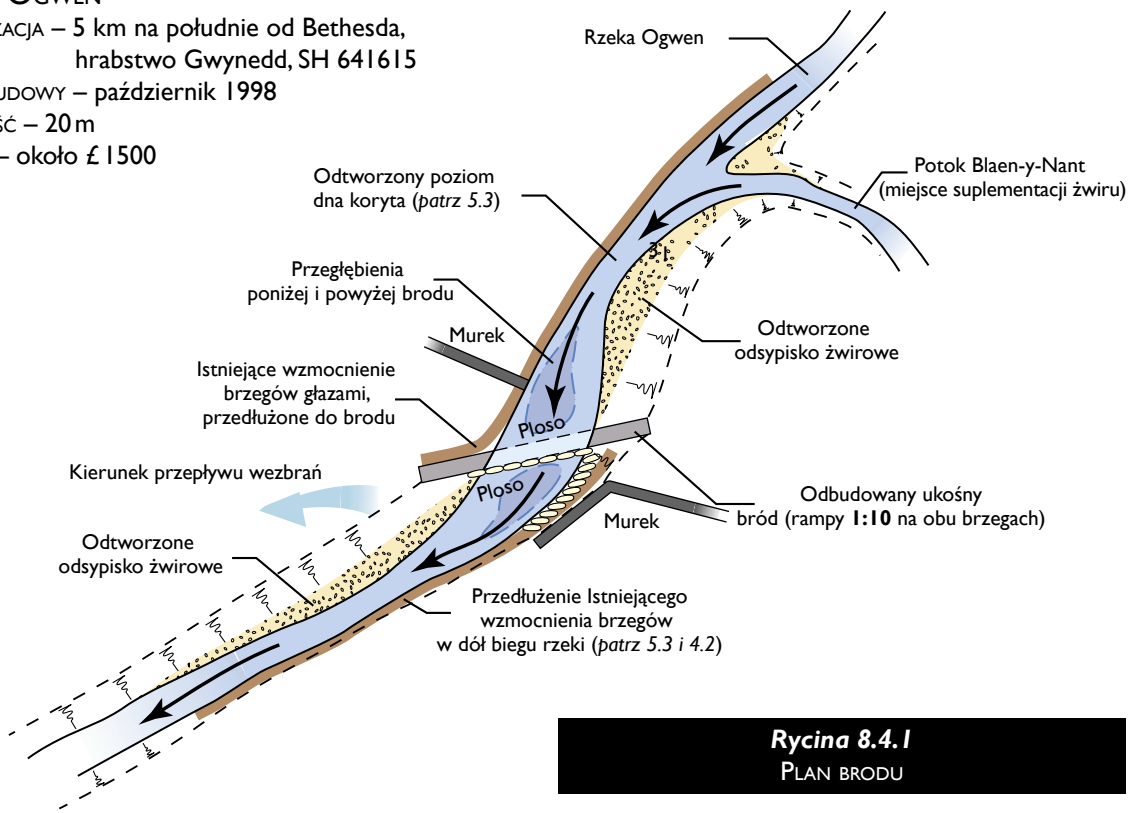
Rycina 8.3.2
PRZEKRÓJ PRZEZ NADRZECZNĄ ŚCIEŻKĘ BIEGNĄCĄ DO MOSTU KOLEJOWEGO NAD RZEKĄ SKERNE



8 ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8.4 Odbudowa brodu dla pojazdów i zwierząt

RZEKA OGWEN
LOKALIZACJA – 5 km na południe od Bethesda, hrabstwo Gwynedd, SH 641615
DATA BUDOWY – październik 1998
DŁUGOŚĆ – 20 m
KOSZT – około £1500



Rycina 8.4.1
PLAN BRODU

Widok na pogłębione koryto w miejscu dawnego brodu

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8

OPIS

Bród został odbudowany w ramach dużego projektu renaturyzacji rzeki, a zwłaszcza jej koryta, po pogłębieniu w latach 60. XX wieku (*lokalizacja oraz szczegóły – patrz 5.3*). Bród jest jednym z kilku miejsc stabilizujących dno rzeki na odpowiednim poziomie.

Dawne mapy topograficzne wskazywały na istnienie brodu w okresie poprzedzającym pogłębianie rzeki i niestety, w ramach tych prac, został on usunięty; na zdjęciu widoczne są warunki sprzed jego odbudowy. Projekt odbudowy brodu jako przeprawy dla pojazdów i zwierząt został zaaprobowany przez miejscowych rolników.

PROJEKT

Zapewnienie funkcjonalnej trwałości brodu w tym miejscu wymagało poznania uwarunkowań hydraulicznych oraz sedymentacyjnych, które powstałyby po podniesieniu dna rzeki o około 1 m w ramach prac renaturyzacyjnych, a gdzie kluczowymi czynnikami są warunki zarówno na początku, jak i na końcu odbudowywanego odcinka rzeki. Długość części zanurzonej brodu powinna wynosić co najmniej 20 m, czyli dwukrotnie więcej niż średnia szerokość koryta, tak by zapewnić odpowiednią głębokość wody, umożliwiającą swobodną przeprawę, która powinna wynosić 30 cm lub mniej. Rampy dojazdowe na brzegach musiały zostać płasko wyprofilowane – ze spadkiem podłużnym 1:10, by umożliwiały przejazd pojazdów, a także harmonijnie wkomponowywały się w naturalny profil brzegu rzeki. Całkowita długość brodu, pomiędzy krawędziami terasy zalewowej, musiała zatem wynosić około 40 m. Dla porównania, odległość między krawędziami obu brzegów koryta wynosi tylko 15 m.

Analiza dawnych map topograficznych wykazała, że pierwotny bród był zbliżony wielkością do nowo tworzonego. Należało jednak koniecznie wyjaśnić powody jego trwałości, zwłaszcza niezanoszenia jego przez gromadzące się rumowisko. Wiadomym jest powszechnie, że brody umiejscowione w niewłaściwym miejscu stają się bezużyteczne – w wyniku szybkiej depozycji osadów bądź rumowiska.

Bród został ulokowany pomiędzy dwoma przeciwległymi zakolami rzeki, na których brzegach wewnętrznych następuje naturalna akumulacja odsypów żwirowych. Wypłycenia te są zazwyczaj połączone w nurcie wąską ławicą żwirową, przecinającą koryto po przekątnej. Ukształtowanie powierzchni takiego miejsca przypominało pożądany profil brodu. Trwałość odsypisk i wypłyceń żwirowych jest zależna od stałej dostawy rumowiska, przy czym podstawowym źródłem tego materiału jest strumień Blaen-y-Nant, dopływ rzeki Ogwen. Stwierdzono ponadto, że właśnie takie umiejscowienie brodu (po przekątnej, pomiędzy dwoma zakolami) jest najbardziej odpowiednim rozwiązaniem, gdyż rolnicy wykorzystują jako przeprawy miejsca, o zazwyczaj podobnych uwarunkowaniach geomorfologicznych. Konieczne było zatem przygotowanie projektu brodu zgodnie z powyższymi zasadami.

Odbudowany bród, widok odsypisk i koryta

8

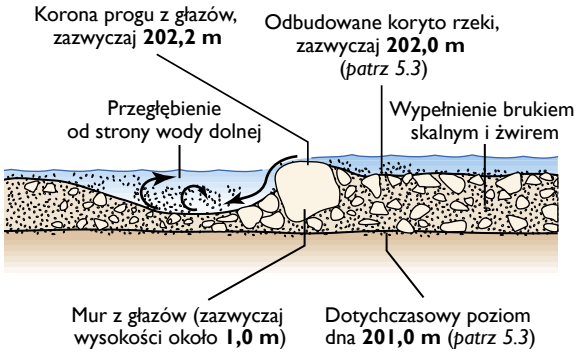
ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Zadecydowano, że dolna krawędź zanurzonej części brodu będzie określona linią polodowcowych głazów, jak to przedstawia ryc. 8.4.2. Stabilizują one poziom dna, który jednak należało wcześniej określić w ramach całego projektu renaturyzacji rzeki. Całkowite odtworzenie zróżnicowanego poziomu dna rzeki przy zastosowaniu żwirów było niemożliwe, m.in. ze względu na brak odpowiedniego substratu (*patrz 5.3*), tak więc brak umocnienia krawędzi brodu przy pomocy głazów, mógłby skutkować rozmyciem projektowanej przeprawy. Ponadto zadbano o właściwe poprowadzenie budowli, tak by przejazd przez samo koryto rzeki było dobrze widoczny. Żwir, wydobyty podczas wcześniejszych prac, wykorzystano do odtworzenia odsypisk po obu stronach brodu, zarówno w górę jak i w dół biegu rzeki. Materiał i struktura dna rzeki zostały odtworzone przy użyciu żwiru, ze szczególną uwagą na odpowiednie uformowanie przegłębień i wypłyceń, które w naturalny sposób powstają na przeciwległych brzegach (*patrz plan*).

Potencjalnym zagrożeniem dla ustabilizowania linii brodu było przemieszczanie się zakoli rzeki w wyniku erozji ich zewnętrznych brzegów. Procesy te były szczególnie widoczne na dalszym odcinku rzeki poniżej brodu, gdyż dawne umocnienia brzegów rzeki zachowały się na wysokości przeprawy oraz w górę biegu rzeki. Zachowane umocnienia w postaci narzutu kamiennego z niewielkich głazów, zostały naprawione i połączone z brodem. Skutki erozji, występującej w dół biegu rzeki, usunięto przy pomocy materacy wierzbowych, metody opisanej w tym podręczniku (*patrz 4.2*).

Dolna krawędź wyznaczona przez głazy

Rycina 8.4.2
PRZEKRÓJ POPRZECZNY BRODU



Rozpatrywano również możliwość utworzenia w późniejszym czasie dwóch kamiennych murków na przeciwległych brzegach rzeki. Murki te będą kierować wody wezbraniowe w dół doliny, koncentrując cały nurt pomiędzy nimi, w miejscu gdzie znajduje się bród (*patrz plan*).

Uważna analiza topografii przylegającego terenu wskazuje, że podczas wezbrań woda w sposób naturalny przelewała się przez brzeg po prawej stronie brodu (patrząc w dół rzeki). Brzeg ten starannie wyprofilowano, by harmonijnie przechodził w wyraźną rynnę, biegnącą w dół – przez tereny zalewowe. Dzięki temu, wody wezbraniowe mogą się tam łatwo przelać, nie wywołując zbytnich szkód brodowi. Strzałka na planie wskazuje tę ważną drogę spływu wód powodziowych.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1998–2001

Wszystkie elementy odtworzonej przeprawy: odsypiska, mielizny, przegłębienia i bystrza okazały się wystarczająco trwałe, zaś sam bród jest regularnie wykorzystywany przez rolników.

Pod względem wizualnym bród wygląda znakomicie i doskonale zlewa się z otoczeniem.

Sukces projektu jest wynikiem wysiłku włożonego w zrozumienie procesów geomorfologicznych rzek i potoków oraz harmonijnej adaptacji tego miejsca, z uwzględnieniem zarówno kontekstu historycznego tego miejsca, jak również celów szeroko rozumianej renaturyzacji rzeki Ogwen.

Kontakt:
RRC, Silsoe, Beds MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.
Bryan Jones, Environmental Agency, Llwyn Brain, Ffordd Penlan, Parc Menai, Bangor, Wales, LL57 4DE, Tel: 01248 670770.
Elfyn Jones, National Trust,
Carneddau & Ynys Mon Property Office,
Tan y Celyn Ty`n y Maes, Nant Ffrancon,
Gwynedd, Wales, LL57 3LX.

8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8.5 Dostęp do rzeki na terenach miejskich

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – centrum miasta w Calne, hrabstwo Wiltshire, ST 998710
DATA BUDOWY – 1999
DŁUGOŚĆ – 100 m
KOSZT – brak danych

Betonowe koryto rzeki i progi przed rozpoczęciem prac

OPIS

Prosty odcinek rzeki ujęty w betonowy kanał skierowano do nowego koryta i zrenaturyzowano przy pomocy podwójnego meandra. *Pełen opis i plan projektu przedstawiono w rozdziale 1.5.*

Na wewnętrznej części zakoli meandra utworzono odsypiska żwirowe. Ludzie z przyjemnością przebywają nad rzekami w takich miejscach – są one rzadko spotykane na obszarach miejskich.

Zastosowane rozwiązanie przedstawia sposoby umożliwienia mieszkańcom bezpiecznego dostępu do odsypisk. Ponadto dostęp do lustra wody był konieczny dla Agencji ds. Środowiska, w celu ewentualnych działań związanych z utrzymaniem i pielęgnacją roślinności, zwłaszcza w dolnym biegu, powyżej wlotu do dwudzielnego przepustu pod ulicą, gdzie mogą zbierać się szczątki unoszone przez wezbrania.

Żwirowe odsypisko oraz obsiana gleba na płaskim brzegu, naprzeciw „skalistego" muru oporowego

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

8

PROJEKT

Ukształtowanie meandra zapewnia możliwość łatwego dostępu do dwóch części nowego koryta. Dolna część obejmuje odcinek meandra powyżej wlotu do przepustu pod ulicą, gdzie rzeka udostępniona została od strony południowej. W górnej części, przed nowym centrum handlowym, meander udostępniono od strony północnej.

Dostęp w dolnym odcinku
Łagodnie nachylony zjazd, utworzony został poprzez wyznaczenie jego osi równolegle do nurtu nowego koryta, wydłużając w ten sposób do maksimum odcinek, na którym musiano uzyskać obniżenie o około 1,5 m. Rampa płynnie łączy się z odsypiskiem, a jej nachylenie w najbardziej stromych miejscach wynosi 1:12,5. Rycina 8.5.1 przedstawia przekrój wewnętrznej części zakola i odsypiska. Nawierzchnia górnej części zjazdu wzmocniona jest wapiennymi blokami, co ma zapobiegać rozjeżdżaniu. Przy realizacji projektu zastosowano masowo wapień Purbeck (*patrz 1.5*). Między płytami kamiennymi rampy obsiano trawę, zapewniając płynne przejście w zadarnione tereny wokół odsypiska.

Dostęp w górnym odcinku
Łagodnie nachylony zjazd, o spadku wynoszącym około 1:12,5, utworzono również równolegle do osi koryta. Rampa umożliwia dostęp do 20-metrowego, płaskiego odcinka nadbrzeżnego, znajdującego się około 40 cm ponad średnim poziomem wody. Gęsta roślinność przybrzeżna powinna szybko opanować niewielki teren wokół odsypiska.

Przekrój przez wewnętrzne zakole, znajdujące się przed centrum handlowym, przedstawia rycina 8.5.2. Brzeg rzeki zabudowano w formie trzech szerokich stopni, wyłożonych płytami z wapienia Purbeck. Stopnie te, nazwane „sceną schodkową", mają szerokość do 1,5 m i są swobodnie wykorzystywane przez mieszkańców jako siedziska nadbrzeżne. Stopnie umożliwiają bezpośredni dostęp do odsypiska, łącząc się z pasażem przed nowym centrum handlowym.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1998–2001

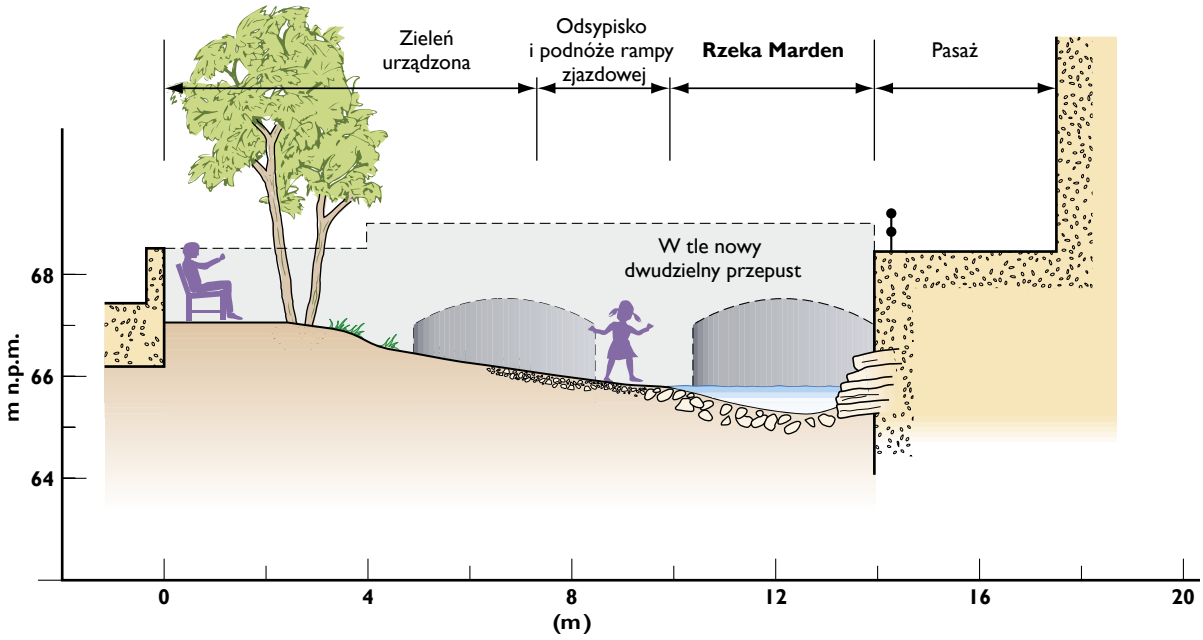
Do czasu zakończenia budowy centrum handlowego w roku 2001, mieszkańcy nie mieli pełnego dostępu do rzeki. Wybudowane obiekty są bardzo atrakcyjne pod względem wizualnym, a także bezpieczne podczas normalnych przepływów.

Nowy dostępny odcinek koryta rzeki, listopad 2001

8

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Siedziska na łagodnym zboczu przy krawędzi rzeki, teren porośnięty trawą oraz pokryty żwirem

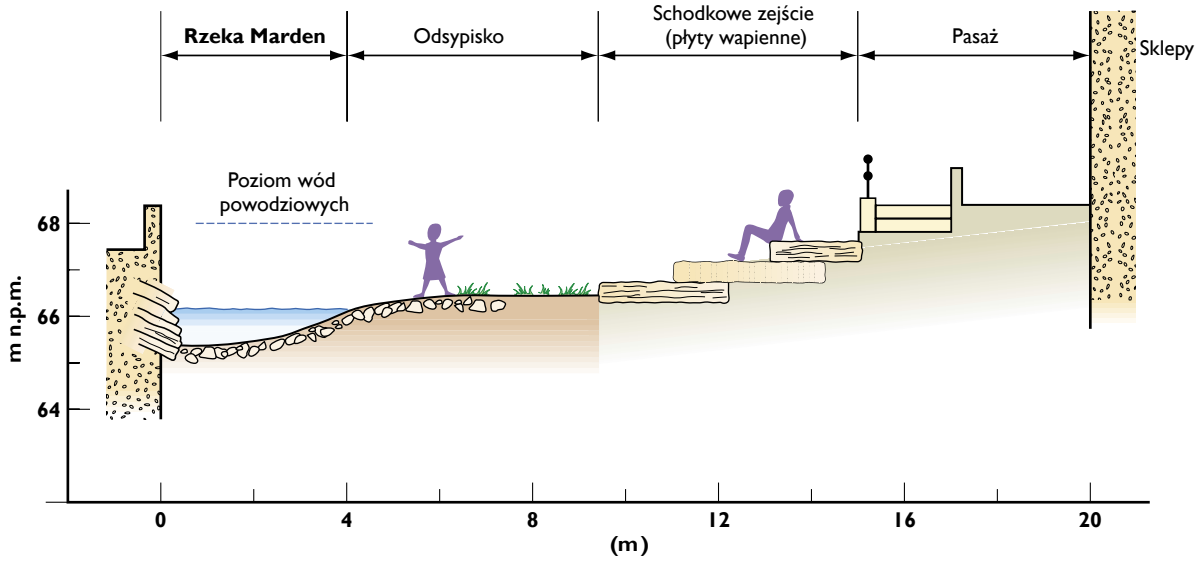


Rycina 8.5.1
PRZEKRÓJ C
(*LOKALIZACJA PRZEDSTAWIONA NA PLANIE W ROZDZ. 1.5*)

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

ZAPEWNIENIE DOSTĘPU PUBLICZNEGO, PRYWATNEGO ORAZ ZWIERZĄT GOSPODARSKICH

Rycina 8.5.2
PRZEKRÓJ B
(*LOKALIZACJA PRZEDSTAWIONA NA PLANIE W ROZDZ. 1.5*)



Kamienne stopnie schodzące do odsypiska porośniętego trawą oraz pokrytego żwirem

W okresach wezbrań meander z odsypiskami znajdzie się pod wodą i ulegnie zatopieniu. Oczyszczenie całości obiektu z mułu i naniesionych szczątków nie powinno być jednak uciążliwe.

Ogólne założenie projektu, zwiększające możliwość dostępu do brzegów rzeki, pogodzono z funkcją przeciwpowodziową, zapewniającą przejście wód wezbraniowych w korycie.

Kontakt:
RRC, Silsoe, Beds MK45 4DT, Tel.: 01525 863341.

9

PRZEBUDOWA UJŚCIOWYCH ODCINKÓW DOPŁYWÓW

9.1 Ujścia kolektorów wód burzowych

RZEKA SKERNE
LOKALIZACJA – Darlington, hrabstwo Durham, NZ 301160
DATA BUDOWY – sierpień–październik 1995
KOSZT – £15000 – inwentaryzacja połączeń, £23000 – odbudowa 13 ujść, w tym budowa kolektorów i nowych komór

Typowe ujście kolektora przed przebudową

OPIS

Chociaż jakość wód w Skerne stale się poprawia, w powszechnym odczuciu rzeka jest wciąż ciekiem dość zanieczyszczonym. Na odcinku objętym projektem znajdowało się 13 ujść kolektorów burzowych o szpetnych ścianach czołowych z betonu, podkreślających samo miejsce zrzutu. Ujścia zakończone kratą były najczęściej zaśmiecone plastikiem i innymi odpadami. Realizacja projektu dostarczyła wyjątkowej sposobności, zarówno do poprawy jakości wody, jak i walorów wizualnych całego odcinka.

Wstępna inwentaryzacja obszaru z jakiego zbierana jest woda opadowa oraz 1125 posesji, przeprowadzona przez Northumbrian Water wykazała, że istnieje także szereg źródeł zanieczyszczeń związanych z nielegalnym podłączeniem do kolektorów burzowych odprowadzeń pralek, zmywarek, łazienek czy toalet. Firma zaproponowała właścicielom pomoc w uregulowaniu tych nieprawidłowości, zanim zostaną podjęte kroki administracyjne.

PROJEKT

Cele projektu przebudowy odpływów kolektorów wód burzowych określono jako:

- poprawa jakości wód odpływających przez redukcję frakcji stałych, odpadów pływających, olejów i benzyny;
- poprawa walorów wizualnych dzięki usunięciu betonowych ścian czołowych oraz umieszczeniu rur odpływowych pod powierzchnią wody;
- zmniejszenie samej liczby odpływów oraz ułatwienie i usprawnienie przyszłego zarządzania i monitoringu.

W związku z tym, zaprojektowano nowe komory wychwytujące osady i pływającą frakcję stałą. Przy niskich przepływach drobnoziarniste rumowisko jest wychwytywane przez osadnik. Zanurzona przegroda zapewnia zatrzymywanie w komorze olejów, benzyny i innych zanieczyszczeń pływających, przez co mogą być one regularnie odsysane oraz odpowiednio usuwane. Początkowo zakładano, że będzie się to odbywać cztery razy do roku. W trakcie wysokich przepływów, część składników dostanie się i tak do rzeki, lecz będą one silnie rozcieńczone.

Monitorowanie komór umożliwiają pokryte darnią, i w ten sposób niewidoczne, pokrywy. Pozwalają one na pobieranie próbek i monitorowanie zanieczyszczeń w zależności od potrzeb.

Rurę odpływową ukształtowano w taki sposób, aby jej ujście znalazło się pod wodą, wsparte na betonowej płycie zmniejszającej erozję występującą podczas dużych przepływów. Ujście rury jest skierowane z nurtem, tak by rzeka łatwo unosiła odpływającą wodę. Dodatkowo, powyżej samego odpływu, zainstalowano pod wodą kosz siatkowo-kamienny (gabion), chroniący końcowy odcinek rury przed uszkodzeniami przez przepływające kłody. W przypadku zatkania rurociągu, np. wskutek zamulenia odpływu, można dokonać jego udrożnienia, ale zakłada się, że będzie się on oczyszczał samoistnie i samodzielnie. Znaczna prędkość na wylocie (wypływ) powoduje, że przepływ poniżej niego jest turbulentny.

Przedstawione rozwiązania mogą nie mieć zastosowania w przypadku innych projektów

PRZEBUDOWA UJŚCIOWYCH ODCINKÓW DOPŁYWÓW

9

Budowa nowego ujścia kolektora

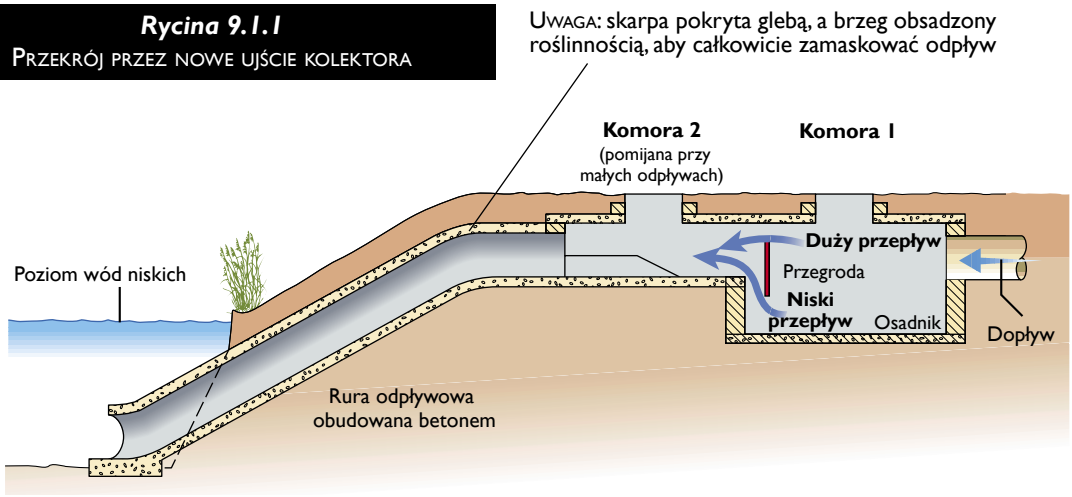
Przy większym zastoisku (*patrz 2.2*), trzy dotychczasowe odpływy podłączono do wspólnej komory z jednym ujściem. Korzyści z takiego odprowadzania wód opadowych do starorzecza obejmują:

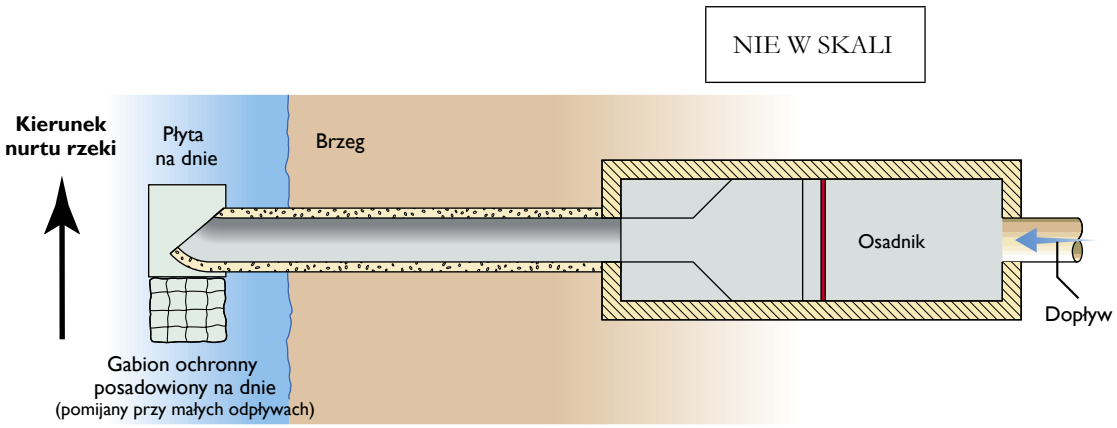
- wprowadzenie okresowego przepływu wody w obrębie zastoiska;
- możliwość naturalnego filtrowania (oczyszczania) odpływających wód powierzchownych;
- łatwość zamknięcia ich odpływu do rzeki, w przypadku dużego zanieczyszczenia.

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Nowe ujścia kolektorów burzowych działają skutecznie. Wymagany poziom obsługi okazał się niższy niż zakładano i wystarczające jest czyszczenie komór raz do roku. Ponadto nie wystąpiły żadne zablokowania odpływu spowodowane przez nieodprowadzane osady rzeczne. Ujścia są praktycznie niezauważalne.

Rycina 9.1.1
PRZEKRÓJ PRZEZ NOWE UJŚCIE KOLEKTORA





Rycina 9.1.2
PLAN NOWEGO UJŚCIA KOLEKTORA

9

PRZEBUDOWA UJŚCIOWYCH ODCINKÓW DOPŁYWÓW

9.2 Nowe trzcinowisko przy ujściu strumienia Raglan

RZEKA COLE
LOKALIZACJA – Coleshill, granica hrabstw Oxonshire/Wiltshire, SU 234935
DATA BUDOWY – jesień 1995 – wiosna 1996
POWIERZCHNIA – 640 m^2
KOSZT – £ 500

Sadzenie trzciny – wiosna 1996

OPIS

Nowe trzcinowisko utworzono na dawnym korycie rzeki Cole, tuż poniżej odtworzonego koryta meandrującego (*patrz 1.2*). Strumień Raglan, będący niewielkim dopływem Cole, skierowano w taki sposób, by przepływał przez trzcinowisko przed połączeniem z rzeką.

Celem tego przedsięwzięcia było utworzenie niewielkiej strefy buforowej, ułatwiającej zatrzymywanie osadów zanieczyszczonych rolniczo, jak również zwiększającej zróżnicowanie siedliskowe terenów nadrzecznych. Oszacowano, że efektywność trzcinowiska jako strefy buforowej jest niska, w związku z jego niewielkimi rozmiarami oraz położeniem w miejscu, gdzie wezbrania wód rzeki mogą je często zalewać i wymywać. Jednakże potencjał siedliskowy był wysoki, a dodatkowe koszty budowy niewielkie, także projekt utworzenia trzcinowiska uznano za wartościowy, mógł bowiem zademonstrować przydatną metodę renaturyzacji rzeki.

PROJEKT

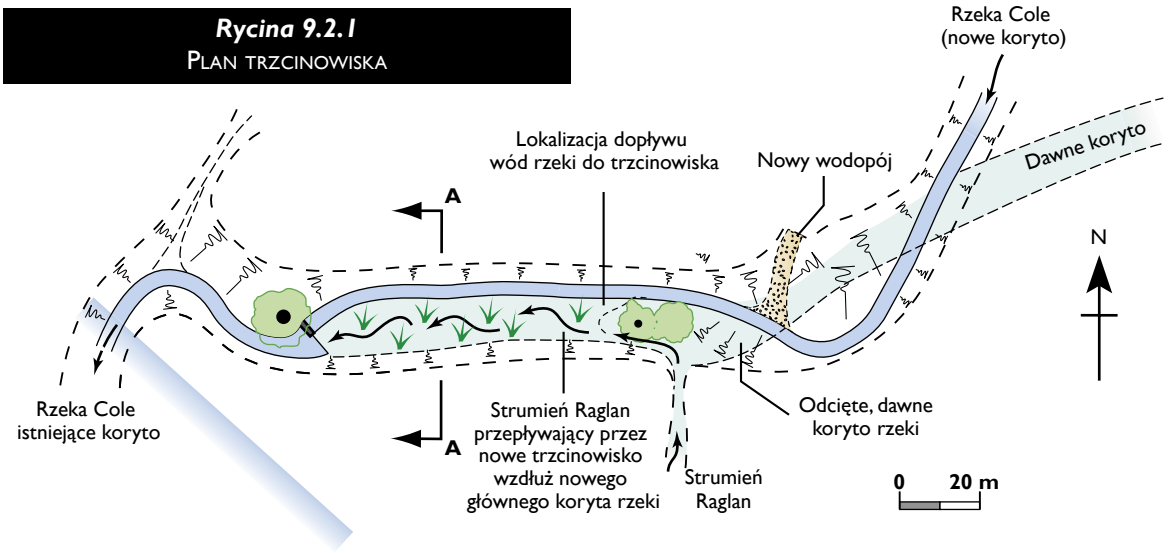
Nowe koryto rzeki (*ryc. 9.2.1*) zostało wykopane prawie równolegle do starego, zasypując je częściowo w celu utworzenia płaskiego terenu, wzniesionego o około 500 mm ponad dno nowego koryta. Obszar trzcinowiska oddziela liniowe wyniesienie o około 800 mm ponad nowe dno rzeki, utworzone z gliny mocno zażwirowanej.

Na tym płaskim terenie uformowano następnie kilka podłużnych bruzd, mających zatrzymywać wodę pomiędzy wyniesieniami o glebie mokrej, lecz nie w pełni nasyconej wodą (*ryc. 9.2.2*).

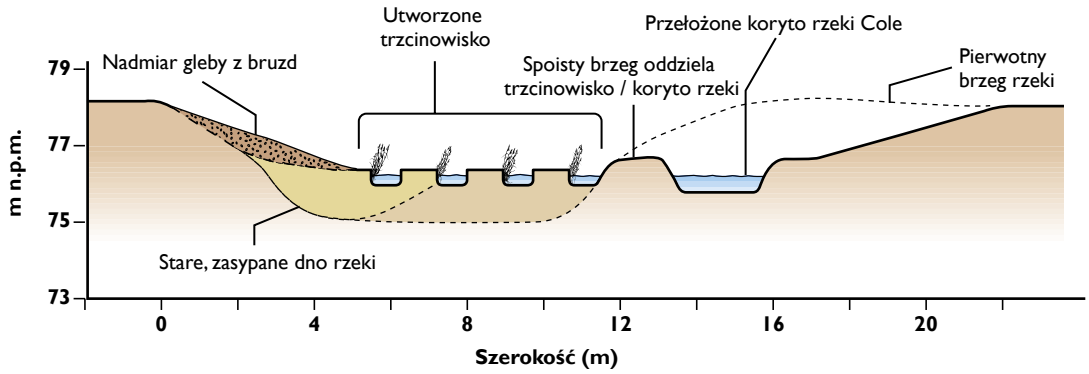
Strumień Raglan skierowano w taki sposób, by zasilał wodą owe bruzdy, lecz ze względu na to, iż wysycha on w okresie letnim, utworzono też dodatkowe źródło zaopatrzenia wodę z rzeki Cole. Woda dopływa do trzcinowiska przez plastikową rurę o średnicy 150 mm, która może być zaginana nawet do pionu, zmniejszając dopływ w zależności od wymagań, bądź nawet odcinając go, w celu utrzymania odpowiedniego

PRZEBUDOWA UJŚCIOWYCH ODCINKÓW DOPŁYWÓW

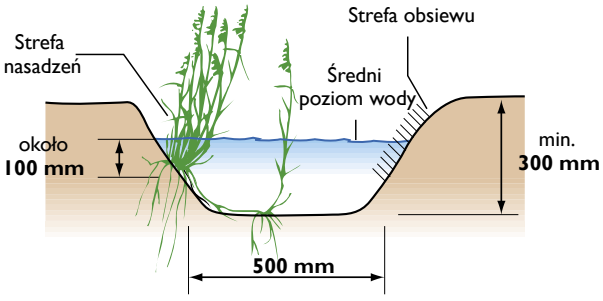
Rycina 9.2.1
PLAN TRZCINOWISKA



Rycina 9.2.2
PRZEKRÓJ A-A



Rycina 9.2.3
PRZEKRÓJ BRUZDY NA TRZCINOWISKU



stopnia uwilgotnienia trzcinowiska, nie powodując jego całkowitego zalania. Taka kontrola poziomu wód była decydująca w okresie ukorzeniania się roślin.

Trzcinę wprowadzono wiosną 1996, sadząc wzdłuż jednej krawędzi każdego z zagłębienia sadzonki wyhodowane uprzednio w doniczkach oraz wysiewając nasiona wzdłuż drugiej (*ryc. 9.2.3*). Zastosowanie obu metod zwiększyło prawdopodobieństwo prawidłowego przyjęcia się i wzrostu trzciny, jak również umożliwiło monitorowanie udatności każdej z obu procedur.

9

PRZEBUDOWA UJŚCIOWYCH ODCINKÓW DOPŁYWÓW

Utworzone trzcinowisko – lato 1998

SKUTECZNOŚĆ PROJEKTU 1995/8

Trzcinowisko rozwinęło się nadspodziewanie dobrze, gdzie 93% sadzonek dotrwało do stanu pełnego rozwoju. W przypadku obsiewu nasionami, wykiełkowało jedynie około 50%, lecz była to wystarczająca ilość dla pełnego zasiedlenia w ciągu dwóch sezonów wegetacyjnych. Inne gatunki wodne pojawiły się spontanicznie na tym obszarze, w tym żabieniec babka wodna i sit rozpierzchły. Obawy związane z możliwością uszkodzenia trzcinowiska przez wezbrane wody rzeki Cole okazały się nieuzasadnione, ze względu na ich niewielką prędkość przepływu spowodowaną tym, że ogólny przekrój nowego koryta rzeki oraz pobliskiego trzcinowiska jest znacznie większy niż przekrój doliny poniżej tego obiektu.

Takie warunki hydrauliczne mogą doprowadzić w dłuższym czasie do stopniowego zaniesienia trzcinowiska osadami. Tak utworzone wartościowe siedlisko, stanowi dodatkowo strefę buforową, przechwytującą osady zanieczyszczone rolniczo, niesione przez strumień Raglan do rzeki Cole.